

INTENSIDADES MACROSISMICAS EN LAS AREAS URBANAS DE LAS CIUDADES DE PISCO, ICA Y CHINCHA DEBIDAS AL SISMO DEL 15 DE AGOSTO DE 2007

Consuelo Agüero², Hernando Tavera¹, Efraín Fernández², Porfirio Huaco³,
Carmen Talavera², Luz Arredondo²

¹Dirección de Sismología; ²Centro Nacional de Datos Geofísicos
³Dirección de Geodesia y Geología
Instituto Geofísico del Perú

INTRODUCCION

El 15 de Agosto del 2007, a horas 23:40:58 GMT, el Departamento de Ica fue afectado por un sismo de magnitud 7.0 ML (Richter) causando daños en un área que incluye a los Departamentos de Huancavelica, Ayacucho, Sur de Lima y Norte de Arequipa. Este sismo fue denominado “Sismo de Pisco”, el epicentro fue localizado a 60 km. al Oeste de la ciudad de Pisco, siendo la más afectada. Según reportes del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), ocasionó 503 pérdidas humanas, 1,039 heridos y 35,214 familias damnificadas. En la Provincia de Pisco se reporto 335 personas fallecidas, 100 heridos y 16,000 familias damnificadas.

La Dirección de Sismología del Instituto Geofísico del Perú, preparó un programa de estudios en base a la escala sísmica de intensidades M.S.K.- 64, versión adaptada para el Perú por Ocola (1979), para determinar el nivel de sacudimiento del suelo en las ciudades de Pisco, Ica y Chíncha.

CARACTERÍSTICAS DE LAS VIVIENDAS DE PISCO, ICA Y CHINCHA

Según la escala M.S.K.- 64, las características de las viviendas evaluadas de uno y dos pisos en las ciudades de Pisco, Ica y Chíncha, se describen a continuación:

- **Viviendas de tipo “A”.** Construcciones de adobe, con mortero de barro, cimentación superficial de piedra, mortero de barro o cemento-arena sin refuerzo estructural; dinteles rectos trabados con madera; techos con vigas de madera; son construcciones de muy débil sismo resistencia. Se distribuyen en la zona céntrica de las ciudades de Pisco, Ica y en toda la ciudad de Chíncha.
- **Viviendas de tipo “B”.** Viviendas de ladrillo con buen mortero de cemento-arena y paredes bien trabadas. En estas viviendas la unidad de albañilería es homogénea con buena cimentación pero sin refuerzo de concreto armado en los muros; los techos no tienen refuerzo. Se ubican aisladamente por toda la ciudad de Pisco, en los extremos de la ciudad las de Ica y solamente se evaluaron por la Av. Lima de la ciudad de Chíncha.
- **Viviendas de tipo “C”.** Construcciones de ladrillo reforzado con elementos de concreto armado, vigas, columnas de amarre con buena cimentación y techos de losa aligerada. Estas viviendas se encuentran en las Urbanizaciones San Alberto, Alborada, Elías Barrionuevo, Santa Rita, La Esperanza, Las Américas, de la ciudad de Pisco y en toda la ciudad de Ica; este tipo de viviendas no se han evaluado en la ciudad de Chíncha.

INFLUENCIA DE LA ANTIGÜEDAD DE LAS VIVIENDAS DE PISCO, ICA Y CHINCHA

La antigüedad de las viviendas es un factor muy importante para la evaluación e interpretación de daños, los fenómenos meteorológicos influyen en el deterioro de las de las construcciones. En el caso de las viviendas evaluadas de *Tipo “A”*, en la ciudad de Pisco, sobrepasan los 100 años de antigüedad, en la ciudad de Ica, varía de 2 a 101 años, en la ciudad de Chíncha, se evaluó hasta con 80 años de antigüedad; en el caso de las viviendas de *Tipo “B”*, en Pisco se ha evaluado hasta con 41 años de antigüedad, en Ica hasta 51 años; las viviendas *Tipo “C”*, en Pisco no se evaluó con mas de 24 años de antigüedad, en Ica hasta 35 años, en Chíncha no se evaluó viviendas de los tipos “B” y “C”.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE VIVIENDAS EN PISCO, ICA Y CHINCHA

