Reporte del sismo ocurrido el 11-01-2018 a las 13:57:23

Laboratorio de Ingeniería Sísmica
Instituto de Investigaciones en Ingeniería
Universidad de Costa Rica
Informe completo en www.lis.ucr.ac.cr

Preparado el 11-01-2018 a las 14:08 PM

1. Parámetros de la fuente

El epicentro del sismo del 11-01-2018 a las 13:57:23 se ubicó a unos 9.2 km al ONO de la localidad de Cote de Guatuso . Tuvo una magnitud momento (Mw) de 5.1 y ocurrió a 10.3 km de profundidad.

La figura 1 muestra la ubicación del epicentro sobre el mapa. Los triángulos de color verde corresponden a las 20 estaciones acelerográficas usadas para llevar a cabo el cálculo. Los datos de profundidad, longitud y latitud se muestran en el cuadro inserto. El valor del "Error RMS" indica de manera global que tan bueno es el ajuste de los parámetros (valores bajos indican un buen ajuste).

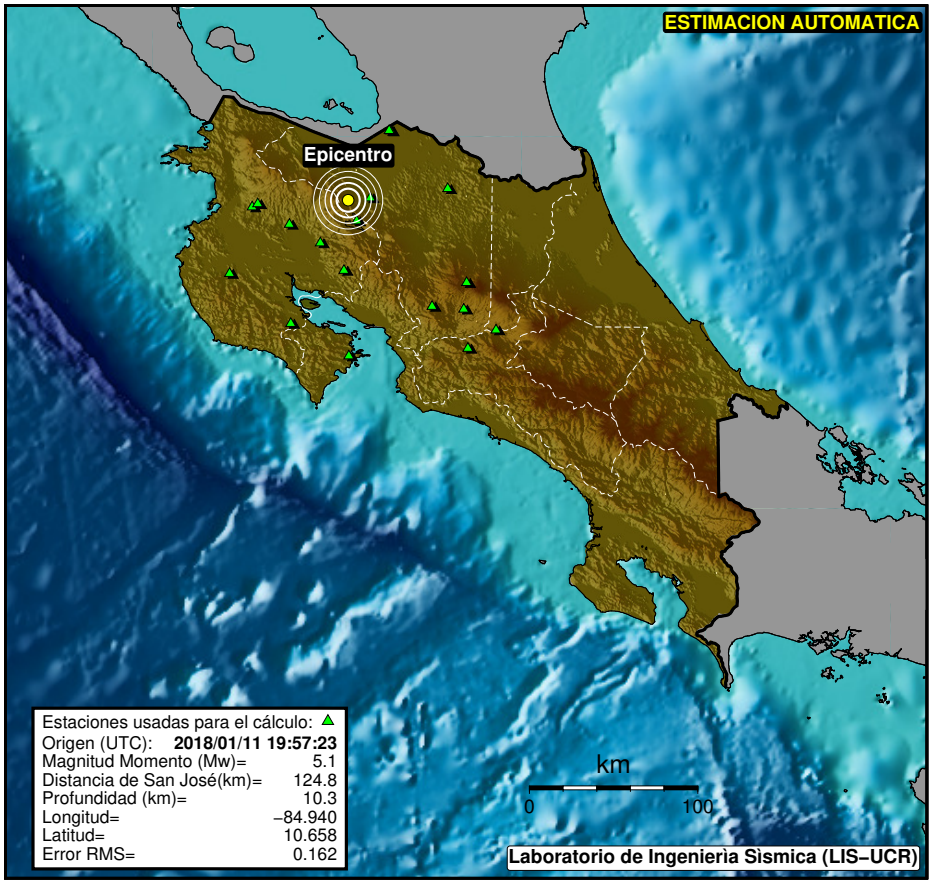

Figura 1. Mapa de ubicación del epicentro.

