



MINISTERIO DE
VIVIENDA
CONSTRUCCIÓN Y
SANEAMIENTO



Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú

Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

FOCALIZADO EN VIVIENDAS DE “MATERIAL NOBLE” (ALBAÑILERÍA)
DESARROLLADAS POR AUTOCONSTRUCCIÓN EN LOS
ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN
LIMA METROPOLITANA.





MINISTERIO DE
VIVIENDA
CONSTRUCCIÓN Y
SANEAMIENTO



Manual para la Reducción del Riesgo Sísmico de Viviendas en el Perú

Ing. Julio Kuroiwa Horiuchi

FOCALIZADO EN VIVIENDAS DE “MATERIAL NOBLE” (ALBAÑILERÍA)
DESARROLLADAS POR AUTOCONSTRUCCIÓN EN LOS
ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN
LIMA METROPOLITANA.

MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS EN EL PERÚ Focalizado en Viviendas de “Material Noble” (Albañilería) Desarrolladas por Autoconstrucción en los Asentamientos Humanos que Rodean Lima Metropolitana. Reducción del Riesgo de Desastres Aplicando el Desarrollo Técnico Científico Peruano

© **MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO**

Paseo de la República 3361 - Edificio de Petroperú - San Isidro - Lima - Perú

<http://www.vivienda.gob.pe>

Lic. FRANCISCO ADOLFO DUMLER CUYA

Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

Arq. RICARDO VIDAL NÚÑEZ

Viceministro de Vivienda y Urbanismo

Arq. LUCÍA LEDESMA MARTÍNEZ

Directora General de Programas y Proyectos en Vivienda y Urbanismo

Primera Edición - Marzo 2016

Tiraje 500 ejemplares

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2016-03845

IMPRESO EN:

Industrias Gráficas Ausangate S.A.C.

Jr. Conde de Superunda 631 - Lima 1 - Perú

RUC: 20384327029

Telf.: 423-4443



MANUAL PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO SÍSMICO DE VIVIENDAS EN EL PERÚ

Focalizado en Viviendas de “Material Noble” (Albañilería) Desarrolladas por Autoconstrucción en los Asentamientos Humanos que Rodean Lima Metropolitana. Reducción del Riesgo de Desastres Aplicando el Desarrollo Técnico Científico Peruano.

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1	8
EL ALTO RIESGO DE VIVIR EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN LIMA	10
1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	10
1.2. EL ALTO RIESGO DE VIVIR EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN LIMA	10
1.3. APLICACIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA A NIVEL NACIONAL.....	14
1.4. ¿CÓMO REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE MANERA SIGNIFICATIVA PARA EVITAR LA QUIEBRA DE GRANDES EMPRESAS?.....	16
CAPITULO 2	20
EL RIESGO DE DESASTRES CAUSADOS POR SISMOS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN VIVIENDAS	22
2.1. INTRODUCCIÓN.....	22
2.2. PELIGRO SÍSMICO Y ZONA DE SILENCIO SÍSMICO FRENTE AL DEPARTAMENTO DE LIMA.....	23
2.3. RIESGO DE DESASTRES POR CAMBIO CLIMATICO EN VIVIENDAS.....	24
CAPITULO 3	38
ENSEÑANZAS DE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN EL PERÚ ENTRE 1970 Y 2007, Y DEL SISMO DE SICHUAN CHINA DE 2008. Influencia de las Condiciones de Sitio en el Grado de Daños en Viviendas	40
3.1. INTRODUCCIÓN.....	40
3.2. TERREMOTO DEL 31 DE MAYO 1970, EN ANCASH	41
3.3. ESCENARIO SÍSMICO REGIONAL (ESR) EN EL SW DEL PERÚ 1992-95.....	44
3.4. TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO 2001, EN AREQUIPA, MOQUEGUA Y TACNA.....	45
3.5. TERREMOTO DEL 15 DE AGOSTO 2007, EN LA REGIÓN ICA.....	48
3.6. TERREMOTO DE LA PROVINCIA DE SICHUAN CHINA DE 2008.....	51
3.7. DESPERDICIO DE VALIOSA INFORMACIÓN SOBRE MAPAS DE PELIGRO MULTIAMENAZA.....	54
3.8. CONCLUSIONES SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS LOCALES EN LA INTENSIDAD DEL FENÓMENO NATURAL Y LOS DAÑOS QUE CAUSAN.....	56

CAPITULO 4	58
DESARROLLO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA. SISTEMA CONSTRUCTIVO PERUANO SISMORRESISTENTE Y ECONÓMICO	60
4.1. ANTECEDENTES.....	60
4.2. PRINCIPALES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE SE EMPLEAN EN VIVIENDAS EN EL PERÚ.....	61
4.3. DESARROLLO DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO ALBAÑILERÍA CONFINADA. CH-70.	66
4.4. DIFUSIÓN Y APLICACIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA REGIÓN ICA. TERREMOTO DE AGOSTO DE 2007.....	73
4.5. REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON TECHO LIGERO EN LA REGIÓN ICA.....	75
4.6. FALLAS DE CERCOS DE ALBAÑILERÍA Y SUS SOLUCIONES DE REFORZAMIENTO.....	78
4.7. LECCIONES APRENDIDAS SOBRE ALBAÑILERÍA CONFINADA 1970-2015.....	80
CAPITULO 5	82
CONCLUSIONES, Y RECOMENDACIONES GENERALES Y SUGERENCIAS PARA LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE ESTADO 32da.	84
REFERENCIAS Y LECTURAS RECOMENDADAS	90
ANEXOS	
ANEXO I	92
TABLA A-I TERREMOTOS EN EL PERÚ EN LOS ÚLTIMOS 100 AÑOS, QUE HAN CAUSADO VÍCTIMAS MORTALES	
ANEXO II	96
DECLARACIÓN DE SENDAI DE GOBIERNOS LOCALES Y SUBNACIONALES “GARANTIZAR EL FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA A LOS DESASTRES EN EL MUNDO URBANO”	
ANEXO III	98
A. POLÍTICA DE ESTADO 32da.	99
B. DECRETO SUPREMO N° 111-2012-PCM	102
C. DECRETO SUPREMO N° 034-2014-PCM	106



CAPITULO 1





**EL ALTO RIESGO DE VIVIR EN
LOS ASENTAMIENTOS
HUMANOS QUE RODEAN LIMA**



EL ALTO RIESGO DE VIVIR EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN LIMA

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Según estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), cerca del 70% de las viviendas que se construyen en el país son informales, es decir, que son edificadas por el propietario con la ayuda o por medio de un “maestro de obra”. Sin embargo, ojalá fuera incluso así, porque frecuentemente son oficiales o ayudantes, que le siguen en rango a los maestros de obra, los encargados de las construcciones.

Como consecuencia de ello, la mano de obra es deficiente en la mayoría de casos, lo que se aprecia, por ejemplo, en el asentamiento de las piezas de ladrillo, con espesores no uniformes del mortero y las juntas verticales no rellenadas, o no compactadas adecuadamente. Para que el mortero arena-cemento y el concreto logren la resistencia especificada, es necesario que se cumpla con la dosificación de sus componentes: cemento, arena, en el primer caso; más piedra chancada en el segundo. La cantidad de agua es crítica, pues si se agrega en exceso –lo que a menudo se hace por “trabaja-

bilidad”– se reduce sustancialmente la resistencia del mortero o concreto. Las piezas de ladrillos muchas veces no son de la calidad adecuada, con demasiados vacíos en los ladrillos tipo pandereta o piezas deformadas o no horneadas adecuadamente. Como las edificaciones no han sido diseñadas y construidas profesionalmente, con métodos y técnicas de construcción desarrollados en el Perú, que están ahora disponibles, no consideran la densidad de muros, carecen de columnas de concreto armado de refuerzo o están inadecuadamente distribuidas en la planta de la vivienda.

Como resultado, se tienen viviendas vulnerables frente a sismos, situación que se agrava porque Lima ha crecido explosivamente ocupando terrenos con peligro natural alto, como cerros en pendiente, cubiertos de arena eólica suelta. Resultado: viviendas con niveles de riesgo muy altos o altos para cientos de miles de familias que residen en los asentamientos humanos que rodean Lima.

Durante el terremoto de 1940, magnitud Richter 8.2, el más potente que ha afectado la costa central del Perú en el siglo XX, Lima tenía unos 600,000 habitantes. A partir de los años 1950, la migración altoandina hacia la ca-

pital del Perú se incrementó sustancialmente. La Ciudad de Dios (actualmente San Juan de Miraflores y Villa El Salvador) es el resultado de una invasión producida en la noche de Navidad.

Desde entonces, el mayor crecimiento de Lima en su periferia se ha realizado por invasiones, encabezadas generalmente por traficantes de tierras. En la actualidad, Lima Metropolitana alberga a más de 9 millones de habitantes, que constituyen aproximadamente el 31% de la población total del país, que es de 31'151,643 millones (al 30.06.2015, según el INEI).

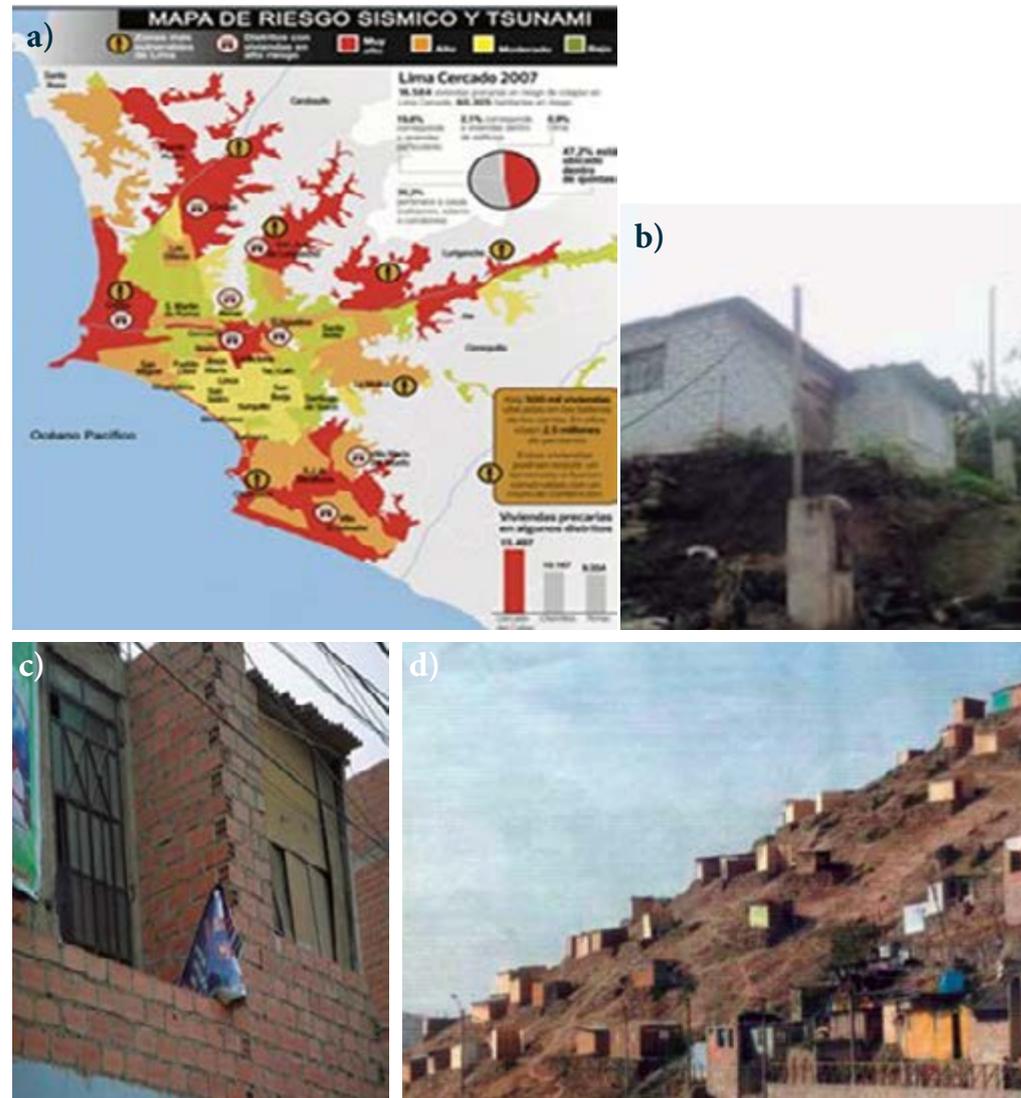
1.2. EL ALTO RIESGO DE VIVIR EN LOS ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE RODEAN LIMA

Como resultado de ello, la carencia de tierra por urbanizar en Lima se hace cada vez más crítica; las invasiones no son planificadas urbanísticamente y se continúa ocupando terrenos con peligro alto y muy alto, como pendientes pronunciadas cubiertas de arena suelta transportada por el viento desde la orilla del mar. Ello es más crítico en el cono Sur de Lima en donde el volumen y espesor de la arena suelta es mayor que en el cono Norte debido a su cercanía a la línea costera. Sismos

de gran magnitud con epicentros cercanos a Lima, en la zona de subducción, pueden ocasionar altas intensidades sísmicas con gran riesgo para los residentes de los asentamientos humanos que rodean Lima por el norte, este, sur y oeste (F-1.01a).

Un ejemplo visible desde la carretera Panamericana Sur, en Lima, es Lomo de Corvina lugar de alto riesgo. Esta situación se repite en Villa María del Triunfo, distrito que fue estudiado con cierto detalle en el Proyecto IN-DECI/PNUD, en el cual se identificaron viviendas con riesgo muy alto para sus residentes (F-1.01b) y (F-1.01c), y donde se están creando futuros escenarios de desastres (F-1.01d). Allí existe arena suelta, que amplifica exageradamente las ondas sísmicas y, por ello, se esperan altas intensidades sísmicas, tal como sucedió en el barrio San Pedro de Chimbote cuando ocurrió el terremoto de Áncash de 1970, durante el cual la destrucción de casas de adobe y albañilería no reforzada llegó al 100%. (Ver F-3.02 en el Capítulo 3).

SECTORES DE MAYOR RIESGO EN LIMA METROPOLITANA-



F-1.01. a). Sectores de mayor riesgo sísmico y de tsunami en Lima Metropolitana. b). Una casa en Villa María del Triunfo sin columnas ni vigas de concreto armado de refuerzo, al borde de una pendiente inestable, que ha comenzado a deslizarse. c). Casa de ladrillos sin columnas de refuerzo, común en los barrios populares de todo el Perú. Nótese que la fachada puede colapsar sobre la vereda. d). Inicio del escenario de un futuro desastre, por sismo o lluvia intensa. Viviendas en una pendiente inestable de arena eólica suelta. Foto tomada en 2011.

Sin embargo, en los AA.HH. existen también viviendas de ladrillo construidas directamente sobre roca, como en algunos lugares del cono Norte, donde no se esperan altas intensidades sísmicas, y, felizmente, estas edificaciones aumentan cada vez más. Asimismo, muchos residentes de los AA.HH. están utilizando columnas de concreto armado para reforzar las paredes de sus casas, tendencia que este Manual tiene el propósito de intensificar y mejorar, introduciendo métodos que han demostrado ser seguros en la construcción de viviendas sismorresistente. De ello se deduce, que dichos asentamientos humanos pueden sufrir severos daños y el número de víctimas puede ser numeroso, si en caso de un terremoto de gran magnitud este ocurre, en horas de la noche.

Lo expresado ha sido confirmado por estudios de riesgo sísmico y de tsunami efectuados en años muy recientes por instituciones oficiales, como el CISMID de la FIC/UNI, conjuntamente con el INDECI, con el apoyo de JICA. Otras entidades de cooperación internacional, como el PNUD, con fondos proporcionados por la Unión Europea (ECHO), y ONGs como PREDES, con el financiamiento de la Cooperación Suiza, han demostrado el alto riesgo que existe ante la ocurrencia de sismos de gran magnitud en los asentamientos

humanos (AA.HH.) que rodean Lima Metropolitana. Estos AA.HH. se ubican desde Puente Piedra por el norte, Comas por el noreste, Ate por el este, y Villa María del Triunfo y Villa El Salvador por el sur. En el centro de Lima y en el Cercado del Callao existen numerosas viviendas, más que centenarias, que han sido debilitadas por el efecto acumulativo de daños de anteriores sismos, por la humedad existente en sus paredes de adobe y por la rotura de tuberías de agua y desagüe.

En el Callao el problema se agrava por la humedad natural del suelo (F-1.02b), pues en el Callao Cercado existen numerosas viviendas de adobe y quincha que están al borde del colapso, se ubican en un sector donde se esperan altas intensidades sísmicas por las características y humedad del suelo y severa inundación por tsunami (F-1.02.a, b y c).



F-1.02.c. Vivienda de adobe y quincha deteriorada, ubicada a dos cuadras del mar.



F-1.02.a. Vivienda de adobe y quincha al borde del colapso, ubicada, además en un sector de inundación severa por tsunami en el Cercado del Callao.



F-1.02.b. Zona de inundación severa y moderada en el Callao por tsunami y de alta intensidad sísmica, por las características de su suelo. El color rojo identifica casas de adobe y quincha, como las mostradas en a y c.

El mayor riesgo sísmico y de tsunami del país se concentra en Lima Metropolitana, donde residen más de 9 millones de personas. Como consecuencia de ello, si ocurre un sismo de gran magnitud, puede causar numerosas víctimas mortales y, como en el área de Lima existe una alta concentración de valores, US\$ 450,000 millones, según un informe del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) dirigido al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), se pueden generar enormes pérdidas económicas y paralización de actividades, retrasando considerablemente el desarrollo socioeconómico de la nación peruana, con gran deterioro del esfuerzo nacional destinado a la reducción de la pobreza. Las mayores pérdidas pueden perjudicar a las empresas industriales y negocios diversos.

El principal objetivo de este Manual, impulsado por el MVCS, con la colaboración del autor, es difundir, con prioridad en los AA.HH. de Lima Metropolitana, el método de construcción de vivienda denominado **Albañilería Confinada**, que fue desarrollado después del terremoto de Ancash del 31 de mayo de 1970, por 25 egresados de la FIC/UNI, entre setiembre de 1970 y 1974, asesorados por el autor. Los egresados de la FIC/UNI donaron más de 600 meses hombre de traba-

jo voluntario y solidario de asistencia técnica.

La Albañilería Confinada, que podría ser llamada en este caso Chimbote 1970, denominado abreviadamente como **CH-1970**, en reconocimiento a las familias damnificadas que perdieron a varios de sus miembros bajo los escombros de viviendas de ladrillos sin reforzar que colapsaron, o sufrieron severos daños, y, pese a ello, se dedicaron con coraje y decisión a reconstruir sus casas; y también en reconocimiento al trabajo voluntario de esos 25 egresados de la FIC/UNI entre 1970 y 1974 y los reales maestros de obras –más de 200– que asistían puntualmente a su capacitación en clases y orientaciones complementadas con trabajo de campo donde se les instruyó sobre cómo reparar cada tipo de sus viviendas.

A cada familia se le dio asesoría técnica durante las obras de reconstrucción y ellos, que eran los propios propietarios, fueron, por eso, los mejores supervisores. Simultáneamente, se les orientó para conseguir los préstamos muy blandos que había dispuesto, como apoyo, EMADI, empresa financiera del sector vivienda. Los egresados de la FIC/UNI y su asesor se reunían frecuentemente con las familias beneficiadas del Proyecto Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Al-

bañilería (PRRVA), que fueron más de 2,500. A otras familias se les informó que sus casas eran sismorresistentes; y aquellos que perdieron sus casas, se acogieron a los programas de adquisición de sus nuevas viviendas.

El informe de la Oficina del Gabinete del Gobierno de Japón y del Grupo del Banco Mundial: Aprendiendo de Grandes Desastres, que resume los efectos del Gran Terremoto del Este del Japón o de Tohoku, como también se le llama al evento del 11 de marzo de 2011, y que contiene, asimismo las diversas acciones que se realizan para la rehabilitación y reconstrucción de la Región Tohoku, refiere que los mayores éxitos durante la emergencia y rehabilitación se debieron a la tradición milenaria japonesa de la solidaridad comunitaria.

Cuatro décadas después del terremoto de Ancash de 1970, al analizar el informe mencionado, y visualizar en perspectiva histórica el PRRVA en Chimbote, se puede llegar a la conclusión que tuvo éxito porque se logró cohesionar a comunidades por sectores: norte, centro y sur, en los cuales la ayuda mutua entre vecinos constituía una práctica muy común y el entusiasmo que aportaban era contagioso. Estos factores de tradicional solidaridad y trabajo colectivo impulsaron la rápida reconstrucción de Chimbote. Esto

se debió a que los AA.HH. estaban poblados por migrantes de la región alto andina de Áncash y La Libertad, regiones donde la tradición ancestral del ayni y la minka de trabajo comunal y ayuda interfamiliar, todavía se mantiene.

Estas milenarias prácticas se aplicaron en Chimbote, por lo que prácticamente no fue necesario un mayor apoyo correspondiente a mano de obra y, por eso, la ayuda exterior se focalizó principalmente en los aspectos técnicos y financieros.

El método de construcción de vivienda sismorresistente de Albañilería Confinada, CH-1970, puede ser también de gran utilidad a nivel nacional, excepto en la selva baja, región en la cual los sismos ocurren a gran profundidad, con relativo poco efecto en la superficie, que es donde la población construye sus viviendas.

En el **Anexo I, Tabla A-1**, se incluye un listado de los sismos que han afectado el Perú en los últimos 100 años, los cuales están debidamente documentados. En la lista sólo se consideran aquellos terremotos que causaron daños importantes y víctimas mortales.

En el último siglo, entre 1925 y 2015,

en el territorio peruano han ocurrido 21 terremotos con numerosas víctimas mortales. El número de víctimas fue en: **1915**, Arequipa: **39** muertos; **1928**, Puno: **5,100**; **1940**, Lima y costa central: **1,000**; **1942**, Ica y Arequipa: **33**; **1946**, Áncash y La Libertad: **2,500**; **1947**, Junín: **2,233**; **1948**, Arequipa, Moquegua y Tacna: **178**; **1948**, Cañete y Lima: **3**; **1953**, Tumbes: **48** y sur de Ecuador: **36**; **1958**, Arequipa y Moquegua: **228**; **1960**, Arequipa, Moquegua y Tacna: **687**; **1960**, Piura, Lambayeque. Piura: **2** y en Lambayeque: **3** por tsunami en Eten y Pimentel; **1966**, Lima: **220**; **1970**, Mayo, Áncash, sur de La Libertad y norte de Lima: **67,000**; pasó a la historia como el evento más mortífero de las Américas en el siglo XX; **1970**, Dic. Tumbes y Piura: **1,167**; **1974**, Lima e Ica: **252**; **1996**, Feb. Lambayeque, La Libertad: **40**; **1996** Ica y Arequipa: **20**; **2001**, Arequipa y Moquegua: **240** y **70** desaparecidos por el tsunami del sur de Camaná; **2005**, San Martín y La Libertad: **10**; **2007**, Ica: **596**.

Según el INDECI en el terremoto de Ica colapsaron más de 50,000 viviendas. Si el sismo hubiera ocurrido a medianoche y no a las 6:45 p.m. cuando todos estaban despiertos y la mayoría en las calles, probablemente hoy estaríamos lamentando un desastre tan mortífero como el de Áncash 1970. Re-

ducir el número de víctimas mortales a nivel nacional es una tarea pendiente y de suma urgencia.

1.3. APLICACIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA A NIVEL NACIONAL

Como acaba de sintetizarse, en los últimos 100 años han ocurrido en el Perú 21 terremotos que han causado decenas de miles de víctimas a nivel nacional. El mayor porcentaje de esas víctimas mortales fue causado por el colapso de viviendas de adobe o tapial sobre sus propios moradores.

Las viviendas de tapial construidas sobre suelo húmedo son una trampa mortal que debe prohibirse que se desarrolle. Estas viviendas de tapial y de adobe son muy vulnerables frente a sismos y el riesgo aumenta a nivel muy alto si están construidas sobre suelos blandos y saturados de agua, como ocurrió en Huaraz durante el terremoto de Áncash de 1970.

A pesar de que Huaraz se encuentra a unos 160 km del epicentro del terremoto, su suelo blando saturado de agua incrementó exageradamente las ondas sísmicas y la intensidad sísmica llegó a VIII MMI, grado que es fatal para las viviendas de tapial y adobe. En las estrechas calles de Huaraz don-

de se refugiaron las víctimas perecieron más de 9,000 personas por el colapso de sus viviendas.

Lamentablemente, en el Perú todavía aproximadamente el 50% de viviendas son de tapial y adobe. El tapial es la construcción más vulnerable frente a sismos. Se construye apisonando suelo húmedo a fin de levantar muros de unos 0.80 m de espesor.

En la mayoría de casos las construcciones de tapial son viviendas de dos pisos de unos 5.50 m de altura y gran separación entre sus muros, con techos flexibles de madera o troncos que son cubiertos con caña u otros materiales livianos. Este tipo de vivienda debe prohibirse en el Perú. El tapial es adecuado para cercos, para la separación de terrenos de cultivo del forraje para el pastoreo de ganado, pero no para vivir dentro de estos altos muros de tapias, que aparentemente son muy fuertes, pero que constituyen trampas mortales para sus ocupantes.

Las viviendas que se construyen con adobe asentando las piezas de tierra, tienen posibilidades de ser reforzadas y, si las paredes no están separadas más de unos 5.0 m y se construye sobre terreno seco y compacto, aumenta la posibilidad de que no colapsen

durante terremotos de gran magnitud. Esto es lo que ha sucedido con las viviendas de adobe ubicadas en el centro antiguo de Lima, que han resistido, sin mayores problemas, los sismos que han afectado la capital del Perú durante un siglo, así como ocurrió también en Independencia, Huaraz, en 1970, y en Tambo de Mora, Chíncha, cuando se produjo el sismo de 2007, por estar construidas sobre suelo seco, compacto y casi plano al igual que el Centro de Lima.

En la ceja de selva son muy comunes las viviendas de tapial. En estas zonas abunda la madera y la caña brava, excelentes materiales de construcción. En la FIC/UNI se ha desarrollado la Quíncha Modular Prefabricada, que puede industrializarse allá y cerca de los ríos de la costa donde abunde la caña brava.

En todos los casos, la Albañilería Confinada es la mejor solución, de tal manera que su difusión a nivel nacional puede salvar miles de vidas en futuros terremotos que afecten nuestro territorio. En el punto 4.2, se describen con mayor detalle los principales sistemas constructivos que se emplean en viviendas en el Perú.

Anteriormente se ha mencionado

que, según información del BID dirigida al MEF, existen en Lima Metropolitana US\$ 450,000 millones de riesgo.

Si se asume una pérdida del 7% de los valores en riesgo, las pérdidas podrían ser de unos US\$ 31,500 millones, monto similar al que perdió Chile en el terremoto de Maule de 2010.

Debe tenerse en cuenta que en la nación sureña, los valores expuestos estaban dispersos en territorios más extensos que los existentes en Lima Metropolitana. En nuestra capital las mayores pérdidas podrían ocurrir en las plantas industriales y en negocios diversos, donde existen grandes inversiones, que, si se pierden en un porcentaje importante y la producción y las actividades de servicios se paralizan por tiempo considerable, podrían perderse clientes, que, muchas veces, nunca se recuperan.

El puerto de Kobe, en Japón, fue tradicionalmente el más activo de la región asiática donde se ubica. Por los severos daños que sufrió por el sismo, principalmente licuación de suelos, el puerto estuvo paralizado por unos 8 meses, y Kobe, como puerto, descendió al cuarto lugar.

1.4. ¿CÓMO REDUCIR LAS PÉRDIDAS ECONÓMICAS DE MANERA SIGNIFICATIVA PARA EVITAR LA QUIEBRA DE GRANDES EMPRESAS?

Hace más de una década, en el Reino Unido se inició una estrategia para reducir las enormes pérdidas que pueden causar los desastres de origen natural mediante la aplicación de un proceso preventivo denominado Planeamiento de la Continuidad de Negocios, Business Continuity Planning, BCP y su implementación: Business Continuity Management, BCM. Casi inmediatamente después, en los EE.UU. y Japón, las grandes empresas empezaron a aplicar BCP y BCM, para proteger sus inversiones.

El terremoto y el tsunami de Tohoku, Japón, ocurridos en 2011, dejaron pérdidas directas por unos US\$ 210,000 millones, los que se duplicaron por efectos de la contaminación producida por el accidente nuclear Fukushima 1. Es, por ello, hasta ahora el desastre más costoso de la historia.

Las empresas y áreas industriales, pesqueras y agrícolas de unos 20 a 30 km alrededor de Fukushima 1 absorbieron gran parte de dichas contaminaciones.

Es interesante tomar nota de lo que sucedió en la industria automovilística. En la región Tohoku se fabricaba una pieza clave para motores vehiculares ligeros, cuya planta colapsó.

Por ello, se dejaron de fabricar unos 600,000 automóviles en Japón, y en el resto de Asia, Europa y en los EE.UU. en cambio, casi todas las empresas grandes y la mayoría de las medianas tenían su BCP y BCM, adecuadamente implementados y, debido a esta importante previsión, prácticamente no hubo en ellas quiebras empresariales.

Sin embargo, numerosas empresas pequeñas sin BCP ni BCM quebraron y desaparecieron. La aplicación de BCP y BCM requiere de una gerencia especial para su manejo, y el llenado y análisis de detallados cuestionarios, que requieren de complejos procesos de estimación y evaluación de riesgos, para tomar las medidas correctivas necesarias, de tal manera que su aplicación para empresas en países en vías de desarrollo no es una tarea fácil.

Pero es posible reducir sustancialmente las pérdidas económicas que pueden causar los desastres de origen natural, tanto en plantas industriales, con logísticas existentes o nuevas, aplicando métodos directos simples

y prácticos de acuerdo con la realidad de cada país del tercer mundo, que a continuación se proponen.

En plantas industriales existentes.