La calidad de viviendas depende de los materiales y técnicas de construcción. La evaluación de daños se realizó en base a criterios de la escala sísmica de intensidades M.S.K. y de la tabla de cuantificación de niveles de daño Ocola (1979). En la ciudad de Pisco, el número de viviendas evaluadas fue 30 y las de tipo "A", el 54.5% son de mala calidad, el 36.4% de regular calidad y el 9.1% de buena calidad; las de tipo "B", el 75% son de buena calidad y el 25% regular calidad, no se evaluó viviendas de mala calidad; las de tipo "C", el 93.3% son de buena calidad, el 6.7% de regular calidad. En la ciudad de Ica, el número de viviendas evaluadas fue 91; las de Tipo "A", el 78.9% son de regular calidad, el 21.1% de mala calidad, no se evaluó viviendas de buena calidad; las de Tipo "B", el 14.3% son de buena calidad, el 57.1% de regular calidad y el 28.6% de mala calidad; las de Tipo "C", el 85.5% son de buena calidad, el 14.5% de regular calidad, no se evaluó viviendas de mala calidad. En la ciudad de Chincha, las viviendas evaluadas de Tipo "A", el 25% son de mala calidad, el 64% de regular calidad y el 11% de buena calidad, no se ha evaluado viviendas de Tipo "B".

DISTRIBUCIÓN DE INTENSIDADES EN LAS CIUDADES DE PISCO, ICA Y CHINCHA

En la ciudad de Pisco, considerando la densidad urbana se ha evaluado un total de 30 viviendas, distribuidas en toda la ciudad. En la (Figura 1) la ubicación de las viviendas evaluadas y sus valores de intensidades. El valor máximo de intensidad es 8^- , al Oeste de la Av. José de San Martín, valores de 7^+ , en toda la zona urbana de la ciudad, valores de 6^+ , al sur de la ciudad, zona norte de la Urb. La Esperanza, Urb. Las Américas.

Los valores de intensidades 8^- y 7^+ M.S.K, se sitúan sobre suelos arcilla arenosa, el nivel freático se ubica de 1.5 a 1.7 m de profundidad; mientras que, los puntos con valores 6^+ están sobre suelos de arcilla y grava, con nivel freático a 3 m. Según la severidad del sacudimiento del suelo la ciudad de Pisco, se divide en dos zonas, una con intensidades de 7^+ y la otra con 6^+ grados de intensidad (Figura 1).

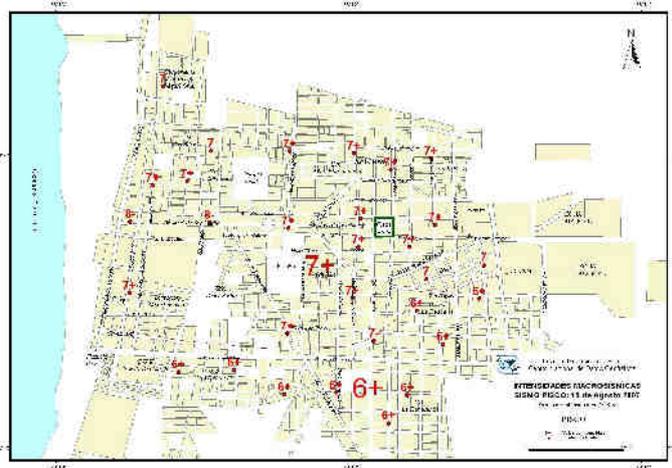


Figura 1. Distribución de intensidades macrosísmicas en la ciudad de Pisco, sismo de Pisco del 15 de Agosto de 2007.



Viviendas de adobe y concreto, en la intersección Av. San Francisco con Calle Alipio Ponce; niveles de daño 5 (colapso) y 4 (destrucción parcial). (Pisco).

