



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



SISMOTECTÓNICA DEL SISMO DE YAUCA DEL 28 DE JUNIO 2024 (M7.0) Y NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO

Informe Técnico N°023-2024/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Junio, 2024

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Sismotectónica del sismo de Yauca del 28 de junio 2024 (M7.0) y niveles de sacudimiento del suelo

Autores

Hernando Tavera
Cristian Mamani

Este informe ha sido producido por el Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169 Mayorazgo
Teléfono: 51-1-3172300

**SISMOTECTÓNICA DEL SISMO DE YAUCA
DEL 28 DE JUNIO 2024 (M7.0) Y NIVELES DE SACUDIMIENTO
DEL SUELO**

Lima – Perú
Junio, 2024

RESUMEN

El 28 de junio 2024 (00:36am Hora Local), ocurre un sismo de magnitud M7.0 con epicentro a 54 km al SO de la localidad de Yauca (región Arequipa), siendo el sacudimiento del suelo percibido en una radio de 500 km, desde Lima Metropolitana por el norte hasta Tacna por el sur. El sismo tiene su origen en el proceso de fricción entre las placas de Nazca y Sudamericana produciendo en sus primeras 48 horas, por un total de 16 réplicas reportadas por el Centro Sismológico Nacional a cargo del IGP y cuya distribución espacial sugieren un área rectangular de ruptura de 55 x 70 km perpendicular a la línea de costa.

Los valores de aceleración del suelo en las localidades de Yauca, Chala, Atiquipa, Bella Unión fueron del orden de 150 cm/seg², llegando a producir en superficie daños en viviendas de adobe (fisuras y colapso de paredes) y de concreto (caída de estuques de paredes y techos); además de deslizamientos de piedras y tierra en la carretera Panamericana Sur y en otras secundarias.

INDICE

1.- INTRODUCCIÓN

2.- EL SISMO DE YAUCA DEL 28 DE JUNIO, 2024

2.1.- Parámetros hipocentrales

2.2.- Intensidades

2.3.- Réplicas

3.- NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO

3.1.- Mapas de iso-aceleraciones

3.2.- Daños y efectos asociados

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

1.- INTRODUCCIÓN

En el borde occidental del continente sudamericano se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana y en el caso del Perú, se realiza a una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999). Este proceso es responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano y de la ocurrencia de sismos de diversas magnitudes y focos ubicados a variadas profundidades con origen en tres fuentes sismogénicas: la fricción de placas (oceánica y continental), deformación interna de la placa oceánica por debajo de la cordillera y deformación cortical a niveles superficiales.

En Perú, la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y debido a la mejor cobertura de la Red Sísmica Nacional (RSN) a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP), cada año se registra y reporta un promedio de 800 sismos cuyos sacudimientos del suelo son percibidos en superficie por la población. En la actualidad, el análisis de la distribución espacial de la sismicidad en el Perú (Figura 1) ha permitido describir las características de las principales fuentes sismogénicas (Tavera y Buforn, 2001; Bernal y Tavera, 2002). En este sentido, en zonas de convergencia de placas, los sismos con magnitudes igual o mayores a M7.0, son menos frecuentes y cuando ocurren producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas relativamente grandes, tal como sucedió en la región Sur de Perú el 23 de Junio de 2001 (M8.2) y en Pisco, el 15 de Agosto de 2007 (M8.0).

Los sismos con origen en los procesos de deformación de la corteza a niveles superficiales son menos frecuentes, pero cuando ocurren, producen importantes niveles de sacudimiento del suelo en áreas relativamente pequeñas, por ejemplo los sismos del Alto Mayo (San Martín) del 30 de Mayo de 1990 y 5 de Abril de 1991, ambos con magnitudes de M6.0.