Una inspección técnica por personal con conocimiento y experiencia puede identificar puntos críticos con gran riesgo de falla, que pueden reducirse o eliminarse a un costo muy bajo, con una enorme relación favorable costo/beneficio. Por ejemplo, hace unas décadas, el autor inspeccionó la planta Good Year en la carretera Central. Identificó que todos los controles eléctricos que hacían funcionar esta planta de fabricación de llantas estaban concentrados en un ambiente amplio, con altos muros de ladrillo sin reforzar.

Se les agregaron a estos muros columnas y vigas de concreto armado, reduciéndoles sustancialmente el riesgo de colapso. De no ser así se hubieran desplomado, aplastando las centrales eléctricas, lo que habría paralizado la planta, causando importantes pérdidas.

Con una inversión muy pequeña – pocos miles de dólares– se redujo el riesgo de falla, que pudo haber sido catastrófico económicamente, si esos vulnerables altos muros sin refuerzo

hubieran colapsado durante el sismo de 1974.

Plantas industriales y negocios diversos nuevos. En numerosas plantas ubicadas en regiones sísmicas se han logrado notables avances en la protección de edificaciones mediante avanzadas normas sismorresistentes, como es el caso de Japón, EE.UU. y China, e inclusive el Perú, que cuenta con la Norma NTE 0.30, aprobada por el MVCS en 1997, un año después del terremoto de Nasca de 1996. Hasta entonces, en los sismos ocurridos en el Perú, así como en el terremoto de las Filipinas, en 1990, y el de Chi-chi, Taiwán, en 1999, casi el 50% de los edificios de concreto armado sufrieron daños por el defecto estructural de columna corta.

El autor fue el presidente del Comité de la Norma Sismorresistente, nombrado por SENCICO/MVCS. En el desarrollo de esta función puso especial empeño en indicar a los miembros del Comité que un objetivo principal era eliminar el defecto de columna corta incrementando la rigidez de la estructura resistente en la dirección paralela a la fachada, dirección flexible en la mayoría de casos, reduciendo la deformación lateral de entrepiso (*drift*, en inglés), la cual separa las columnas de los muros de rellenos que atrapan

a las columnas por sus lados, convirtiéndolas en columna corta, al dejar libre sólo su porción superior.

Dos profesores de la PUCP y de la UNI, respetivamente, con la colaboración de sus alumnos, realizaron numerosas investigaciones mediante ordenadores. De ello, resultaron dos pequeños, pero trascendentales cambios en la Norma Sismorresistente, en revisión y actualización:

- Incremento de la rigidez horizontal de entrepiso, y, por lo tanto, reducción de la deformación de entrepiso (*drift*) de 0.010 a 0.007, es decir, el incremento de la rigidez estructural en aproximadamente 30%.
- Incremento del coeficiente de uso e importancia de $U=1.3$ a $U= 1.5$, que se aplica a centros educativos, por ser estos una facilidad esencial en casos de desastre.

Estos cambios dieron como consecuencia que ningún centro educativo diseñado con la Norma NTE 0.30, aprobada por el MVCS, en 1997, sufriera daño alguno en los terremotos del suroeste del Perú en 2001, ni en el terremoto de la Región Ica en 2007.

Sin embargo, en los terremotos de California, EE.UU., en 1989 y 1994; de Japón en 1995 y 2011, y de Chile en 2010, un nuevo problema se hizo evidente. Los daños en elementos no estructurales, como falsos cielos rasos, fachadas, muros de rellenos, puertas y ventanas y contenedores de edificios son ahora del 70 al 90% de las pérdidas en edificaciones dependiendo de su uso. El límite superior corresponde a hospitales, debido al alto costo de los equipos médicos.

Ello ha ocurrido también en el Perú, y será más notorio a medida que avance el siglo XXI, debido a la reducción en daños estructurales. Por ejemplo, en la Aduana de Pisco, un edificio de concreto armado de 3 pisos no sufrió daños estructurales, pero las pérdidas en elementos no estructurales y contenidos fueron enormes y el edificio quedó fuera de servicio por largos meses, con pérdidas económicas significativas.

Este es un tema que requiere pronta atención en el Perú y que está ya identificado, como consta en las pp. 80-86 del libro del autor Reducción de Desastres, publicado en 2002, con auspicio del PNUD y JICA.

La aplicación de BCP y BCM de manera práctica y simplificada en el Perú puede reducir sustancialmente las pérdidas económicas que podrían causar en las empresas los desastres de origen natural.

Hasta ahora en los países ubicados en regiones sísmicas la reducción del riesgo (R) se ha focalizado en reducir la vulnerabilidad de las construcciones, haciéndolas sismorresistentes, en lo cual se está teniendo éxito a nivel global, sobre todo a partir de los años 1980, cuando las normas de diseño sísmico mejoraron sustancialmente; sin embargo, se está prestando poca atención al otro factor del riesgo: el peligro sísmico (P). Debemos recordar que el Riesgo (R) = Vulnerabilidad (V) x Peligro (P), en su versión más simple.

El capítulo 3 de este Manual trata de demostrar la trascendente importancia de conocer el peligro sísmico del terreno donde se instalará una nueva industria y de determinar el riesgo de una facilidad existente.

El inversionista tiene en sus manos identificar y adquirir un terreno, pero, que si lo selecciona con peligro sísmico de nivel bajo o medio, puede reducir significativamente las pérdidas que causan los grandes desastres.

Estas aseveraciones están inspiradas en lo que se ha estado produciendo en el distrito de La Molina, en Lima, durante los terremotos de 1908, 1940, 1966 y 1974, en los cuales la intensidad sísmica llegó a alcanzar el grado IX MMI, debido a que el suelo es suelto y residual, proveniente de la descomposición de los cerros vecinos, poco compacto, encerrado entre colinas, donde las ondas sísmicas quedan atrapadas y rebotan en los cerros.

En contraste con ello, en el valle del Rímac, donde está ubicada nuestra capital, excepto en una franja relativamente angosta en sus bordes, con suelo de grano grueso, compacto, seco y plano, la intensidad sísmica ha sido en general de VI MMI o algo más, motivo por el cual centenarias construcciones de adobe y quincha no han sufrido daños significativos, mientras que en La Molina han desaparecido todas las construcciones de adobe.

Los edificios de concreto armado que fallaron durante el sismo de 1966 fueron reparados y reforzados, con financiamiento o préstamos de un organismo multinacional, y se supone que hubo un cierto grado de supervisión; sin embargo, sufrieron daños severos o colapsaron cuando ocurrió el terremoto de 1974.

El autor ha realizado investigaciones de campo en lugares afectados por fenómenos naturales intensos que quedaron convertidos en inmensos laboratorios a escala natural, obteniendo informaciones listas para ser recogidas, interpretadas y utilizadas en medidas de reducción de riesgos: 18 terremotos ocurridos en el Perú, en el resto de Las Américas y en Japón y China.

Otros desastres naturales significativos fueron los huracanes Katrina y Andrew, en los EE.UU., y el huracán Mitch, que se “posó” en las montañas hondureñas de Centro América entre el 30 de noviembre y el 1 de diciembre de 1998, descargando cada día 600 mm de lluvia por m². Las pérdidas económicas en Honduras fueron de US\$ 3,800 millones, equivalentes al 70% del PBI de 1998.

El Mitch ocurrió cuando esta nación comenzaba a gozar los resultados de su reestructuración económica, iniciada en 1990. El violento huracán hizo retroceder en varios años el esfuerzo hondureño de mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos, en especial de los más pobres.

En el Capítulo 3 de este manual se incluyen los resultados de las investiga-

ciones realizadas por el autor de los terremotos de Áncash, 1970; del suroeste del Perú, 2001; región Ica, 2007, y de la provincia de Sichuan, China, en 2008. El lector podrá deducir la importancia que tienen las condiciones físicas locales, características del suelo, geología y topografía en el incremento de la intensidad sísmica, el grado de los daños que se producen, así como la distribución geográfica de las pérdidas, que pueden ser investigadas de manera anticipada.

La propuesta a los empresarios que realizan grandes inversiones en el Perú es que estas pueden quedar adecuadamente protegidos:

- Al seleccionar y adquirir el terreno para el desarrollo de sus facilidades de producción o de servicio, se debe optar por aquellos que tienen calificación de peligro bajo o medio. Ello es fácil de lograr con la experiencia técnico-científica desarrollada en el Perú en las últimas décadas.
- Utilización inteligente del terreno, el cual incluso con poca extensión puede tener diferente grado intenso de peligro. Por ejemplo, lotes con bordes cercanos a ríos o a la orilla del mar, que pueden

ser inundables por desbordes de los ríos o tsunamis. En el plot plan los componentes menos costosos y con menor impacto negativo deben ubicarse allí, de tal manera que, si ocurren altas intensidades sísmicas por humedad del suelo o inundaciones, el impacto negativo será mínimo. Allí se pueden ubicar, por ejemplo, áreas de recreación o depósitos de materia prima. En el plot plan, siguiendo el proceso de fabricación o manejo de cargas valiosas, de las zonas de riesgo los equipos más costosos y productos terminados se deben ubicar lo más lejos posible.

- Estar seguro de que los contenedores en los edificios, así como los equipos de cómputo, no sufrirán daños, al estar adecuadamente fijados a sus bases.

Esta parte del Manual está dirigida a políticos y empresarios que toman decisiones para realizar grandes inversiones en edificios, casas e infraestructuras. Se ha tratado de resumir las herramientas actualizadas que se utilizan en la toma de decisiones en los países industrializados.

Asimismo, se pueden aplicar de ma-

nera práctica y sencilla las estrategias de BCP y BCM, sin necesidad de llenar extensos cuestionarios, que requieren complejas investigaciones sobre gestión del riesgo de desastres, sino simplemente inspeccionando la planta con profesionales especializados, para luego realizar las medidas correctivas necesarias.

CAPITULO 2





**EL RIESGO DE DESASTRES
CAUSADOS POR SISMOS Y
CAMBIO CLIMÁTICO EN
VIVIENDAS**



EL RIESGO DE DESASTRES CAUSADOS POR SISMOS Y CAMBIO CLIMÁTICO EN VIVIENDAS

2.1. INTRODUCCIÓN

El riesgo (R) en su expresión más simple es R (riesgo) = Vulnerabilidad de la vivienda (V) x peligro sísmico (P).

La vulnerabilidad (V) depende de la susceptibilidad de la vivienda a ser dañada por un sismo. Por ejemplo, una casa de tapial (tierra húmeda compactada entre moldes de madera) de dos pisos y las paredes muy separadas entre sí, es muy vulnerable.

En el terremoto de Ancash de 1970, en Huaraz, capital del Dpto. perdieron sus vidas más de 9,000 personas aplastadas en sus estrechas calles por sus altas paredes de tapial, ver **F-3.03a Cap. 3**. Por otra parte una vivienda de albañilería confinada, con columnas y vigas de concreto armado de refuerzo, firmemente conectada en sí, adecuadamente distribuida dentro de la construcción, su vulnerabilidad es baja. ver **F-4.16 a, b, c y d. Cap. 4** de este Manual.

El peligro sísmico (P) depende de la intensidad sísmica a que será sometida la vivienda, el cual depende de la

magnitud o tamaño del terremoto, la distancia que ocurre el sismo, pero principalmente las condiciones físicas del emplazamiento, es decir las características del suelo, la topografía y geología del lugar. Existe consenso en la comunidad técnico científica internacional de lo expresado. El autor ha inspeccionado los daños causados, terremotos ocurridos en las Américas, Japón y China y ha verificado que ello se ha cumplido en todos esos eventos y es un concepto muy importante.

Inspirado por la mayor intensidad ocurrida en La Molina, Lima donde la intensidad llegó a IX MMI en el sismo de 1940, (según Ricardo Valencia) y en los terremotos de 1966 y 1974, y en las investigaciones de los 18 terremotos se focalizó en la influencia de las condiciones naturales del suelo de los emplazamientos. Esto se incluye en el Capítulo III de este Manual, que sintetiza los resultados de los estudios de campo de los sismos que se ha investigado en mayor detalle.

En el terremoto de Ancash de 1970, como miembro de la Sub Comisión Técnica de CRYRZA – Comité de Reconstrucción y Rehabilitación de la Zona Afectada por el Sismo de 1970, se estudió sus efectos entre 1970 y 1974, principalmente mediante los re-

sultados de más de 15 tesis profesionales de Ing. Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, FIC/UNI.

En el terremoto de la Región Arequipa de 2001, bajo contrato por PNUD – Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, se investigó los efectos de dicho terremoto en los Dptos. de Arequipa, Moquegua y Tacna focalizado en los efectos de sitio. El terremoto de la región Ica de 2007, que estudio en detalle durante un año, bajo contrato de PNUD/Perú con fondos proporcionados por el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido (DFID), que se agradece.

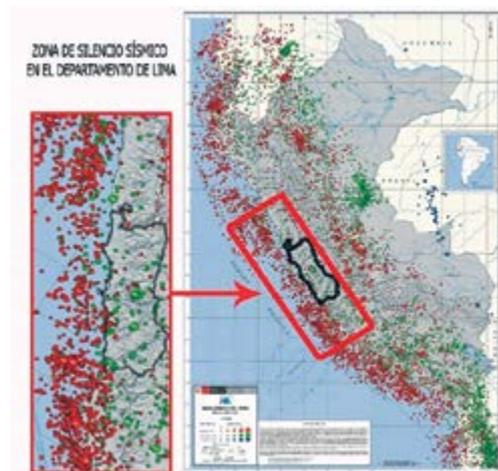
Se incluyen los resultados de los estudios del terremoto de la provincia Sichuan, China, donde se demuestra mediante los resultados, de la importancia que tiene las condiciones locales, en particular suelos que estaban saturados de agua; donde al ser poblados fueron totalmente destruidos, en un caso por estar rodeado de terrenos de cultivo donde se riega por inundación y en el otro con el río, que fluye en sus cercanías, que fue el gran responsable de las altas intensidades sísmicas y licuaciones que existió.

En el Capítulo 4 se describen los sistemas constructivos empleados en viviendas en el Perú, y se demuestra

que la Albañilería Confinada, es el método constructivo peruano planeado más adecuado para la realidad del país, para el desarrollo de viviendas de interés social, seguras y económicas.

2.2. PELIGRO SÍSMICO Y ZONA DE SILENCIO SÍSMICO FRENTE AL DEPARTAMENTO DE LIMA

La F-2.01 muestra del mapa de epicentros de sismos ocurridos en el Perú, entre 1964 y 2009 desarrollado por el Instituto Geofísico del Perú – IGP. Se nota claramente una franja altamente activa, a lo largo de la costa peruana pues los sismo se generan allí por la interacción de las placas Nazca que subduce debajo de la placa Sudamericana.



Los sismos más destructivos ocurren en el extremo oeste de la placa Sudamericana, entre la fosa de Lima y el borde costero, donde también se generan los tsunamis que amenazan la costa peruana.

Los círculos rojos indican la ubicación de los sismos superficiales con profundidad focal menor que 60 km. y su diámetro, la magnitud del terremoto.

Note que frente al Dpto. de Lima en el mar hay notoriamente menos puntos rojos, que a lo largo de toda la costa que se puede observar en mayor detalle, en la ampliación de la izquierda de la F-2.01. A ese déficit de liberación de energía se denomina en el Perú, Zona de Silencio Sísmico, (ZSS) en México Brecha Sísmica y en los EE.UU. Seismic Gap.

Se define como ZSS, aquel sector que por décadas no han ocurrido terremotos destructivos capaces de liberar significativa cantidad de energía, que constantemente se está acumulando, en este caso, donde la placa Nazca subduce o se mete debajo de la placa Sudamericana, a unos 7-9 cm/año.

F-2.01. Mapa sísmico del Perú, 1964-2008, desarrollado por el IGP.

La conclusión es clara por dos razones:

- El último terremoto destructivo ocurrió el 3 de octubre de 1974, con magnitud Mw 8.0, y ocurrió a las 9:00 am. El número de víctimas mortales fue de 252, debido a la hora de ocurrencia, pues numerosos edificios y viviendas colapsaron o sufrieron severos daños con caída de muros, pero las personas pudieron evacuar a tiempo los lugares de alto riesgo. El número de heridos fue cercano a los 4,000. Ese día no hubo clases por ser feriado. Varios colegios colapsaron o muros sueltos del 2do. piso, cayeron sobre patios y pasadizos de salida.
- El terremoto de 1974, ocurrió hace más de 40 años, de tal manera que la gran mayoría de la población limeña no ha sufrido directamente un terremoto. Según encuestas realizadas en varios países ubicados en zonas sísmicas, después que en una región no han ocurrido terremoto por más de unas tres décadas, la conciencia sísmica de la población se reduce sustancialmente. En el caso de los limeños, la palabra

que quizá mejor describe su actitud frente a la amenaza sísmica sobre Lima es “indiferencia”, “un terremoto no es mi problema”.

Felizmente el sector vivienda ha sido permeable a la preocupación de los especialistas. En una reunión previa a la inauguración de I Fórum de Construcción y Desarrollo Inmobiliario EXPO ARCON realizado el 15 de junio de 2015, el autor le hizo saber al entonces ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento del gran riesgo en que viven los pobladores de los asentamientos humanos que rodean Lima, especialmente aquellas con menores recursos socioeconómicos y de conocimiento. También que el documento técnico sobre albañilería el terremoto estaba casi listo, debido a varios años de investigación y procesamiento de datos y algunos meses más de trabajo para su actualización.

Los cambios del Ministro de sector Vivienda y de la presidencia de CAPECO frustraron su publicación. El propio sector Vivienda había hecho saber a través de sus voceros que cerca del 70% de viviendas son construidas en los AA.HH. informalmente por “maestros de obras”. Ojala fuera así, sino en la mayoría de casos son oficiales o ayudantes (categorías de los trabaja-

dores del construcción civil), los que junto con el propietario, construyen sus viviendas, con mano de obra deficiente, calidad no uniforme de las mezclas de asentamiento de los ladrillos por la diferente cantidad de agua que le agregan, lo cual es crítico para lograr mezclas resistentes de buena calidad.

En muchos casos, el peligro que amenaza el terreno de construcción es alta, como cerros arenosos con pendientes elevadas, como está ocurriendo ahora en casi todos los asentamientos humanos que rodean Lima. Se están creando los “escenarios de futuros desastres”.

No es necesario ir lejos para conocer el alto riesgo en que los residentes pobres de los asentamientos humanos que rodean Lima. Basta con visitar por ejemplo Villa María del Triunfo, distrito limeño incluido en los estudios de riesgo sísmico efectuados recientemente con el apoyo económico de la Unión Europea y ejecutado por PNUD/Perú e INDECI del cual el autor fue jefe de proyecto.

Es muy visible, hacia el oeste de la Carretera Panamericana sur, cerca de la Refinería de Conchan, Lomo Corvina, cubierto de arena eólica, proveniente del mar y con pendiente considerable,

lleno de viviendas en gran riesgo, es un claro ejemplo de lo que no debe hacerse, pero que lamentablemente ello está predominando en la expansión desordenada e insegura de Lima Metropolitana, hacia sus accidentados bordes llenos de cerros.

2.3. RIESGO DE DESASTRES POR CAMBIO CLIMÁTICO EN VIVIENDAS

En lo que respecta a protección de las personas que residen en áreas bajas inundables por tsunamis, la Gerencia de Investigación y Normalización de SENCICO, Servicio Nacional para la Industria de la Construcción, ha encargado al autor, de acuerdo a sus funciones, formular una Guía Práctica para el planteamiento urbanístico seguro de zonas costeras bajas inundables por tsunami y desarrollar una propuesta de norma para el desarrollo de edificios y concreto armado y viviendas de albañilería resistentes a sismos y tsunamis.

Se han seleccionado construcciones de albañilería y edificios de concreto armado de más de 6 pisos, para viviendas a construirse cerca de la orilla del mar por ser las construcciones más comunes a lo largo de la costa peruana. La albañilería confinada desarrollada en el Perú entre 1970 y 1974

después del terremoto de Ancash del 28 de mayo de 1970 que dejó 67,000 víctimas mortales, pasando a la historia como el evento más mortífero de las Américas del Siglo XX, triste notoriedad, que todos los peruanos deben esforzarse para que ese lamentable evento no se repita en el siglo XXI. El esfuerzo de las autoridades del MVCS y del INDECI lideran este accionar humanitario a nivel nacional en el Perú.

El 17 de diciembre de 2010, en Palacio de Gobierno por Acuerdo Nacional, y la participación de los representantes de las más importantes entidades públicas y privadas del país, acordaron por unanimidad que la política de Estado 32da fuera la **Gestión del Riesgo de Desastres (GRD)**.

Entre sus principales mandatos está la obligatoriedad de expandir y densificar la población en sectores con amenaza natural baja o media, considerando sobre todo el cambio climático, por el calentamiento global de la Tierra.

La temperatura seguirá incrementándose por lo menos hasta el año 2050, pues el acuerdo de países tomado por COP 21 en París Francia a fines de 2015, por delegaciones oficiales de Estados miembros de las NN.UU., estimaron

que recién dentro de 30 años se logrará un equilibrio entre el volumen de emisión de gases de efecto invernadero y la capacidad de los bosques y océanos de absorberlos, entonces, recién de manera gradual ojala empezará a reducir la temperatura de la Tierra. Por lo que las inundaciones, huaicos y deslizamientos que producen las lluvias torrenciales, hay que enfrentarlas con obras de ingeniería que consideran dichos efectos en el diseño y construcción de edificaciones y obras de infraestructuras, que lamentablemente no se ha efectuado después de El Niño 1982 – 83, cuando todos los puentes de los departamentos de Tumbes y Piura colapsaron que quedaron aislados entre sí y con el resto del país. Todos los puentes fueron reconstruidos, rellenado ambos extremos que volvieron a fallar durante El Niño 1997-98, si se rellena el 10% de la luz desde cada extremo, el costo del puente es aproximadamente el 30% menos que un puente plano.

El único puente que no falla es el puente Samán que tenía unos 70 m de longitud. El Niño 1982 – 83 erosionó el cauce del río dejándolo de 120 m. de ancho. El puente se construyó de 130 m y no falló, se tomó esa medida debido a la gran profundidad del río en ese tramo y se podía cruzarlo mediante badenes.

Las obras de ingeniería bien concebidas, diseñadas y construidas, como el puente Samán ubicado entre Piura, y el desvió a Talara son obras en las que invierten lo que es necesario para darle seguridad porque de esta manera lo barato sale caro.

Por su parte, la presente Administración Central, mediante decreto supremo N° 111 PCM del 1° de noviembre de 2012, considera de carácter obligatorio el cumplimiento de la Política de Estado 32da por todos los funcionarios del gobierno central y gobiernos regionales y locales.

Ya se tiene el marco legal, por la decisión coherente de los gobiernos entre 2006 y 2011 y 2011 – 2016, que incluyen las obligatoriedades del gobierno central, los gobiernos regionales y locales de cumplir con los mandatos de la política de Estado 32da Gestión del Riesgo de Desastres. Toca ahora a la población civil cumplir con sus obligaciones en la GRD, para obtener resultados efectivos.

En relación a los desastres debidos a cambios climáticos, a continuación se presentan las siguientes figuras, que corresponden a:

- Algunos huaicos de los que han producido destrucción de viviendas, afectando las quebradas tributarias del río Rímac.

(F-2.02).- Quebrada Pedregal (año 1987).

(F-2.03).- Quebrada Mariscal Castilla (año 2012).

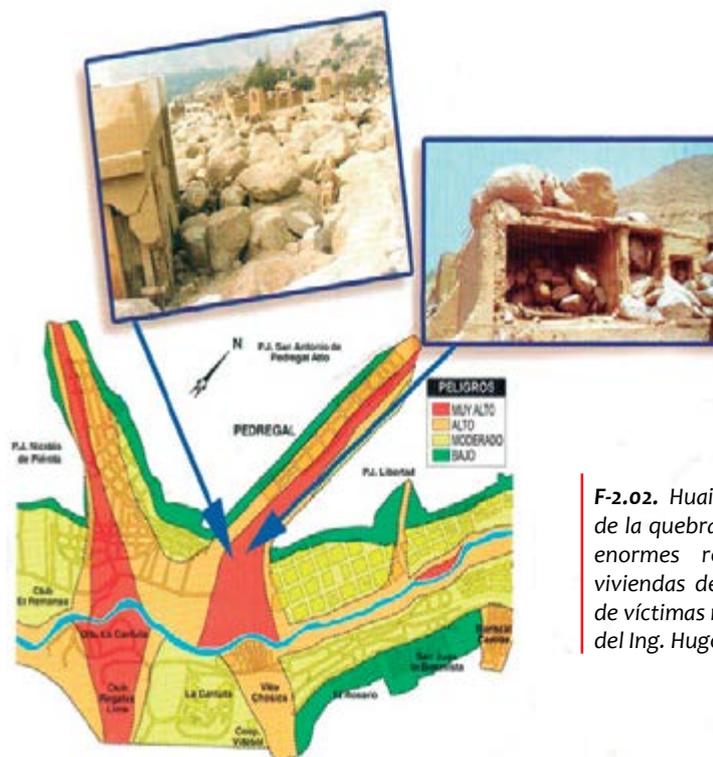
(F-2.04).- Quebrada Carossio (año 2015).

- El desastre del Caribe Venezolano (año 1999). Por la similitud geomorfológica entre la quebrada San Julián con las quebradas de Chosica. **(F-2.05).**

- Mapa de peligros multiamenaza de Pisco, San Andrés y Túpac Amaru. **(F-2.06).**

- **(F-2.07).**- Nueva Ciudad Morococha desarrollada por la empresa minera Chinalco S.A.

HUAICO EN EL PEDREGAL (CHOSICA), 1987



F-2.02. Huaico que destruyó la parte baja de la quebrada El Pedregal en 1987, cuando enormes rocas destruyeron numerosas viviendas de albañilería. Hubieron decenas de víctimas mortales. Ref. Tesis en la FIC/UNI del Ing. Hugo O'Connor.



El Pedregal, foto tomada en 2010 y presentada por el autor en una conferencia internacional en la prefectura de Toyama, Japón en ese año. Note en las inserciones y que como único drenaje se ha dejado un pequeño canal de unos 3.00 m de ancho. que en los cerros que rodean El Pedregal y aguas arriba existen enormes rocas sueltas que pueden volver a destruir El Pedregal.

EFFECTOS DE HUAICOS DE 2012 EN LA QUEBRADA MARISCAL CASTILLA. (CHOSICA)



F-2.03. Los huaicos de 2012 afectaron las quebradas tributarias de la margen izquierda del río Rímac. La más afectada fue la quebrada Mariscal Castilla que se ilustra con unas fotos: a) Casa demolida por impacto de huaico – A.H. San Juan de Bellavista. b) Colapso del aligerado al perder sus columnas de sustento. – AH Mariscal Castilla. c) Rocas en la 2° planta de viviendas – AH M. Castilla. d) Rescate de personas del 3er.piso – Coop. Pablo Patrón. e) Abundante material rocoso listo a ser arrastrado por próximo huaico en la Qda. M. Castilla. f) Obsérvese el tamaño de las rocas ubicadas antes de la zona urbana de AH M. Castilla.

F-2.04. QUEBRADA CAROSSIO

**VISTAS AGUAS ARRIBA** (Zona Alta de la quebrada)

a). Zona donde se inicia la bajada del huaico hacia el río Rimac. Se aprecia el muro de contención (encausamiento) que se está construyendo utilizando las rocas que fueron arrastradas por el huaico (marzo 2015).

b). Tramo ya limpiado en zona poblada preparada para continuar con el muro de encausamiento. Al fondo se aprecia los ramales de la cuenca de la quebrada.

**VISTAS AGUAS ABAJO** (Zona Alta de la quebrada)

a). Se aprecia los muros de contención en ambos lados de la quebrada.

b). Gran pendiente de la quebrada en la zona alta.



VISTAS AGUAS ABAJO (Zona Intermedia de la quebrada)

- a). Se aprecia el tramo en curva y en gran pendiente en el desarrollo de la vía existente en el cauce de la quebrada.
- b). Otra vista del cambio de pendiente en la trayectoria de la quebrada.