En la ciudad de Ica, la distribución de los valores de intensidad (Figura 2) forman hasta tres agrupamientos, uno con valores de intensidad 7^- a 7 grados MSK, colinda con el río Ica, desde el

Barrio San Martín (Urb. Pedreros), hasta la Urb. Los Rosales; otro con valores de intensidad 6^+ MSK, por la parte central de la ciudad, la Asoc. Vivienda Temistocles Rocha Rebata, hasta la Urb. Santo Domingo de Guzmán y el último con valores de intensidad 7 MSK, al oeste de la ciudad, desde las Urbanizaciones La Angostura y Las Dunas hasta la C.P. Santa Rosa de San Joaquín.

En la ciudad de Chincha, según la distribución de los valores de intensidades (Figura 3) el valor máximo 7 grados M.S.K, de manera puntual corresponde al Barrio Chavalina; los valores de intensidad 6^+ , predominan en toda la ciudad de Chincha. El tipo de suelo corresponde a material areno limoso con gravas y la napa freática se encuentra aproximadamente a 10 m. de profundidad.

Figura 2. Distribución de Intensidades Macro sísmicas en la ciudad de Ica, sismo del 15 de Agosto de 2007.

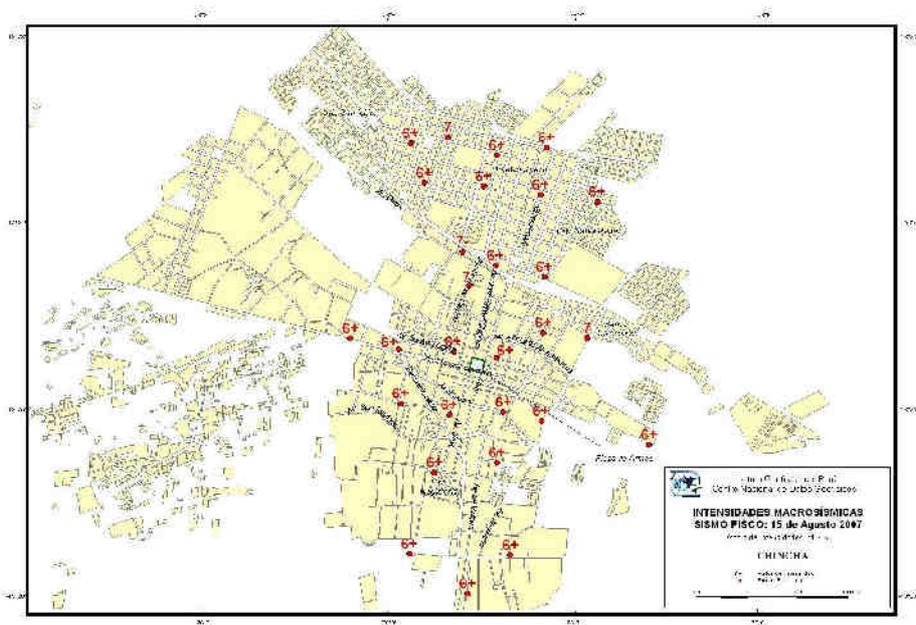
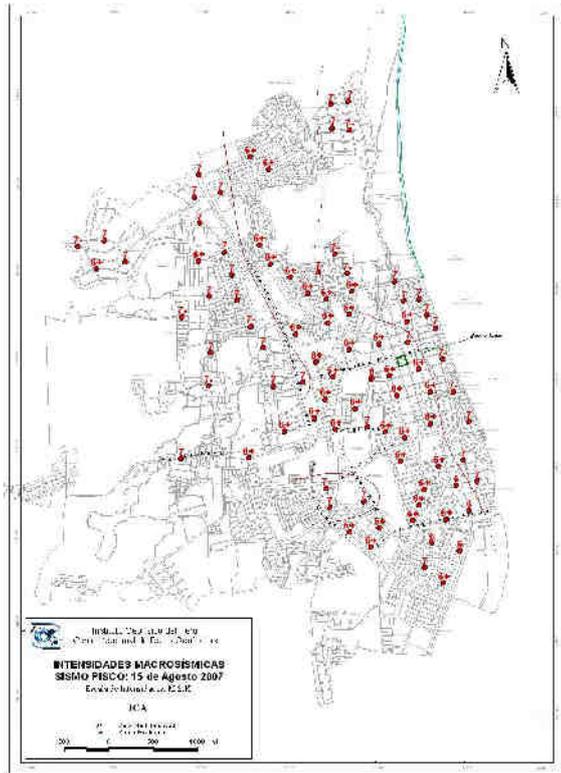


Figura 3. Distribución de intensidades en la ciudad de Chincha, sismo del 15 de Agosto de 2007.