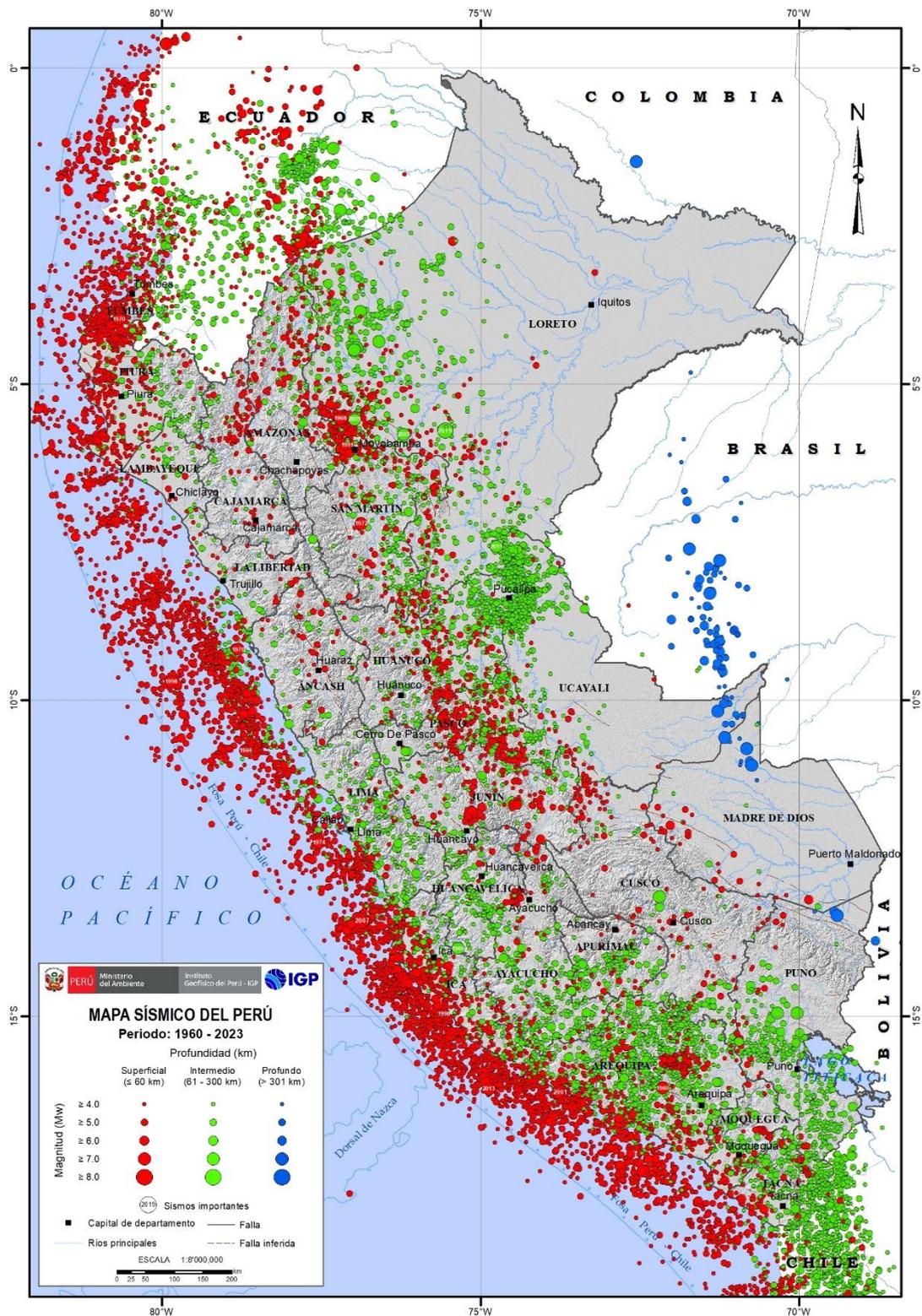


Figura 1.- Mapa Sísmico del Perú para el periodo 1960 y 2023 La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos. Los círculos con número inscrito en su interior indican la ubicación y año de ocurrencia de los grandes sismos.

Los sismos con foco intermedio, también son poco frecuentes y cuando ocurren pueden generar altos niveles de sacudimiento del suelo, así como un gran radio de percepción y algunas veces daños leves en viviendas; además de procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos de tierra y piedras inestables en zonas de gran pendiente. A niveles más profundos, los sacudimientos del suelo producidos por sismos pocas veces son percibidos en razón que la energía emitida se atenúa rápidamente antes de llegar a la superficie.

En el borde occidental de la región sur del Perú, el día 28 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud M7.0 y epicentro ubicado a 54 km al SO de la localidad de Yauca (región Arequipa). El sismo ocurrió a una profundidad de 42 km (foco superficial) y en general, el sacudimiento del suelo fue percibido por la población hasta distancias, desde el epicentro, del orden de 500 km, siendo mayor la intensidad de sacudimiento del suelo en las localidades de Yauca, Chala y Atiquipa. En este informe se presenta los parámetros hipocentrales del sismo, intensidades evaluadas y los niveles de sacudimiento del suelo en el borde occidental de la región Arequipa.

2.- EL SISMO DE YAUCA DEL 28 DE JUNIO, 2024

En el borde occidental de la región sur del Perú, el día 28 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud M7.0 que produjo importantes niveles de sacudimiento del suelo en las localidades de Yauca, Chala y Atiquipa de la región Arequipa. El análisis de los parámetros hipocentrales del sismo y la evaluación de los niveles de sacudimiento del suelo permitirán comprender los niveles de riesgo de las áreas urbanas ante la posible ocurrencia de un sismo de mayor magnitud con epicentro frente a la costa de la región sur del Perú.

2.1.- Parámetros hipocentrales

Los parámetros hipocentrales del sismo de Yauca - 2024 fueron reportados por el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional. Los valores obtenidos son (Figura 2):

Tiempo Origen: 05h 36 min del 28 de junio, 2024 (Hora Universal)
00h 36 min del 28 de junio, 2024 (Hora Local)

Latitud Sur: -16.11°

Longitud Oeste: -74.72°

Profundidad: 42 km

Magnitud: M7.0

Epicentro: A 54 km al sur-oeste de la localidad de Chala en
la región Arequipa

Intensidad Máxima: VI (MM) en Yauca, Chala y Atiquipa (Arequipa)

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo del 28 de junio 2024 (M7.0) junto a los epicentros correspondientes a los sismos ocurridos en la región sur del Perú entre los años 1960 al 2023 (>M4.5).

De acuerdo a la sismicidad, el sismo de Yauca se produce en una zona de continua ocurrencia de sismos asociados al proceso de convergencia entre las placas de Nazca y Sudamericana (círculos rojos).