D. VISTAS EN LA INTERSECCIÓN DEL CAUCE DE LA QUEBRADA CON LA CARRETERA

- a). Vista aguas abajo
- b). Vista aguas arriba. Al fondo se aprecia las subcuncas de la quebrada.



a)

VISTAS DE LA UBICACIÓN DONDE LA QUEBRADA DEBERIA DESCARGAR AL RIO

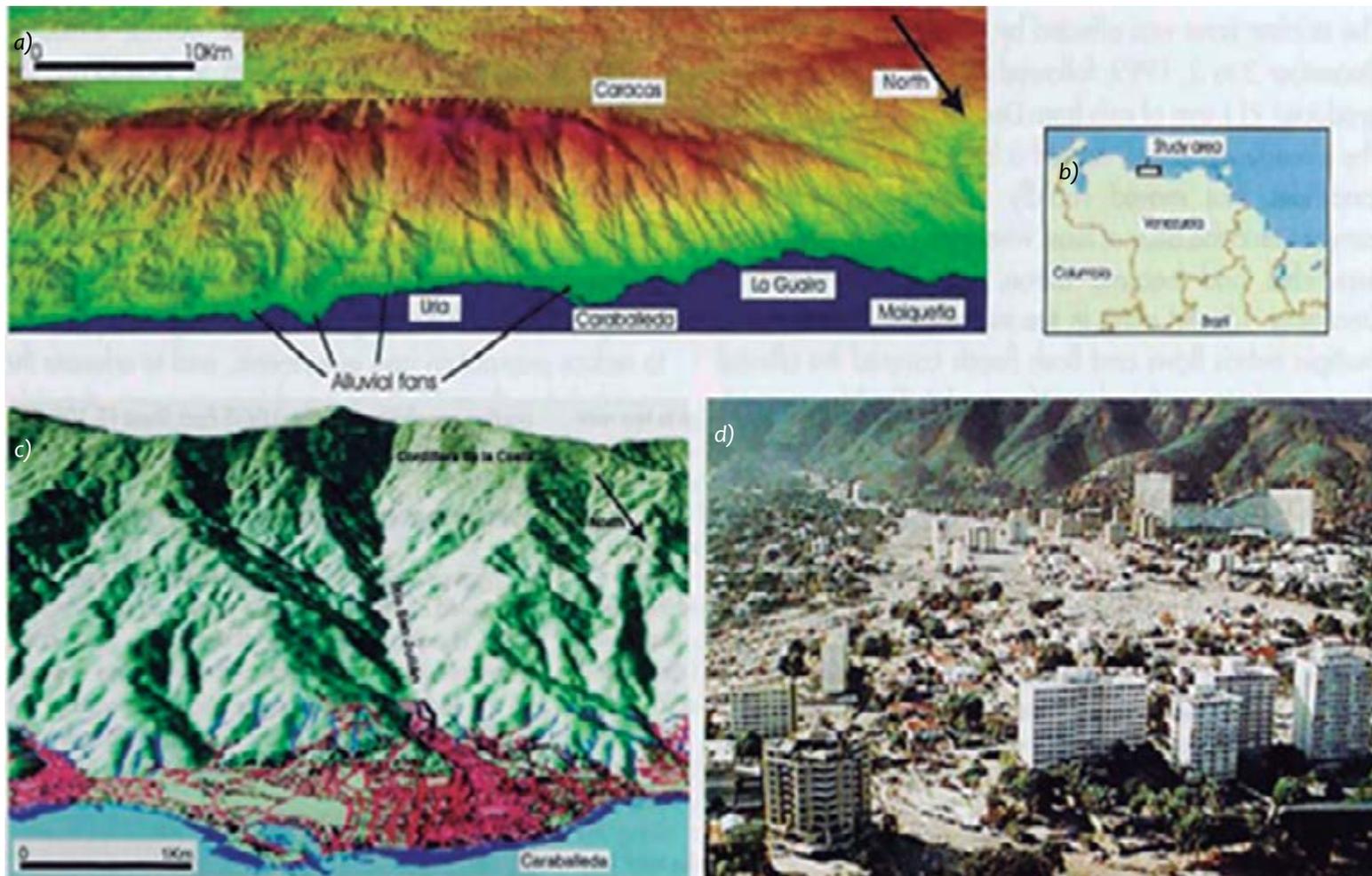
a). Vista aguas arriba del cono de deyección de la quebrada, que está ocupada por viviendas que conforman una manzana con calle paralela al río. Al fondo se aprecia las subcuencas de la quebrada.



b)

b). Vista del lugar que la quebrada debería descargar al río Rimac. En el mismo punto de la vista anterior.

EL DESASTRE DEL CARIBE VENEZOLANO DE 1999



F-2.05. a) Vista de la Cordillera de la Costa, que separa el Caribe venezolano y la ciudad de Caracas.

b) Plano de ubicación del área.

c) Quebrada de San Julián sobre el que llovió 911 mm/m² del 14 al 16 de diciembre de 1999.

d) En la madrugada del 16 de diciembre, enormes huaicos destruyeron las construcciones ubicadas en su cono de deyección, donde perecieron más de 10,000 personas. Las pérdidas materiales se estiman en unos US\$ 12,000 millones, pero según el Servicio de Geología de los EE.UU. (USGS), la pérdida fue aproximadamente 40% menos. Fuente USGS.

¿No es la quebrada San Julián muy parecida en su geomorfología, a las quebradas del sector medio bajo de la cuenca del río Rímac donde se ubica Chosica?

NUEVA CIUDAD EL PINAR EN HUARAZ



F-2.07. Desarrollo Nueva Ciudad El Pinar. Propiedad de la Empresa Minera Antamina S.A.

a) Proyecto de desarrollo urbano, año 2000, autor Arq. Miguel Romero. Mapa de Peligros Multiamenaza, Julio Kuroiwa H.

b) Ubicación de El Pinar libre de amenaza de aludes, inundaciones y sismos intensos.

c) Imagen satelital año 2005. Note que el canal de drenaje, es el mismo que por miles de años ha drenado el área de la pequeña cuenca.

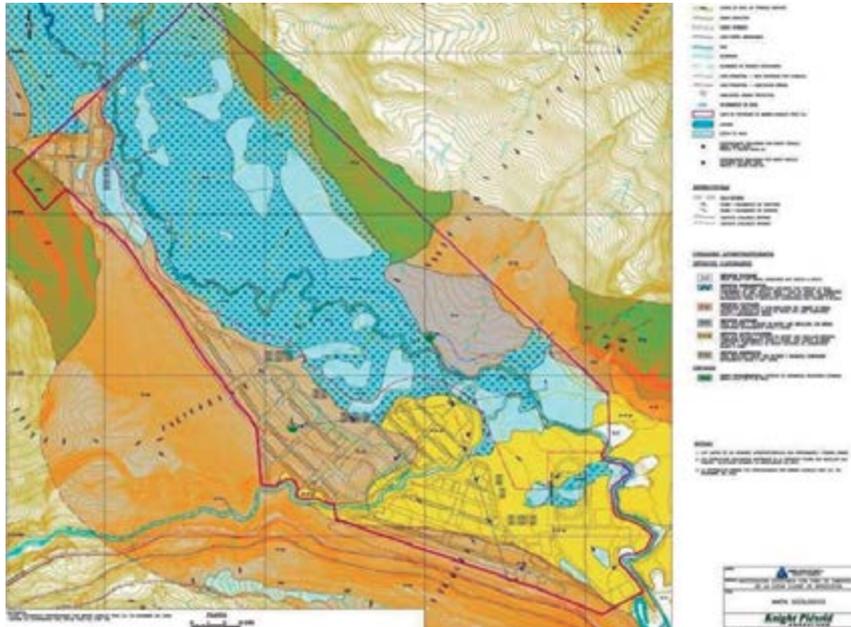


F-2.08. El Pinar, fotografías de las construcciones 2006.

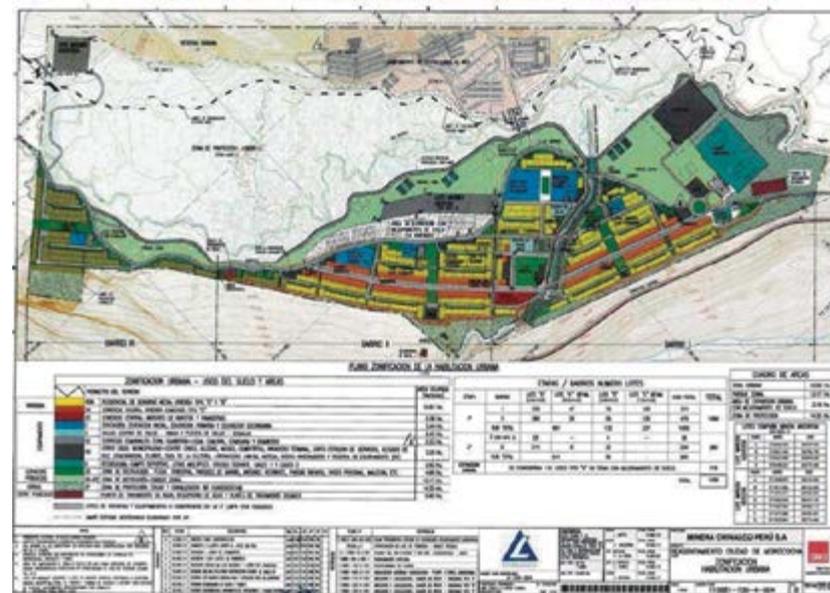
a) Viviendas de la zona de funcionarios.

b) El área urbana se desarrolla sobre un semicírculo de terreno firme donde las ondas sísmicas se amplifican un poco. Excelente vista del pico Huascarán. Al fondo un bosque de pinos, de allí su nombre El Pinar.

NUEVA CIUDAD MOROCOCHA DE CHINALCO S.A.



F-2.09. a) Quebrada seleccionada para desarrollar Nueva Morococha. Note que se accede directamente desde la Carretera Central. Utilizable sólo una pequeña franja junto a dicha carretera. El resto son humedales.



b) Plano de desarrollo urbano.



c) El drenaje de una laguna aguas arriba cruza la ciudad. El lecho con escalera para reducir energía, paredes laterales y fondo empedrado.



d) Puente sobre el pequeño río que cruza la ciudad.



e) Calles amplias y asfaltadas. A ambos lados viviendas de albañilería reforzada, que reemplaza a casas de tapiales con unos 200 años de antigüedad, en Antigua Morococha ubicada a 300 m más de altura sobre el nivel de la nueva ciudad.

f) Nueva Morococha iluminada. La empresa Minera encargó a Disaster Risk Reduction Peru International SAC, revisar los resultados de todos los estudios que fueron efectuados por una prestigiosa consultora internacional, se encontró conforme todos los resultados. En el Perú existen varios consultores capaces de realizar los estudios al nivel realizado, pero falta que se integren para ofrecer servicios completos.



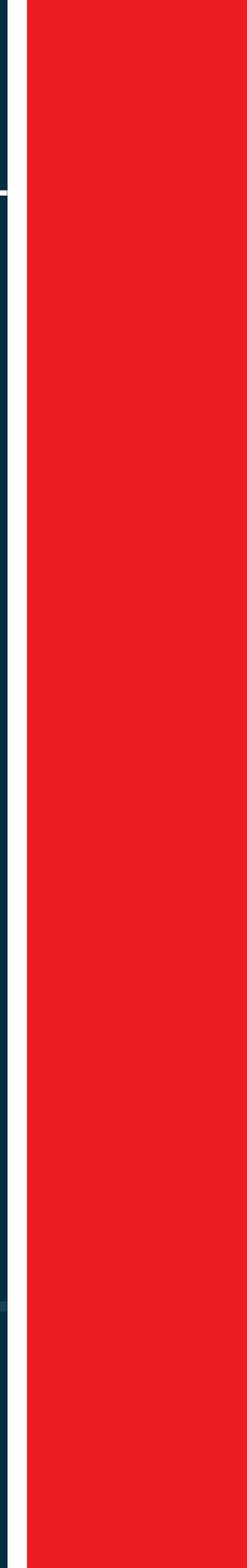
CAPITULO 3





**ENSEÑANZAS DE LOS TERREMOTOS
OCURRIDOS EN EL PERÚ ENTRE 1970
Y 2007, Y DEL SISMO DE SICHUAN
CHINA DE 2008.**

*Influencia de las Condiciones de Sitio en el Grado de
Daños en Viviendas*



ENSEÑANZAS DE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN EL PERÚ ENTRE 1970 Y 2007, Y DEL SISMO DE SICHUAN CHINA DE 2008.

Influencia de las Condiciones de Sitio en el Grado de Daños en Viviendas

3.1. INTRODUCCIÓN

En la gestión del riesgo de desastres (GRD) en edificaciones e infraestructuras, las investigaciones sobre daños ocurridos y su aplicación en la práctica profesional en la concepción, análisis, diseño y construcción, han estado focalizados en reducir la vulnerabilidad de las construcciones. Por ejemplo, en la aplicación de normas sismorresistentes para reducir la vulnerabilidad de edificios de concreto. En ello se han logrado avances notables. Por ejemplo las normas sismorresistentes de Japón y los EE.UU. vigentes desde los años 1980, han reducido sustancialmente los daños estructurales en edificaciones. Sin embargo a nivel global, sobre todo en países en vías de desarrollo como el Perú, se ha puesto poca atención en el peligro sísmico, es decir las intensidades a las que son sometidas las edificaciones, y

cómo eludir lugares con peligros altos y muy altos, cuando muy cerca o en el mismo terreno puede, haber sectores con amenaza natural baja o media, con lo cual, de ocurrir un sismo de gran magnitud, las pérdidas humanas y materiales pueden ser drásticamente menores.

Para ilustrar la importancia de las condiciones físicas de sitio: características del suelo de cimentación, la topografía y geología del lugar, en lo cual hay unanimidad en la comunidad técnico científico internacional, en el sentido de que de dichos parámetros depende la severidad de las sacudidas sísmicas, y por lo tanto en los daños que causan los terremotos y como se distribuye geográficamente las destrucciones que ocurran.

Para demostrar la importancia que tienen las características físicas locales, se incluyen los resultados de tres sismos que han sido investigados detalladamente por el autor; así como el terremoto de la China de 2008, que fue inspeccionado, guiado por especialistas chinos calificados y que conocían muy bien los efectos de dicho sismo:

- El terremoto de Ancash de 1970.
- El terremoto del suroeste del Perú de 2011 y su comparación

con el escenario sismo regional (ESR) de 1992 – 95.

- El terremoto de la Región Ica de 2007.
- El terremoto de la provincia de Sichuan, China de 2008.

El autor ha efectuado investigaciones pos-sísmicas de 18 terremotos ocurridos en las Américas, Japón y China. Los resultados confirman que la influencia de las condiciones físicas de sitio son críticas en la intensidad sísmica y la distribución geográfica de los daños que causan.

Los resultados de las inspecciones de campo del último terremoto, realizada en octubre de 2008 en la provincia de Sichuan, China de 2008, que fue un evento post 14ta Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica realizada en Beijing, China, en octubre 2008.

Fue una visita técnica guiada por expertos chinos y autoridades de la provincia de Sichuan. La zona más afectada fue en general, el oeste de la provincia de Sichuan en especial un angosto valle rodeado de cerros, como es La Molina, en Lima, Perú, pero cruzado por un río que satura el subsuelo de grano fino. Allá la ciudad de Beichuan de 180,000 habitantes fue destruida por el terremoto

de abril de 2008. Meses después dos derrumbes que habían represado en dos afluentes del río que cruza la ciudad, colapsaron en setiembre de 2008 e inundaron la semiderruida ciudad y quedó 100% devastada. La destrucción total de Yungay y Ranrahirca en Ancash, Perú, en mayo de 1970 tomó 30 minutos desde que el alud se desprendió del pico norte del Huascarán. La ciudad de Beichuan fue destruida en dos etapas: en abril por el terremoto y en setiembre por dos huaicos. Así Beichuan, como lo expresaron sus exresidentes, debe conservarse como un museo a escala natural, como un ejemplo a nivel global, de donde no deben desarrollarse ciudades, como lo fue, la antigua ubicación de Yungay y Ranrahirca en el Perú.

3.2. TERREMOTO DEL 31 DE MAYO 1970, EN ANCASH

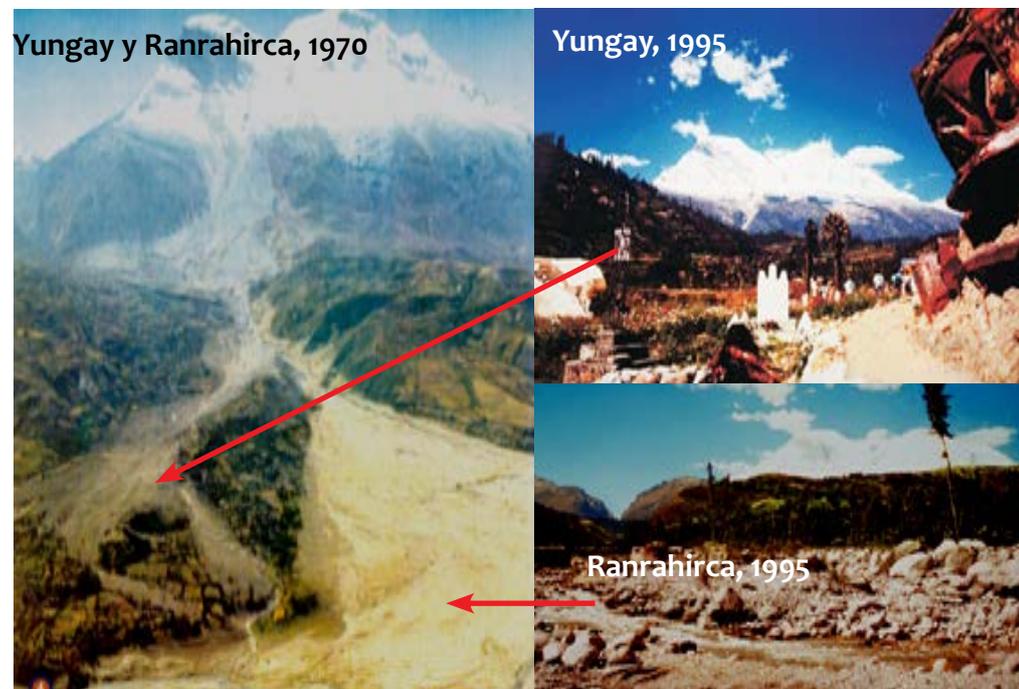
Los efectos del terremoto de Ancash del 31 de mayo de 1970 fueron estudiados cuidadosamente durante unos cuatro años por la Sub Comisión Técnica de la Comisión de Rehabilitación y Reconstrucción de la Zona Afectada por el Sismo (ST/CRYRZA). Los primeros meses fueron dedicados al desarrollo del mapa de peligros multiamenaza de Chimbote, incluyendo los efectos sísmicos en la ciudad y sus zonas de expansión; y luego se prosi-

guió con el Proyecto de Reparación y Reconstrucción de Viviendas de Albañilería (PRRVA) hasta fines de 1974. Los estudios de microzonificación sísmica de Chimbote se realizaron con gran esfuerzo y dedicación, entre agosto y noviembre de 1970, por la Misión Científica Japonesa (MCJ) inusualmente una misión de tan alto nivel técnico científico, permaneció en el Perú por más de 3 meses, trabajando largas horas incluyendo feriados y la ST/CRYRZA que actuó contraparte de la MCJ, complementando sus investigaciones como asistentes, poniendo práctica en el campo, lo que se estudió teóricamente en Japón.

La magnitud del sismo de Ancash, en mayo 1970, fue de 7.9 Richter (USGS). El epicentro se ubicó a 35 km al oeste, en el mar, entre Casma y Chimbote. No generó tsunami destructivo. En general la intensidad sísmica máxima fue VIII MMI, que ocurrió en un área semielíptica que abarcó entre Virú en La Libertad, por el norte; hasta Huarvey, en Ancash por el sur, así como también en ciudades en el fondo del Callejón de Huaylas, entre Recuay y Caraz, incluyendo Huaraz, y en otros pequeños poblados en el extremo norte del Callejón de Huaylas.

Las vibraciones sísmicas provocaron

un alud que desprendió un volumen cerca de 60 millones de m³ de nieve y rocas del pico norte del Huascarán; luego incorporó lodo y piedras en su frenético movimiento cuesta abajo que enterró Yungay y Ranrahirca, causando la muerte de unas 13,000 personas en esas localidades. Ambas estaban ubicadas en sectores con peligro muy alto, que no deben utilizarse para fines urbanos. **F-3.01.**



F-3.01. Yungay y Ranrahirca sepultados por un alud de roca, nieve y lodo, causados por la vibración del terremoto de 1970. En su frenético descenso incorporó más rocas y tierra, formando un inmenso volumen de 60 millones de m³ de lodo, piedra y nieve. El “reboce” del lodo y enormes rocas, superaron un cerro de unos 200 m de altura que defendía Yungay, así quedó sepultada Yungay para siempre. Ranrahirca cuya 1/3 parte ya había sido arrasada en el año 1962, por un desprendimiento del Huascarán –primeros efectos visibles del calentamiento global de la Tierra– en 1970 quedó sepultada para siempre por varios metros de material aluvional. En 1995, 25 años después no quedaba rastro alguno, de dónde alguna vez vivieron en Ranrahirca unas 3,000 personas

En Chimbote en el área de inundación del río Lacramarca, la intensidad superó el grado VIII MMI. Allí la destrucción de viviendas causadas por vibraciones sísmicas y por licuación de suelos produjo el hundimiento de casas en Villa María Baja, donde los daños sobrepasaron del 90%. En San Pedro, al noreste de Chimbote, las viviendas de adobe y albañilería sin reforzar, construidas sobre arena suelta transportada por el viento y sobreyacente en roca, sufrieron el 100% de daños. **F-3.02.**



F-3.02. Arena eólica sobre roca rígida: gran amplificación de ondas sísmicas. Resultado: destrucción total de edificaciones de adobe y albañilería sin reforzar. Lugar: San Pedro, Chimbote. Terremoto de 1970. Grado de peligro alto. Sector que se podría utilizar para fines urbanos, si se toman precauciones especiales, por ejemplo, efectuando un detallado estudio geotécnico incluyendo la medición de la velocidad de las ondas S, Vs, para la clasificación del suelo según la norma de la International Code Council, con lo que se puede aplicar de manera adecuada la Norma Sismorresistente NTE 0.30 aprobada por el MVCS en 2006, vigente, y construyendo allí, viviendas de albañilería confinada, que son altamente sismorresistentes y económicas.

En la ciudad de Huaraz F-3.03 a,b,c,d y e, a pesar de estar ubicada a gran distancia del epicentro del sismo, la destrucción de las construcciones de adobe y tapial llegó en su parte central al 100% (F-3.03 a y F-3.03 c), debido al agua que se filtra hacia el centro de la ciudad desde el norte, este y sur (F-3.03 d y e), y además el agua subterránea que fluye hacia el oeste de la ciudad aflora a la superficie, en las cercanías del río Santa.

DAÑOS EN HUARAZ, TERREMOTO 31.05.1970



F-3.03. a) Huaraz en ruinas. En sus estrechas calles perecieron unas 9,000 personas. Foto. Junio 1970.
b) Casa de adobe muy vulnerable sin daños. Suelo seco y compacto, en Independencia a sólo 1.4 km al norte del centro de la ciudad mostrando efecto de microzona, más de 3 grados de diferencia en intensidad sísmica V a VIII MMI.

c) Foto aérea con los escombros removidos tomada en 1972.

d) Flujo de agua subterránea en Huaraz, que satura de suelo hasta cerca a la superficie, e incluso aflora cerca al río Santa.



F-3.03 e. Vivienda nueva en reconstrucción, 1973, con mayor refuerzo de la estructura resistente por construir en un sector con peligro natural alto. Note como el agua ha inundado la zanja de la cimentación.

El suelo en el centro de Huaraz es de grano fino y saturado de agua. En estos casos, las ondas sísmicas sufren gran amplificación. Allí la intensidad sísmica llegó a VIII MMI.

La foto aérea **F-3.03c**, fue tomada en 1972 por el autor, cuando los escombros habían sido removidos. Nótese que en el centro de Huaraz la destrucción fue total, como lo muestra la **F-3.03a**. El efecto de microzona fue claro en Huaraz en el sismo de 1970. Destrucción total en el centro de Huaraz. A sólo 1.4 km al norte en el distrito de Independencia las construcciones de adobe muy vulnerables no sufrieron daños, tal como se muestra en la vivienda de la foto **F-3.03b**, con equilibrio precario de la columna frontal con equilibrio “tipo circo”.

3.3. ESCENARIO SÍSMICO REGIONAL (ESR) EN EL SW DEL PERÚ 1992-95

El “Programa Mitigación de Desastres en el Perú 1992-95” fue ejecutado por el Departamento de Asuntos Humanitarios de la ONU con sede en Ginebra (DHA/Geneva) hoy OCHA, y el Instituto Nacional de Defensa Civil, INDECI. Participaron la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa (UNSA), la Universidad Privada de Tacna (UPT) y la Universidad Nacional de Ingeniería

(UNI), Lima, desarrollándose cuatro tesis profesionales de Vulcanología, (UNSA) Geotécnica, (UTP) efectos Sísmicos y (UNI) Tsunamis. El autor fue el asesor técnico principal (jefe de proyecto) designado por DHA/Geneva, con fondos proporcionados por CIDA, siglas en inglés de la Agencia Internacional Canadiense para el Desarrollo Internacional, que se agradece.

El objetivo del estudio fue diseñar el ESCENARIO SÍSMICO REGIONAL (ESR), en los departamentos de Tacna, Moquegua y Arequipa, y fue para que, de manera planificada, ordenada y anticipada, se pudieran tomar medidas preventivas de reducción de riesgos, así como para preparar a la población para responder ante la emergencia, si ocurriera el hipotético terremoto, acompañado de tsunamis. En los años previos sismólogos estadounidenses entre ellos Nishenko, japoneses, chilenos y peruanos, coincidieron en señalar que en el sur de Perú y norte de Chile había una zona de silencio sísmico, que podría generar un gran terremoto abarcando el sur del Perú y un largo tramo, bastante más al sur de Arica, similar al gran terremoto de 1868 con Mw 9.0. Pero de energía acumulada, se liberó parcialmente en dos tramos, en el sur del Perú el terremoto del suroeste del Perú ocurrido el

23 de junio de 2001, Mw 8.4; y el terremoto del norte de Chile ocurrido el 1 de abril de 2014 con Mw 8.2 y dos réplicas de magnitudes considerables Mw 7.5 y 7.0, que ocurrieron 1 y 11 minutos después del evento principal considerando que un sismo de magnitud 9 es 31.5 (101.5) veces mayor, un sismo de magnitud 8, y que uno de 8 es 31.5 veces, otro de 7.

Los sismos del sur este del Perú de 2001 y el terremoto del Norte Grande de Chile de 2014, no han liberado todavía toda la energía liberada acumulada al sur del Perú y norte de Chile. Por ejemplo, entre sur de Ilo y Arica, se puede considerar que es todavía una zona de silencio o laguna sísmica, que se le denomina en Perú y Chile, respectivamente.

El epicentro se asumió ubicado en la zona de subducción de la frontera Perú-Chile, porque se consideró se repetiría el gran evento de 1868 con Mw 9.0. **F-3.04**. Los resultados se incluyen al ser comparados con los efectos reales del terremotos del Suroeste del Perú, de junio de 2001, que coincidieron bastante bien, lo que demuestra que efectuar estudios anticipados proactivamente, es de gran utilidad, tanto para tomar medidas estructurales y reducir daños materiales, así

como para implementar medidas no estructurales. Lo último para que los residentes conozcan la geografía y peligros que los amenazan en el lugar donde residen, y puedan proteger su vida e integridad física, respondiendo con conocimiento y prontitud, frente a los diferentes escenarios que enfrentarían para salvar sus vidas.



F-3.04. Localidades estudiadas en el ESR, entre 1992 y 1995. Organismos ejecutores DHA/Geneva e INDECI del Perú. Dentro del marco del Programa de Mitigación de Desastres en el Perú DHA/INDECI. El autor también condujo el Programa de Mitigación de Desastres en Colombia 1997-2001, a cargo del Gobierno de Colombia y las NN.UU. La última entidad lo nominó jefe de proyecto.

3.4. TERREMOTO DEL 23 DE JUNIO 2001, EN AREQUIPA, MOQUEGUA Y TACNA

El 23 de junio de 2001 ocurrió el sismo de Arequipa, Mw 8.4 (USGS), cuya área macrosísmica se superpuso geográficamente sobre el ESR del SW del Perú 1992-95, lo que valida el estudio comparativo que se realiza.

Las principales conclusiones del estudio fueron: Que de los lugares identificados por el ESR 1992-95 de donde ocurrirían los mayores daños en un futuro sismo, lo que realmente sucedió en el terremoto de 2001, en 5 de los 6 lugares señalados, excepto en el centro de Tacna, debido principalmente a que el foco del sismo hipótesis, que se supuso ubicado en el mar frente a la frontera Perú Chile, pero el sismo tuvo su epicentro frente a Atico, Arequipa, cientos de km al norte del foco asumido, y por lo tanto muy distante de Tacna.

Los lugares identificados en 1992-95, de donde ocurrirían los mayores daños fueron las construcciones antiguas de adobe o sillar del centro de las ciudades, particularmente en Arequipa, (F-3.05a) Moquegua y Tacna e, independientemente del tipo de construcción, en lugares con característi-

cas sísmicas desfavorables, como en Socabaya, Arequipa; donde el suelo fino está saturado de agua, debido a que un cerro al oeste de la ciudad, represa el agua subterránea del río Chili, elevando el nivel freático, causando hundimientos por licuación del suelo, y muchos daños en viviendas por alta intensidad sísmica. Ver (F-3.05b).



F-3.05 a) Torres de la Catedral de Arequipa dañadas por el sismo del 23 de junio de 2001. En el evento de 1868 también fallaron de la misma manera.



F-3.05 b) Casa dañada por el asentamiento del suelo, causado por licuación de suelos hacia el oeste de la ciudad de Arequipa, donde un cerro represa el agua subterránea del río Chili, elevando el nivel freático.



F-3.05 c) Pendiente inestable. La destrucción de viviendas de adobe y albañilería alcanzó prácticamente el 100%. Sector de San Francisco, Moquegua.



F-3.06. Daños en tanques de agua ubicados en azotea de edificios.

a) En el sismo del suroeste del Perú de 2001, en Moquegua fallaron 8 tanques de agua ubicados en la azotea de 8 edificios. Las fallas en todos los tanques fueron similares a las que se muestra en la F-3.06

a. En el terremoto de Ancash de 1970, en Chimbote, un tanque ubicado en la azotea de un edificio de dos pisos falló F-3.06

b. En su caída dañó un muro lateral. Note en la azotea las tuberías de entrada y salida de agua del tanque de agua.

En Lima y otros lugares del Perú, hay numerosos tanques con el defecto estructural de entrepiso muy flexible debajo del tanque, que son las cuatro columnas. Ello puede ser subsanado sin mayores dificultades, de acuerdo con las siguientes recomendaciones: en un primer caso, rellenando los espacios libres debajo del tanque de agua, con ladrillos sólidos y bien unidos a las columnas y fondo del tanque, o pequeños muros de concreto armado por sus 4 lados.

En proyectos de nuevos edificios, es recomendable que los muros debajo del tanque de agua, sean de concreto armado, que es sencillo si el tanque de agua se apoya sobre la caja de ascensores, práctica que se está dejando, utilizando cisternas y equipo de bombeo hidroneumático, que quedarían fuera de servicio si se corta la energía eléctrica.

De ocurrir un terremoto de gran magnitud en la costa central del Perú, se prevee que la mayor penuria para los más de 9 millones de limeños será la carencia de agua potable. Bajo el liderazgo de SEDAPAL cada familia debe prepararse para tener agua para beber por lo menos para una semana. En el sector norte del Gran Los Ángeles, CA en el terremoto de Northrid-

ge de 1994, al romperse dos tuberías matrices de agua potable. Más de 100 camiones cisternas del Dpto. de Energía y Agua de Los Ángeles (LADEW, siglas en inglés) no se dieron abasto para abastecer de agua y, tuvieron que recurrir al Ejército de Los EE.UU., y empresas fabricantes de cervezas y gaseosas. El agua se extrajo de las numerosas piscinas que existen en Hollywood. En Lima, los pocos camiones cisternas disponibles proveen agua en cilindros a pueblos jóvenes ¿Y el resto de Lima y Callao?.

