

## **El terremoto del 23 de Junio del 2001 en el Sur del Perú**

Informe sobre el reconocimiento del 27 al 30 de Agosto del 2001 en las zonas afectadas (Tacna, Moquegua y Arequipa)

Por:

Dr. Jürg Hammer<sup>1</sup>, DRM  
Dr. Carlos Zavala Toledo<sup>2</sup>, CISMID  
Ing. Roberto Sánchez Recuay<sup>3</sup>, CISMID

### **Introducción**

Perú se localiza cerca del borde sur occidental de América del Sur, el cual se caracteriza por ser una de las zonas sísmicas más activas del mundo. La actividad sísmica de esta zona esta ligada al proceso de Subducción de la Placa de Nazca bajo la Placa Sudamérica. Una de las manifestaciones de esta alta actividad sísmica, tuvo lugar, el día 23 de Junio a las 15 horas 30 minutos con uno de los sismos más fuertes de esta última década. El epicentro se localizó a 83 Km mar adentro de la ciudad de Atico, al norte de la ciudad de Arequipa, con un hipocentro de 33 Km. La magnitud momento fue de 8.4 Mw La aceleración horizontal máxima del suelo medida en la estación Moquegua (Acelerómetro CISMID) es de 250 gals y se calculó una intensidad de VI – VII en la escala Mercalli Modificada. Los departamentos mas afectados por el sismos fueron Tacna, Moquegua, Arequipa y Ayacucho, cubriendo una superficie de 40,000 Km<sup>2</sup>. Aproximadamente 220,000 habitantes sufrieron las consecuencias del sismo.

Treinta minutos después del sismo se produjo un Tsunami en la localidad costera de Camaná, en el departamento de Arequipa.

Según el Instituto de Defensa Civil INDECI se reportó la muerte de 65 personas, 2,700 heridos, 220,000 damnificados y 24,500 viviendas colapsadas, en su mayoría se trata de construcciones de adobe.

Con el objetivo de evaluar los factores del riesgo sísmico de la zona afectada, con fines de mitigación y prevención de desastres futuros, los autores de este informe efectuaron un reconocimiento del 27 al 30 de Agosto del 2001 A continuación se presenta un resumen de las características de las localidades afectadas, los daños producidos en la zona, según el tipo y la ocupación de las construcciones, pasando por una descripción del estado actual de la zona afectada, se continua con una nota sobre las construcciones de adobe sismorresistentes como un

---

<sup>1</sup> Co – Director, DRM – World Institute for Disaster Risk Management  
Alexandria, VA. USA [hammerj@vt.edu](mailto:hammerj@vt.edu) , <http://www.DRMonline.net>

<sup>2</sup> Director, CISMID – Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres  
Av. Túpac Amaru 1150, Lima – Perú [czavala@uni.edu.pe](mailto:czavala@uni.edu.pe) , <http://www.cismid.uni.edu.pe>

<sup>3</sup> Investigador, CISMID – Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres  
Av. Túpac Amaru 1150, Lima – Perú [sanchezr@terra.com.pe](mailto:sanchezr@terra.com.pe)

elemento clave para reducir la vulnerabilidad física de la zona, y finalmente se concluye con un estudio fotográfico de las zonas afectadas.

## Características generales de las Zonas Afectadas

Una de las zonas más pobres en el Sur del Perú es el Departamento de Moquegua y las zonas alto andinas de los departamentos de Tacna, Arequipa y Ayacucho. Las principales fuentes de ingresos económicos son la agricultura y la ganadería.