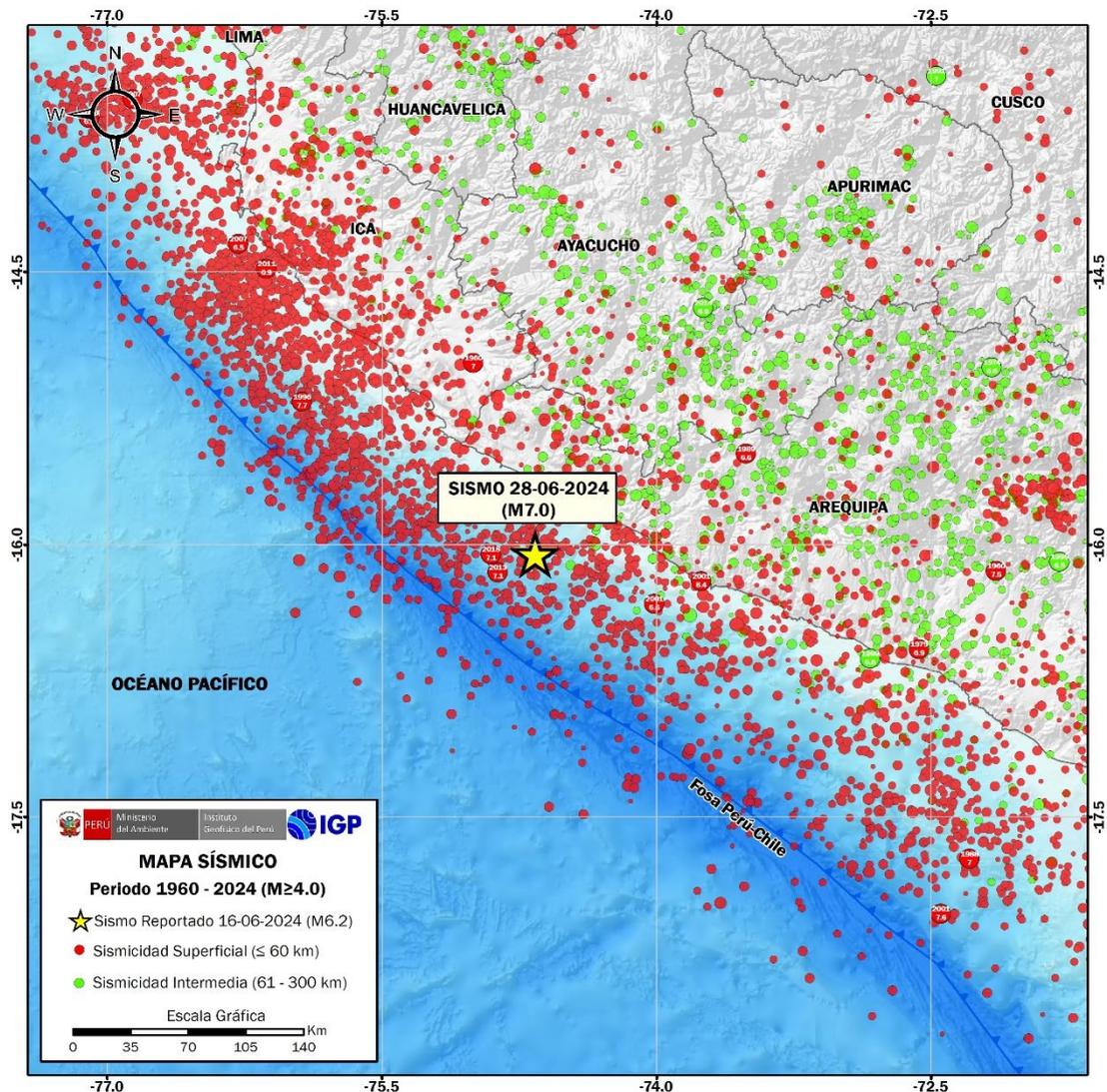


Figura 2.- Distribución espacial de la sismicidad en la región sur del Perú. La profundidad de los sismos es indicado con el color de los símbolos. La estrella indica la ubicación del epicentro del sismo de Yauca del 28 de junio, 2024.

En general, la distribución espacial de la sismicidad en profundidad ha permitido configurar la geometría de la placa de Nazca en el proceso de subducción y tal como se observa en la Figura 3, en las regiones centro-norte, la placa se introduciría por debajo del continente hasta una profundidad de 100-120 km para luego desplazarse de manera casi horizontal hasta distancias del orden de 800 km; mientras que, en la

región sur, lo hace de manera continua hasta los 250 km de profundidad. Estas tendencias de sismicidad y geometrías de la subducción fueron ya descritas por Stauder (1975), Cahill y Isacks (1991), Tavera y Buforn (2001).

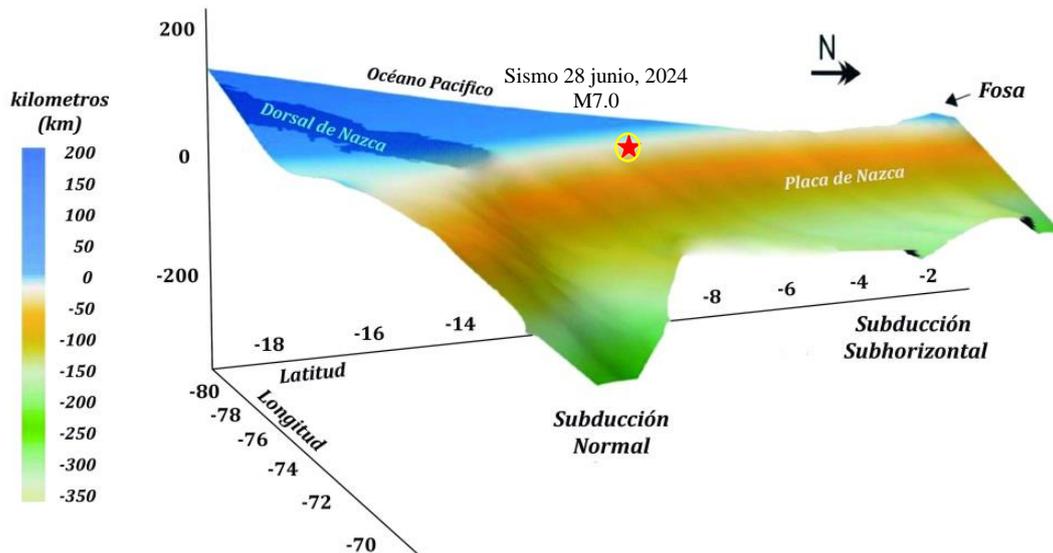


Figura 3. Geometría de la placa de Nazca en el proceso de subducción en el borde occidental del Perú. La estrella indica la ubicación aproximada del hipocentro del sismo de Yauca del 28 de junio (M7.0), 2024