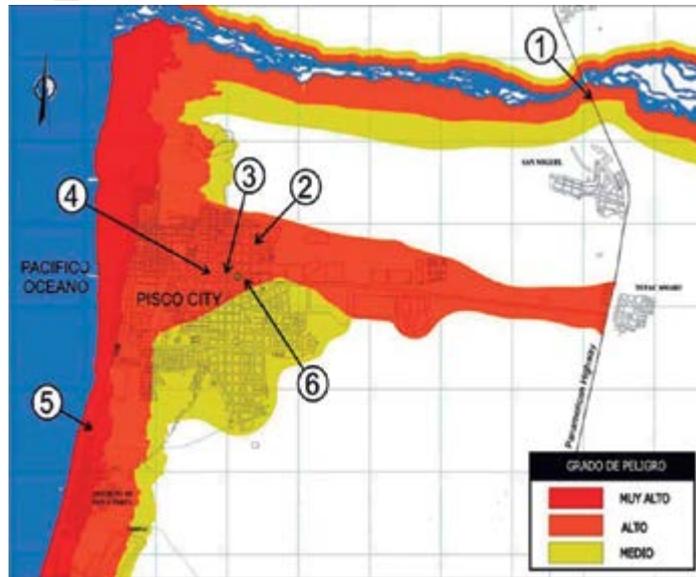
En el cono norte de Tacna, el terreno es en pendiente, el suelo es suelto y consiste en tobas volcánicas que, cuando se humedece, tiende a comportarse en forma plástica. En esa zona, los daños fueron particularmente severos en los suelos rellenados recientemente, aún no consolidados. En los lugares rellenados, la destrucción de viviendas de albañilería de ladrillo o bloques de concreto sin refuerzos fue total, así como en los edificios de concreto armado sin diseño sismo-resistente adecuado **F-3.07**.



F-3.07. Edificaciones de concreto armado y de albañilería de bloques de concreto sufrieron daños severos. Suelos no consolidados, rellenados recientemente. Cono Norte de Tacna. Sismo de 2001.

3.5. TERREMOTO DEL 15 DE AGOSTO 2007, EN LA REGIÓN ICA

De acuerdo con los objetivos de este Manual, se presenta el mapa de peligros múltiple de Pisco, desarrollado en los años 2001-2002; bajo el marco del Programa Ciudades Sostenibles INDECI/PNUD 1998-2015, seis años antes de que ocurriera el terremoto de 2007. Por ello se adjunta el mapa de peligros de Pisco F-3.08, en el que es notorio que los mayores daños ocurrieron en lugares donde el mapa de amenaza múltiple indica peligro muy alto y alto.



F-3.08. Mapa de peligros multiamenaza de Pisco con los 6 lugares donde ocurrieron daños severos en el terremoto de 2007, ilustrados en la F-3.09. Ref. Informe de J. Kuroiwa al PNUD, 2008.

DAÑOS MÁS NOTORIOS EN PISCO, SISMO DEL 15 DE AGOSTO DE 2007



F-3.09. a) Carretera Panamericana, acceso sur al puente Huamaní sobre el río Pisco.
 b) Tuberías de agua y desagüe, dañadas en numerosos tramos en la ciudad de Pisco.
 c) Hotel Embassy colapsado.
 d) Edificio de concreto armado sin diseño sismorresistente.
 e) Botes de pesca varados en San Andrés. Altura de la ola del tsunami: 2,5 a 3,0 m.
 f) Colapso de la nave central de la Iglesia en la Plaza de Armas. Allí perecieron unas 80 personas.

Se podrá observar una buena correlación entre el mapa de peligros múltiple desarrollado en 2001-2002 y los daños causados por el terremoto de 2007. Ver **F-3.08** y **F-3.09 a, b, c, d y f**.

Nótese que en la aproximación sur de la carretera Panamericana Sur al puente Huamaní, sobre el río Pisco, ocurrió licuación y desplazamiento lateral del suelo. Ver F-3.09a. Tipo de daño muy similar al ocurrido en el puente Camiara, en el tramo Tacna Moquegua de la carretera Panamericana Sur, durante el terremoto de la región Arequipa de 2001.

En la **F-3.09 b**, se observan los daños que causó el terremoto del 2007 en las tuberías de agua y desagüe de la ciudad de Pisco, debido al suelo arenoso con limo, y con la napa freática cercana a la superficie del suelo y el avanzando grado de deterioro de las tuberías.

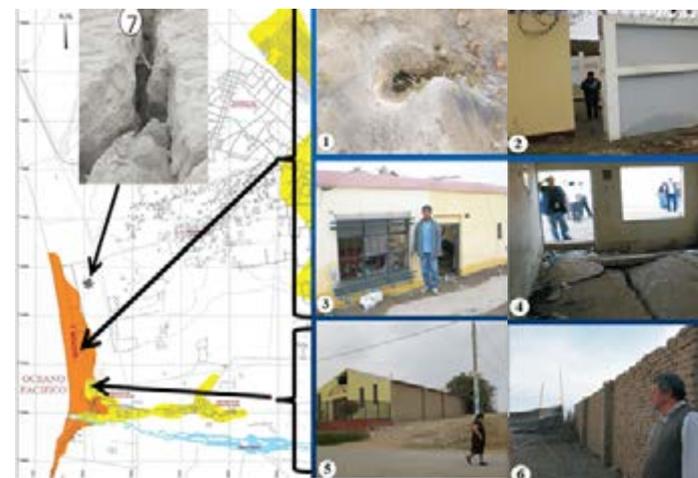
Las **F-3.09 c y d** muestran el colapso de dos edificaciones de concreto armado. En un hotel que inicialmente tenía dos pisos, se le agregan dos pisos más encima de los dos pisos iniciales, sin reforzar las columnas de los pisos inferiores y el edificio colapsó.

La foto **F-3.09 d** muestra como fallan las edificaciones sin diseño sismorresistente. La F-3.09 f, muestra la iglesia principal de la ciudad, ubicada en la Plaza de Armas, cuyo techo colapsó sobre unos 80 miembros de una misma familia que asistía a una misa de difunto; casi todos ellos perecieron, el desalojo de las largas bancas y la indecisión, les hicieron perder preciosos segundos, con los que pudieron salvar sus vidas.

Claro efecto de Microzona en Tambo de Mora

En la (**F-3.10**), se observa el mapa de peligro múltiple de Tambo de Mora: se le asignaba peligro muy alto/alto, (color naranja oscuro) a la parte baja de la ciudad debido a que el suelo allí consiste en arena fina y limo, con la napa freática alta y rodeada de humedales, con gran probabilidad de ocurrencia de licuación de suelo y amenazado por inundación de tsunami. A un pequeño sector, a dos cuadras al este de la Plaza de Armas de la ciudad, donde el suelo es seco, compacto y con pequeña pendiente, que se obtuvo cortando un pequeño cerro. Los resultados de investigaciones efectuados 6 años antes que ocurra el terremoto de 2007, el grado de peligro que se le asignó fue bajo/medio (color amarillo).

F-3.10. Efecto de microzona en Tambo de Mora.



- 1) Licuación de suelos: “volcán” de arena. 2) Desplazamiento lateral (lateral spreading) de muros. 3) Hundimiento de una casa. 4) Al hundirse los muros, el piso se levantó y rajó. 5) Iglesia evangélica de adobe, sin refuerzo, sin daños. 6) Depósito de adobe construido a unos 12 m al sur de la iglesia, sin daños. 7) Licuación generalizada de suelo.

* El punto 7 cuya área que lo rodea no fue incluida en los estudios de 2001-02, pero debió ser naranja oscuro. Al norte de Tambo de Mora donde se ubica “7” hubo licuación generalizada, incluyendo el deslizamiento hacia el mar de un bloque de 3 km de largo por unos 300 – 400 m de ancho.

Comentarios adicionales. Durante el terremoto del 15 de agosto de 2007 los daños observados fueron los siguientes: **F-3.10**. En la foto (7), al norte de Tambo de Mora, ocurrió licuación generalizada de suelos, produciéndose grandes grietas en el suelo. En la foto (1) se muestra la foto del clásico “volcán de arena” que indica la ocurrencia de licuación de suelos. En la foto (2) además de licuación generalizada de suelos, en la Cárcel Provincial de Chin-

cha, ocurrió desplazamiento lateral de muros, a pesar que el terreno es plano, como consecuencia de la intensa licuación de suelos. La vivienda de la foto (3) se hundió unos 0.80 m.

Las paredes de la casa de la foto (4) se hundieron por su peso, y el piso se levantó, fracturándose. En cambio, en el pequeño cerro cortado, donde el suelo es compacto y seco, una iglesia Evangélica (5) y un depósito (6), ambos construidos con altos muros de adobe, muy vulnerables, no sufrieron daños, por la consistencia del suelo, a pesar de estar sólo reforzados con machones (ensanche del muro) del mismo material, que contribuyen muy poco o nada a su resistencia sísmica, y no están arriostrados en su borde superior, no sufrieron daño alguno.

La intensidad sísmica en la parte baja de Tambo de Mora fue IX MMI, la más alta de la región macrosísmica, y la intensidad en el pequeño cerró cortado: de grado VI o algo menos en la escala MMI. Es decir, más de 3 grados de diferencia en intensidad sísmica, en lugares separados por menos de 80 m. A este fenómeno se le denomina **efecto de microzona**, como entre Huaraz e Independencia en el terremoto de 1970, separada por menos de 1.4 km los daños fueron muy diferentes.

3.6. TERREMOTO DE LA PROVINCIA DE SICHUAN CHINA DE 2008

Información Sismológica y Datos Generales

El terremoto ocurrió el 12 de Abril de 2008, magnitud Mw 8.0 (USGS). Afectó principalmente el oeste de la provincia de Sichuan, China. Intensidad sísmica IX a XI MMI, causando 69,000 víctimas mortales y 18,000 desaparecidos. Número de heridos 356,000 de ellos, cerca de 50,000 quedaron con discapacidad parcial o total. Perdidas económicas aproximadamente US\$ 120,000 millones, con poco monto asegurado.

Después del terremoto y tsunami de Tohoku, Japón al 2011 con pérdidas directas de unos US\$ 210,000 millones, que se duplicó, con el accidente nuclear de Fukushima 1, por daños al medio ambiente y compensaciones a los agricultores, pesqueros e industriales, ubicados a unos 20-30 km a la redonda del Complejo Fukushima 1. Conjuntamente con el terremoto de Kobe, Japón de 1995 y el huracán Katrina, EE.UU de 2005, cuyas pérdidas sobrepasaron US\$ 100,000 millones, constituyen los desastres más costosos de la historia, hasta ahora. Los terremotos en el territorio chino son causados por las compresiones que le causa el subcontinente Hindú des-

de el sur, y la placa Pacífica de este a oeste **F-3.11 a**. Note la ubicación de la ciudad de Chengdu, capital de la provincia China de Sichuan, la provincia más afectada por el evento de 2008.

Inspección de Daños:

Alojados de Chengdu, muy cerca de la zona más severamente afectada, pues el extremo suroeste de la falla de Longmenshan, que se activó, se ubica solo a 60 km de Chengdu. Se aprovechó bien el tiempo, y se efectuaron dos días completos de inspección de campo, el 18 de octubre de 2008 (recorrido en color verde) y en azul el día 19. **F-3.11 b**. En rojo trazos de la falla activada. El Centro educativo por cuyo patio paso la falla geológica Longmenshan, ubicado en la localidad de Beilu, se visitó el 18 de octubre, y la desaparecida ciudad de Beichuan el día 19 de octubre de 2008.

Las F-3.11 c y d son las fotografías aéreas de dos localidades destruidas en el 100% (Foto, cortesía de autoridades de la provincia de Sichuan, que se agradece). La intensidad se estima que llegó en esos lugares a X MMI o algo más. Las causas principales; cercanía a la falla geológica que generó el terremoto, **c)** rodeada de terrenos de cultivo, donde se riega por inundación y por lo tanto, suelos muy húmedos

d) suelo de grano fino que la satura el agua del río a cuya orilla se desarrolla el poblado. Las F-3.11 e y f muestran el trágico destino de la ciudad de Beichuan, por su ubicación en una zona con peligro natural muy alto:

- El angosto valle donde se ubica la ciudad cruzando por la falla de Longmenshan, que se activó generando el terremoto.
- El suelo la satura de agua por el río que la cruza
- Está rodeada de altos cerros, donde se originaron voluminosos deslizamientos que enterraron numerosos edificios.

Las dos primeras causas, género altas intensidades sísmicas del orden de X MMI lo que provocó severa destrucción, como se observa en F-3.11 e, sobre todo al otro lado del río donde ocurrieron deslizamientos que enterraron varios edificios.

Ello también ocurrió en numerosos otros lugares al borde del valle. El 24 de setiembre de 2008, los derrumbes ocurridos en dos tributarias del río que cruza la ciudad, represaron gran volumen de agua, se rompieron e inundaron Beichuan, como se observa en F-3.11 f. Así la ciudad quedó totalmente destruida e inhabitable. En

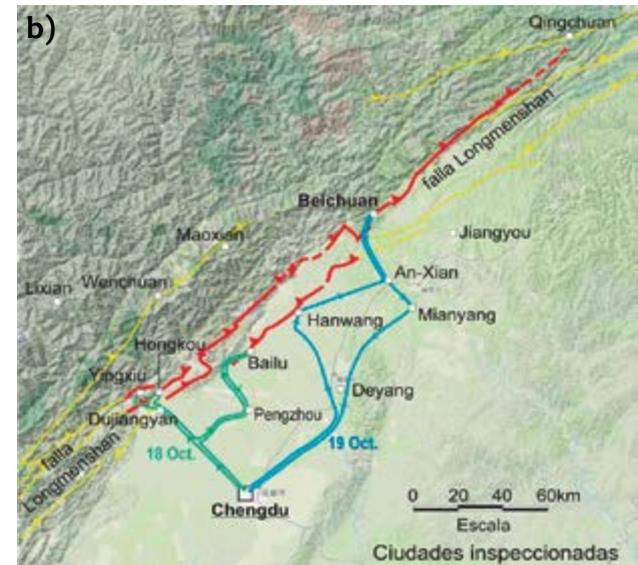
entrevista que se tuvo con autoridades locales y ex residentes, ellos consideraron que el mejor destino para la arruinada ciudad es dedicándola a museo, para ser mostrada al mundo, como un ejemplo de un lugar, que no debe utilizarse para ocupación urbana, como lo fueron Yungay y Ranrahirca en el terremoto de Ancash de 1970.

La F-3.11 g, muestra como la falla Longmenshan, cruza el patio de un centro educativo. El edificio de la izquierda se levantó unos 3.0 y el nivel de su azotea, esta del mismo nivel que la azotea del edificio de la derecha que es de 4 pisos.

La fotografía se tomó desde el edificio que fue demolido por los efectos destructivos, lo mismo que el edificio de enfrente que cerraba el patio de forma rectangular. Al fondo en los cerros se observa derrumbes, causados por la falla que se prolongó hasta allá.

La F-3.11 h, muestra el campamento para refugiados que los alojo. Contaba con todos los servicios, para hacer menos miserable la vida de los refugiados. Muchos de ellos tenían familias fallecidas o heridas.

INSPECCIÓN DE DAÑOS DEL TERREMOTO DE CHINA DE 2008





F-3.11. Terremoto de Sichuan China de 2008 a) La presión del subcontinente Hindú por el Sur y de la placa Pacífica, desde el este sobre su territorio causa alta sismicidad en el territorio Chino. b) Ciudades inspeccionadas Ruta en verde el 18 de octubre de 2008, en azul el 19.10.08, c) y d) Centros poblados totalmente destruidos por desarrollarse en suelos finos y muy húmedos. c) rodeado de terrenos de cultivos, donde se riega por inundación y d) a la orilla de un río, e) Vista parcial de la ciudad de Beichuan con 180, 000 habitantes casi totalmente destruida por altas intensidades sísmicas y edificios en los bordes del angosto valle enterrados por derrumbes f) Derrumbes habían represado aguas arriba de dos afluentes del río que cruza la ciudad. Intensas lluvias en setiembre acumularon gran volumen de agua y las precarias represas se rompieron el 24 de setiembre de 2008, la ciudad fue inundada y terminada de destruir.



h)

Campamento de refugiados

F-3.11. El patio de un centro educativo en Bailú fue cruzado por la falla de Longmenshan . El edificio de la izquierda se levantó unos 3.0 m. y su techo está casi de la misma altura del edificio de aulas de 4 pisos de la derecha h) Un campamento para refugiados con todos los servicios, para hacer menos precaria la vida de las familias damnificadas. En Pisco años después del terremoto de 2007, los refugiados estuvieron albergados en carpas raídas y polvorientas.

3.7. DESPERDICIO DE VALIOSA INFORMACIÓN SOBRE MAPAS DE PELIGRO MULTIAMENAZA

A fines de 1998, se encontró que los mapas de inundaciones de las principales ciudades de los Dptos. de Piura y Tumbes afectados por El Niño 1997-98, eran prácticamente copias a carbón de los mapas de inundación de El Niño 1982-83, lo cual es entendible, pues ambos eventos fueron calificados de nivel extraordinario, y la topografía de las ciudades afectadas no se alteran.

Esta circunstancia, fue el mejor argumento para convencer al entonces presidente del Consejo de Ministros, y a su vez jefe de la Comisión de Reconstrucción por El Niño, CEREN, así como a las autoridades locales de las ciudades afectadas, de que la reconstrucción de las ciudades afectadas deberían hacerse en base al mapa de peligros multiamenazas considerando en primer lugar los mapas de inundaciones y que la reconstrucción que debería efectuarse bajo el marco del Programa Ciudades Sostenibles (PCS).

En aquella ocasión se definió como ciudad sostenible aquella que es: segura, ordenada, saludable, atractiva cultural y físicamente, eficiente en su

funcionamiento y desarrollo sin afectar el medio ambiente ni la heredar histórica cultural, gobernable y competitiva.

El PCS, formulado por el autor, se focalizó en el primer atributo de una ciudad sostenible: su seguridad física, por ello el PCS fue denominado 1ra Etapa, es decir **PCS-1E**. A inicios de 2001 el PCS-1E fue transferido del CEREN del INDECI. Al verificarse de los buenos resultados de las comparaciones del Escenario Sísmico Regional 1992-95 DHA/Geneva e INDECI, con respecto a efectos reales del terremoto del Suroeste del Perú de 2001, el jefe del INDECI decidió extender el PCS-1E a nivel nacional.

Entre 1998 y 2015, el PCS-1E desarrolló para 170 capitales provinciales y distritales, los mapas de peligro multiamenaza, el plan de uso del suelo para la reducción de desastres y entre 4 a 8 perfiles de proyecto de mitigación de desastres para cada ciudad. Lo avanzado hasta el 2015 protegerá a unos 7,5 millones de peruanos que residen en las ciudades con mayor riesgo en el Perú.

Lamentablemente pocas autoridades locales han implementado el PCS en su jurisdicción por falta de capacidad

técnica, y carencia de fondos especialmente destinados para tal fin. Ahora, la organización municipal ha mejorado un tanto. El sub gerente de Defensa Civil del respectivo municipio, es el responsable directo de reducir el riesgo de desastres. Su nombramiento y capacidad para enfrentar con éxito sus tareas, es responsabilidad directa del alcalde.

El MEF otorga ahora, fondos rotativos por resultados, para implementar iniciativas como el PCS 1E. La política de Estado 32da es la Gestión de Riesgo de Desastres aprobada por unanimidad en Palacio de Gobierno el 17 de diciembre de 2010, donde uno de sus principales mandatos es expandir y densificar ciudades en sectores con menores peligros.

Por su parte el Gobierno Central 2011-2016, promulgó el D.S N° 111 PCM el 1ro de noviembre de 2012, por el cual el cumplimiento de la política de Estado 32da es de carácter obligatorio para todas las autoridades del gobierno central y de los gobiernos regionales y locales, que al ocupar sus puestos, asumen responsabilidades inherentes para cumplir las leyes, ya no habrá excusas para que el PCS-1E sea implementado en las 170 ciudades que cuentan con los datos antes mencio-

nados, que el INDECI ha entregado a cada municipio. Si no, puede ser obtenido de la página web del INDECI.

Grandes empresas mineras privadas han desarrollado exitosamente ciudades sostenibles seguras:

- El Pinar en la parte alta de Huaraz, propiedad de Antamina.
- Nueva Fuerabamba, en Apurímac, cuando era propiedad de Xstrata y,
- Nueva Morococha, en Yauli, Junín, de Chinalco.

Una de las aplicaciones que ha dado buenos resultados es el Canal - Vía construido en la “quebrada”, una franja de 300 – 400m. de ancho destruida por El Niño 1982-83. Durante El Niño 1997-98, funcionó a plena capacidad hidráulica y no hubo mayores daños en Sullana.

Se asume que habiendo las autoridades del gobierno central, dado el marco legal y fondos necesarios, ahora las autoridades regionales y locales son responsables de proteger la vida y propiedades de los residentes de la jurisdicción que los eligieron.

3.8. CONCLUSIONES SOBRE LA INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS LOCALES EN LA INTENSIDAD DEL FENÓMENO NATURAL Y LOS DAÑOS QUE CAUSAN

Tomando como ejemplo los terremotos ocurridos en el Perú en 1970, 2001 y 2007 y el terremoto de la Prov. de Sichuan, China de 2008, estudios efectuados por el autor, han demostrado de manera fehaciente, que las características del suelo, la geología y la topografía, tienen una influencia crítica en la intensidad del fenómeno natural, los daños que causan y su destrucción geográfica, que es una conclusión por consenso de la comunidad técnico científico internacional, desde hace más de una década.

En la actualidad casi todas las ciudades peruanas siguen creciendo de manera caótica ocupando áreas con peligro alto y muy alto, que podría tener efectos muy negativos en próximos eventos intensos de origen natural.

Ello a pesar que bajo el marco del Programa de Ciudades Sostenibles INDECI/PNUD 1998-2015, 170 ciudades, capitales provinciales y distritos cuentan con su mapa de peligro multiamenaza. Los Gobiernos Constitucionales 2006

– 2011 y 2011-2016, han actuado coherentemente en la efectiva Gestión del Riesgo de Desastres. El 17 de diciembre de 2011, en Palacio de Gobierno se aprobó por unanimidad, por representantes de entidades públicas y privadas más importantes mediante Acuerdo Nacional que la Política de Estado 32da es Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), donde uno de los mandatos más significativos es que las ciudades se deben desarrollar de manera segura, teniendo en cuenta los efectos negativos del cambio climático, por el calentamiento global que está sufriendo la Tierra.

Aunque no lo dice de manera específica, se entiende que también debe considerarse terremotos, tsunamis, inundaciones incluyendo huacos y deslizamientos como otros fenómenos naturales violentos, que frecuentemente afectan el territorio peruano.

También, que la educación sobre la GRD debe impartirse en todos los niveles educativos desde el inicial hasta el posgrado. Se le debe agregar que también debe capacitarse a la población adulta, que ya concluyeron sus estudios, por ejemplo, mediante la educación continua. De no hacerlo tendremos la actitud de indiferencia frente a la inminencia de un terremoto

que afectaría Lima, en un futuro cercano, que funcionarios del IGP no se cansan en alertar, al cual se suma ocasionalmente el autor, como al desarrollar este Manual impulsado por el MVCS.

Como el último terremoto que afectó Lima fue en 1974, para las personas menores que unos 45 años, el posible terremoto que afectó Lima “no es mi problema”. Pero debería serlo, porque entre sus familiares deben tener personas vulnerables como son los niños, personas de la tercera edad y con discapacidad, y también deben ser de su interés, las enormes pérdidas que puede causar un terremoto en Lima, donde hay acumulaciones de US\$ 450,000 millones que están en riesgo.

Nos concierne a todos reducir el alto riesgo en que viven cientos de miles de familias en los asentamientos humanos que rodean Lima y a nivel nacional. Parte de las normativas que disponemos para ello se incluye en las **Tablas 3.01 y 3.02.**



1 TUMBES	Tumbes (88.4*), aguas Verdes (10.3), Zarumilla (22.5), Papayal (5.0).
2 PIURA	Talara (135.0), Sullana (180.0), Paiza (57.4), Sechura (16.7), Chulucanas (55.2), Huancabamba (6.8), Avabaca (6.0), Castilla (115.0), Catacaos (64.3), Piura (450.4), Suyo (1.5).
3 LAMBAYEQUE	Chilcayo (535.4), San José (7.59), Pimentel (14.2), Santa Rosa (13.0), Monsefú (24.6), Eten (11.9), Puerto Eten (2.5), Reque (9.7), Morrope (4.7), Túcume (6.7), Lambayeque (40.9), Ferreñafe (32.3), Olmos (36.6), Pícsi (4.8).
4 CAJAMARCA	Cajamarca (98.2), Baños del Inca (5.35), Jaén (54.7).
5 LA LIBERTAD	Trujillo (615.0), Pacasmayo (26.1), San Pedro de Lloc (12.2), Guadalupe (20.7), Huanchaco (44.8).
6 ANCASH	Chimbote (313.2), Huarney (17.1), Carhuaz (7.2), Recuay (3.1), Catac (2.6), Ticapampa (2.5), Huaraz (93.3), Caraz (11.3), Yungay (5.9), Ranahírca (0.8), San Vicente de Cañete (40.8), Cerro Azul (6.6), San Luis (11.7), Imperial (35.7), Nuevo Imperial (14.5), Lunahuasi (3.8), Quilmaná (12.5), Asia (14.1), Mala (22.8), San Antonio (3.4), Chancay (38.0), Huacho (63.2), Supe Puerto (12.4), Barranca (55.0), Paramonga (30.5), Chosica (145.5), Santa Eulalia (5.5), Ricardo Palma (3.9), Matucana (4.4), Laderas del San Juan de Lurigancho (8.0).
8 ICA	Ica (138.5), San José de los Molinos (2.9), La Tioruña (30.1), Parcona (29.6), Substancia (16.2), Guadalupe (8.3), Santiago (5.7), Los Andes (2.5), San Juan Bautista (0.9), Tate (2.0), Pueblo Nuevo (1.5), Palpa (8.2), Nazca (37.7), Chincha Baja, Tambo de Mora, Chincha Alta, Pueblo Nuevo, Sunampe, Grocio Prado, Alto Larán (143.8), Pisco y San Andrés (64.6).
9 AYACUCHO	Ayacucho (107.4), Huanta (26.1).
10 AREQUIPA	Arequipa (1,073), Cocachaca (6.6), Punta de Bombón (6.3), Dean Valdivia (4.9), Camaná (51.4), Chuquiabamba (4.1), Caraveli (3.2), Azloa (3.5), Corire (2.1), Cosos (1.4), La Real (0.5), Huancarqui (1.4), Lara (2.9), Viraco (1.9), Pampacolta (2.7), Machaguay (0.6), Islay Pto Mataraní (5.0), Mollendo (25.0), Huanca (1.5), Uta (0.6), Callalli (1.8), Sibayo (0.8).
11 PASCO	Oxapampa (14.2).
12 UCAYALI	Pucallpa (272.6).
13 MOQUEGUA	Omate (1.7), Puquina (1.5), Moquegua (36.0), Ilo (73.8).
14 TACNA	Locumba (1.1), Cercado, Pucallay, Gregorio Albarracín, Ciudad Nueva y Alto Alianza (242.7), Tarata (4.7), Candarave (2.3).
15 CUSCO	Cusco (256.0) Ollantaytambo (2.5), Urubamba (11.4), Calca (10.5), Pisac (2.6), Siccuaní (37.1), Anta (16.3), Zurite (3.7), Lucre (3.9), Urcos (10.1), Limatambo (9.1), Taray (4.3), Santa Teresa (7.0).
16 MADRE DE DIOS	Puerto Maldonado (35.2), Iberia (6.0), Isipari (1.3).
17 APURÍMAC	Abancay (43.9).
18 SAN MARTÍN	Moyobamba (37.3), Taranoto (87.9), Juanito (18.0), Bellavista (8.2), San Hilarión (3.0), Lamas (11.3), Nueva Cajamarca (15.8), Yurayacu (3.8), Rioja (19.0), Chachapoyas (24.5).
19 AMAZONAS	Huancayo (323.1), San Ramón (15.4).
20 JUNÍN	Huánuco (149.2), Ambo (8.0).
21 HUÁNUCO	Huánuco (149.2), Ambo (8.0).
22 HUANCÁVELICA	Huancavelica (41.3).

TABLA 3.01

Ciudades con el PCS-IE Implementadas Entre 1998 y 2015

Nota: EIIPCS-IE, incluyen 4 cuentas ecuatorianas financiadas por la OEA. Incluyen 170 ciudades que beneficiará a 7,5 millones de peruanos que residen en ciudades con mayor riesgo.