DISTRIBUCIÓN DE DAÑOS EN LAS CIUDADES DE PISCO, ICA Y CHINCHA

Los valores de los niveles de daño y la calidad de construcción de viviendas evaluadas en las ciudades de Pisco, Ica y Chincha, se presenta en las Figuras 4, 5 y 6. En Pisco, las viviendas de *Tipo "A"*, presentan niveles de daño 4 (destrucción parcial) y 5 (colapso) en la zona central de la ciudad; las viviendas de *Tipo "B"*, nivel de daño 3 en la Av. Valdelomar; las viviendas de *Tipo "C"*, nivel de daño 1 cerca a la playa.

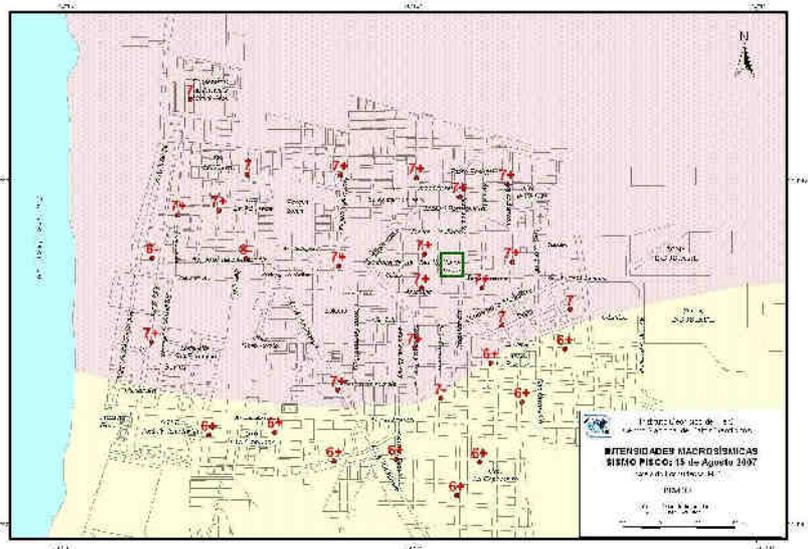
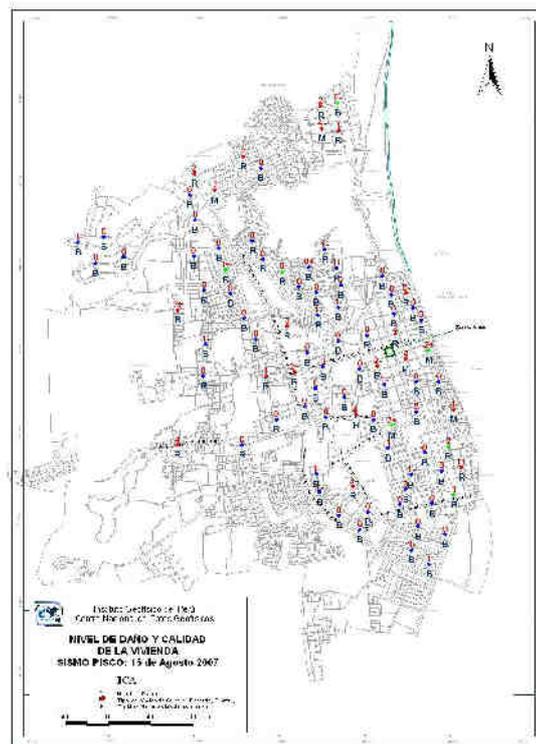


Figura 4. Distribución del nivel de daño en función de la calidad de vivienda evaluada en la ciudad de Pisco.