2.2.- Intensidades

Después de ocurrido el sismo de Yauca, se realizó la evaluación del radio de percepción del sacudimiento del suelo y los posibles daños y efectos que el sismo podría haber producido en el entorno de su epicentro. Las evaluaciones fueron realizadas por el personal del Centro Sismológico Nacional (CENSIS) a cargo del Instituto Geofísico del Perú (IGP), mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de cada área urbana y la información obtenida fue interpretada con la escala de Mercalli Modificada (Figura 4):

Yauca, Chala, Atiquipa, Bella Unión y Acari (Intensidad VI-MM): El sacudimiento del suelo fue intenso y causó pánico en toda la población que salieron a las calles. Se produjo fisuras y caída de estuques en estructuras de concreto, fisuras y daños parciales viviendas de adobe.

Se produjeron deslizamientos de piedras y rocas en varios tramos de la carretera Panamericana Sur y carreteras de penetración. Algunas personas presentaron heridas leves siendo atendidos en los centros de salud de cada localidad. Se produjo corte de energía eléctrica y suspensión de las labores escolares.

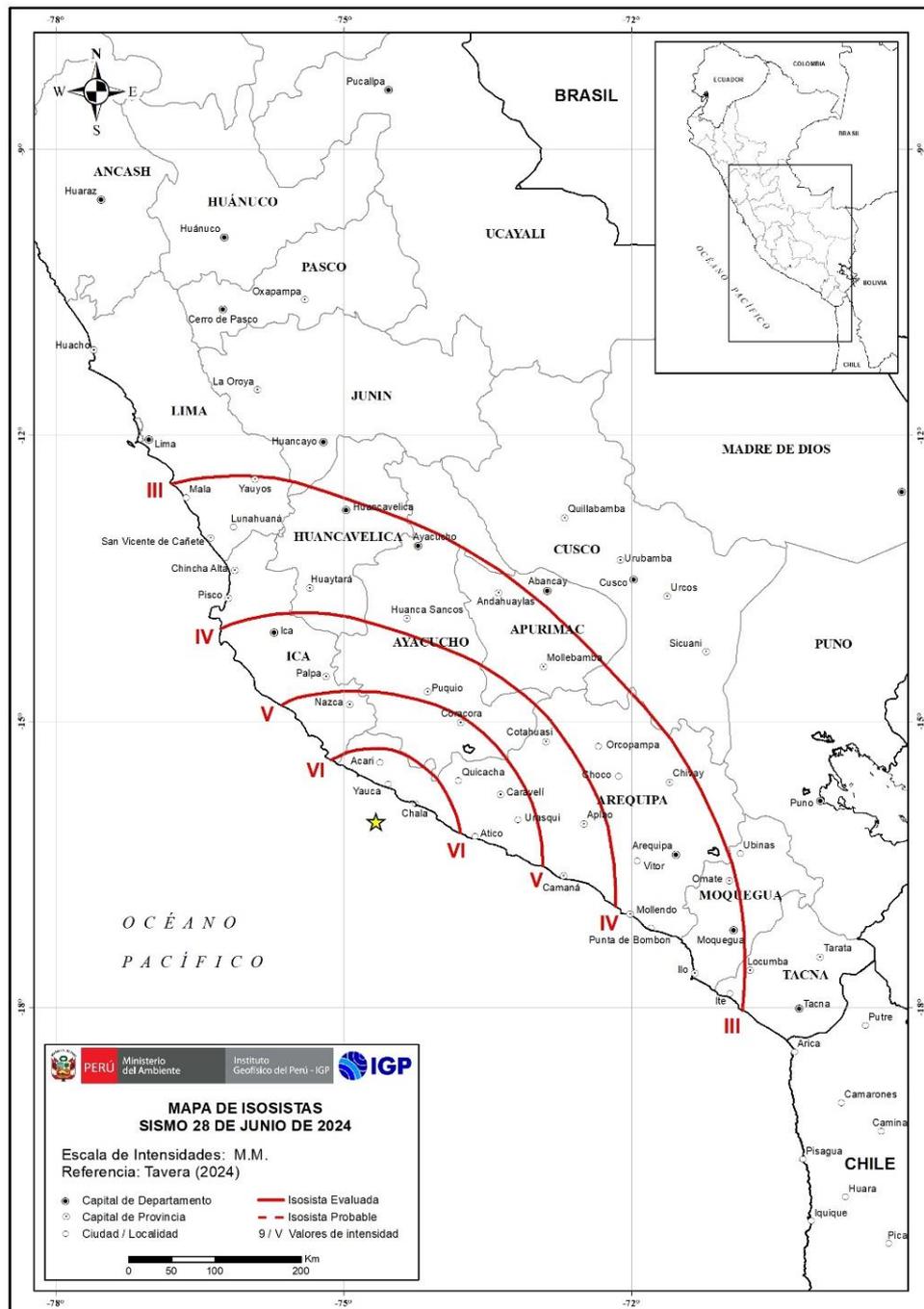


Figura 4.- Mapa de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Yauca del 28 de junio, 2024 (M7.0)

Atico, Nazca, Quicacha, Camana, Secocha, Caraveli (Intensidad V-MM): El movimiento del suelo fue fuerte y percibido por toda la población que salieron a la calle. Varios pobladores presentaron lesiones leves para ser atendidos en puestos de salud. Se produjeron deslizamientos de piedras y rocas en varios tramos de la carretera Panamericana Sur y carreteras de penetración.