La figura 2 es un acercamiento de la zona epicentral. En ella se muestran las principales fallas activas de la zona (trazas de color rojo) así como los rasgos topográficos, principales carreteras y límites de provincias. Los nombres de las zonas pobladas más representativas también aparecen sobre el mapa.

Figura 2. Detalle de la zona epicentral

La distancia a la que se encuentra el epicentro de cada centro poblado de Costa Rica se calcula de manera automática. En la tabla 1 se pueden ver los cinco sitios más cercanos al epicentro en orden ascendente. También se muestra el número de habitantes que hay en cada uno. [1]

Tabla 1. Ubicación del epicentro a los 5 sitios más cercanos.

Distancia del epicentro a cada centro de población	Número de habitantes.
9.2 km al ONO de Cote de Guatuso	867
10.5 km al NNE de Tierras Morenas de Tilarán	1358
11.3 km al SSO de Buenavista de Guatuso	1573
12.8 km al O de San Rafael de Guatuso, Alajuela	2826
13.2 km al NNO de Arenal de Tilarán	2300

2. Aceleración

La aceleración se relaciona con la fuerza que causa que un cuerpo cambie de posición o velocidad. Es la misma fuerza que nos empuja hacia atrás cuando viajamos en un vehículo y este acelera o hacia adelante

[1] Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos (2011)

cuando este se detiene. Sus unidades son m/s^2 ó cm/s^2. En ingeniería sísmica, también se mide como fracción de "g". Un "g" es el valor de la aceleración de la gravedad terrestre (1g = 980 cm/s^2).

La aceleración del suelo producida por un terremoto, tiene relación directa con la intensidad sísmica. Los registros de aceleración son usados para elaborar mapas de respuesta inmediata ante emergencias, sirven para crear los códigos sísmicos o mejorar los existentes y entender el proceso de ruptura de los terremotos entre otros.

El LIS calcula la intensidad usando el método desarrollado por la Agencia Meteorológica de Japón (JMA). Este toma el valor de aceleración máximo de las tres componentes de un acelerógrafo en el lugar de registro y la duración del movimiento. Las unidades de esta escala son los "Shindo"que significan literalmente grados de agitación y estos varían de 0 a 7. Para valores superiores a *I=5*, es cuando se pueden presentar daños. A partir de ese punto, la escala se subdivide en 5- y 5+ y en 6- y 6+.

El valor de *I=0* corresponde a un movimiento imperceptible (aceleración inferior a 0.8 cm/s^2). Libros y estanteras se caen cuando el valor de la intensidad es de *I=5-*. Paredes de ladrillo sin reforzar pueden caerse con un nivel de *I=5+*. En el nivel *I=6*, a la gente se le dificulta mantenerse en pie. También las ventanas se rompen cuando se alcanza un valor de *I=6-* y las paredes de las construcciones de buena calidad se agrietan cuando el valor es de *I=6+*. Un valor de *I=7* corresponde a un movimiento altamente destructivo (aceleraciones superiores a los 400 cm/s^2) en el sitio de registro que en ocasiones cambian características topográficas.

2.1. Valores máximos registrados

El valor de aceleración más alto fue registrado en la estación ubicada en Lic. Exp. Bil. Nvo. Arenal (código GNAR) con 42.9 cm/s^2. Esta estación se encuentra a 16.8 km de distancia del foco o hipocentro. Por lo general, la aceleración disminuye conforme aumenta la distancia al origen. Sin embargo, existen cierto tipo de condiciones especiales como los suelos blandos y accidentes topográficos que pueden hacer que el valor se amplifique.

Tabla 2. Estaciones con mayor valor de aceleración registrada.