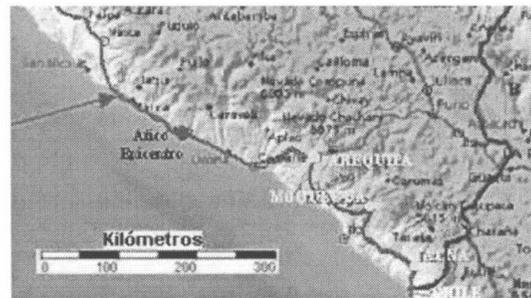
Además de los efectos devastadores del sismo en las viviendas de esta zona (principalmente en adobe), el sector agrícola resultó severamente golpeado como consecuencia del colapso de muchos canales de riego rurales. Esta situación, produjo un éxodo masivo de la población rural hacia las capitales departamentales, agravando mas la situación posdesastre.

La capital de departamento más afectada por el sismo es Moquegua, cuyas casas en el Centro Histórico datan de principios del siglo XVI. Estas construcciones de "Adobe" han sufrido el avatar de muchos sismos anteriores, como el de 1864 que destruyó casi por completo esta ciudad. En este último suceso un gran porcentaje de estas viviendas colapsó.

Las zonas objeto de nuestra visita de reconocimiento son:

**Tacna** (27/08/2001 – 28/08/2001) la ciudad de Tacna está situada al sur del Perú a unos 35 Km aproximadamente de la frontera con Chile. El departamento tiene una población de 220,000 habitantes (INEI Censo 1993), se extiende por la costa y la región andina. Sus actividades principales son el comercio, la agricultura y la minería (Mina de cobre de Toquepala). Los daños en construcciones en la ciudad son leves debido al tipo de material de construcción y su lejanía del epicentro. Los damnificados en el ámbito de todo el departamento representan el 33.7% del total de su población.

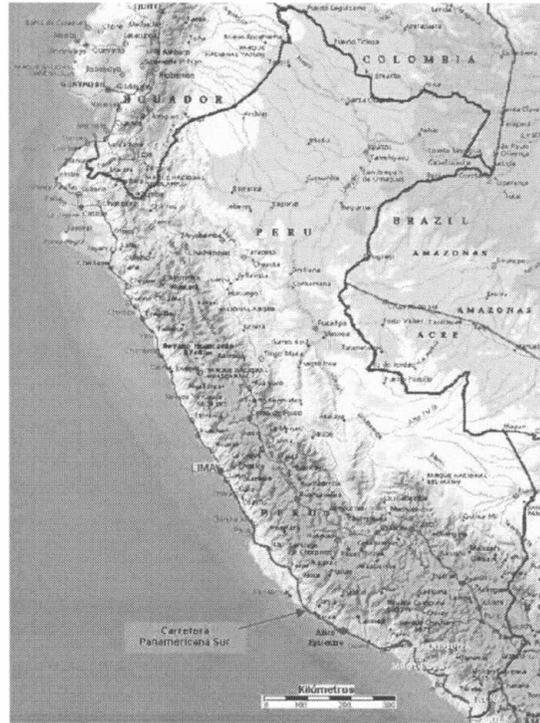
**Locumba** (28/08/2001) provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna, tiene una población de 1,325 habitantes (INEI Censo 1993), las actividades principales de este distrito son la agricultura y la ganadería. Más del 60% de las viviendas de la ciudad se encuentran dañadas por el tipo de material usado para su construcción (adobe).



**Moquegua** (28/08/2001 - 29/08/2001) Es una de las primeras ciudades del Perú con abundantes construcciones de adobe de principios del siglo XVII. El departamento tiene una población de 130,000 habitantes. La Población en el distrito de Moquegua es de 58,000 habitantes. Sus actividades principales son la agricultura y la ganadería. Los damnificados en el departamento representan el 44.2% de la población total.

**Camaná** (29/08/2001) el distrito de Camaná se localiza al norte de la ciudad de Arequipa, en las costas del Océano Pacífico. Tiene una población de 15,000 habitantes aproximadamente. Sus actividades principales son la agricultura, la pesca y el turismo.

**Arequipa** (30/08/2001) está localizada al sur del Perú. La población en todo el departamento es de 950,000 habitantes. La provincia de Arequipa tiene una población de 69,000 habitantes aproximadamente. Es una de las ciudades más prósperas del sur del país. Sus actividades principales son la minería, el comercio, la industria, la agricultura y el turismo. Sólo el 8.8% de los damnificados se encuentran en este departamento.