Ica, Palpa, Puquio, Cotahuasi y Apalo (Intensidad IV-MM): El movimiento del suelo fue percibido por toda la población que salieron a la calle. Varios pobladores presentaron lesiones leves para ser atendidos en puestos de salud. Daños leves en viviendas y caída de estuques de yeso en la Iglesia San José.

2.3-. Réplicas

Según la Figura 5, el sismo de Yauca fue seguido, en las primeras 48 horas, por un total de 80 réplicas, siendo 16 de ellas reportadas por el Centro Sismológico Nacional (CENSIS) debido a que el sacudimiento del suelo, por ellos producidos, fue percibido por la población en las localidades de Yauca, Chala y Atiquipa. De estas replicas, la ocurrida el 29 de junio a 02:05 horas presento una magnitud de M6.4 generando alarma en la población. La distribución espacial de las réplicas forma un área de ruptura de forma rectangular de aproximadamente 55 x 70 km, desde el epicentro del sismo hacia la línea de costa con orientación aproximada de NE-SO.

En profundidad, el sismo de Yauca y su serie de réplicas siguen la tendencia media de distribución de la sismicidad en la región centro-sur; lo cual confirma que tuvieron su origen en la fricción existente entre las placas de Nazca y sudamericana dentro del proceso de subducción de la primera por debajo de la segunda (Figura 6).

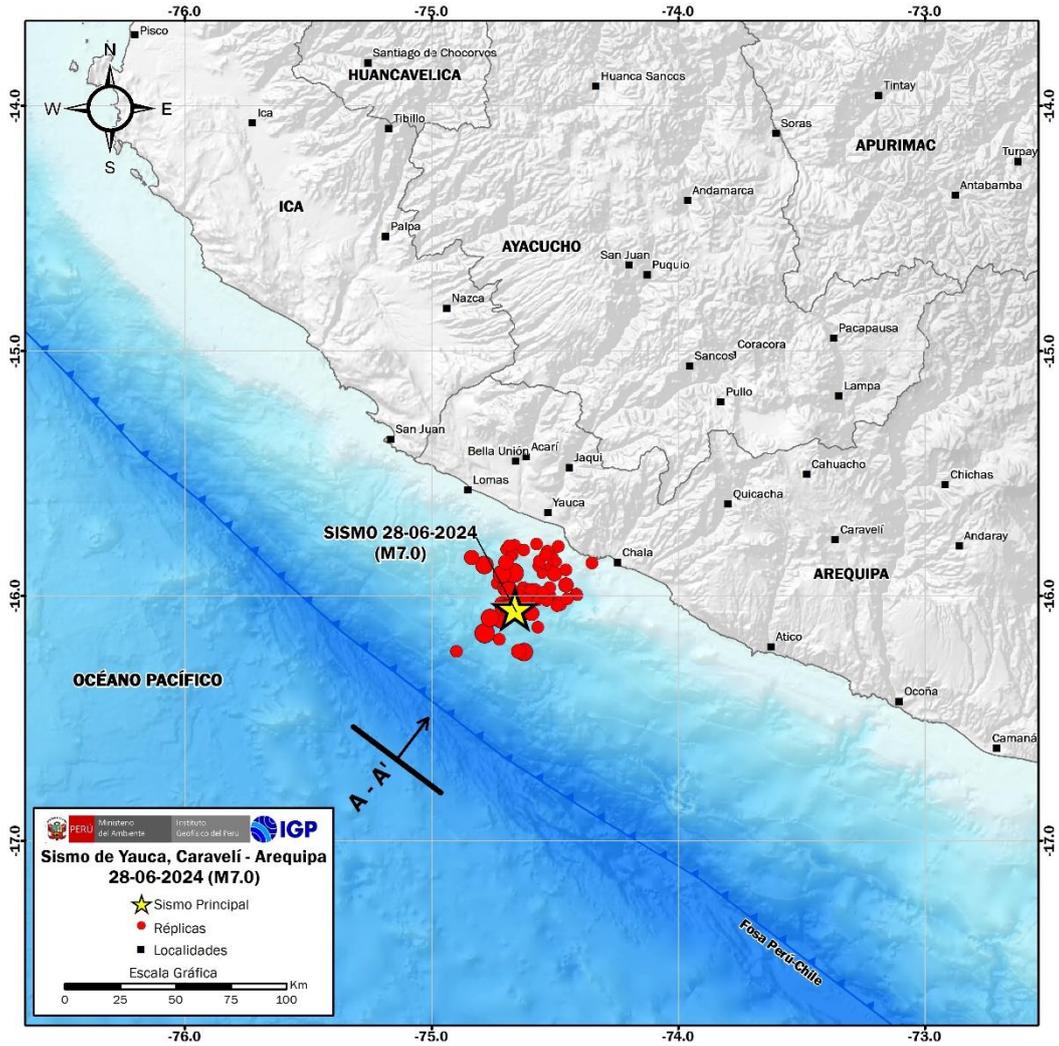


Figura 5. - El sismo de Yauca del 28 de junio del 2024 (M7.0) y distribución espacial de sus réplicas durante las primeras 48 horas después de ocurrido el sismo principal.