TABLA 3.02

Recomendaciones y restricciones para la aplicación del mapa de peligros en el plan de uso de suelos

GRADO DE PELIGRO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS	RESTRICCIONES Y RECOMENDACIONES DE USO
ALTAMENTE PELIGROSO	a. Las fuerzas naturales o sus efectos son tan grandes que las construcciones efectuadas por el hombre no las pueden resistir. b. De ocurrir el fenómeno, las pérdidas llegan al 100%. c. El costo de reducir los daños es tan alto que la relación costo-beneficio hace imprudente su uso para fines urbanos.	a. Sectores amenazados por avalanchas, deslizamientos y huaicos. - Áreas amenazadas por flujos piroclásticos, lava y flujos de lodo volcánico. b. Zonas amenazadas por inundaciones con gran fuerza hidrodinámica, velocidad y poder erosivo. c. Sectores contiguos a los vértices de bahías en forma de V o U amenazados por tsunamis. - Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.	Prohibido su uso con fines urbanos. Se recomienda utilizarlos como reservas ecológicas, recreación abierta o para el cultivo de plantas de ciclo corto que sean compatibles con la frecuencia de la amenaza.
PELIGROSO	a. La amenaza natural es alta pero se pueden tomar medidas efectivas de reducción de daños a costos aceptables, utilizando técnicas y materiales adecuados.	a. Franjas contiguas a los sectores altamente peligrosos; la amenaza se reduce notoriamente, pero el peligro todavía es alto. - Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas. - Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo el agua por varios días. - Ocurrencia parcial de licuación y suelos expansivos.	Se permite su uso urbano después de estudios detallados realizados por especialistas con experiencia, para calificar el grado de peligro y fijar los límites con el sector anterior. Aceptable para usos urbanos de baja densidad.
PELIGRO MEDIO	a. Amenaza natural moderada.	a. Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. - Inundaciones muy esporádicas con bajo tirante y velocidad.	Adecuado para usos urbanos. Investigaciones geotécnicas normales.
PELIGRO BAJO	a. Suelos donde se producirá baja amplificación de las ondas sísmicas. b. Es muy remota la probabilidad de ocurrencia de fenómenos naturales intensos o fallas graduales del suelo.	a. Terrenos planos o con poca pendiente, roca o suelo compacto y seco, con alta capacidad portante. b. Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable, no amenazados por actividad volcánica o tsunamis.	Ideal para usos urbanos de alta densidad y para la ubicación de edificios indispensables como hospitales, centros educativos, cuarteles de policía, bomberos, etc.

CAPITULO 4





**DESARROLLO DE LA ALBAÑILERÍA
CONFINADA.
SISTEMA CONSTRUCTIVO
PERUANO SISMORRESISTENTE Y
ECONÓMICO**



DESARROLLO DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA. SISTEMA CONSTRUCTIVO PERUANO SISMORRESISTENTE Y ECONÓMICO

4.1. ANTECEDENTES

En el terremoto de Ancash del 31 de mayo de 1970 perecieron 67,000 personas, pasando a la historia como el evento más mortífero de las Américas del siglo XX. Unas 40,000 personas murieron bajo los escombros de sus propias casas de tapial y adobe, y varios cientos perecieron aplastados por sus viviendas de albañilería sin reforzar, construidas en sectores con peligro natural alto o muy alto.

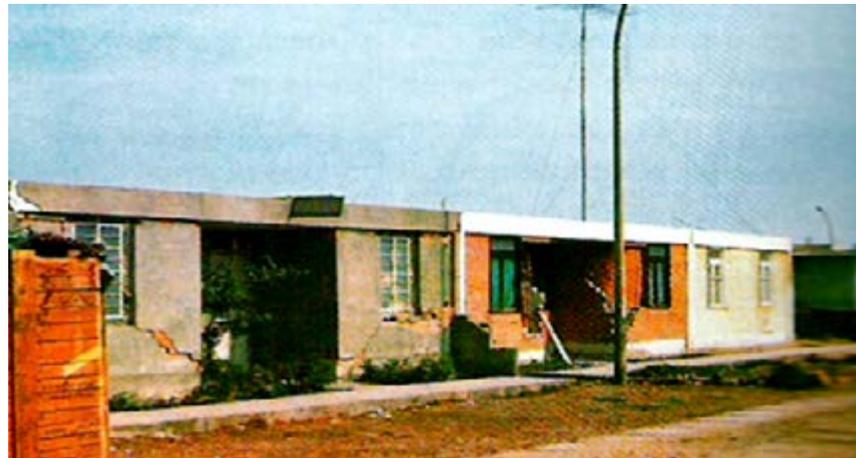
Entre setiembre de 1970 y fines de 1974, 25 egresados de la Facultad de Ing. Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería donaron unos 600 meses/hombres en servicio de voluntariado, y desarrollaron los proyectos de reparación y reforzamiento de viviendas de albañilería (PRRVA) de más de 2,500 casas de ladrillo, dañadas en diverso grado por el sismo de 1970. Los proyectos fueron entregados sin costo alguno a las familias damnificadas, y se les dio asesoría técnica durante el proceso constructivo. Además, se estudiaron otras 1,000 viviendas que

colapsaron o no sufrieron daños. El PRRVA fue desarrollado casi en su totalidad en Chimbote. Los resultados incluyendo las investigaciones en detalle de 3,500 viviendas, se considera que es uno de los estudios más extensos de este tipo, realizados a nivel internacional; pues no se trata de muestras de laboratorio ensayadas, sino 3,500 casas de albañilería sacudidas por un sismo real, que causó diverso grado de daños y que fueron investigados en detalle.

Durante la formulación del plan de trabajo, se detectó que cientos de viviendas de albañilería carecían de columna de refuerzo y vigas de amarre de concreto armado, habían colapsado o habían sufrido severos daños.

En la F-4.01 se observan las fachadas de 3 casas. La de la izquierda y la central, sólo tenían columnas en las cuatro esquinas de la casa pero no del hall de entrada. Note en la casa de la izquierda las grietas por tracción y compresión diagonal, y en la casa central, las dos esquinas de su hall de entrada han fallado colapsando, y han sido reemplazadas con esteras.

Mientras que la última, de la derecha, la pared exterior está rodeada en sus 4 lados por elementos de concreto y “está confinada”, y no falló. La denominación de “albañilería confinada” fue dada por la comunidad técnico-científica internacional, años más tarde.



F-4.01. La vivienda de la izquierda y la central solamente tenían columnas con refuerzo en sus 4 esquinas. Se dañaron en 1970. En la vivienda de la derecha el muro frontal está rodeando en sus 4 bordes: la cimentación, 2 columnas y viga de amarre superior y no sufrió daños.

Del Japón se trajo el concepto de densidad de muros, que no es sino, el área de todos los muros en la dirección considerada, dividida entre el área construida, por encima del nivel que se está analizando. Por ejemplo, en una casa de dos pisos, para calcular la densidad de muros del 1er piso, se divide la suma de las áreas de todos los muros (sección transversal) en la dirección considerada, entre la suma de las áreas techadas del 2do y 1er piso.

La parte principal de este Manual, es el desarrollo del método constructivo Albañilería Confinada desarrollado en unos 3½ años, mediante el Proyecto de Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería (PRRVA), para ser aplicada en todo el Perú y con prioridad en los asentamientos humanos que rodean Lima, donde cientos de miles de familias viven con alto riesgo para sus vidas e integridad física. Según el MVCS más del 60% son construcciones informales, diseñadas y construidas sin intervención profesional de arquitectos e ingenieros, que conocen técnicas que reducen de riesgos, que han evolucionado constantemente con el tiempo, y que en las últimas décadas se ha logrado avances muy significativos.

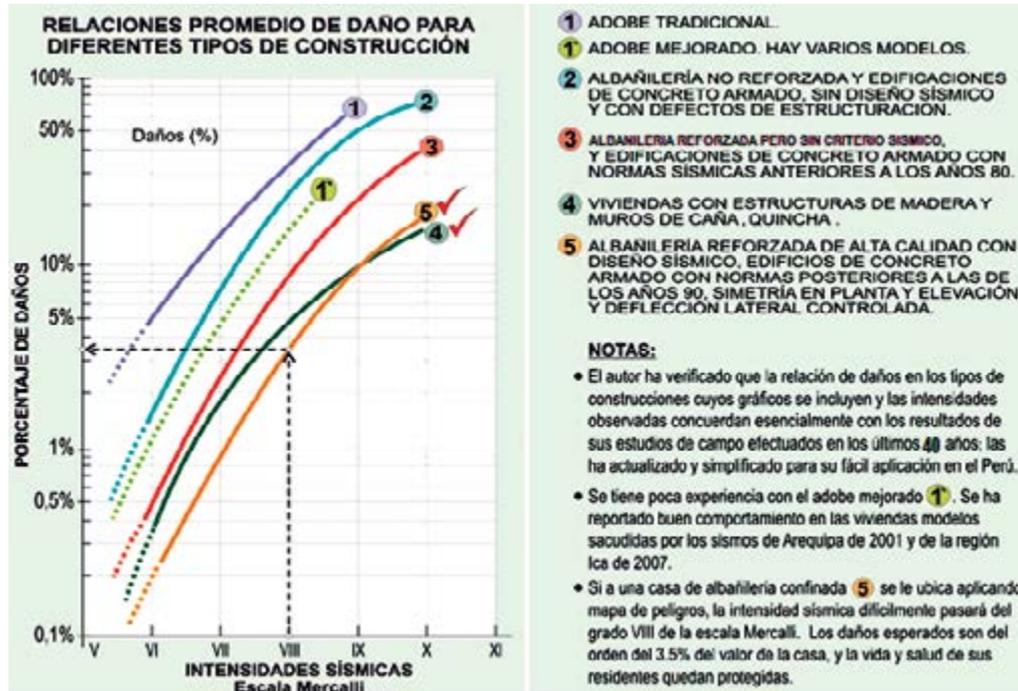
En el próximo punto se describen los

tipos de viviendas más comunes que se construyen en el Perú, dentro del cual se ubica la Albañilería Confinada, “material noble”, en el que aspiran residir en el futuro, los peruanos con menores recursos, cuando inician con materiales precario la construcción de sus viviendas.

4.2. PRINCIPALES SISTEMAS CONSTRUCTIVOS QUE SE EMPLEAN EN VIVIENDAS EN EL PERÚ

La construcción del tipo de vivienda, normalmente la define el tipo de suelo y la capacidad económica del dueño. Los principales tipos de viviendas que se construyen en el Perú son los siguientes (Ver F-4.02):

1. Vivienda de adobe tradicional, que puede ser reforzada y viviendas de tapial que deben ser proscritas por su alta vulnerabilidad, y la dificultad de ser reforzadas.
2. Vivienda de adobe mejorado.
3. Vivienda de albañilería no reforzada y sin diseño sísmico, y edificaciones de concreto armado con normas sísmicas anteriores a los años 80-90 (que también deben ser proscritas).
4. Viviendas con estructuras de madera y paredes de caña (quincha). Por ejemplo las viviendas de quincha modular prefabricada desarrollada en la FIC/UNI con apoyo económico de la Agencia de los EE.UU. para el Desarrollo Internacional (USAID), que se agradece.
5. Vivienda de albañilería reforzada con diseño sísmico (albañilería confinada) + Edificios de concreto armado con normas sísmicas del siglo XXI (Por ejemplo Norma Sismorresistente NTE 0.30 de 1997, 2003 y 2006, vigente en la actualidad).



F-4.02. Tipos de construcciones de viviendas más comunes en el Perú de acuerdo a la intensidad sísmica (Eje horizontal) y el grado de daños en porcentajes que sufren (Eje vertical).

Comentarios

Casi el 50% de viviendas en el Perú son viviendas de tierra: adobe tradicional o tapial. Las últimas deben prohibirse en el Perú, pues son muy vulnerables frente a sismos y es muy difícil reforzarla. Los tapiales son construidos apisando tierra húmeda en moldes que dan muros de unos 0.80 m de espesor. Las paredes usualmente están muy separadas entre sí y son muy altas, lo que incrementa su vulnerabilidad frente a sismos.

Al secarse los tapiales se forman grietas profundas en todos los muros. Las grietas verticales cerca en esquinas forman líneas de debilidad que es por donde se rajan en caso de sismos, aún con intensidades tan bajas como V a VI MMI.

El adobe tradicional mejorado por SENCICO, la PUCP y la UNI han resistido sismos moderados. Si se construyen sobre suelos secos, compactos y planos, como en el pequeño sector con peligro bajo como en Tambo de Mora, el riesgo resultante es bajo.

VIVIENDAS DE TIERRA VULNERABLES SÍSMICAMENTE



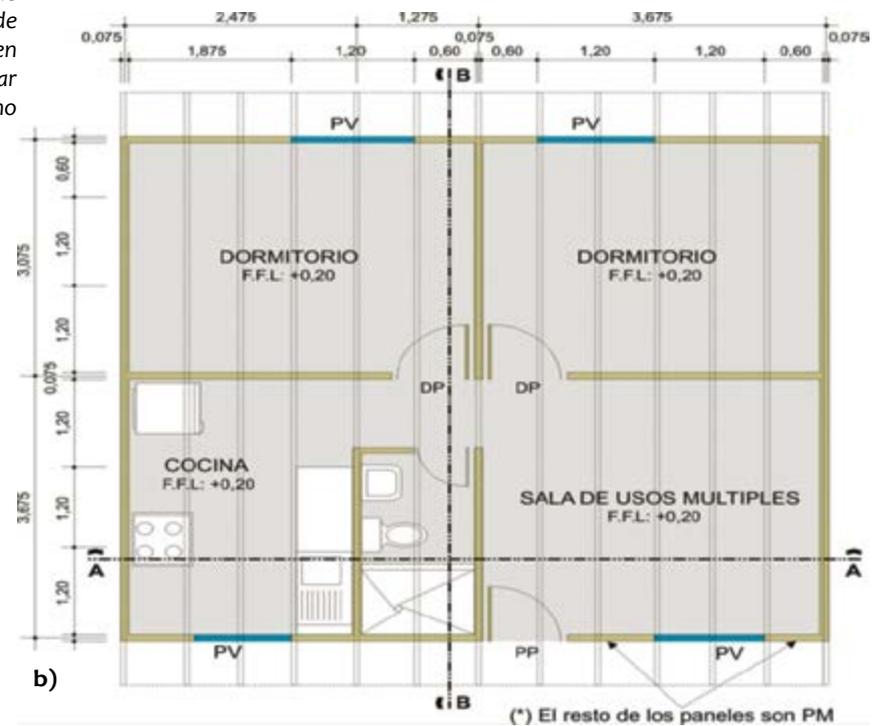
F-4.03. Viviendas de adobe en la Cordillera Negra, dañadas por el sismo de Ancash de 1963 con intensidad VI MMI, que presagiaba el gran desastre del terremoto de Ancash de 1970, que ocurriría 7 años después.

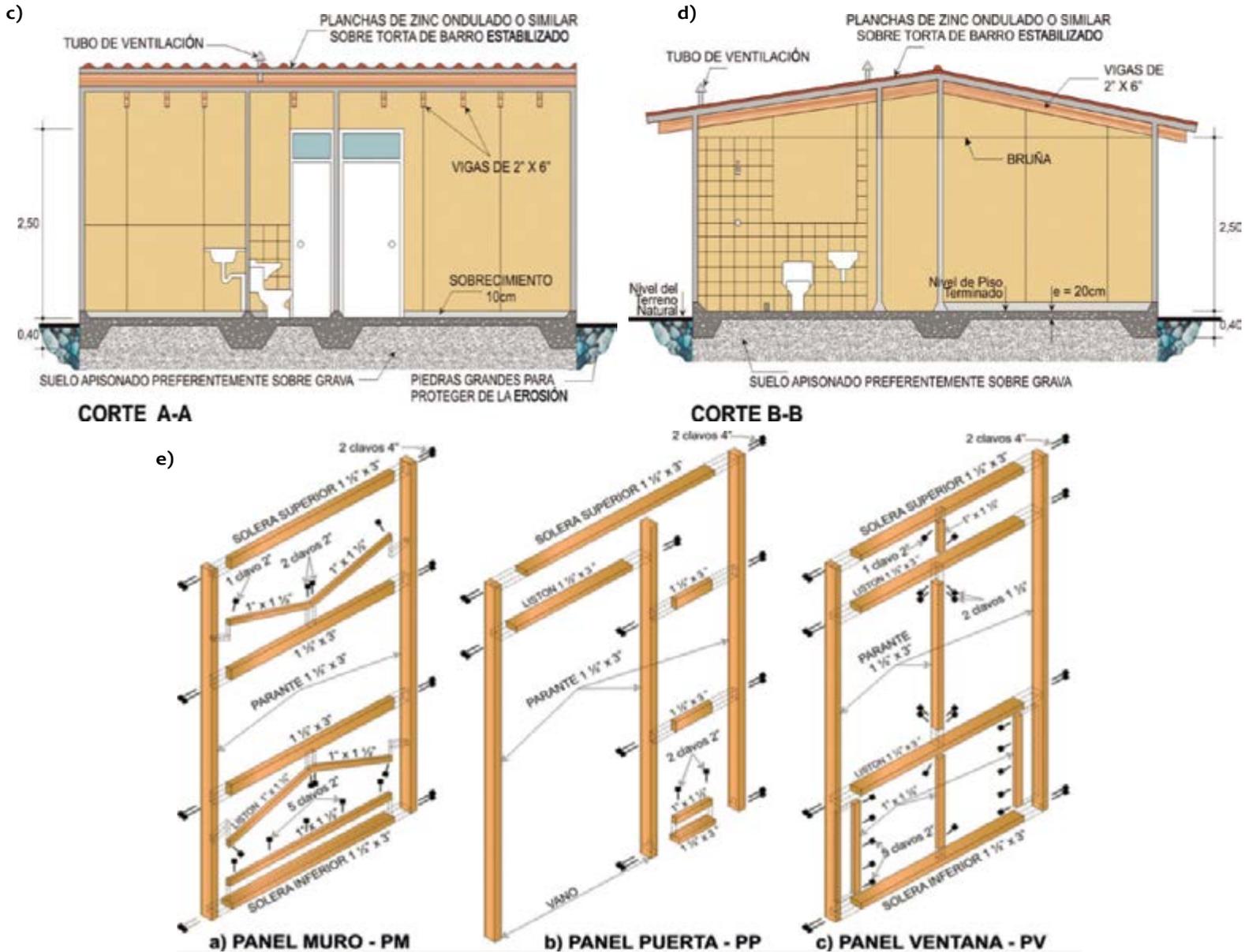




F-4.04. Impresionante casa de tapial una vez tarrajada.
 a) Son construidas compactando suelo húmedo. Al secarse forman grietas que las debilitan aún más, sobre todo las que se forman cerca a las esquinas, por donde inician su colapso. Estas trampas mortales, causante de la mayoría de las 40,000 víctimas de los 67,000 que causó el terremoto de Ancash de 1970. Así como también, las miles de víctimas mortales, en la veintena de terremotos ocurridos en el Perú en los últimos 100 años (Ver Anexo I). El tapial es adecuado para separar terrenos de pastoreo de ganado, pero no para vivir, por su altísimo riesgo.

QUINCHA MODULAR PREFABRICADA





F-4.05. Quincha Modular Prefabricada.

a) Casa modelo construida en ININVI, antecesora de SENCICO, en la Carretera Panamericana Norte.

b) Planta de la casa modelo,

c) y d) Cortes longitudinal y transversal, incluyendo cimentación.

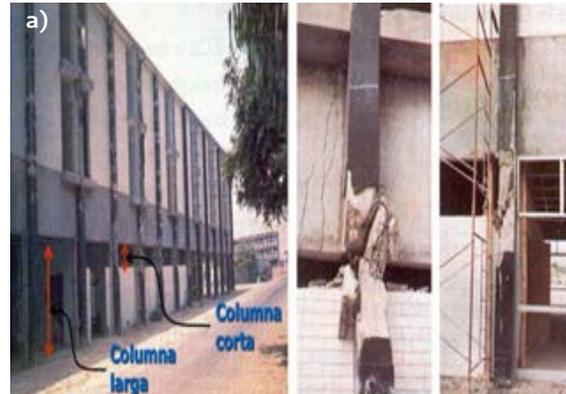
e) Paneles básicos a' Panel muro b' Panel puerta y c' Panel ventana, dimensionados listos para ser prefabricados.

En la ceja de selva y cerca de algunos ríos de la costa, donde crece caña brava, se pueden construir viviendas de **quincha modular prefabricada**. En la ceja de selva por su abundancia, incluyendo madera, fácilmente puede ser industrializada, utilizando modernos conceptos de modulación y prefabricación, en serie obteniéndose viviendas a costos muy económicos. Es también adecuado para la reconstrucción de viviendas, después de un desastre, cerca de los lugares donde abunda la caña brava, que es muy resistente a la tracción y al ataque de insectos y difícilmente se pican como el carrizo.

El carrizo que es hueco internamente, es débil y se pica rápidamente, no debe usarse en viviendas con largos ciclos de vida. Los segundos pisos en las casas del centro de Lima son de madera y caña brava, y hasta ahora son habitados después de más de un siglo. El estado de la caña brava, aún se considera aceptable, en gran número de casos.

Las modernas normas sismorresistentes dan seguridad contra terremotos incluyendo la Norma NTE 0.30 de 1997, modificada ligeramente en 2003 y 2006. La última es la vigente en la actualidad en el Perú. Ningún local escolar diseñado con la Norma NTE 0.30

de 1997 sufrió daños en los sismos de Arequipa de 2001, ni el sismo de Ica de 2007. **F-4.06 a, b y c**, lo que indica avances en la Ingeniería Sísmica en el Perú.



F-4.06

a) Daños por defecto estructural de columna corta, Muy común en el Perú también en los EE.UU. y Japón hasta hace unos 25 años. En la foto daños en un pabellón de aulas dañada en el terremoto de 1974.

b) Colegio en San José de los Molinos, Ica. La de la izquierda fallo por columna corta. La de la derecha sin daños. Diseñado con la Norma sismorresistente NTE 0.30/97-03.

c) Centro educativo modelo peruano. Sin daños en los terremotos de 2001 y 2007.

Este trabajo se focaliza en el desarrollo y aplicación de viviendas de interés social de albañilería confinada, método constructivo desarrollado en el Perú. El método de Albañilería Confinada fue empleado en la reconstrucción de viviendas de albañilería y en el diseño de nuevas casas, después del terremoto de Pakistán de 2005 (Comunicación personal en Kobe, Japón en 2001 del Dr. Charles Scawthorn, ex profesor e investigador en Ingeniería Sísmica de la UC en Berkeley, EE.UU. y de la Universidad de Kioto, Japón).

En Ica, Pisco y Cañete, viviendas diseñadas y construidas por el método Albañilería Confinada han resistido de manera muy satisfactoria el terremoto de la Región Ica de 2007. Se recomienda su uso en todo el territorio peruano, dándole amplia difusión mediante proyectos de capacitación. Sin embargo la prioridad por ahora, en su aplicación es en los AA.HH. que rodean Lima.

4.3. DESARROLLO DEL MÉTODO CONSTRUCTIVO ALBAÑILERÍA CONFINADA. CH-70.

a). Su aplicación en 2,500 viviendas dañadas en Chimbote en el sismo de An-cash de 1970.

En Japón, en los años 1960 se conside-

raba que los muros rígidos de concreto armado incrementaba considerablemente la resistencia sísmica de los edificios; criterio que hasta ahora es válido. Inspirado en ello se utilizaron pequeños muros de concreto armado de 0.40 a 0.60 m. de longitud que aumentaron notablemente la resistencia sísmica de las viviendas de albañilería, en su dirección débil, flexible, paralela a la fachada.

En Chimbote las casas de ladrillo y que tenían baja densidad de muros y no tenían columnas de concreto armado de refuerzo, fallaron. Sobre estas bases, lo observado en el campo en Chimbote, el criterio de densidad de muros y la utilización de pequeños muros de concreto armado, que el autor tuvo acceso en el Instituto Internacional de Sismología e Ingeniería Sísmica (IISEE), para entonces ubicado en Tokio, ahora en Tsukuba, del Ministerio de Construcción del Japón, fueron las bases conceptuales para el desarrollo del ahora denominado **Albañilería Confinada**.

Se desarrolló así, el método constructivo Albañilería Confinada CH-70, en la ciudad de Chimbote después del terremoto de 1970. En reconocimiento a la gran voluntad de las familias chimbotanas de sobreponerse al desastre,

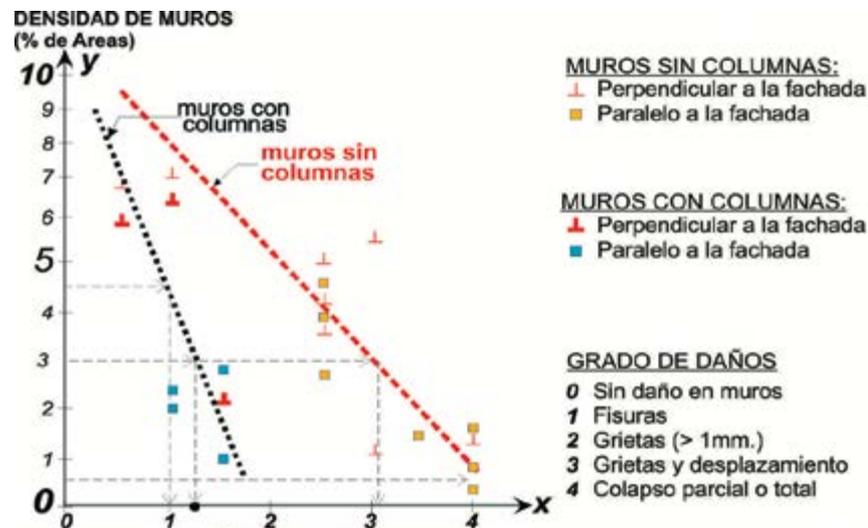
y al gran esfuerzo que hizo cada familia para reconstruir sus casas, al método se le ha denominado Chimbote año 1970. En corto CH-70.

Después de haber estudiado en detalle las primeras 100 casas del Proyecto de Reparación y Reforzamiento de Viviendas de Albañilería (**PRRVA**), las que sufrieron daños en diversos grados, las que colapsaron y las que no sufrieron daño, las conclusiones fueron:

- Las columnas de concreto armado (CA), cuando están convenientemente ubicadas dentro de las viviendas de ladrillo, incrementan considerablemente su resistencia sísmica. En cambio, las que carecen de ellas, son muy vulnerables sísmicamente y fallan fácilmente. Por ello, en el proceso de investigación de las viviendas, al procesar los datos de las casas, se agruparon separadamente en casas **sin columnas y con columnas**, como se muestra en la **F-4.07**.
- Se verificó que existía una correlación directa entre la densidad de muros y grado de daños. Por ejemplo, en las casas típicas de aquellos años, construidas sobre

terrenos de 8 m x 20 m. dando lotes de 160m². En la **F-4.08**, la densidad de muros resultó muy baja en la dirección paralela a la fachada; lo que causó severos daños en los pocos muros que existían en esa dirección, incluyendo la fachada principal y posterior de las casas.

- Los resultados se llevaron a un gráfico, donde en el eje vertical (Eje Y) se da la densidad de muros, en porcentaje de áreas; que resulta de dividir el área de los muros resistentes en la dirección “Y” entre el área construida por encima del nivel considerado. En el eje X, el rango considerado es de 0.3 a 10%, que cubre todos los casos investigados.



F-4.07. Relación de daños y densidad de muros, con columnas de CR y sin ellas.

En el eje horizontal (Eje X) se considera el grado de daños, desde 0 (cero sin daños) hasta grado 4 (colapsó total o parcial). Ello se inspiró en la escala de intensidades sísmicas MSK, la escala aplicada en Europa en aquellos años; porque era la que mejor describía los daños observados en construcciones de albañilería en Chimbote.

Las marcas delgadas en **F-4.07** corresponden a viviendas **sin columnas** y se puede apreciar que se alinean a lo largo de la línea de elementos roja y las marcas gruesas corresponden a las viviendas **con columnas**, que se alinean también a lo largo de la línea de elementos azul.

Se considera que la dispersión que se observa de ambos casos, se da porque no se tuvieron en cuenta la calidad de los materiales, ni el tipo de suelos sobre los que estaban construidos, que indudablemente influyen en el grado de daños. Sin embargo, es de considerar que los parámetros que más influyen en el grado de daños son: la densidad de muros y la existencia o no de columnas de concreto armado de refuerzo.

Así la figura **F-4.07** se convierte en una herramienta práctica de fácil aplicación y de gran utilidad para, de manera sencilla, estimar la calidad sismorresistente de viviendas de albañilería.

En muchos casos, cada punto en el gráfico representa un grupo de viviendas construidas con el mismo proyecto. Por ejemplo, unas 60 casas en lotes de 8m x 20 m de servidores del Banco de la Nación, donde cada una de ellas, tuvieron fallas muy parecidas.

Al proseguir con el PRRVA, se verificó que el gráfico era válido, pues después del análisis de las nuevas viviendas seguras, se tuvieron más puntos que se alinearon cercanamente a las dos diagonales del gráfico, según tuvieran columnas o no.

Ejemplo: Cálculo de densidad de muros en una casa típica en Chimbote



F-4.08. Cálculo de la densidad de muros de una casa típica en lote de 8 x 20 = 160m²

Cálculo de Densidad de Muros 1er Piso

dm = Densidad de muros

dm = $\frac{\text{Suma de área de muros en la dirección considerada}}{\text{Área techada por encima del nivel en estudio}}$

En la dirección "X"

$$dm_x = \frac{(3.70 \text{ m} + 2.45) \text{ m} \times 0.15 \text{ m}}{2 \times 11.40 \text{ m} \times 8.00 \text{ m}} = \frac{0.923}{182.4} ; \text{ en porcentaje } \frac{0.923 \times 100}{182.4} = 0.50\%$$

En la dirección "Y"

$$dm_y = \frac{(11.40 + 9.40 + 11.40) \text{ m} \times 0.25 \text{ m}}{2 \times 11.40 \text{ m} \times 8.00 \text{ m}} = \frac{8.05}{182.4} ; \text{ en porcentaje } \frac{8.05 \times 100}{182.4} = 4.4\%$$

(Note que no se ha descontado el área del patio del área construida, porque 2.0x2.45=4.9m² no influye significativamente en 91.20m², de área techada).

Del gráfico F-4.07 de la diagonal sin columnas con 0.50: Daño en el nivel mayor que 4.0, colapso parcial, como realmente ocurrió.

En la F-4.07, para el caso de muros sin columnas y densidad de muros de 4.4%, el grado de daños es 2.35, grietas y pequeño desplazamiento.

Si se agrega columnas en lugares y distancias adecuadas y vigas de amarre, fuertemente conectadas en sus uniones con las columnas el daño se reduce a grado 1, resultando fisuras, en cuyo caso basta con pintar la casa y las fisuras desaparecen, hasta un nuevo terremoto que puede ocurrir varias décadas después. Más adelante se incluye un ejemplo completo de un PRRVA.

b). ¿Por qué los daños fueron más severos en el primer piso que en el segundo?