La zona urbana más afectada por el sismo es la ciudad de Moquegua. Los distritos de Alto Alianza y Ciudad Nueva en Tacna muestran construcciones con daños moderados. La ciudad de Camaná fue afectada en su totalidad por el sismo y luego por el Tsunami, siendo la zona más perjudicada la de La Punta, donde los daños por efectos del Tsunami fueron severos.

## Resumen de los daños en ambientes construidos

A continuación se describen los daños producidos y el estado actual del lugar, ordenados según su funcionalidad.

### Centros de Salud

El Hospital Hipólito Unánue de la ciudad de Tacna, construido en los años 50 de 5 niveles y un sótano, es de un sistema mixto (aporticado y de muros portantes), y con tabiquería de bloquetas de concreto, no presenta daños estructurales de consideración, pero sí daños considerables en tabiquería y en la red de servicios básicos (agua, desagües). Sólo se encuentra en funcionamiento el primer nivel.

El centro de Salud de San Antonio en Moquegua construido solo hace dos años, presentaba daños previos al sismo, debido a problemas de suelos (arcillas expansivas) que imposibilitaron su uso desde hace un año. Estos daños se incrementaron con el sismo.

### **Centros Educativos**

El Colegio Mariscal Cáceres en Tacna, de 10 años de antigüedad, es de sistema aporticado, y presenta daños estructurales de consideración que imposibilitan su uso. Su reparación tomará mucho tiempo en caso que sea posible. Posee 4 pabellones que funcionan en 3 turnos con una población escolar de 4,000 alumnos.

El Colegio San Agustín, en el distrito de Jacobo Hunter en Arequipa, muestra daños en tabiquerías y algunos elementos estructurales. Hoy en día los estudiantes de ambos centros educativos toman clases en módulos prefabricados. La Facultad de Veterinaria de la Universidad San Agustín de Arequipa, muestra daños estructurales que imposibilitan su uso.

### **Centros Administrativos**

El edificio de la Municipalidad del distrito de Ciudad Nueva en Tacna, de 8 años de antigüedad, con 2 niveles de albañilería de bloquetas de concreto y ladrillos confinados por vigas y columnas, muestra daños estructurales graves que imposibilitan su uso y reparación.

La Municipalidad de Moquegua, con un sistema de construcción aporticado, muestra daños en tabiques que aún no han sido retirados, constituyendo un peligro para las personas que trabajan allí.

La Nueva Municipalidad del Distrito de Camaná presenta daños severos por los efectos del sismo y del Tsunami.

### **Centros Religiosos**

Una de las Catedrales más visitadas por los fieles Católicos, la del Cristo de Locumba, ubicada en la provincia de Jorge Basadre departamento de Tacna, fue construida en gran parte de adobe y unos pocos muros en albañilería, igual que la Iglesia de Santa Catalina de Alejandría en Moquegua. Ambas muestran serios daños en muros y contrafuertes y desprendimiento de revoques. Esta última muestra asimismo daños en los retablos principales de bloquetas de sillar.

La Catedral de Arequipa construida con bloquetas de "sillar" durante la época Colonial, sufrió la caída de una de sus torres dentro de ella y muestra daños en los arcos exteriores que hoy en día se encuentran apuntalados para una posterior reparación.

## **Viviendas**

### **Construcciones con Adobe**

El adobe es uno de los materiales de construcción más antiguo. En América del Sur su uso se remonta a unos 3,800 años, habiendo sido utilizado por las culturas prehispánicas, durante la época colonial y en nuestros días. El 43 % (INEI Censo 1993) de las construcciones en Perú son de adobe.