En la ciudad de Ica, las viviendas de *Tipo "A"*, alcanzaron nivel de daño 4 (destrucción parcial) en el cercado de la ciudad; las viviendas de *Tipo "B"*, presentaron niveles de daño 3+ (daños severos) por la Residencial San Martín, mala calidad de viviendas, mientras que las de buena calidad no presentaron daños; las viviendas de *Tipo "C"*, no han sufrido daños, en los alrededores de la ciudad daños leves (nivel 1).

Figura 5. Distribución del nivel de daño en función de la calidad de viviendas evaluadas en la ciudad de Ica.



Vivienda de adobe en la calle Loreto, con daños severos. (Ica).

En la ciudad de Chincha, las viviendas evaluadas de Tipo "A" de mala y regular calidad se dan en toda la ciudad, los valores de niveles de daño varían de 1 a 5 grados. En Pueblo Nuevo, Barrio Chavalina y en la Av. Faustino Sánchez Carrión, el nivel de daño fue 5 (colapso); la zona central de la ciudad, el nivel de daño fue 4 (destrucción parcial).

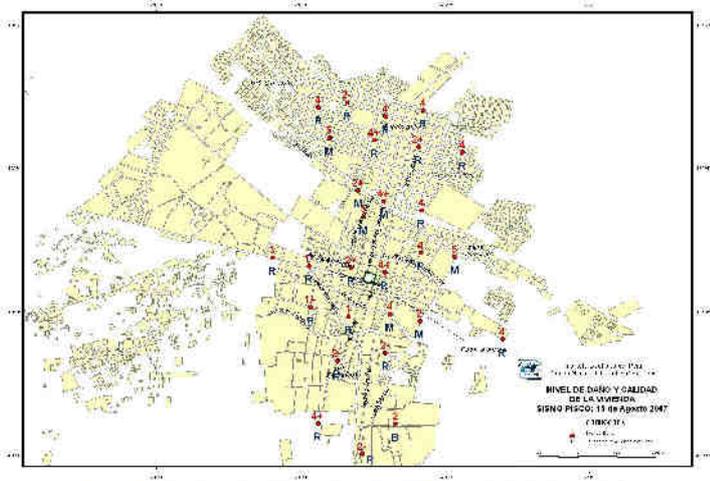


Figura 6. Distribución del nivel de daño en función de la calidad de viviendas evaluadas en la ciudad de Chincha.



Viviendas de adobe, con techos livianos, estera, cañas y dinteles de madera, colapsaron por diversos factores constructivos. (Chincha).



Viviendas de adobe y concreto, Av. José de San Martín y Manuel Pardo (izquierda) y Av. José de San Martín (derecha); niveles de daño 5 (colapso) y 4 (destrucción parcial). (Pisco).

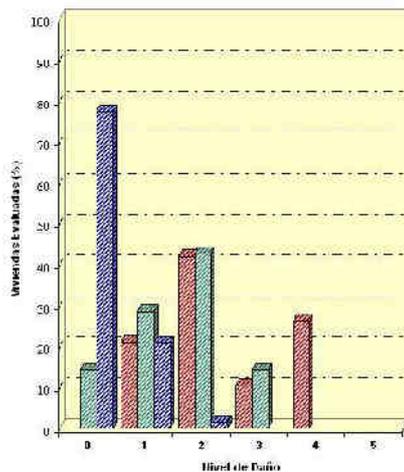
FRECUENCIA DE DAÑOS EN PISCO, ICA Y CHINCHA

En la ciudad de Pisco, las viviendas evaluadas de Tipo "A" (Figura 7), el 63.6% sufrieron destrucción parcial (nivel de daño 4) y el 36.4% colapso total (nivel 5); las de Tipo "B", el 25% no han sufrido daño, el 50% tienen daños leves (nivel 1) y el 25% daños severos (nivel 3); las de Tipo "C", el 86.7% no han sufrido daño y el 13.3% presentaron daños leves (nivel 1).

Figura 7. Frecuencia de daños en porcentaje y tipo de vivienda evaluada. (Pisco).