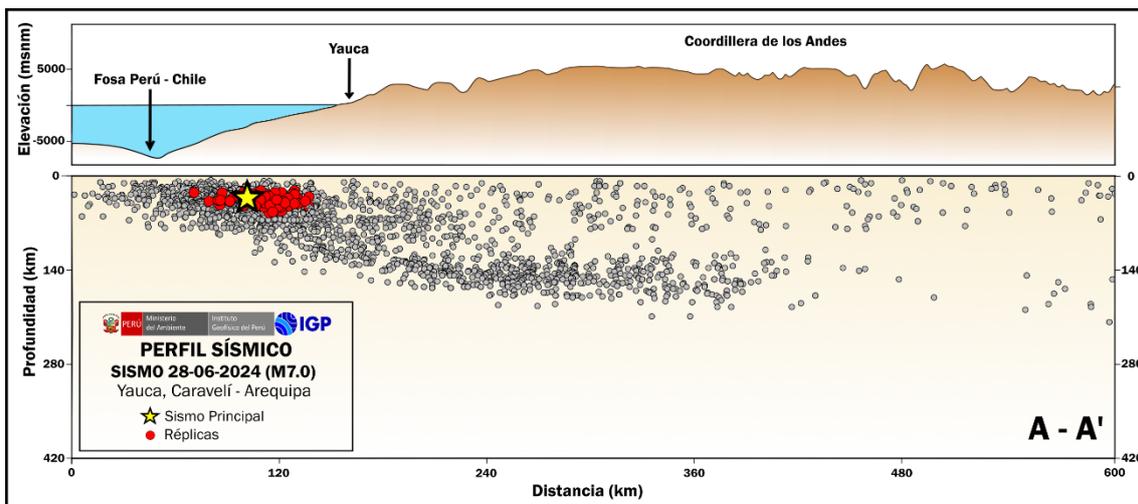


Figura 6. Sección vertical de la sismicidad en la región centro-sur del Perú y ubicación del sismo de Yauca del 28 de junio, 2024 (estrella). Los puntos de color rojo indican la ubicación de las réplicas ocurridas durante 48 horas después del sismo principal.

Asimismo, en la Figura 7 se puede observar el sismograma de la estación sísmica de Yauca con el registro del sismo principal y de su serie de réplicas. En general, el mayor número de réplicas ocurrieron inmediatamente después del sismo principal y con el pasar de las horas, ellas fueron disminuyendo en número y seguirá así, hasta que el área deformada se estabilice totalmente.