Código	Aceleración (cm/s^2)	Distancia (km)	Sitio de la estación
GNAR	42.9	16.8	Lic. Exp. Bil. Nvo. Arenal
AGTS	38.2	16.7	Cruz Roja, Guatuso
AUPA	24.6	29.2	Munic. Upala
GCNS	13.2	31.8	Bib. Cañas
AUPH	9.5	29.6	Hosp. Upala
PPQR	4.5	92.1	Cruz Roja Paquera
GNYA	4.4	79.9	INS, Nicoya
AMTR	4.0	35.3	As.Des. Monterrey, San Carlos
GTGA	3.6	43.9	Ing. Taboga, Cañas
ASIA	3.4	107.5	S. Interuniv. Alajuela

De acuerdo con los registros de los acelerógrafos y la duración de la sacudida, el valor de intensidad más alto fue de *I=4* en Lic. Exp. Bil. Nvo. Arenal . Este se caracteriza por ser un movimiento que puede asustar a la gente. Si hay gente durmiento, esta despierta. Los objetos suspendidos oscilan considerablemente y los platos vibran en los armarios. Los adornos inestables caen ocasionalmente. En los exteriores, los cables eléctricos giran considerablemente y las personas que caminan por la calle y las que van conduciendo automóviles notan el temblor.

En la figura 3, cada cuadro corresponde a una estación acelerográfica coloreada según el valor de la I_{JMA} mostrada en la parte inferior. Los cuadros de colores oscuros habrían experimentado mayores valores de aceleración y por tanto de intensidad sísmica. Los cuadros en color blanco serían aquellas en que el

movimiento habría sido imperceptible para la población porque tendrían un valor de *I=0* a *I=1* en la escala JMA.