Porque los muros del primer piso soportan tanto el peso de su techo, como el peso del techo del 2do. piso

cuando el sismo mueve el suelo horizontalmente en su sentido, por ejemplo, en la F-4.09a, de derecha a izquierda, las fuerzas de inercia del 2do. Piso (F_2) y la fuerza de inercia del 1er. Piso (F_1), reaccionan en sentido contrario, como se observa en la F-4.09b, la cortante sísmica horizontal, en el primer piso, es casi el doble que la cortante del 2do. piso, pues es la suma de ambas fuerzas.

Ello explica por qué los mayores daños se produjeron en las paredes del 1er piso del Hospital Regional de Chimbote (F-4.10), así como también en uno de los modelos de casas de los servidores del Banco de la Nación en Chimbote. F-4.11. En el último caso, note que la casa es muy flexible en el 1er piso y se desplazó mucho en la dirección paralela a las fachadas.



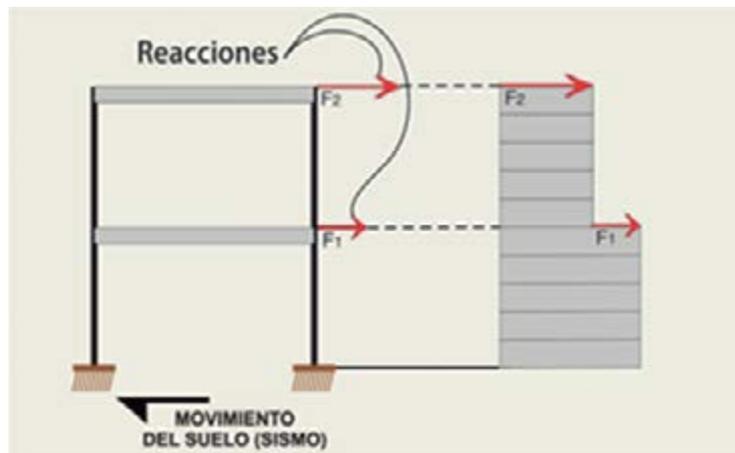
F-4.10. Hospital Regional de Chimbote. Daños muy severos en el 1er Piso.

Como la escalera que es un elemento muy rígido, en su 1er tramo, perforó el muro de la izquierda.

El corte sísmico horizontal es casi el doble en el primer entrepiso que en el segundo. Las consecuencias fueron que los muros del primer piso se fracturaron y cayeron y que no se produjeron daños en el 2do. piso, como se observa en las F-4.10 y F-4.11a.

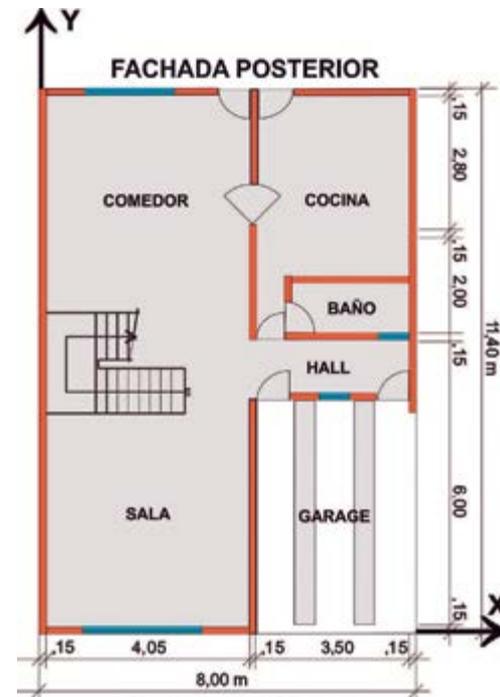


F-4.11a. Vivienda de albañilería, Chimbote Sur. 31.May.1970. Defectos: no tiene columnas de concreto armado de refuerzo. Poca rigidez (muy flexible) y escasa resistencia en la dirección paralela a las fachadas. Las fachadas principal y posterior colapsaron. La escalera que es rígida, perforó el muro lateral izquierda



F-4.09a. Efecto Sísmico en una vivienda de dos pisos.

F-4.09b. Corte sísmico horizontal.



F-4.11b. Planta del 1er piso. Se observan los defectos estructurales señalados.

c). Ejemplo Ilustrativo de un Proyecto de Reparación y Reforzamiento en Chimbote

La (F-4.12a) muestra la planta de una vivienda, cuya fachada dañada se presentó en la (F-4.01) la vivienda de la izquierda. Nótese que sólo tiene columnas en las 4 esquinas de la casa.

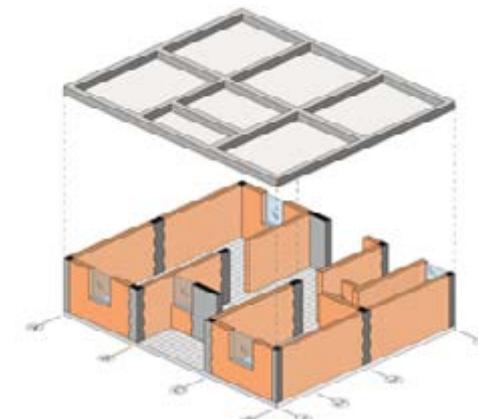
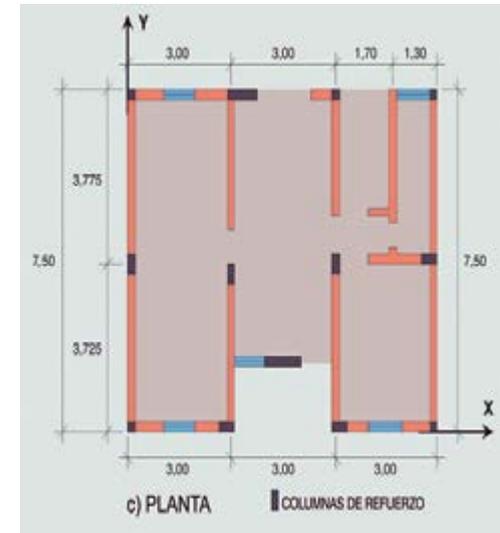
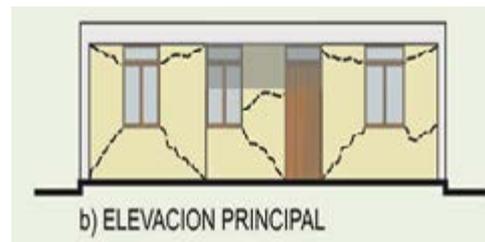
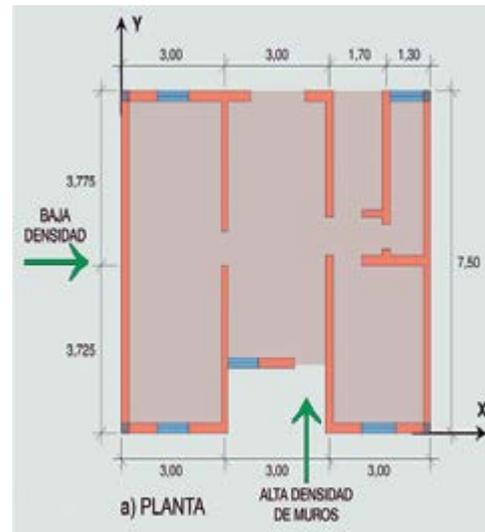
En (F-4.12b), se muestra la fachada principal de la casa, donde se observan grietas producidas por tracción y compresión diagonal. Los muros que sufrieron grietas y desplazamiento fueron reemplazados por nuevos muros.

En la (F-4.12c), se muestra la planta con las columnas de concreto armado que se han agregado. Note que todos los muros son de 0.15 m, de espesor. Para que las columnas (0.25 m x 0.15 m) no sobresalgan de los muros, por razones estéticas, respetando el diseño arquitectónico, que en este caso fue posible estructuralmente, algunas de ellas se han colocado perpendiculares a la fachada tres columnas centrales.

En los otros casos se han agregado con la mayor dimensión de 0.25 m paralela a la fachada, para incrementar la resistencia al corte en esa dirección.

Observe además que se han adicionado dos pequeños muros de concreto paralelo a las fachadas, en la dirección con menor densidad de muros.

Este ejemplo muestra como al agregar columnas y vigas de concreto armado conformando un sistema espacial continuo, con elementos de concreto firmemente conectados entre sí, reduce sustancialmente la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de albañilería.



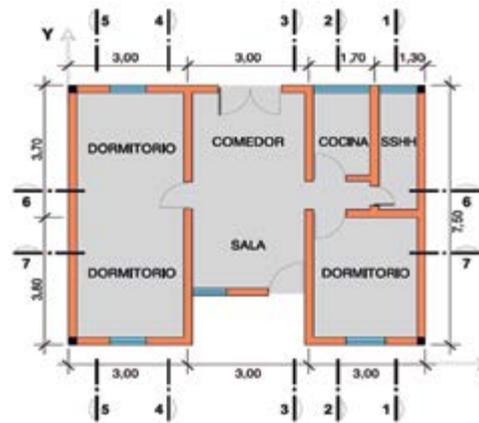
F-4.12. Proyecto típico del reforzamiento de una vivienda en Chimbote.
a) Planta sin reforzar con sólo 4 columnas originales en las esquinas de la casa.
b) Falla de la fachada por tracción y compresión diagonal.
c) Planta reforzada
d) Visión tridimensional de las columnas y muros de concreto agregados y el sistema de vigas invertidas colocadas en el techo.

d) Reforzamiento y Reparación de las Paredes Dañadas de una Casa de Ladrillos

Se trata ahora de reparar las paredes dañadas de la misma casa cuyo proceso de reforzamiento se caba de mostrar.

En la (F-4.13) se presenta la planta original sin columnas de refuerzo. Las elevaciones de las dos fachadas, la principal y la posterior y siete cortes de la vivienda verde se presenta en la (F-4.14), que incluye todas las paredes y sus daños, fisuras y grietas en el PRRVA porque, además de agregarles columnas de refuerzo y vigas de amarre, se dieron detalles de reparaciones típicas grietas y fisuras de las paredes.

Fue necesario reemplazar los muros que se rajaron y desplazaron–nivel de daño 3– reconstruyendo primero las paredes; dejando espacio libre para las columnas, luego se picaron los espacios en la cimentación para alojar las canastillas de varillas de acero para las nuevas columnas.



F-4.13. Planta de la casa y ubicación de los cortes mostrados de la F-4.14.



F-4.14. Elevación de las dos fachadas y sus cortes donde se muestran fisuras y grietas. Las fisuras y grietas de los muros en la dirección perpendicular a la fachada cortes 1-1 a 1-5, pueden haberse producido por que el techo tuvo un pequeño desplazamiento horizontal durante el intenso sismo.

Abajo en la cimentación existente se picó en forma de una pirámide trunca, para que las columnas estén bien empotradas en la cimentación. Se colocaron después las varillas de las placas de refuerzo y las armaduras de las vigas invertidas sobre los techos. El vaciado del concreto se hizo en una sola jornada para evitar discontinuidad, desde la cimentación hasta la cara superior de las vigas invertidas.

Se evitó así la discontinuidad en el fondo del techo, pues según la práctica constructiva, el techo se llenó sobre los muros de la casa y la parte superior de las cuatro únicas columnas existentes. Con el nuevo método de llenado de concreto, las vigas invertidas están firmemente empotradas en los muros por la continuidad en el llenado de las nuevas columnas y placas de concreto armado.

Las grietas (más de 1 mm de espesor) fueron cubiertas con mallas metálicas fijadas con grapas y luego tarrajeadas con mezcla de cemento y arena. Las fisuras fueron cubiertas con el pintado de la casa.

Nótese en F-4.14 que los daños son mucho más severos en las fachadas que en los muros perpendiculares a ellas. En los cortes 1-1 a 5-5 las fracturas se presentaron en la parte superior de los muros, y se considera que son la continuación de las fracturas de los ángulos superiores de las fachadas. Se puede interpretar que el techo sufrió un pequeño desplazamiento lateral; pero después de reforzado, con el sistema espacial de columnas de concreto armado y vigas de amarre en el techo y ya no se deslizará con respecto a los muros sobre el que se apoya el techo; porque con el sistema de llena-

do se eliminó la junta de construcción seca entre el fondo del techo y la parte superior de las columnas, pues las columnas se llenaron de una sola vez, sin dicha junta seca de llenado.

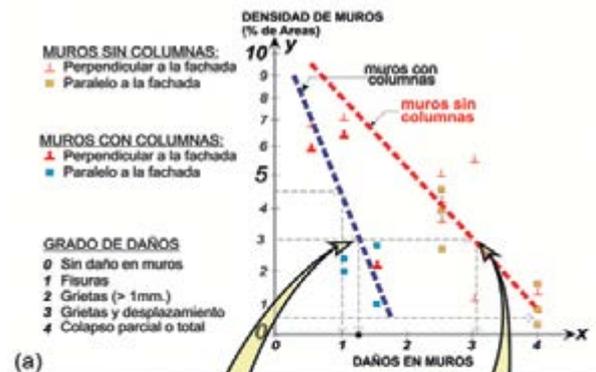
e) Ejemplo Ilustrativo de un Proyecto de Reparación y Reforzamiento en Lima

La residencia de los sacerdotes Jesuitas ubicado en Miraflores, Lima, F-4.15 es de albañilería de ladrillos cocido y carecía totalmente de columnas y vigas de amarre de concreto armado. Fue afectada levemente en el sismo de Lima de 1974; pero los daños sísmicos son acumulativos por lo que se desarrolló su PRRVA.

Se le agregó un sistema espacial de columnas y de vigas invertidas en el techo, picando el espacio para las nuevas columnas en los muros de ladrillo. En la cimentación se picó en forma de una pirámide truncada, para que la columna de refuerzo quede firmemente empotrada a la cimentación existente.

**Proyecto de R y R (PRR)
CHIMBOTE 1970
Aplicación**

Proyecto de Reparación y Reforzamiento de la Residencia de los Padres Jesuitas en Miraflores Lima- Perú.



F-4.15. Note que las columnas de la fachada principal e interiores y las vigas invertidas sobre el techo, forman un sistema espacial firmemente conectados entre sí, y con las nuevas columnas.

Las columnas circulares interiores que rodeaban el jardín interior que eran de ladrillo con las varillas de acero en el centro, como la mecha de una vela de cera. La columna fue rodeada por una canastilla con 6 varillas de acero f 5/8” convirtiéndolas en columnas cuadradas. Las columnas se llenaron en dos etapas; primero la parte inferior y la parte superior fue llenada conjuntamente con las vigas invertidas del techo, para evitar que coincida la junta de llenado en las columna, con el fondo del techo.

La disposición de las varillas de acero en las columnas, vigas y las conexiones de estos elementos, fueron diseñadas de acuerdo a la Norma del ACI (Instituto Americano de Concreto).

Nótese que al agregarle el sistema espacial de columnas y vigas, para una densidad de muros del 3%, el nivel de daños se reducen del nivel 3, grietas y desplazamientos, al nivel 1, fisuras. Si ello ocurriera en un próximo terremoto, que podrá ser varias décadas después de 1974, basta con el pintado de los muros para hacer desaparecer las fisuras.

Vale la pena recordar que la Figura F-4.07 es el producto de haber procesado y sintetizado los datos de 3,500

viviendas estudiadas en detalle en el área de Chimbote, entre setiembre de 1970 y fines de 1974, cuando se concluyó el PRRVA.

El método desarrollado de **Albañilería Confinada** en cerca de 4 años, empezó a difundirse en la Universidad Nacional de Ingeniería a partir del primer semestre de 1975 en el curso Introducción a la Ingeniería Antisísmica en la Facultad de Arquitectura, y en el curso Ingeniería Antisísmica de la Facultad de Ingeniería Civil de la UNI, dictado en aquellos años por el autor.

Luego el método se extendió a nivel nacional protegiendo a cientos de miles de familias a nivel nacional, cuyas viviendas fueron diseñadas y construidas profesionalmente, aplicando lo aprendido en Chimbote, en el gran laboratorio a escala natural, de donde se extrajeron valiosas enseñanzas que felizmente continúa difundándose en aulas universitarias; pero ahora el objetivo principal es proteger a los peruanos con menores recursos, cuyas casas fueron o son construidas informalmente.

Cerca del 70% de las casas que existen y construidas informalmente, se ubican en los asentamientos humanos de las grandes ciudades y en zonas peri-

féricas pobre de ciudades medianas y pequeñas.

4.4. DIFUSIÓN Y APLICACIÓN DE LA ALBAÑILERÍA CONFINADA EN LA REGIÓN ICA. TERREMOTO DE AGOSTO DE 2007

Fue satisfactorio comprobar que en el departamento de Ica ya había llegado el beneficio de la aplicación del método de construcción de viviendas de la Albañilería Confinada CH-70. Como ejemplos se muestran el área residencial de la ciudad de Ica, donde casi todas las viviendas no sufrieron daños. Fueron diseñadas y construidas por arquitectos e ingenieros civiles. La foto (F-4.16a) fue tomada el 25 de agosto de 2007, diez días después del terremoto. Allí la vida transcurría casi normalmente.

En una rápida inspección por las calles aledañas, no se identificó ninguna vivienda visiblemente dañada. En San Vicente de Cañete, el edificio del Instituto Pedagógico Superior (IPS) construido sobre suelo blando, de 2 pisos, de estructura de concreto y relleno con muros de albañilería con adecuada densidad de muros en ambas direcciones no sufrió daño alguno. F-4.16b.



F-4.16. a) Zona residencial de Ica sin daños.
 b) Edificio de Administración del ISP de San Vicente, Cañete.
 c) Vista interior del hostal Evert.
 d) Planta del hostal Evert.

Las F-4.16 c y d muestran respectivamente una vista interior del Hostal Evert en Pisco, donde la intensidad sísmica llegó a VIII MMI, y no sufrió daño alguno, a pesar de que el terreno es angosto en su porción exterior. En lugar de tener un “túnel”, sala-comedor, de las casas habitaciones, se tienen habitaciones de hospedaje con sus muros paralelos a la fachada, que incrementa la densidad de muros en esa dirección usualmente crítica es ese sector.

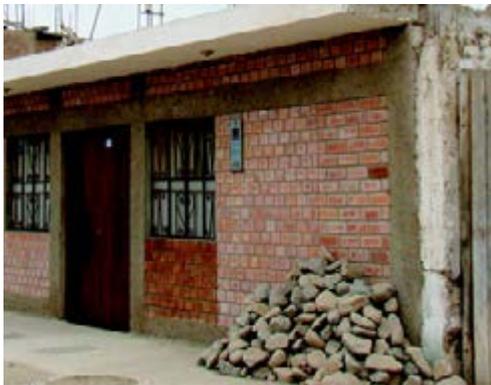
Note en la planta del 1er y 2do piso que columnas de concreto armado están adecuadamente dispuestas y que se trata claramente de albañilería confinada, diseñada y construida por un ingeniero civil pisqueño, felicitaciones.

Importancia de la Capacitación de Maestros de Obras

Cuando se capacitan a maestros de obras con experiencia constructiva, los resultados son expeditivos. Por ejemplo en San Luis de Cañete, el lugar de nacimiento del autor se dictaron dos charlas: En el local municipal y en el centro educativo de primaria. La prueba que entendieron bien lo explicado es que mejoraron las soluciones sugeridas.

Se les dijo que las fachadas de las casas eran vulnerables, pues se debilitan por las aberturas de puertas y ventanas.

En la **F-4.17**, se muestra la fachada de una nueva casa de albañilería construida por un maestro de obras, su propietario. Note las innovaciones introducidas. La fachada tiene cuatro columnas, dos en las esquinas de la casa y dos enmarcando la puerta principal de ingreso. En lugar de tener dinteles fraccionados, le ha colocado una viga corrida, con lo que la fachada resultante es altamente sismorresistente.



F-4.17. Fachada innovada por un maestro de obra, propietario de la casa. Note las dos columnas que enmarcan la puerta, en lugar de dinteles fraccionados, con 0.30 m de apoyo en cada extremo se tiene la viga de amarre continua a lo largo de toda la fachada, ciertamente muy útil en reducir la vulnerabilidad de la casa, si después se le agrega uno o dos pisos más.

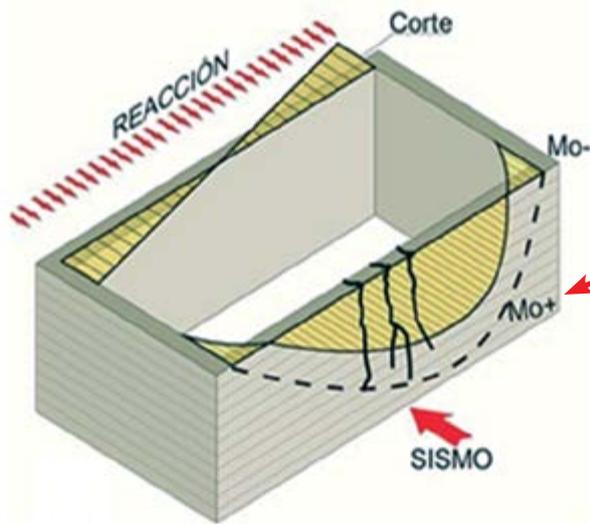
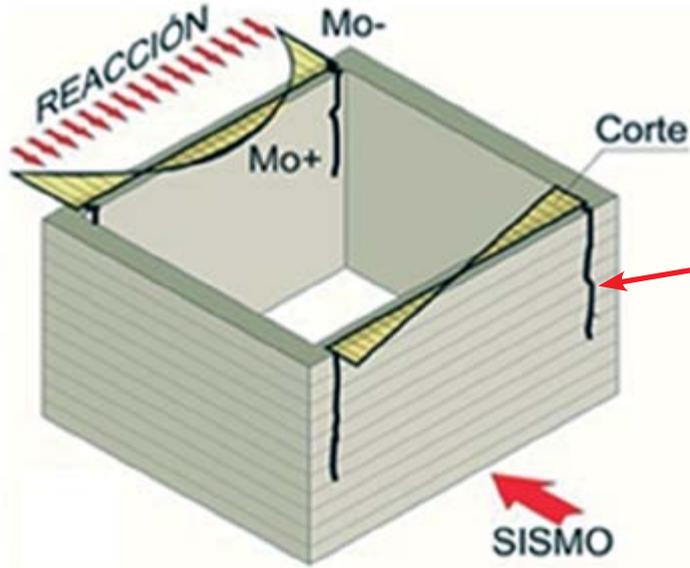
4.5. REFORZAMIENTO DE VIVIENDAS DE ALBAÑILERÍA CON TECHO LIGERO EN LA REGIÓN ICA

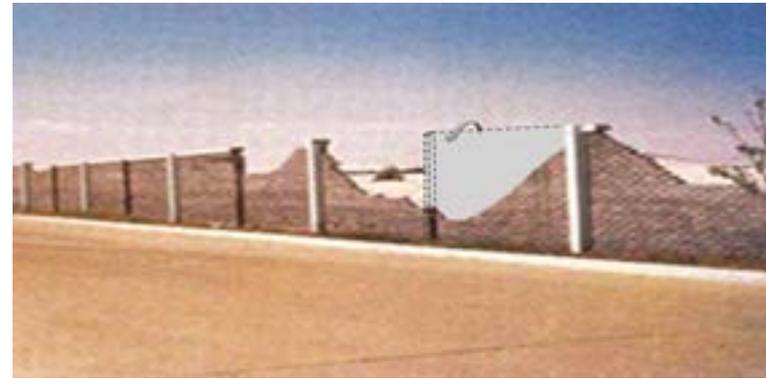
En las zonas periféricas de las ciudades de Ica, Pisco y Chincha del Dpto. de Ica, las viviendas más comunes son construidas con muros de ladrillos y techos livianos flexibles; con vigas de maderas o bambú, y techados con caña brava o carrizo, cubierto con torta de barro. Debido a que falta vigas de amarre en la parte superior de los muros, éstos se comportan como cerros al ser solicitados sísmicamente, fallando igual que ellos, tal como se muestra en (**F-4.18 a** y **c**). Se puede presentar dos casos:

- Cuando la separación de los muros perpendicular es hasta unas 2 veces la altura de la pared. (Por ejemplo, si el muro tiene 2.40 m de altura, la separación de los muros perpendiculares será de $2.4 \times 2 = 4.8$ m o sea unos 5mts.). Si no hay viga de amarre coronando el muro, las fuerzas del momento y de corte horizontal se concentran en las esquinas, tal como se muestra en la (**F-4.18 a**).
- Cuando los muros perpendiculares están muy separados en-

tre sí, los mayores esfuerzos en el muro se producen en su parte central, por esfuerzos de momentos y se generan grietas verticales o el momento de volteo, perpendicular al muro. En la parte superior de la (**F-4.18 b**) se observa una gran grieta en forma de “U” muy abierta al borde del volcamiento, (Sunampe, Chincha, sismo de 2001). La solución que se plantea para reforzar dicho muro es demoler la “U” y volverlo a construir, dejando en el punto medio un espacio para colocarle una columna de concreto armado, además de una viga de amarre encima del muro, Observe que columnas de concreto armado están muy separadas y como en el caso de Sunampe en 2007, se volcó una “U” abierta. En el punto medio existía una pequeña mocheta y junta de construcción. Como está ampliamente comprendido en el terremoto de Chile de 1985 y en varios sismos ocurridos en Perú, las mochetas, ensancha del espesor del muro, reemplazando a columnas de concreto armado no funcionaron.

DAÑOS EN MUROS SIN VIGA COLLAR

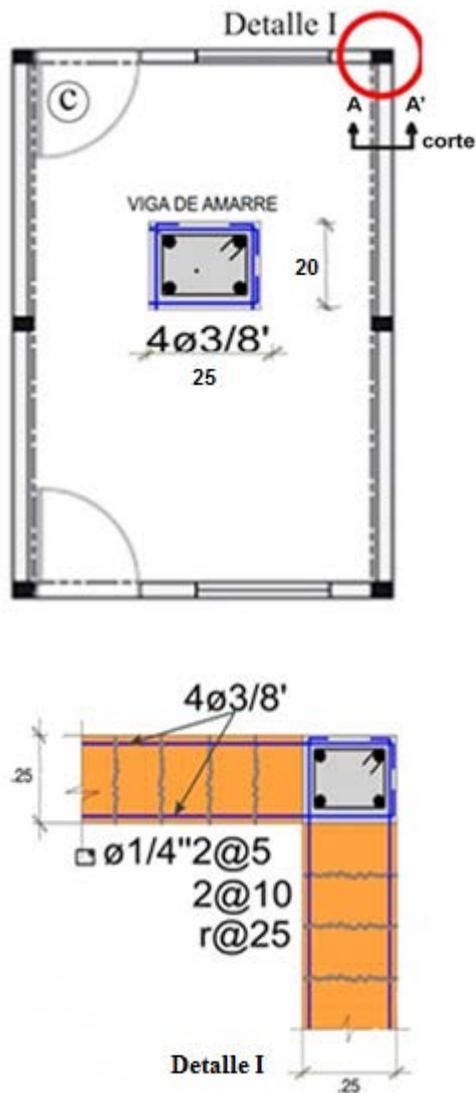




F-4.18. a) Falla cerca a las esquinas de las paredes por esfuerzos de corte y momentos, si los muros están separados menos de unos 5.0 m. Observe en a' la falla en una pared con techo ligero. b) Si los muros están muy separados, la parte central tenderá a volcarse por momentos en forma de "U" muy abierta, que se observa en un cerco en Sunampe, Chincha. La marca central no es columna, sino una mocheta cuya colaboración es nula. Se reforzó reemplazando la mocheta por una columna de concreto armado y una viga de amarre b''. c) Los cercos sin vigas de amarre, tienden a agrietarse de arriba hacia abajo, cerca a las esquinas. La solución obvia es colocarle una viga collar. d) Cerco del Colegio Regional de Chimbote en un paño del muro por un lado una columna de concreto armado y en el otro extremo un pequeño ensanche (mocheta) que no colabora en nada, de tal manera que el triángulo superior izquierdo vibra con la máxima amplitud en su esquina y fallan. Solución adoptada: se reemplazan las mochetas con columnas de concreto armado, colocando una viga de concreto armado. Cada 4.0 m se colocaron doble columna, con una junta de construcción que se cree responderá bien en el próximo terremoto. Note que la viga de amarre no tiene varillas de acero. ¿Diseño defectuoso? o colusión entre contratistas y supervisión.

REFORZAMIENTO DE UNA VIVIENDA CON TECHO LIGERO FLEXIBLE





F-4.19. Vivienda en construcción en un AA.HH. en Ica. Note en (a) que carece de viga de amarre y que el techo será construido utilizando vigas de bambú, (que ya están en obra), que luego será cubierto con caña brava o carrizo, que es un techo flexible, incapaz de confinar el muro por su borde superior, y tiende a fallar. (c) Al propietario se le recomendó colocarle encima de todos los muros una viga collar de 0.25 m de ancho y 0.20 m de altura, con 4 $\varnothing 3/8''$ corte A-A', con sus correspondientes estribos, empalmando las esquinas de acuerdo a lo indicado en el detalle I.

4.6. FALLAS DE CERCOS DE ALBAÑILERÍA Y SUS SOLUCIONES DE REFORZAMIENTO

Las fallas de cercos son muy comunes en caso de sismos intensos y es de alto riesgo; pues amenazan veredas y rutas de evacuación. Además, por su gran longitud en el cercado de terrenos amplios como es el caso del aeropuerto de Pisco, las pérdidas pueden ser significativas y construir un nuevo cerco es costoso. Se muestran fallas de cercos durante el terremoto de Ancash de 1970 y de Ica de 2007 **F-4.20 a y b**, por ser típicos e ilustrativos y se dan soluciones de cómo reforzar cercos vulnerables y cómo diseñar nuevos cercos sismorresistentes.

Las figuras (**F-4.20 a y b**), muestran que las mochetas no han funcionado y los cercos se han volcado, en Pisco el cerco del aeropuerto y en Chincha el cerco de un centro educativo. Una vez más se mostró que la mocheta colabora muy poco.