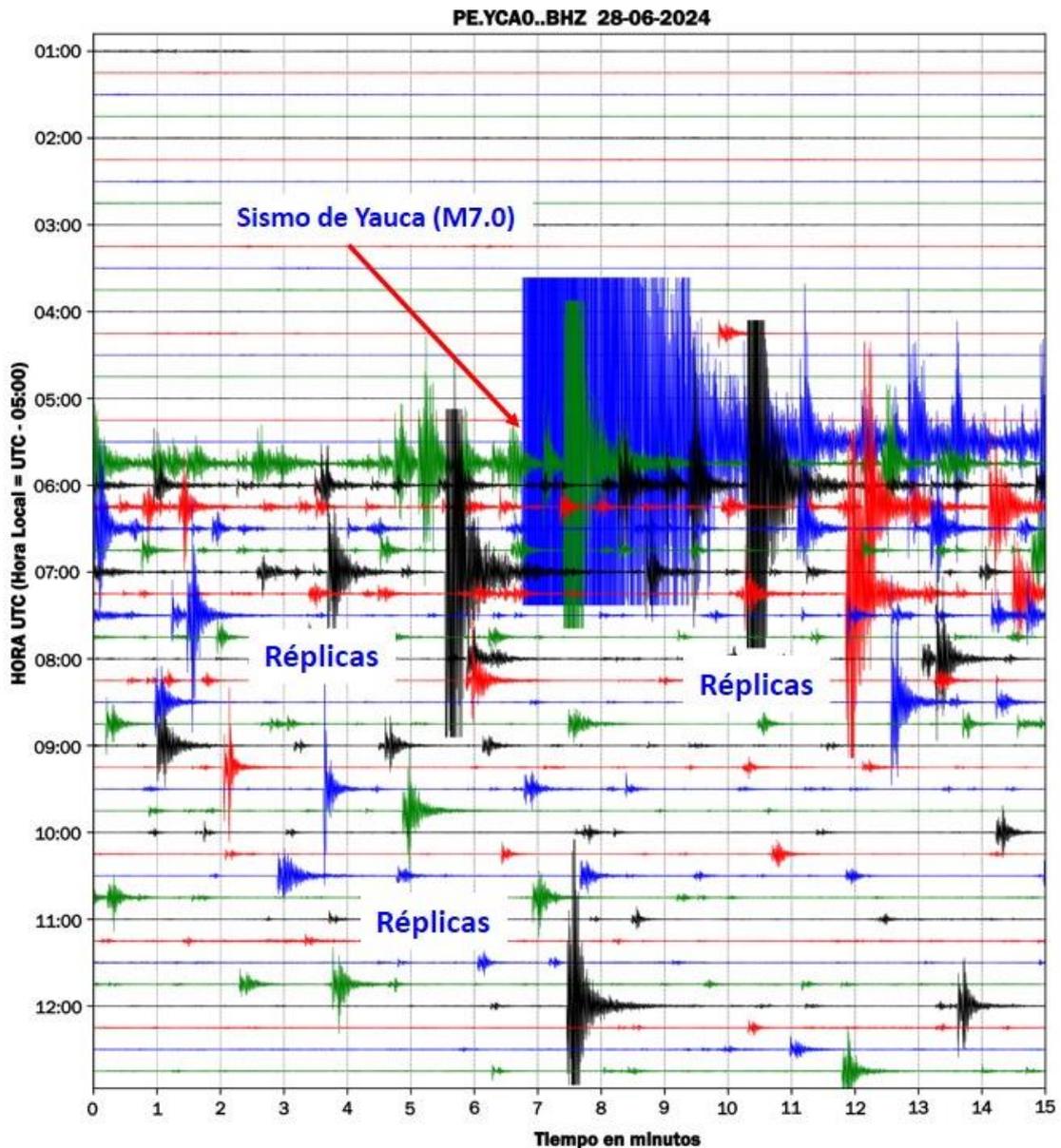


Figura 7.- Sismograma de la estación Yauca (YCA0) con el registro del sismo de Yauca del 28 de junio 2024 (M7.0) y su serie de réplicas ocurridas en las primeras horas después del evento principal.

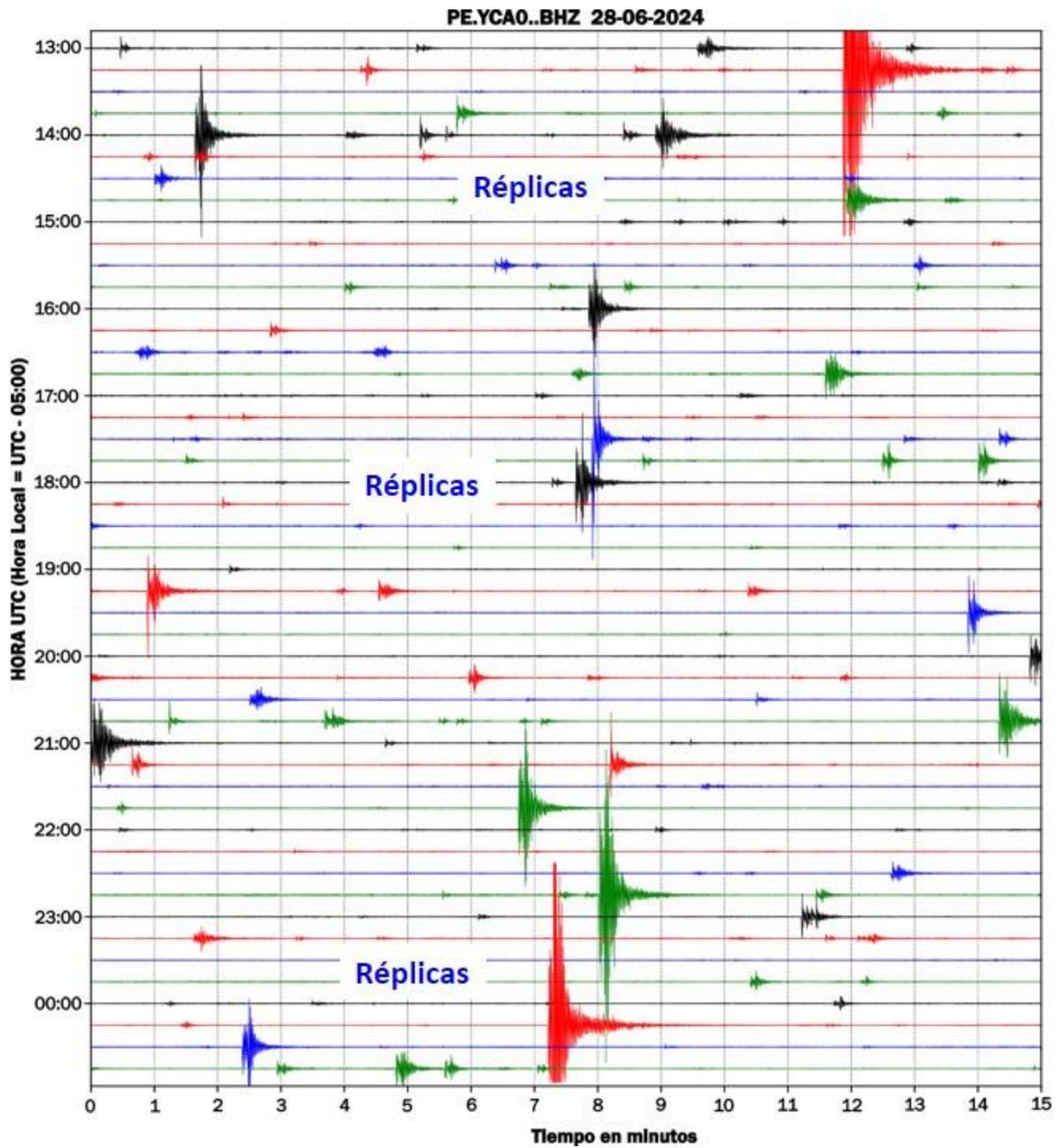


Figura 7.- Continuación.....//Sismograma de la estación Yauca (YCA0) con el registro del sismo de Yauca del 28 de junio 2024 (M7.0) y su serie de réplicas ocurridas en las primeras horas después del evento principal.

3.- NIVELES DE SACUDIMIENTO DEL SUELO

El sismo de Yauca del 28 de junio 2024 (M7.0), produjo diversos niveles de sacudimiento del suelo en las áreas urbanas ubicadas en el entorno del área epicentral, desde la ciudad de Lima por el norte, hasta la ciudad de Tacna por el sur. Antes de analizar los datos instrumentales, es necesario indicar que los niveles de sacudimiento del suelo, no solo dependen de las características del sismo (magnitud, dirección de programación de la ruptura, entre otros), sino también de la composición geológica de los suelos y, por ende, de su comportamiento dinámico al paso de las ondas sísmicas.