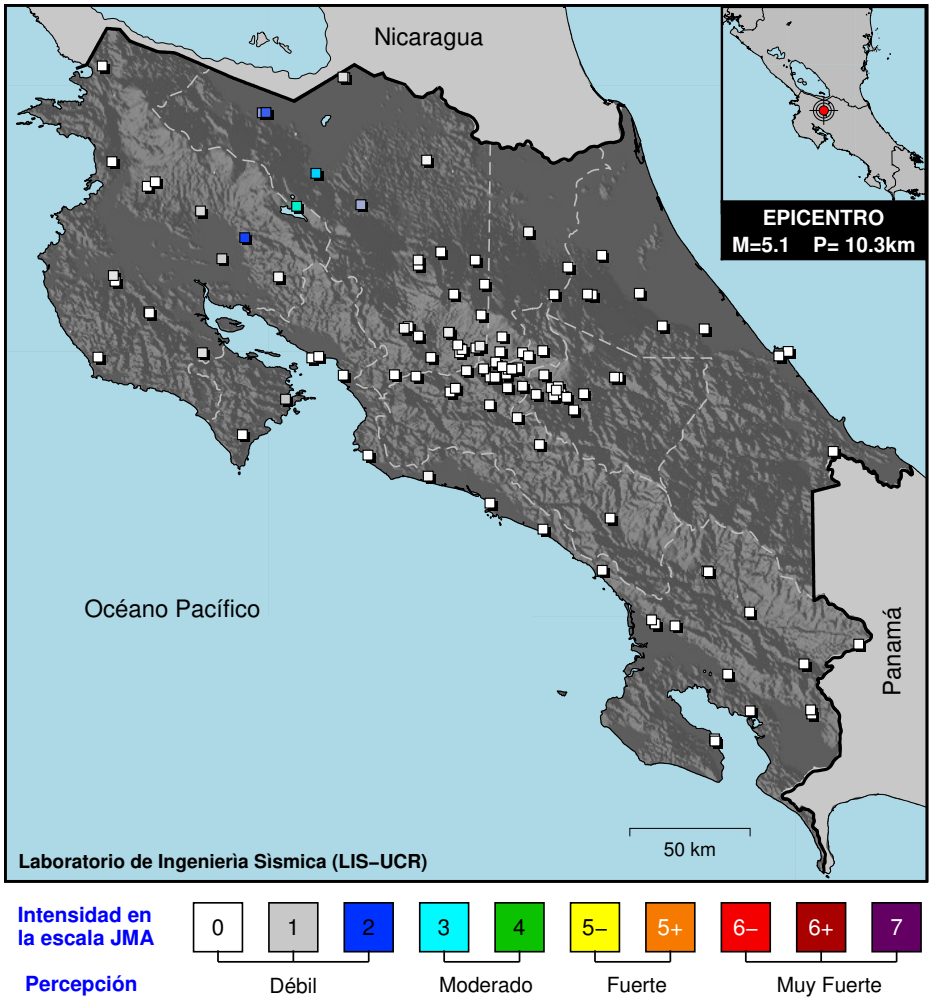

Figura 3. Valores de intensidad de I_{JMA} en los sitios de los acelerógrafos.

La ”Percepción”, que también se muestra en la leyenda, sería la forma en que las personas tenderían a dar un estimado de la fuerza del sismo de acuerdo con su apreciación del movimiento. Aunque la escala I_{JMA} contempla 7 valores, con el fin de simplificar los datos, el LIS los ha agrupado en 4: Débil, Moderado, Fuerte y Muy Fuerte como se aprecia en la leyenda.

En general, valores de 0 a 4 no deberían causar mayores problemas a las construcciones civiles que hayan sido edificadas según normas adecuadas. Para valores de *I=5+*, grietas pueden aparecer en edificaciones de baja resistencia a los sismos. En *I=6+* podrían aparecer grietas en forma de X en paredes y algunos pilares.

3. Efectos sobre la población

El siguiente mapa muestra los valores interpolados de la intensidad de la figura 3. A diferencia de la magnitud, la intensidad se relaciona con la percepcin de las personas y el efecto en estructuras. Los valores bajos por lo general están asociados con la forma como las personas sintieron el sismo, mientras que los

valores altos con la forma en que fue afectado el paisaje o las construcciones civiles. Nuevamente se sigue la misma escala de colores, siendo los más oscuros donde el movimiento fue más intenso.