En la figura (**F-4.21a**) se ilustra una falla típica en cerco exterior de garaje o playa de estacionamiento, sólo con columnas en sus extremos, y como en el caso de la (**F-4.18 d**) ha fallado el triángulo superior del lado sin columna.



a) Cerco del aeropuerto de Pisco 15 ago. 2007



b) Cerco de un centro educativo en Sunampe Chincha 15 ago. 2007

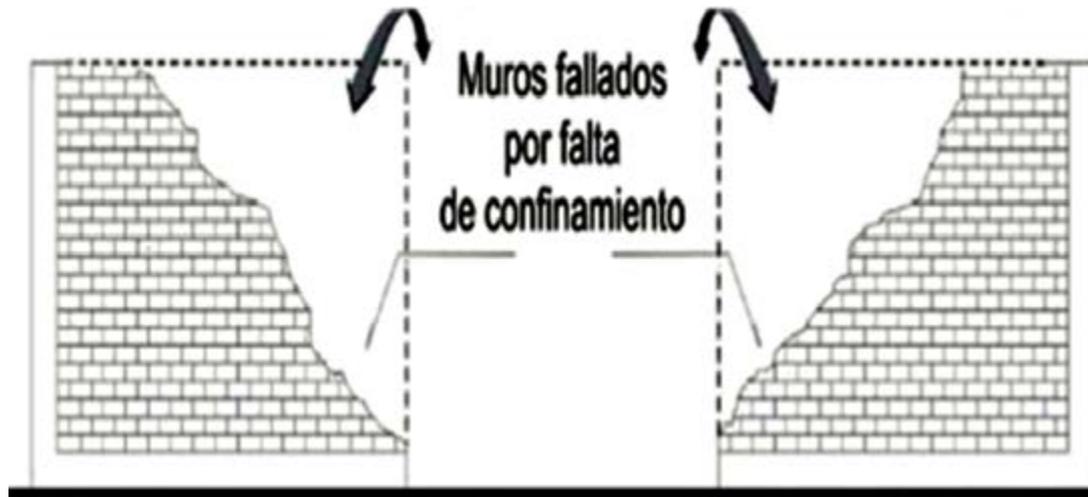
El reforzamiento o reparación consiste en agregar columnas como marco de la puerta y una viga confinante, firmemente conectadas entre sí.

En la (F-4.21b) se muestra como reforzar el cerco de fachada de un garaje en que se ha reemplazado el trayecto que se volcó por un nuevo muro; se han agregado dos columnas con sus respectivas vigas de amarre, de tal manera que el cerco de entrada de garaje se convirtió en albañilería confinada.

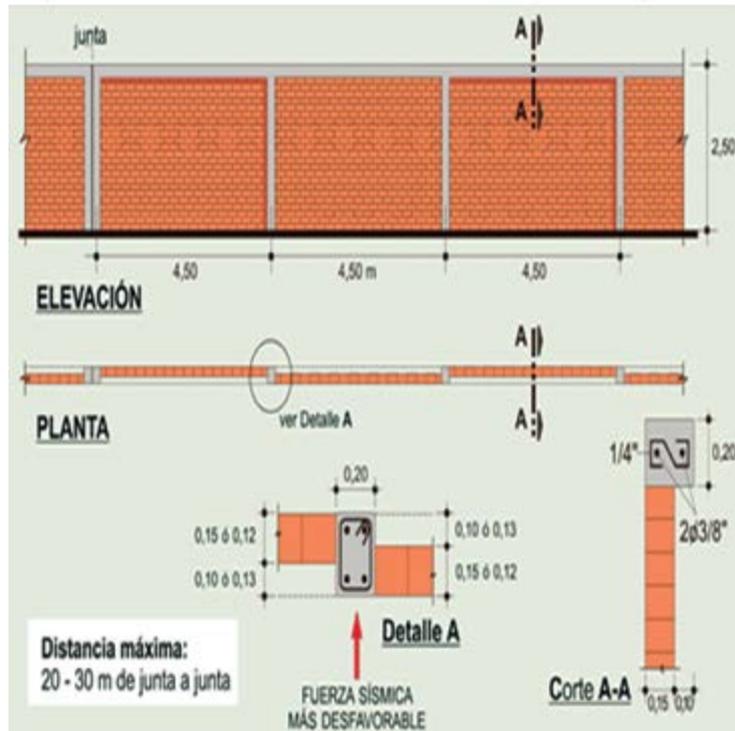
En la figura (F-4.21c) obtenida del libro Reducción de Desastres, por el autor (2002) pp. 152-153. En la F-4.21 d) un muro de contención en Pisco, construido según modelo de la referencia, que soportó el sismo del 2007 de intensidad VIII MMI.



b) Las nuevas columnas deben quedar bien empotradas en la cimentación y, en la parte superior, las varillas de acero bien conectadas con las varillas de la viga. Los muros y vigas deben conectarse adecuadamente con las varillas de la columna existente.



a) Falla típica en las puertas de garajes y su reforzamiento. Nótese que la falla es similar a la presentada en la F-4.18d en Chimbote 1970



c) El gráfico muestra la recomendación técnica para el reforzamiento de cercos. Constituye una buena alternativa para construir un cerco seguro y económico.

4.7. LECCIONES APRENDIDAS SOBRE ALBAÑILERÍA CONFINADA 1970-2015

- El terremoto de Ancash de 1970 dejó dolorosos recuerdos. Las viviendas de tapial, adobe y albañilería no reforzada son muy vulnerables (V) y son responsables de haber causado la muerte de miles de personas cuando estuvieron construidas en suelos blandos que amplificaron desproporcionalmente la intensidad sísmica. Es necesario tomar medidas correctivas, tomando decisiones acertadas por altos funcionarios del gobierno, y de la actividad privada como CAPECO, gobernadores regionales, alcaldes, profesionales dedicados a la industria de la construcción, así como maestros de obras, a quienes está dirigido este Manual.
- Cuando están construidas sobre suelo blando muy húmedo o saturado de agua (como en Huaraz) o sobre arena eólica de pocos metros de espesor sobre roca o suelo muy firme (como en San Pedro, Chimbote) o, arena fina y limo saturado de agua como en Tambo de Mora, las ondas sísmicas sufren grandes amplifica-

d) Muro construido según modelo de la referencia. No falló en Pisco, 2007, con intensidad VIII MMI.



ciones u ocurrieron licuación de suelos, el peligro sísmico es alto/muy alto (P). Por consiguiente, el riesgo (R) resultante fue muy alto y se produjo el 100% de destrucción de viviendas. En Huaraz en el terremoto de 1970, causó la muerte de 9,000 personas.

- En el Dpto. de Ancash, bajo los escombros de sus propias viviendas de adobe y tapial, y unas pocas casas de ladrillo sin reforzar, fallecieron más de 40,000 personas y las víctimas que causó el alud desprendido del pico norte del Huascarán enterrando a Yungay y Ranrahírca, otros poblados aguas abajo del río y los deslizamientos en diversos lugares, un número de 27,000 víctimas mortales, se tuvo un total de 67,000 víctimas. Resultado: fue el evento más mortífero en las Américas del Siglo XX. En este sentido hay una deuda de la sociedad con los peruanos con menores recursos socioeconómico y en conocimientos que residen en viviendas de adobe y tapial, sobre suelo blando y muy húmedo. Sismos de gran magnitud aún con epicentros distantes pueden causar en ellos decenas de miles de víctimas. Sí el terre-

moto de la región Ica, del 15 de agosto del 2007, cuando colapsaron más de 50,000 viviendas según INDECI, hubiera ocurrido no a las 6:45 pm cuando todos estaban despiertos y las puertas abiertas pudiendo evacuar sus casas en pocos segundos, sino entre las 11:00 pm y 5:00 am, las víctimas mortales hubieran sido decenas de miles y nuevamente en el siglo XXI, hubiéramos tenido una dolorosa e indeseable notoriedad internacional.

- El sistema constructivo de albañilería confinada, ha demostrado ser eficiente en tomar cargas sísmicas, es económico y fácil de construir. Es una herramienta útil y práctica que es necesario difundir intensa y agresivamente. En esta ocasión el MVCS lidera la campaña difundiendo este Manual.
- En Ica, Pisco y Chíncha se encontró con satisfacción que las viviendas diseñadas y construidas profesionalmente, aplicando el método albañilería confinada, dieron muy buenos resultados, pues no sufrieron daños. Pero en los asentamientos humanos las casas de baja densidad de

muros y sin columnas de refuerzo, sufrieron nuevamente severos daños, con tipo de fallas muy similares a los de Chimbote en 1970.

- En los alrededores de Ica, Pisco y Chíncha se encontró un tipo de vivienda muy común, muros de albañilería y techos ligeros conformados por vigas de bambú o troncos cortados de madera, techos de caña brava o carrizo y cobertura de barro. El defecto es que carecen de viga de amarre y se comportan sísmicamente como cercos sin vigas. La solución sencilla y práctica es colocar las vigas collar en el borde superior de los muros que se ha ilustrado con gráficos y fotografías en este capítulo, para su fácil comprensión y aplicación.

CAPITULO 5





**CONCLUSIONES, Y
RECOMENDACIONES GENERALES Y
SUGERENCIAS PARA LA
APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE
ESTADO 32^{da}.**



CONCLUSIONES, Y RECOMENDACIONES GENERALES Y SUGERENCIAS PARA LA APLICACIÓN DE LA POLÍTICA DE ESTADO 32^{da}.

Este Manual tiene como objetivo principal reducir sustancialmente el riesgo al que están expuestos los peruanos con menores recursos socioeconómicos y de conocimiento, que viven o residen en viviendas con alto riesgo para sus vidas e integridad física, frente a los fenómenos naturales intensos y de origen antrópico.

La estrategia para lograr dicho objetivo es integral y está, fundamentalmente, respaldada por la Política de Estado 32da Gestión del Riesgo de Desastres (GRD), aprobada en Palacio de Gobierno el 17 de diciembre de 2010, por acuerdo unánime de los representantes de las entidades públicas y organizaciones privadas más importantes del país, dentro del marco del Acuerdo Nacional.

Sobre la base de la mencionada Política de Estado, en el año 2011 se promulgó la Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, SINAGERD y, poco después, mediante Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, se aprobó su corres-

pondiente Reglamento. En ambos dispositivos legales las estipulaciones correspondientes a la Gestión del Riesgo de Desastres disponen que se de **aplicación y cumplimiento obligatorio para todas las entidades y empresas públicas de todos los niveles de gobierno, así como para el sector privado y la ciudadanía en general.**

Por otra parte, el 1° de noviembre de 2012, el Decreto Supremo PCM N° 111-2012, hace obligatorio el cumplimiento de la Política de Estado 32da, por las autoridades del Gobierno Central y los gobiernos regionales y locales.

Este Manual se pone a disposición de los peruanos como parte de la contribución del Gobierno Central al mejoramiento de la calidad de vida de nuestra población principalmente de base. En este sentido, dos gobiernos sucesivos, actuando coherentemente –tal como acaba de resaltarse– concatenaron plausibles esfuerzos para reducir el riesgo en el que viven los peruanos más pobres. El presente Manual está dirigido especialmente a las autoridades de los gobiernos regionales y locales, para facilitarles el cumplimiento de los mandatos incluidos en los documentos que acaban de mencionarse – que por ley son de su responsabilidad directa– y también aporta sugerencias útiles para los asesores más cer-

canos de dichas autoridades, a fin de que puedan proporcionar a sus jefes o directivos la orientación necesaria para el cumplimiento de los mandatos mencionados que les competen.

Un importante ejemplo al respecto está referido al desarrollo de ciudades seguras, mediante la expansión y densificación de la población de acuerdo con los sectores que los respectivos mapas de peligros múltiples indican muy claramente, con grado de peligro bajo o medio.

El Programa Ciudades Sostenibles (PCS) INDECI/PNUD ha desarrollado, entre 1998 y 2015, los mapas de peligros multiamenaza de 175 capitales provinciales y distritales, listadas en la Tabla 3.01 de este Manual. A fines de los 90, el autor propuso, al entonces presidente del Consejo de Ministros y Jefe de la Comisión de Reconstrucción por El Niño, CEREN, que la reconstrucción de las ciudades del noreste del Perú afectadas por El Niño 1997-98, debía realizarse sobre la base de los mapas de peligros multiamenaza.

El argumento que convenció al primer ministro y autoridades locales fue que los mapas de inundaciones de las ciudades afectadas en 1997-98 eran prácticamente “copias a carbón” de

los respectivos mapas de los daños causados por El Niño 1982-83.

A inicios del 2001, el PCS-1E fue transferido del CEREN al INDECI. Como el Escenario Sísmico Regional del Sureste del Perú, desarrollado dentro del marco del Programa Mitigación de Desastres en el Perú 1992-95 por el Departamento de Asuntos Humanitarios de las NN.UU., con sede en Ginebra (DHA/Geneva), e INDECI, coincidió bastante bien con los reales efectos del terremoto de Arequipa de 2001, el jefe del INDECI decidió expandir el PCS a nivel nacional.

Después de 1998 hasta inicios de 2016, la PCM ha otorgado financiamiento de manera continua al PCS y el PNUD/Perú, no habiendo dejado de prestar constante apoyo al programa, por lo que el autor, en su calidad de especialista permanentemente preocupado por la gestión del riesgo de desastres, expresa su gratitud personal.

El PCS ha recibido significativos reconocimientos nacionales e internacionales. Los más importantes son los siguientes: Premio 2006, Ciudadanos al Día-CAD, Buenas Prácticas Gubernamentales en la Categoría Sistemas de Gestión Interna, otorgado al INDECI, por la planificación y ejecución del

Programa Ciudades Sostenibles – Primera Etapa (PCS-1E). Igualmente, primer puesto en el concurso convocado por la Plataforma Regional para la Reducción del Riesgo en Las Américas, certamen en el cual el comité de selección y calificación estuvo conformado por delegaciones de la OEA, PNUD, UNHABITAT, Banco Mundial y UNISDR. Entre 81 proyectos referidos a las experiencias más significativas presentadas por los países de las Américas, el PCS del INDECI/PNUD Perú recibió el primer puesto.

Los diversos datos e informaciones sobre el plan del uso del suelo para la reducción de desastres y los perfiles de las obras de mitigación de desastres, fueron progresivamente entregados a lo largo de los años a las autoridades locales. Si no los han heredado de administraciones locales anteriores, pueden obtenerlos en la página web del INDECI. El objetivo común de las entidades oficiales y privadas del Perú es priorizar dicho programa a fin de lograr que el año 2021, bicentenario de nuestra independencia, nuestro país cuente con ciudades más seguras, con menores riesgos para sus residentes.

Por su parte, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ahora otorga fondos para proyectos de reducción

efectiva de riesgos. De manera que ya no hay excusas para implementar el PCS INDECI/PNUD a nivel nacional, cuya importancia es definitivamente clara.

El mapa de peligros multiamenaza considera todas las amenazas de origen natural y antrópico, que se ciernen sobre una ciudad en su área ocupada y en sus zonas de expansión, y las divide en sectores con peligros clasificados en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto.

En sectores con peligro bajo pueden construirse viviendas de adobe, verificando cuidadosamente que el suelo sea denso, compacto, seco, casi plano, con pequeñas pendientes, y que las ondas sísmicas sufrirán poca amplificación. Pero no debe permitirse la construcción de viviendas de tapial, por su extrema vulnerabilidad. Además, debe cuidarse que, en los sectores con peligro alto, no se edifiquen viviendas vulnerables, con riesgo muy alto para sus residentes.

Por ejemplo, viviendas construidas con adobe, tapial o albañilería sin reforzar, en las cuales se producirán altas intensidades sísmicas y, por lo tanto, el riesgo para los residentes de esas viviendas será muy alto. En esos

lugares debe intervenir con prioridad. También es necesario impedir que la población siga densificándose hacia sectores con peligro muy alto, como es el caso de la quebrada Carosio en Chosica, al este de Lima, severamente afectada por los huaicos en el verano de 2015.

Los gobiernos regionales deben verificar –bajo responsabilidad– que los subgerentes de Gestión del Riesgo de Desastres o de Defensa Civil de los municipios tengan un nivel técnico adecuado y motivación para aplicar en su ciudad el PCS INDECI/PNUD, así como para la aplicación de la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) en la jurisdicción del municipio.

El Colegio de Ingenieros del Perú, por intermedio de su ex decano nacional y de sus ex decanos departamentales, ha expresado su interés en apoyar técnicamente a los gobiernos regionales y municipales en la aplicación de la GRD y, en especial, en la implementación del PCS INDECI/PNUD. Por diversas razones, el convenio INDECI/CIP no se firmó en el año 2015, estando listo y aprobado por ambas partes. Es necesario que el convenio se firme a la brevedad posible y se aplique pronto a fin de seguir contando con el apoyo del PNUD/Perú.

Aunque el objetivo directo de este Manual es difundir e impulsar las construcciones de viviendas de albañilería confinada, las cuales han demostrado, a nivel global y nacional, que constituyen un sistema de construcción muy eficiente para resistir sismos, además de económico y fácil de construir, se proporcionan, asimismo, en el presente Manual orientaciones generales sobre los tipos de vivienda que se consideran los más adecuados para la población peruana en general y, en especial, para los sectores menos favorecidos de nuestro país.

- Las viviendas de tapial son muy vulnerables y verdaderas trampas mortales, cuando están construidas sobre suelos que amplifican intensamente las ondas sísmicas. El riesgo es muy alto, pues incluso en sismos con epicentros distantes pueden causar víctimas mortales, como ocurrió en Huaraz en el terremoto de Áncash de 1970. Debe prohibirse su construcción en el país.
- Para la construcción de viviendas de adobe se han desarrollado varios métodos dirigidos a su reforzamiento, gracias a las in-

vestigaciones de la PUCP, el CIS-MID de la FIC/UNI y el SENCICO. El SENCICO auspició un proyecto del autor en que el principal reforzamiento está constituido por una viga collar de madera, superpuesta en ambas caras del muro, colocada a la altura de los dinteles de puertas y ventanas. Dio buenos resultados en pruebas dinámicas a escala natural, resistiendo sin mayores daños aceleraciones pico de más de 0.50 g. (donde g = aceleración de la gravedad 9.81 m/seg²)

A pesar de ello, las construcciones de adobe sólo deben ser permitidas en sectores con peligro bajo y, sólo sobre la base de estudios especiales de suelo, en los sectores con peligro medio, pero nunca en sectores con peligro alto; menos aún, en sectores con amenaza natural muy alta.

El método constructivo **Quincha Modular Prefabricada** permite la aplicación de modernos conceptos de modulación, prefabricación y producción masiva, con control de calidad en planta. La planta sólo requiere de equipos modernos y eficientes y de una carpintería, que no es costosa y es fácil de implementar. Se necesita, además, un terreno con espacio sufi-

ciente para el almacenamiento de la materia prima: madera y caña brava, y un almacén para los productos terminados, constituidos por los tres tipos de módulos: módulo puerta, módulo ventana y módulo pared. Debe contarse también con un espacio adecuado que permita un flujo de cortado, armado de marcos de madera y tejidos con caña brava.

Este material prefabricado es muy adecuado para desarrollar viviendas seguras y de bajo costo en la ceja de selva y para programas de reconstrucción después de un terremoto. Se intentó aplicarlo en Lamas, región San Martín, después del terremoto de 2005, pero, por los lentos trámites burocráticos, se frustró la iniciativa.

Los edificios de concreto armado constituyen el tipo de construcción más común en nuestro país para edificios de departamentos. A continuación se incluyen algunos comentarios al respecto.

La estrategia integral para la reducción del riesgo de viviendas en el Perú se basa en que el riesgo depende de la vulnerabilidad de las construcciones y del peligro natural existente en el lugar donde se construyen las viviendas. Recordemos que el riesgo (R), en su

expresión más simple, es $R = \text{Vulnerabilidad (V)} \times \text{Peligro (P)}$.

Hasta la fecha, a nivel global, se le ha dado énfasis a la reducción de la vulnerabilidad de las construcciones, mediante normas sísmicas que han tenido importantes avances a partir de la década de los 80. Los daños estructurales se han reducido sustancialmente a nivel internacional y también en el Perú.

Por ejemplo, la aplicación de la Norma Sismorresistente NTE 0.30, aprobada por el MVCS en 1997, dio como resultado que ningún centro educativo diseñado con esta norma sufriera daños durante el terremoto del suroeste del Perú, en 2001, ni en el terremoto de la región Ica, en 2007.

El daño más común en edificios de concreto armado sigue siendo el defecto estructural de columna corta, tanto a nivel nacional como internacional. Por ejemplo, en el terremoto de Nasca de 1996, y en los terremotos de las Filipinas de 1990 y en Chi-Chi, Taiwán en 1999, cerca del 50% de los daños en edificios de concreto armado fueron por el defecto estructural de columna corta.

En este Manual se le da un énfasis es-

pecial a construir, densificar y expandir las ciudades en los sectores con peligro medio o bajo. Este es un enfoque innovador, pues se le está dando prioridad al factor peligro, cuya importancia ha sido ampliamente corroborada en el Capítulo 3 de este Manual.

Para la aplicación de la reducción del riesgo de desastres en viviendas, se le está otorgando la primera prioridad a los AA.HH. que rodean Lima Metropolitana y; paralelamente, la aplicación se está expandiendo, progresivamente, en el nivel nacional.

De acuerdo con las enseñanzas de los sismos de 1970, 2001 y 2007 en el Perú y en la provincia de Sichuan, China, ocurrido en 2008, se recomienda:

No se debe permitir la construcción de viviendas económicas en los siguientes casos:

- Sobre suelos blandos de grano fino y además húmedos o saturados de agua, como en Villa María Baja, en Chimbote, Huaraz (Región Áncash, 1970); Socabaya (Región Arequipa, 2001) y en la franja costera de Pisco y Tambo de Mora (Región Ica, 2007). En la provincia de Sichuan, China, donde existen ciudades enteras

con suelos con dichas características, las viviendas de albañilería quedaron totalmente destruidas. Beichuan, una ciudad de 180,000 habitantes, cerca de la falla de Longmenshan, rodeada de cerros, con suelos en general finos, cruzada por un río, quedó semidestruida por el terremoto de abril de 2008. Posteriormente, aguas represadas por los derrumbes de dicho terremoto, al romperse las barreras, en setiembre de dicho año, terminaron por destruir esta ciudad. Así fueron también destruidas Yungay y Ranrahirca, en el Perú, en mayo de 1970, cuando fueron arrasadas, en un solo desastre, pero que duró 30 minutos, entre el desprendimiento del alud del pico norte del Huascarán y la desaparición de ambas localidades.

- Beichuán, en China, y Yungay y Ranrahirca, en el Perú, son lugares con peligro muy alto, que no deben utilizarse para fines urbanos, ni ubicar en ellas plantas industriales, pues la pérdida será total.
- Tampoco se debe construir sobre suelos sueltos, sobre pendientes

inestables, como en los casos de San Pedro, en Chimbote (Región Áncash 1970); y de San Francisco, en Moquegua (ESR Arequipa, Moquegua y Tacna, 2001).

- Asimismo, no se deberá edificar sobre suelos rellenados recientemente, como es el caso del Cono Norte de Tacna (ESR, 2001).

Se ha demostrado, mediante el estudio de los desastres ocurridos en el Perú y en China, que no deben utilizarse para fines urbanos, ni para el desarrollo de plantas industriales, los sectores con peligro muy alto, pues es muy grande la probabilidad de numerosas pérdidas de vida y cuantiosos y costosos daños materiales.

En los ejemplos descritos, se indica dónde no se deben construir las viviendas económicas, que son clasificadas con peligro muy alto; así como en aquellos lugares amenazados por tsunamis y licuación generalizada de suelo, y, además, en los sectores amenazados por aludes. En dichos lugares se debe prohibir el desarrollo urbano. Si se edifica en lugares con grado de peligro alto, deberán efectuarse estudios detallados que justifiquen su uso con fines urbanos o industriales. En general, las medidas de mitigación

para reducir el potencial de licuación de suelos son muy costosas, como construir columnas de grava, que fue lo que se hizo en la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) de Los Ángeles, CA., que sufrió severos daños durante el terremoto de San Fernando de 1971.

Los daños fueron sustancialmente menores en el terremoto de Northridge de 1994, pues, a través de las columnas de grava, se disipó la mayor parte de la presión de poro del suelo, que causa la licuación de suelos. La explicación es posible pues los epicentros de ambos sismos estuvieron separados sólo por 24 km y, en ambas ocasiones, la intensidad sísmica en la PTAP de Los Ángeles fue alta.

En el Perú, la licuación de suelos ocurre de manera muy severa, como sucedió en Pisco Playa y Tambo de Mora, en los humedales de la ribera marina, debido a que la presión del agua de mar en el subsuelo, impide el drenaje de agua dulce y se represa. El mejor uso que se le puede dar a estos terrenos es destinarlos a áreas de recreación, como se están implementando en Pisco Playa.

Construir muros de contención en las pendientes inestables de los cerros

cubiertos de arena eólica, como sucede en los AA.HH. que rodean Lima – notoriamente en Villa María del Triunfo–, no solamente es costoso, sino que ello no reduce el peligro de manera significativa. Si la pendiente es pronunciada y la arena es suelta por su origen eólico, allí no deberían desarrollarse viviendas de interés social, porque darles seguridad efectiva es posible, pero a un costo sumamente alto, no compatible con el desarrollo de viviendas de bajo costo.

En los casos de terrenos destinados a ser asignados a familias de bajos recursos económicos, deben ser concedidos, en lo posible, en sectores con peligro bajo. Allí también deben ubicarse las facilidades esenciales en casos de desastres, como hospitales, colegios, centros de operaciones de emergencia, cuarteles de bomberos, etc.

Mediante el desarrollo urbano e industrial basado en el mapa de peligros múltiples y utilizando sectores con peligro bajo o medio, pueden lograrse ciudades e industrias seguras, y las pérdidas serán drásticamente menores, en caso de ocurrir fenómenos naturales intensos, si, además, el desarrollo se efectúa de acuerdo con el Plan para la Continuidad de Negocios

(BCP, sigla en inglés) y su implementación (BCM), para proteger las instalaciones industriales y evitar pérdidas catastróficas que pueden ocasionar incluso la quiebra de las empresas. En el Perú está en desarrollo un método simple y práctico de aplicación de BCM y BCM basado en el desarrollo de urbanizaciones industriales en sectores con amenaza natural baja o media. Esta decisión debe tomarse desde cuando se procede a la selección del terreno, su adquisición y desarrollo, de acuerdo con las características naturales del emplazamiento.

REFERENCIAS Y LECTURAS RECOMENDADAS

1. BANCO MUNDIAL Protección de sistemas de Agua y Alcantarillado. Estudios de casos en el Perú: Sismos, Pisco. El Niño, Tumbes. Informe de J. Kuroiwa H. al Banco Mundial. 07 enero 2013.
2. CHINALCO PERU S.A. Condiciones de habitabilidad de la antigua ciudad de Morococha, (Documentado) Informe Kuroiwa H. a Chinalco, 12 Dic. 2012.
3. CHINALCO PERU S.A. Revisión de todos los estudios para el desarrollo de la Nueva Ciudad de Morococha. Informe de J. Kuroiwa H. a CHINALCO. 12 Dic. 2012.
4. EERI. Special Earthquake Report. June 2010 Learning from Earthquake. The Mw 8.8 Chile Earthquake of February 27.2010.
5. INDECI. Mapa de Peligros, Plan de usos del suelo y Propuesta de Medidas de Mitigación de los efectos producidos por los Desastres Naturales de la ciudad de Pisco (Nov. Del 2001).
6. KUROIWA H. Julio y DELGADO Alberto, Resilient Cities An Effective Way To Reduce Disasters. 15ta Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica. Lisboa, Portugal 24 – 28 Set. 2012.
7. KUROIWA J., E. DEZA y H. JAEN. Investigation of the Peruvian Earthquake of October 3, 1974 And Seismic Protection Studies of the Lima Metropolitana. Memorias del VI Congreso Mundial de Ingeniería Sísmica. Enero 1976. Nueva Delhi. India.
8. KUROIWA H. Julio
Peru Sustainable (Resilient) Cities Programme 1998 – 2012 Its Application 2014 – 2021. 4ta Conferencia Internacional sobre Edificaciones Resilientes, 8-11 setiembre 2014 Salford Quays, Reino Unido.
Programa Ciudades Sostenibles en el Perú 1998 – 2010. Seminario Foro Internacional Ecociudades “Hacia la Construcción de Ciudades Sostenibles”. Bogotá Colombia 2 – 5 noviembre 2010 (Conferencista invitado)
Sabo Works For Debris Flow Disaster Reduction in the South American Andes. The International Sabo Fórum 2010. Toyama, Japón 7 de octubre de 2010 (Conferencista invitado).
Integrated Natural Risk Reduction Through Sustainable Cities Programme. Tercer Seminario Taller Anual sobre Hiperbase de Reducción de Desastres (DRH. Asia). Tokyo – Japón 8 – 9 enero 2009. (Conferencista invitado).
“New Approach To Reducing The Risk Of Natural Disasters” 14ta Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica 12 – 17 octubre 2008, Beijing, CHINA
“Reconstruction of Ica, Pisco, Chincha And Cañete, Perú, Based on Updated Hazard Maps” 6ta Conferencia Sísmica Nacional sobre Puentes y Autopistas, 27 – 30 julio 2008. Charleston, SC, EUA. (Key note lecture, invitado por el Departamento de Transportes de los EE.UU. y del estado de Carolina del Sur).
Water Crisis, Lifelines And Urban Fires. IRCC Global Policy Summit on Sustainability. Marriot Resort Surfers Paradise. 15 septiembre 2005. Queensland, Australia. (Conferencista invitado). Sustainable Cities, a Regional Seismic Scenario, and the 2001

June 23, Arequipa Perú Earthquake. Autor invitado por la NOAA y OEA. Fue publicado en Special Issue of Natural Hazard Review, en noviembre de 2002 por ASCE, con sede en Reston, Virginia, EE.UU.

Development Of Sustainable Cities 1st STAGE 6ta Conferencia Internacional sobre Zonificación Sísmica. 2000 Palm Spring, CA, EE.UU.

Integrated Code For Multihazard Mitigation. Memorias en CD-ROM XI Conferencia Mundial de Ingeniería Sísmica. Junio 1996. Acapulco México.