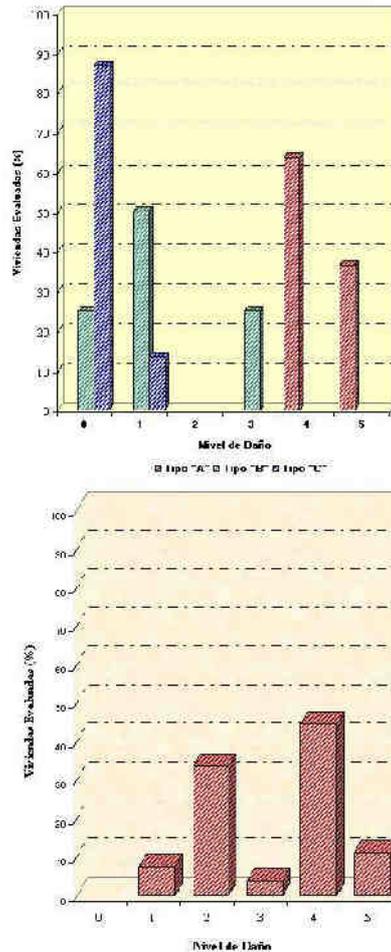
En la ciudad de Ica, las viviendas evaluadas de *Tipo "A"*, (Figura 8) el 26.3 % sufrieron destrucción parcial (nivel 4), el 10.5% daños severos (nivel 3), el 42.1% daños moderados (nivel 2) y el 21.1% daños leves (nivel 1); las de *Tipo "B"*, el 14.3% daños severos (nivel 3), el 42.8% daños moderados (nivel 2), el 28.6% leves (nivel 1) y el 14.3% de las muestras no sufrieron daños; las de *Tipo "C"*, el 1.6% daños moderados (nivel 2), el 21% daños leves (nivel 1) y el 74.4% no han sufrido daños.

Figura 8. Frecuencia de daños en porcentaje y tipo de vivienda evaluada (Ica).



En la ciudad de Chincha, las viviendas de Tipo "A" (Figura 9) el 11.1% colapsaron (nivel 5), el 3.7% daños severos (nivel 3), el 33.4% daños moderados (nivel 2) y el 7.4% daños leves.

Figura 9. Frecuencia de daños, en porcentaje y tipo ("A") de vivienda evaluada. (Chincha).



CONCLUSIONES

En Pisco, el valor máximo de intensidad fue de 8⁻ M.S.K.; , hacia el Oeste de la Av. San Martín; mientras que, el valor mínimo de 6⁺ M.S.K.; en Ica 7 M.S.K. y en Chincha 6 M.S.K.

El nivel de daño máximo en viviendas de *Tipo "A"*, en Pisco y Chincha fue 5 y en Ica 4. En viviendas de *Tipo "B"*, en Pisco 3⁺, en Chincha no se evaluó este tipo de viviendas. En viviendas de *Tipo "C"*, en Pisco fue 1, en Ica 2, en Chincha no se evaluó este tipo de viviendas.

En Pisco e Ica, las viviendas de *Tipo "A"*, han sufrido mayores daños que las de *Tipos "B"* y *"C"*, debido a la antigüedad de las viviendas y deficientes técnicas de construcción.

La historia sísmica de Pisco, Ica y Chincha, confirma que estas ciudades se encuentran en una zona sísmogénica muy importante. Esta característica, mas las condiciones de suelo, deben de tenerse en cuenta para la expansión urbana; además es necesario contar con estudios de planificación, dando énfasis a los programas de microzonificación sísmica de dichas ciudades.

BIBLIOGRAFIA

Silgado E. 1978. Historia de los Sismos mas Notables Ocurridos en el Perú, p. 1513 -1974.
 Ocola L. 1996. Efectos Macrosísmicos del sismo de Nazca del 12 de Noviembre de 1996. Informe inédito.
 Ocola L. 1996. Severidad de Sacudimiento del Sismo de Nazca. Informe inédito. Fernández E., Agüero C., Ccallo F., Heras H., Carpio J. Y Julia A. 2001. Intensidades Macrosísmicas en el Área Urbana de la Ciudad de Arequipa ocasionados por el Sismo del 23 de Junio de 2001. En Tavera H. (Ed): El terremoto de la Región Sur del Perú del 23 de Junio 2001, Instituto Geofísico del Perú, p. 207 – 220.