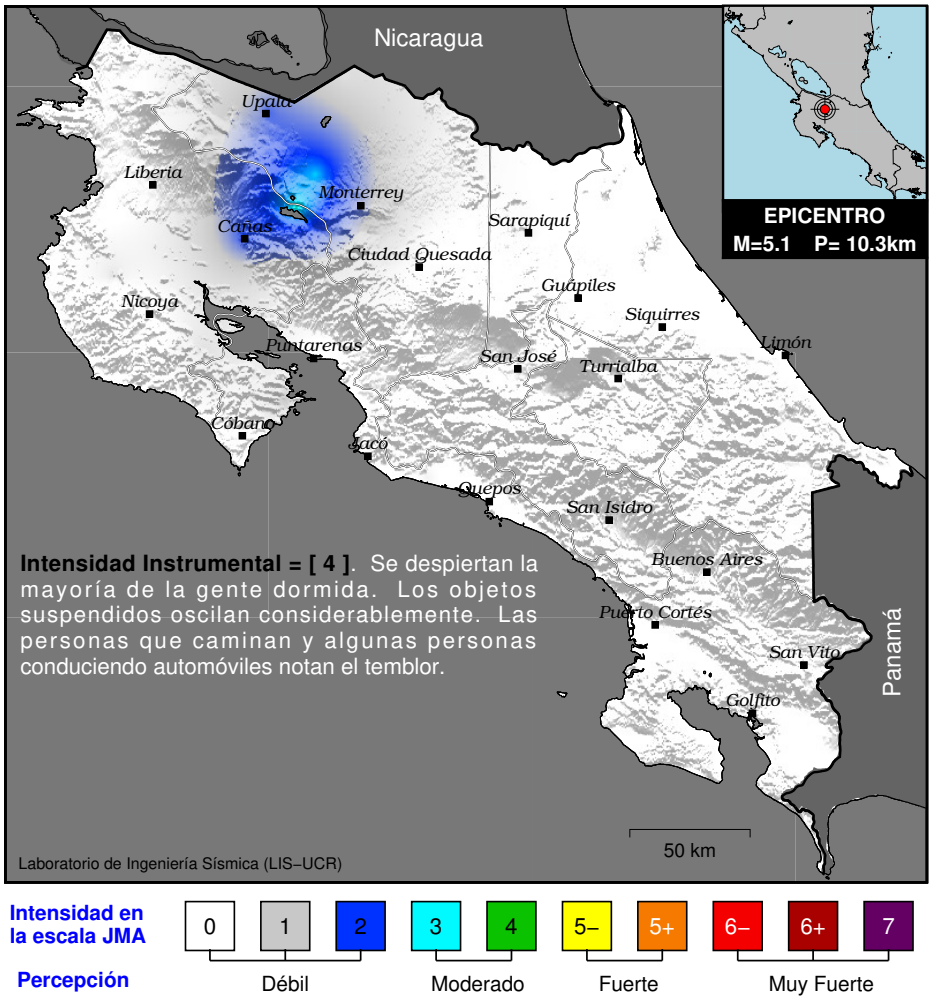

Figura 4. Mapa de intensidad I_{JMA} derivado de los valores de aceleración y duración del movimiento.

3.1. Habitantes en la cercanía del epicentro

El mapa muestra las cabeceras de cada distrito del país coloreadas según el número de habitantes (en miles de personas) que estos poseen y su distancia al epicentro (estrella verde). En el gráfico de abajo aparece el valor acumulado que hay a intervalos de 25 km. Un aproximado de 37451 habitantes se encontraba a 25 km a la redonda del epicentro. La mayoría de la población (unas 928460 personas) estaba entre los 100 y 125 km de distancia.