High Risk Posed By Natch Disaster in Some Port Areas and Their Environmental Consequences. Presentado en la Reunión de Grupo de Expertos APELL de Nivel Senior. Diciembre, 1994. UNEP/I&E, Paris, Francia. (Invitado por el PNUMA)

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. Evaluación Sísmorresistente de los Edificios Central 1, Central 2 y Universal. Basado en el análisis de los estudios preliminares e inspecciones técnicas realizadas en los edificios. Informe de J. Kuroiwa H. al MEF. Diciembre 2013.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Mapa de Peligros Compatibilizado de las ciudades de Pisco, San Andrés y Túpac Amaru. (Documentado). Informe de Julio Kuroiwa H. al MVCS, 26 Dic. 2011.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO. Plan de trabajo riesgos y propuestas de mitigación de desastres ante huacos e inundaciones de quebradas en la ciudad de Chosica y el río Huaycoloro. Informe de Julio Ku-

roiwa H. al MVCS, 22 de oct. 2012.

MUNICIPALIDAD DE LA VICTORIA. Guía Práctica Para La Reducción del Riesgo de Desastres Sísmicos y de Incendios en el Emporio Gamarra Informe de Julio Kuroiwa H. 19 Set. 2013.

SEDAPAL Proyecto Lima Norte 2. Asesoría Técnica y Capacitación en Gestión de Riesgo de Desastres para la protección contra sismos intensos, inundaciones y deslizamientos de los componentes más importantes de redes de agua y alcantarillado del Proyecto Lima Norte II. Informes 1 al 8, entregados de J. Kuroiwa H. a SEDAPAL, entre Febrero y Setiembre de 2015.

SENCICO, Efectos de tsunamis, a lo largo de la Costa Peruana y planeamiento de zonas Inundables por Tsunami, 4° Informe, entregado, el 20 de Dic. 2015.

THE GOVERNMENT OF JAPAN, GFDRR AND THE WORLD BANK. The Great East Japan Earthquake. Learning From Megadisasters. Proceeding of the International Conference. Tokyo, Japan. October 2012. In CD-room. Cortesía del embajador Sr. Palma Valderrama

UNIVERSITY OF CHILE. Faculty of Physical Sciences and Mathematics. Department of Civil Engineering Mw = 8.8 Chile Earthquake of February 27, 2010. Libro de 323 p. en español.



ANEXO I

**TABLA A-I TERREMOTOS EN EL PERÚ
EN LOS ÚLTIMOS 100 AÑOS, QUE HAN
CAUSADO VÍCTIMAS MORTALES**

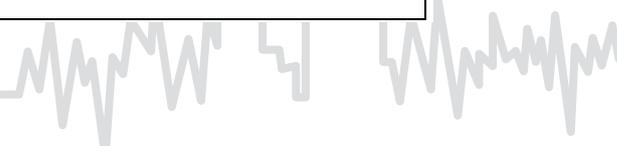
FECHA	MAGNITUD	ZONAS AFECTADAS	VÍCTIMAS Y DAÑOS MATERIALES
28 Dic. 1915	7.2 Ms	Dpto. de Arequipa	39 muertos. Daños de viviendas en Caravelí y desplome de casas en Acarí.
9 Abril 1928	7.3 Ms	Ayapata, Dpto. de Puno	Destrucción de poblaciones de la prov. de Carabaya. 5,100 muertos. Se sintió intensamente en Puno, Cuzco y Huancané.
24 Mayo 1940	8.2 Ms	Costa Central del Perú	Acompañado de un maremoto leve. Fue sentido desde Guayaquil en el norte hasta Arica en el sur en total 1,000 muertos, en toda el área macrosísmica. Las zonas más afectadas en Lima fueron el Centro Barranco, La Molina y Chorrillos.
24 Agosto 1942	8.2 Ms	Departamentos de Ica y Arequipa	33 muertos. Destrucción casi total en Nasca.
10 Nov. 1946	7.3 Ms	Quiches (Dpto. de Ancash) y Dpto. de La Libertad	2,500 muertos. Sismo asociado a un visible caso de dislocación tectónica (falla geológica). Ocurrieron deformaciones topográficas y derrumbes en la parte alta del pueblo de Quiches.
01 Nov. 1947	7.7 Ms	Satipo, Dpto. de Junín	2,233 muertos. Daños severos en Satipo e intensidad IX MMI otros pueblos aledaños. La carretera a Satipo fue afectada en varios tramos. Sentido en casi todo el territorio peruano.
11 May. 1948	7.4 Ms	Dptos. Arequipa, Moquegua y Tacna	178 muertos. Daños de consideración en las construcciones antiguas de la ciudad de Moquegua. Daños leves en Arequipa.
28 May. 1948	7.0 Ms	Provincia de cañete Departamento de Lima.	Sismo destructor; ocasiona 3 muertos y deterioro en la mayoría de las construcciones de adobe y quincha.
12 Dic. 1953	7.8 Ms	Dpto. de Tumbes y Sur de Ecuador	48 muertos en Perú, 36 en Ecuador.



TERREMOTOS EN EL PERÚ EN LOS ÚLTIMOS 100 AÑOS

FECHA	MAGNITUD	ZONAS AFECTADAS	VÍCTIMAS Y DAÑOS MATERIALES
15 Enero 1958	7.5 Ms	Dptos. Arequipa y Moquegua	228 muertos; 845 heridos; 100,000 damnificados. Todas las casas antiguas de la ciudad de Arequipa sufrieron daños.
13 Enero 1960	7.5 Ms	Dptos. Arequipa y Moquegua	687 muertos; 2,000 heridos; 170,000 damnificados. Las ciudades de Arequipa y Moquegua severamente afectadas. Inhabilitación de carreteras. Chuquibamba, Caravelí, Cotabasi, Omate, Puquina en ruinas.
20 Nov. 1960	7.8 Mw 6.8 Ms	Dptos. de Piura, y Lambayeque	Dos muertos en Piura. Mueren 3 por un tsunami de gran altura, en los puertos de Eten y Pimentel
17 Oct. 1966	8.2 Mw	Costa central del Perú	Acompañado de un maremoto moderado. 220 muertos, 1,800 heridos, 258,000 damnificados. Zonas más afectadas de Lima: La Molina, Puente Piedra, zona antigua del Rímac y del Cercado. También las zonas adyacentes a los cerros y una franja a lo largo del río Rímac hasta el Caño.
31 may. 1970	7.9 Mw	Frente a las costas del departamento de Ancash	El más catastrófico ocurrido en el Perú, por la cantidad de víctimas. 67,000 muertos paso a la historia como el evento más mortífero de las inicios del siglo XX, numerosos heridos muchos de ellos requirieron hospitalización 3, 000,000 damnificados. Las ciudades de Yungay Ranrabirca desaparecieron cubiertas por un gigantesco aluvión que se desprendió del pico norte del Huascaran. Destrucción de Huaraz y otras ciudades. Sentido potente desde Tumbes hasta Ica y desde la costa hasta Iquitos.
9 Dic. 1970	7.1 Mw	Dptos. de Tumbes y Piura.	1,167 muertos + 48 desaparecidos, 2,500 heridos; casi 300,000 damnificados. Duración de cerca de 2 minutos, 252 muertos; 3,600 heridos; 300,000

FECHA	MAGNITUD	ZONAS AFECTADAS	VÍCTIMAS Y DAÑOS MATERIALES
3 Oct. 1974	8.1 Mw	Dptos. de Lima e Ica	damnificados. Son afectadas: Lima, Mala, Cañete, Chincha y Pisco. En Lima sufrieron daños edificios públicos, iglesias monumentos históricos. El Tsunami inundó varias fábricas en El Callao.
26 Feb. 1996	7.5 Mw	Dptos. de Lambayeque, La Libertad y Ancash.	40 muertos + 17 desaparecidos, 200 heridos y 22,000 damnificados por el sismo y tsunami.
12 Nov. 1996	7.7 Mw	Llamado Terremoto de Nasca. Límites de los Dptos. Ica y Arequipa.	20 muertos; 2,000 heridos y 200,000 damnificados
23 Jun. 2001	8.4 Mw	Costas del Departamento de Arequipa, efectos en Moquegua y Tacna	240 muertos, 70 desaparecidos en Camana por el tsunami, 2,400 heridos y 460,000 damnificados
25 Set. 2005	7.5 Mw	Norte y parte del centro de Perú, Terremoto de Lamas	10 muertos; 164 heridos; 12,600 damnificados. Daños más severos en Lamas.
15 Agto. 2007	8.0 Mw	Prov. de Pisco, Ica, Chincha y Cañete	596 fallecidos; 2,000 heridos; 340,000 damnificados



ANEXO II

**DECLARACIÓN DE SENDAI DE GOBIERNOS
LOCALES Y SUBNACIONALES “GARANTIZAR EL
FORTALECIMIENTO DE LA RESILIENCIA A LOS
DESASTRES EN EL MUNDO URBANO”**

Resumen de los compromisos adquiridos en Sendai por los representantes de los Estados miembros de las NN.UU.

1.- Adoptar e implementar estrategias y planes locales de reducción del riesgo de desastres, a través de diferentes escalas de tiempo y con indicadores apropiados, destinados a prevenir la creación de riesgo, la reducción de los riesgos existentes y el fortalecimiento de la resiliencia economía, social y ambiental;

2.- Establecer y fortalecer los foros gubernamentales de coordinación integrados por todas las partes interesadas incluyendo a los jóvenes, las mujeres, las personas discapacitadas

3.- Promover la integración del riesgo de desastres en el desarrollo e implementación de políticas sobre uso del suelo, incluyendo la planificación urbana, la degradación del terreno, la vivienda informal y provisional, la gestión integral del agua

4.- Periódicamente, evaluar y comunicar acerca del riesgo de desastres, incluyendo los existentes, los emergentes y las nuevas fuentes de riesgo.

5.- Promover la revisión o el desarrollo de nuevos códigos de construcción, estándares prácticas de rehabilitación y reconstrucción a nivel nacional y/o local

6.- Asegurar la resiliencia de infraestructuras críticas nuevas y existentes, incluyendo medidas y consideraciones sobre reducción del riesgo de desastres en instrumentos financieros y fiscales;

7.- Liderar la implementación de la NUEVA “Lista de Diez puntos – Esenciales para lograr Ciudades Resilientes”

8.- Dar Seguimiento y revisar la implementación de este marco a nivel local basado en herramientas de seguimiento acordadas internacionalmente

9.- Fortalecer el uso y manejo sostenible de los ecosistemas y la aplicación de enfoques integrados de gestión ambiental y de recursos naturales que incorporen la reducción del riesgo de desastres;

10.- Invertir desarrollar y fortalecer sistemas de pronóstico y alerta precoz centrados en la población y que sean multisectoriales y sensibles a múltiples amenazas

11.- Elaborar y actualizar periódicamente la preparación para desastres y la política para contingencias

12. Reforzar la capacidad de los ciudadanos y de las comunidades de dar respuesta eficaz en caso de desastres a través de la formación y de la educación

13.- Fortalecer la colaboración entre los sectores público y privado

14.- Establecer una red mundial para conectar las ciudades afectadas por los desastres. Asimismo: reconociendo el papel de los gobiernos locales como autoridad responsable principal en casos de desastres

15.-Solicitamos la continuación de la campaña “Desarrollando ciudades resilientes” con un mayor apoyo y asistencia directa a nivel local;

16.-Urgimos a los organismos, redes y otros órganos pertinentes de los gobiernos locales para continuar apoyando la cooperación y el aprendizaje mutuo entre los gobiernos locales para la reducción del riesgo de desastres y la aplicación de este marco de acción;

Sendai, 13 de marzo de 2015



ANEXO III

**A. POLÍTICA DE ESTADO 32DA.
GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES**

A. POLÍTICA DE ESTADO 32da. Gestión del Riesgo de Desastres

Nos comprometemos a promover una política de gestión del riesgo de desastres, con la finalidad de proteger la vida, la salud y la integridad de las personas; así como el patrimonio público y privado, promoviendo y velando por la ubicación de la población y sus equipamientos en las zonas de mayor seguridad, reduciendo las vulnerabilidades con equidad e inclusión, bajo un enfoque de procesos que comprenda: la estimación y reducción del riesgo, la respuesta ante emergencias y desastres y la reconstrucción.

Esta política será implementada por los organismos públicos de todos los niveles de gobierno, con la participación activa de la sociedad civil y la cooperación internacional, promoviendo una cultura de la prevención y contribuyendo directamente en el proceso de desarrollo sostenible a nivel nacional, regional y local.

Con este objetivo, el Estado:

- Fortalecerá la institucionalidad de la Gestión del Riesgo de Desastres a través de un Sistema Nacional integrado y descentralizado, conformado por los tres niveles de

gobierno, con la participación de la sociedad civil y conducido por un Ente Rector;

- Asignará los recursos destinados a la implementación de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, a través de la gestión por resultados y los programas presupuestales estratégicos;
- Priorizará y orientará las políticas de estimación y reducción del riesgo de desastres en concordancia con los objetivos del desarrollo nacional contemplados en los planes, políticas y proyectos de desarrollo de todos los niveles de gobierno;
- Fomentará la reducción del riesgo de desastres tomando en consideración que la expansión de ciudades y la densificación de la población se debe adaptar al cambio climático, ubicando los proyectos de desarrollo en zonas en las de menor peligro según los estudios de microzonificación multiamenaza;
- Estará preparado para la atención de emergencias de manera oportuna y eficaz, priorizando a las poblaciones en situación de vul-

nerabilidad y estandarizando los protocolos y procedimientos de primera respuesta a emergencias y desastres;

- Implementará planes de rehabilitación y reconstrucción de manera eficaz y oportuna;
- Promoverá la participación de las organizaciones de la sociedad civil y la cooperación internacional;
- Fomentará el desarrollo y uso de la ciencia y la tecnología para la investigación de la fenomenología y el monitoreo de los eventos naturales e inducidos por la actividad humana que afectan al país;
- Desarrollará en todos los niveles y modalidades del Sistema Educativo Nacional programas y proyectos de educación preventiva frente a los riesgos, dentro del marco de un enfoque de sostenibilidad ambiental;
- Promoverá el uso de tecnologías adecuadas para la prevención de desastres, con énfasis en la reducción de vulnerabilidades, facilitando el apoyo de la cooperación internacional para viabilizar los proyectos generados por estas

- tecnologías;
- Difundirá la normatividad y acciones de la gestión del riesgo de desastres, promoviendo la participación de los medios de comunicación masiva;
 - Velará por el cumplimiento de los acuerdos internacionales aprobados por el Estado Peruano en materia de Gestión del Riesgo de Desastres;
 - Considerará la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD) y el Marco de Acción de Hyogo, acordadas en el seno de las Naciones Unidas (ONU) y las Estrategias Andinas para la Prevención y Atención de Desastres que acuerde el Comité Andino de Prevención y Atención de Desastres (CAPRADE) de la Comunidad Andina de Naciones (CAN).

ANEXO III

B. DECRETO SUPREMO N° 111-2012-PCM



B. DECRETO SUPREMO N° 111-2012-PCM

Decreto Supremo que incorpora la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio Cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución Política del Perú señala, en sus artículos 1 y 2, que la defensa de la persona humana es el fin supremo de la sociedad y del Estado. Toda persona tiene derecho a la vida, a su integridad moral, psíquica y física, y a su libre desarrollo y bienestar;

Que, asimismo, el artículo 44 de la Constitución Política del Perú, dispone que son deberes primordiales del Estado, defender la soberanía nacional garantizar la plena vigencia de los derechos humanos, proteger a la población de las amenazas contra su seguridad;

Que, la Trigésima Segunda Política de Estado del Acuerdo Nacional, está orientada en el País a promover una política de gestión del riesgo de

desastres, con la finalidad de proteger la vida, la salud y la integridad de las personas; así como el patrimonio público y privado, promoviendo y velando por la ubicación de la población y sus equipamientos en zonas de mayor seguridad, reduciendo las vulnerabilidades con equidad e inclusión bajo un enfoque de procesos que comprenda: la estimación y reducción del riesgo, la respuesta ante emergencias y desastres y la reconstrucción; esta política será implementada por todos los organismos públicos de todos los niveles de gobierno, con la participación activa de la sociedad civil y la cooperación internacional, promoviendo una cultura de la prevención y contribuyendo directamente en el proceso de desarrollo sostenible a nivel nacional, regional y local;

Que, la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, establece como competencia exclusiva del Poder Ejecutivo el diseñar y supervisar políticas nacionales, las cuales son de cumplimiento obligatorio por todas las entidades del Estado, en todos los niveles de gobierno;

Que, las políticas nacionales definen los objetivos prioritarios, los lineamientos, los contenidos principales de las políticas públicas, los es-

tándares nacionales de cumplimiento y la provisión de servicios que deben ser alcanzados y supervisados para asegurar el normal desarrollo de las actividades públicas y privadas. Las políticas nacionales conforman la política general de gobierno;

Que, el cumplimiento de las políticas nacionales del estado es de responsabilidad de las autoridades del gobierno nacional, los gobiernos regionales y los gobiernos locales;

Que, mediante el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM, se definieron y establecieron las Políticas Nacionales de obligatorio cumplimiento, para las entidades del gobierno nacional;

Que, el artículo 5 de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, define la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, como “el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.” y establece sus lineamientos. Asimismo en el

artículo 6 se señalan sus componentes y procesos correspondientes;

Que, el inciso b. del artículo 10 de la Ley 29664 establece que es atribución de la Presidencia del Consejo de Ministros, proponer al Presidente de la República la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, para su aprobación mediante Decreto Supremo con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

Que, el numeral 21.1 del artículo 21 del Reglamento de la Ley N° 29664 establece que “es responsabilidad prioritaria del Estado la protección de la vida e integridad de las personas, como valores constitucionales superiores. La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, de obligatorio cumplimiento, es aprobada por el Poder Ejecutivo a través de Decreto Supremo, con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros”;

Que, considerando que la Gestión del Riesgo de Desastres tiene como finalidad la protección de la vida de la población y el patrimonio de las personas y del Estado, lo cual guarda concordancia con los derechos fundamentales de la persona establecido por la Constitución Política del Estado y con la Trigésima Segunda Política de

Estado, corresponde que dicha aprobación debe efectuarse incluyendo a dicha Política como una de las Políticas de Obligatorio Cumplimiento, aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM;

Que, por las consideraciones expuestas es necesario modificar el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM, incluyendo como numeral 14 la Política Nacional en materia de Gestión del Riesgo de Desastres;

De conformidad con lo dispuesto en el inciso 8) del Artículo 118 de la Constitución Política del Perú y los Artículos 4 y 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

Con el voto aprobatorio del Consejo de Ministros;

DECRETA:

Artículo 1.- Aprobación de Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Apruébese la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, cuyo texto contenido en el anexo forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2.- Incorporación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de Obligatorio Cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional.

Incorpórese el numeral 14 del artículo 2 del Decreto Supremo N° 027-2007-PCM, que define y establece las Políticas Nacionales de Obligatorio Cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional, conforme a los siguientes términos, de acuerdo al siguiente texto:

“14. EN MATERIA DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES:

14.1) **Ámbito de Aplicación**

La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es de alcance para todas las entidades públicas, en todos los niveles de gobierno, señaladas en el artículo 5 del Título II de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

14.2) **Contenido**

El Anexo del Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, detalla sus principios, objetivos prioritarios y lineamientos estratégicos.”

Artículo 3.- Financiamiento

La implementación de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se ejecuta con cargo al presupuesto institucional de las entidades correspondientes, en el marco de las leyes anuales de presupuesto y de conformidad con la normatividad vigente.

Artículo 4.- Publicación

Publíquese el presente Decreto Supremo en el diario oficial El Peruano, en el Portal del Estado Peruano (www.peru.gob.pe) y en el portal de la Presidencia del Consejo de Ministros (www.pcm.gob.pe).

Artículo 5.- Supervisión del cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

La Presidencia del Consejo de Ministros, a través del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres-CENEPRED y del Instituto Nacional de Defensa Civil-IN-DECI, según corresponda, supervisará la ejecución, implementación y cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en las entidades públicas de todos los niveles de gobierno, señaladas en el artículo 5 del Título II de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

Artículo 6.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, por el Ministro de Relaciones Exteriores, el Ministro de Economía y Finanzas, el Ministro de Defensa, el Ministro del Interior, la Ministra de Justicia y Derechos Humanos, la Ministra de Educación, la Ministra de Salud, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Trabajo y Promoción del Empleo, el Ministro de Comercio Exterior y Turismo, el Ministro de Energía y Minas, el Ministro de Transportes y Comunicaciones, la Ministra de la Producción, El Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables, el Ministro del Ambiente, el Ministro de Cultura, la Ministra de Desarrollo e Inclusión Social.

Dado en la Casa de Gobierno, al primer día del mes de noviembre del año dos mil doce.

OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente Constitucional de la República

JUAN F. JIMÉNEZ MAYOR
Presidente del Consejo de Ministros

RAFAEL RONCAGLIOLO ORBEGOSO
Ministro de Relaciones Exteriores

LUIS MIGUEL CASTILLA RUBIO
Ministro de Economía y Finanzas

PEDRO CATERIANO BELLIDO
Ministro de Defensa

WILFREDO PEDRAZA SIERRA
Ministro del Interior

EDA A. RIVAS FRANCHINI
Ministra de Justicia y Derechos Humanos

PATRICIA SALAS O'BRIEN
Ministra de Educación

MIDORI DE HABICH ROSPIGLIOSI
Ministra de Salud

MILTON VON HESSE LA SERNA
Ministro de Agricultura
Encargado del Despacho del Ministerio de Producción

JOSÉ ANDRÉS VILLENA PETROSINO
Ministro de Trabajo y Promoción del
Empleo

JOSÉ LUIS SILVA MARTINOT
Ministro de Comercio Exterior y Turismo

JORGE MERINO TAFUR
Ministro de Energía y Minas

CARLOS PAREDES RODRÍGUEZ
Ministro de Transportes y Comunicaciones

RENÉ CORNEJO DÍAZ
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANA JARA VELÁSQUEZ
Ministra de la Mujer y Poblaciones Vulnerables

MANUEL PULGAR-VIDAL OTÁLORA
Ministro del Ambiente

LUIS ALBERTO PEIRANO FALCONÍ
Ministro de Cultura

CAROLINA TRIVELLI ÁVILA
Ministra de Desarrollo e Inclusión



ANEXO III

C. DECRETO SUPREMO N° 034-2014-PCM



Decreto Supremo Nº 034-2014-PCM

DECRETO SUPREMO QUE APRUEBA EL PLAN NACIONAL DE GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES-PLANAGERD 2014-2021

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

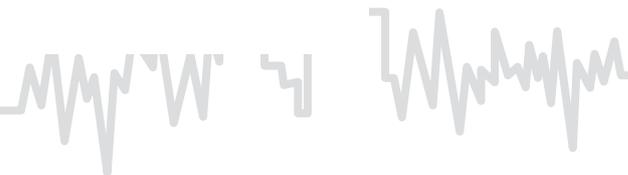
Que, el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), fue creado por Ley N° 29664, como sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros o maximizar sus efectos, así como, evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastres mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres,



Que, el numeral 6.1 del artículo 6 de la Ley N° 29664, señala que la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se establece, entre otros, sobre la base de los siguientes componentes: a) Gestión Prospectiva: conjunto de acciones que se planifican y realizan con el fin de evitar y prevenir la conformación del riesgo futuro que podría originarse con el desarrollo de nuevas inversiones y proyectos en el territorio; b) Gestión Correctiva: conjunto de acciones que se planifican y realizan con el objeto de corregir o mitigar el riesgo existente; y c) Gestión Reactiva: conjunto de acciones y medidas destinadas a enfrentar los desastres ya sea por un peligro inminente o por materialización del riesgo.

Que, el numeral 37.1 del artículo 37 del Reglamento de la Ley N° 29664 establece que el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres tiene por objeto establecer las líneas estratégicas, los objetivos y las acciones de carácter pluriannual necesarios para concretar lo establecido en la Ley y la Política Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres; asimismo el numeral 37.2 señala que, en el diseño del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres se consideran los programas presupuestales estratégicos y otros programas que forman parte de la Estrategia Financiera para la Gestión del Riesgo de Desastres en el marco del presupuesto por resultado;

Que, por Decreto Supremo N° 111-2012-PCM, publicado el 07 de noviembre de 2012 se aprobó la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, como Política Nacional de obligatorio cumplimiento, esta norma orienta la actuación de todos los actores involucrados que interactúan de manera articulada y participativa en la Gestión del Riesgo de Desastres, con la finalidad de proteger la integridad de la vida de las personas, su



patrimonio y propender hacia un desarrollo sostenible del país; siendo necesario además establecer cuáles serían los lineamientos para que las entidades públicas responsables de cumplir con la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, puedan formular sus metas concretas e indicadores de desempeño, a fin de elaborar y presentar sus evaluaciones semestrales a las que se hace referencia en el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM y sus modificatorias.

Que, el inciso c del artículo 10 de la Ley N° 29664, establece que es atribución de la Presidencia del Consejo de Ministros, desarrollar, coordinar y facilitar la formulación y ejecución del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, junto con los programas y estrategias necesarias para cada proceso; así como, supervisar su adecuada implementación, sobre la base de las competencias y responsabilidades que le establecen la Ley y los Reglamentos respectivos;

Que, para la formulación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres 2014-2021 se ha tomado en cuenta la propuesta presentada por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED y el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDEC, así como, los aportes del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico - CEPLAN, del Ministerio de Economía y Finanzas - MEF, de acuerdo a lo establecido por los numerales 40.6 y 40.7 del artículo 40 del Reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el SINAGERD, incluyéndose los aportes recogidos en los talleres de socialización, de los Ministerios, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales, bajo la coordinación y articulación de la Presidencia del Consejo de Ministros a través de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres, en su calidad de ente rector del SINAGERD.

Que, la propuesta del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD consta de un (01) Objetivo Nacional, seis (06) Objetivos Estratégicos, catorce (14) Objetivos Específicos y cuarenta y siete (47) Acciones Estratégicas; siendo necesario establecer que las mencionadas Acciones Estratégicas del PLANAGERD deben ser consideradas por las Entidades Públicas en la formulación de sus metas concretas e indicadores de desempeño para el cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.

De conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM y sus modificatorias, norma que define y establece las Políticas Nacionales de Obligatorio cumplimiento para las entidades del Gobierno Nacional, el Decreto Supremo N° 111-2012-PCM, que aprueba la Política Nacional de





Decreto Supremo

Gestión del Riesgo de Desastres, y el Reglamento de Organización y Funciones de la Presidencia del Consejo de Ministros aprobado por Decreto Supremo N° 063-2007-PCM y modificatorias;

DECRETA

Artículo 1.- Aprobación del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014-2021

Aprobar el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD 2014-2021 y que consta de un (01) Objetivo Nacional, seis (06) Objetivos Estratégicos, catorce (14) Objetivos Específicos y cuarenta y siete (47) Acciones Estratégicas, que en Anexo forma parte del presente Decreto Supremo

Artículo 2.- Implementación, Seguimiento, Monitoreo y Evaluación del PLANAGERD 2014-2021

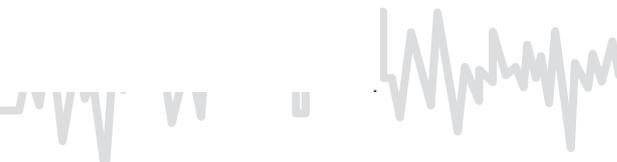
Para la verificación de la implementación del PLANAGERD 2014-2021 se aprobará mediante Resolución Ministerial de la Presidencia del Consejo de Ministros, un Plan de Seguimiento, Monitoreo y Evaluación, en un plazo que no podrá exceder de sesenta ochenta (180) días hábiles contados a partir de la vigencia del presente dispositivo, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría de Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia del Consejo de Ministros.

Asimismo, se aprobará mediante Resolución Ministerial de la Presidencia del Consejo de Ministros, en un plazo que no podrá exceder de noventa (90) días hábiles contados a partir de la vigencia del presente dispositivo, una Estrategia de Implementación del PLANAGERD 2014-2021

El Ente Rector del SINAGERD aprobará los mecanismos, lineamientos y normas complementarias para la ejecución del PLANAGERD 2014-2021, propositas por CENEPRED e INDECI de acuerdo a sus competencias, los cuales a su vez brindarán asesoramiento técnico a las entidades públicas en los tres niveles de gobierno, para la elaboración y ejecución de sus correspondientes planes específicos, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de la Ley N° 29664.

Artículo 3.- Cumplimiento de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

Las Entidades Públicas responsables de cumplir con la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, a fin de elaborar y presentar sus evaluaciones semestrales a las que se hace referencia en el Decreto Supremo N° 027-2007-PCM y sus modificatorias, deben considerar como lineamientos para la formulación de sus metas



concretas e indicadores de desempeño, las acciones estratégicas contenidas en el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD, aprobado en el artículo 1 del presente dispositivo.

Artículo 4.- Financiamiento

El costo que genere la aplicación del presente decreto supremo será financiado con cargo al presupuesto institucional de los plagos involucrados, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

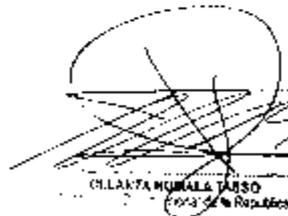
Artículo 5.- Publicación

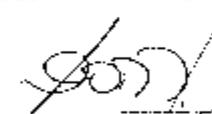
El presente Decreto Supremo será publicado en el Diario Oficial El Peruano, y el Anexo que contiene el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres - PLANAGERD, será publicado en el portal institucional de la Presidencia del Consejo de Ministros (www.pcm.gob.pe), y en el Portal del Estado Peruano (www.peru.gob.pe) el mismo día de la publicación del presente Decreto Supremo.

Artículo 6.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los doce días del mes de mayo del año dos mil catorce.


OLLANTA HUMALA TASSO
Presidente de la República


RENE CORNEJO DIAZ
Presidente del Consejo de Ministros

DIRECCIÓN GENERAL DE PROGRAMAS Y PROYECTOS EN VIVIENDA Y URBANISMO



MINISTERIO DE
VIVIENDA
CONSTRUCCIÓN Y
SANEAMIENTO