En la ciudad de Locumba más del 70% de las construcciones con adobe se encuentran totalmente devastadas. Moquegua, una de las primeras ciudades del Perú, poseía viviendas de principios del siglo XVI construidas asimismo con adobe. Estas viviendas sufrieron los efectos de anteriores sismos y habiendo cumplido su período de servicio hace mucho tiempo, se encuentran totalmente colapsadas. Otras tantas viviendas presentan daños severos. Pueblos cercanos a Moquegua como Koplay y muchos otros, se encuentran también totalmente devastados por los efectos del sismo.

### **Construcciones con Albañilería**

En construcciones que se tomaron en cuenta las características del suelo, el diseño estructural, el diseño arquitectónico y supervisión, y la mano de obra calificada, no se muestran daños o solamente de tipo leve. En aquellas en que no se tomaron en cuenta esas características, por el contrario, sufrieron daños ya sea en construcciones con albañilería de bloquetas de concreto (Tacna) o con ladrillos de arcilla (Tacna y Moquegua).

### **Construcciones Aporticadas**

Las construcciones con este sistema en general no sufrieron mayores daños. A veces los malos procedimientos constructivos y la falta de criterio de algunos constructores, hicieron que algunas de estas construcciones presentaran daños estructurales.

## **Infraestructura**

### **Carreteras y Red Ferroviaria**

Una de las principales vías de comunicación en el Perú es la Carretera Panamericana Sur que une toda la zona sur del litoral peruano y países vecinos como Chile. En el tramo de Tacna – Moquegua – Arequipa de ésta vía se pueden apreciar derrumbes de taludes, asentamientos de plataformas, hundimientos y fisuras de la calzada, y colapsos de algunos muros de contención, al igual que en la carretera de penetración (vecinal) del Puente Camiara a Locumba y en la Carretera Nacional Costanera Sur de Ilo a Tacna, donde también se aprecia colapsos de rellenos. Se produjeron derrumbes que afectaron la circulación de vehículos durante casi una semana. Se removieron los escombros en muchas zonas afectadas y posteriormente se permitió el libre tránsito. El servicio de transporte ferroviario entre Tacna y Arica se encuentra paralizado, a causa de daños en varios tramos de esta red.

### **Puentes**

El puente Camiara (Locumba – Tacna) a la altura del Km 1213 de la Panamericana Sur, construido en los años 60, presenta asentamiento en la plataforma de acceso, hundimiento en el acceso, daños estructurales importantes en sus pilares (grietas mayores a 5 cm). Este puente no posee la junta de separación por temperatura, retracción y sismo, estando el tablero en contacto

directamente con el estribo. Otros puentes presentan en su gran mayoría hundimiento de sus accesos.

### **Red de Energía Eléctrica**

La planta generadora y la subestación eléctrica de energía de la localidad de Ilo han sufrido daños estructurales, caída de grúas de desembarque del carbón al mar y daños en transformadores. La subestación eléctrica de Moquegua sufrió daños en su equipamiento. También se puede apreciar el desplome de algunas torres de transporte de energía, el cual ocasionó el corte del suministro eléctrico durante dos días

### **Acueducto y alcantarillado**

El suministro normal de agua tuvo que ser paralizado durante 48 horas para evitar fugas de agua en tuberías dañadas. Se presume que las tuberías de desagüe de la ciudad de Moquegua, principalmente en la zona Monumental, se encuentren dañadas y existan fugas de aguas servidas. Se debería evitar que llegue más agua a la planta de tratamiento de aguas servidas de Moquegua, por que esta presenta daños de consideración en los terraplenes de tierra de los dos pozos de tratamiento.

### **Red de Riego**

Los daños en los canales principales y ramales de los proyectos Pasto Grande (Moquegua) y Majes (Arequipa) fueron reparados. Los canales pequeños de riego en zonas alto andinas de Arequipa, Moquegua y Tacna también colapsaron interrumpiendo las actividades agrícolas por falta del elemento básico "agua" para sus cultivos, ganados y uso diario. Se estimó que unas 106,000 Ha agrícolas fueron afectadas por los efectos del sismo.