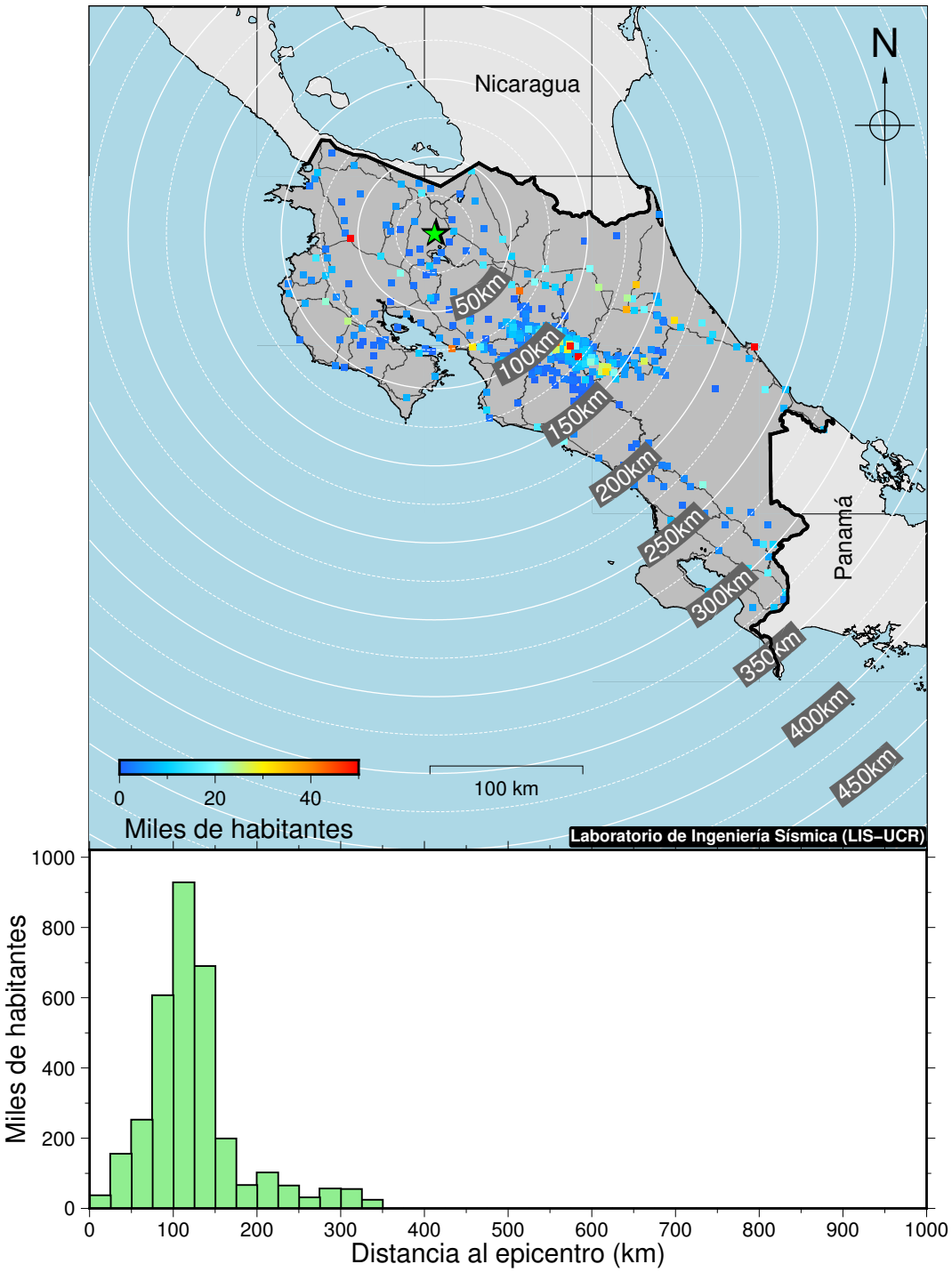

Figura 5. Número de habitantes a una distancia específica del epicentro.

3.2. Población expuesta

La figura siguiente es similar a la número 5, salvo que en este caso las cabeceras de los distritos se encuentran coloreadas según el grado de intensidad experimentado. Las líneas blancas corresponden a la división administrativa por cantones.

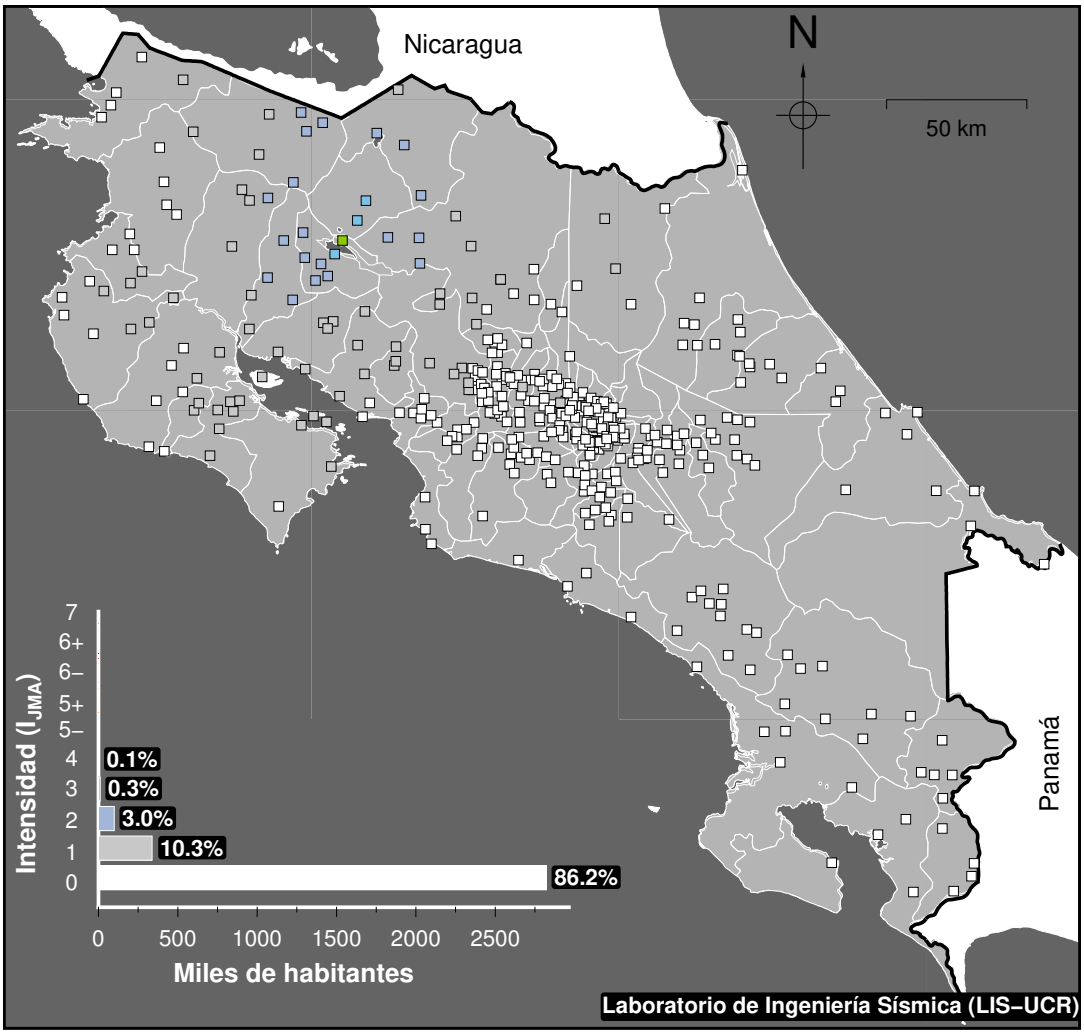

Figura 6. Población expuesta a diferentes grados de intensidad.

El número de habitantes de cada ciudad que haya tenido igual valor de intensidad se suma y el total (en miles de habitantes) se muestra en el gráfico inserto del mapa. Los números en los recuadros blancos corresponden al porcentaje de esos totales. Para este evento, unos 1 centros de población con aproximadamente 2300 personas se encontraban en la zona de intensidad de grado 4 en la escala I_{JMA}. La ciudad más poblada de esas es Nuevo Arenal de TILARAN con 2300 habitantes.

4. Instituciones que colaboran con la red acelerográfica del LIS

El programa de Monitoreo de Sismos Fuertes en Costa Rica es posible gracias a la colaboración de las siguientes instituciones públicas y privadas.

- Acueducto de Naranjo, Corredores
- Area de Conservación de Guanacaste
- Asociación de Desarrollo de Monterrey, Alajuela
- Banco Central de Costa Rica
- Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS)
- Casa de Pan, Santa María de Dota
- Ciudad de los Niños, Cartago
- Comisión Nacional de Emergencias (CNE)
- Consultoría Técnica para Diseño y Edificios en San Miguel de Heredia
- Cruz Roja Costarricense (CRC)
- Cuerpo de Bomberos de Costa Rica (CBCR)
- El Angel, Cariblanco
- Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), Guácimo
- Hidroeléctrica El General
- Ingenio Taboga, Cañas
- Instituto Costarricense del Deporte (ICODER)
- Instituto Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP)
- Instituto Nacional de Seguros (INS)
- Junta de Administración Portuaria y Desarrollo Económico de la Vertiente Atlántica (JAPDEVA)
- Ministerio de Educación Pública (MEP)
- Municipalidad de Buenos Aires, Puntarenas
- Municipalidad de Nandayure
- Municipalidad de Puerto Cortés, Osa
- Municipalidad de Sarapiquí
- Municipalidad de Upala
- Represa Cachí
- Sistema Nacional de Bibliotecas (SINABI)
- Teatro Nacional
- Tecnológico de Costa Rica (TEC)
- Zona Franca El Coyol, Alajuela