### **Estado Actual de las zonas afectadas**

Dos meses después de haber sucedido el sismo del 23 de Junio del 2001 los trabajos de remoción de escombros ya casi se han terminado en todas las localidades afectadas, exceptuando las zonas alto andinas. Los pobladores damnificados (pérdida de vivienda o daños severos que impide su habitad) han recibido la atención de organismos del estado como el INDECI con módulos provisionales construidos en madera y triplay, con techos de calaminas metálicas. También han recibido apoyo de carpas, donadas por organismos no gubernamentales.

Es notoria la reconstrucción de viviendas en el Centro Histórico de Moquegua, pero la cual no llega a más del 3% del total de las construcciones afectadas, por parte de sus propietarios. En las zonas más dañadas, que por lo general han sido los centros marginales de clase baja llamados Asentamientos Humanos, Pueblos Jóvenes o Centros Poblados Menores, los trabajos de reconstrucción aún no se inician ni por parte del poblador ni del Estado. Cabe resaltar la tarea del INDECI por la publicación de boletines, donde indican la manera de cómo reconstruir con Adobe.

Se observó que los daños de importancia en edificios públicos y viviendas recientemente construidas fueron a consecuencia de deficientes estudios de suelos, mala calidad de los materiales, mal diseño arquitectónico y estructural, deficiencia en los procesos constructivos y supervisión inadecuada. Uno de los factores importantes para reducir la vulnerabilidad, sería que las autoridades locales reglamenten y supervisen los trabajos que en el futuro se vayan a realizar. Con miras a aportar soluciones concretas para la reducción de la vulnerabilidad física, el CISMID ha venido realizando investigaciones para reforzar las construcciones de adobe, las cuales son típicas en muchas regiones del País. Un ejemplo de este tipo de investigaciones es el proyecto de construcciones de adobe sismorresistentes, el cual describimos a continuación brevemente.

### **El proyecto de investigación: “Casas de Adobe Sismorresistentes”**

En el Perú, desde los años 60 se han venido desarrollando investigaciones en el tema del adobe, cabe resaltar que más del 43% de la población del Perú habita en viviendas de “Adobe”. El CISMID-UNI es una de las instituciones que realiza estas investigaciones, las cuales fueron aceptadas por el ININVI (SENCICO) y forman parte de la Norma de Adobe Código E – 080 del Perú. Lamentablemente, como lo pudimos comprobar, con las consecuencias de este terremoto, la falta de difusión y la falta de transferencia tecnológica, aunadas a la difícil situación económica de algunas zonas, no han facilitado, la puesta en práctica de esta norma en el País. La Norma contempla entre otros, el estudio de suelos (profundidad de cimentación), dimensionamiento arquitectónico de la construcción (ubicación de vanos), calidad de los materiales para la elaboración de las unidades de “Adobe” (porcentajes de arcilla, arena y piedra), proceso constructivo, elementos de reforzamiento (calidad de los materiales y ejecución en obra) y tipo de cobertura. La capacidad de control y de transferencia tecnológica, debe de ser reforzada también para las viviendas en ladrillos artesanales, las cuales han visto un incremento considerable en los últimos 10 años, sobre todo porque su costo es de solo una tercera parte del precio de los ladrillos tradicionales (cocidos), los cuales son muy vulnerables ante los efectos de un sismo, pero también cuentan con los problemas tradicionales de construcción. En esta dirección también el CISMID realiza investigaciones tendientes al reforzamiento de este tipo de viviendas a través de su renovación para poder garantizar a las personas un mayor tiempo de resistencia antes de abandonar sus viviendas y salvar sus vidas. El CISMID no solo aportó los elementos necesarios para la reducción de la vulnerabilidad de las casas de adobe a través sus investigaciones, sino que ahora también se especializa en la búsqueda de soluciones tendientes a reforzar las viviendas de ladrillos artesanal, tratando de contribuir de una forma concreta en la reducción de la vulnerabilidad física del País.