3.1.- Mapas de iso-aceleraciones

Durante la ocurrencia del sismo del 28 de junio 2024 (M7.0), el sacudimiento del suelo en las regiones de Lima, Ica y Arequipa fue registrado por un número importante de estaciones acelerométricas administradas por el servicio del IGP conocido como ACELDA_Perú (66 acelerómetros) constituido por redes a cargo del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO) y la Red Sísmica Nacional a cargo del IGP.

En la Figura 8 se muestra el mapa de iso-aceleraciones correspondientes a los valores máximos de sacudimiento del suelo para el sismo de Yauca, siendo sus características las siguientes: Las mayores aceleraciones del suelo se produjeron en las localidades de Chala, Yauca, Atiquipa (Arequipa) y alrededores, con valores de hasta 140 a 150 cm/seg^2 ; mientras que, en las localidades de Nazca, Marcona, Atico, Nazca, Palpa y Caraveli, las aceleraciones del suelo fueron del orden de 50 - 100 cm/seg^2 . Asimismo, el sacudimiento del suelo fue percibido en ciudades como Lima, Arequipa y Tacna con aceleraciones del suelo del orden de 2 cm/seg^2 .

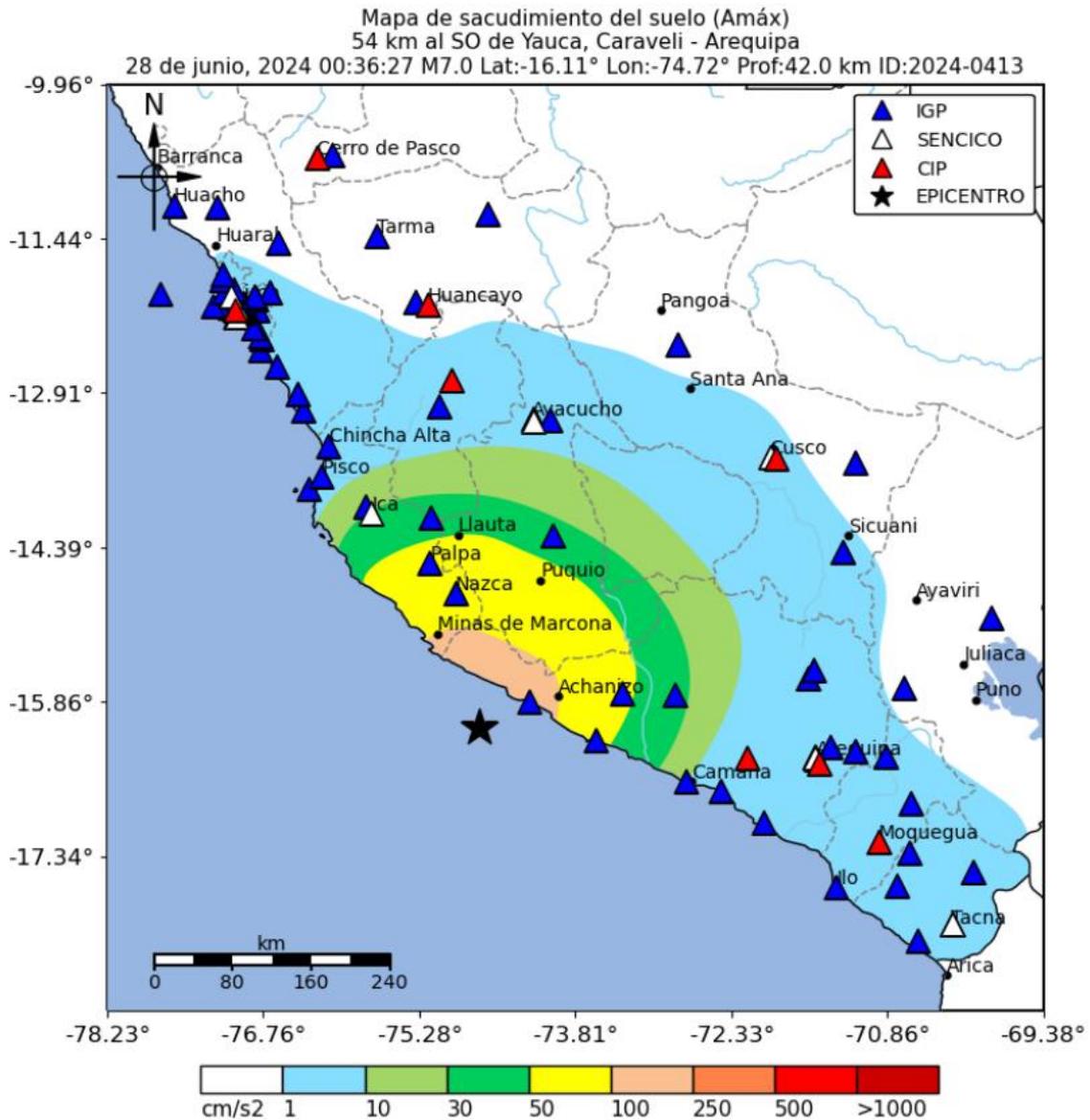


Figura 8.- Aceleraciones máximas del suelo registradas en las regiones de Lima, Ica, Arequipa, Moquegua, Tacna y Ayacucho debido a la ocurrencia del sismo de Yauca del 28 de junio 2024 (ver Figura 2)

3.2.- Daños y efectos asociados

Debido a los niveles de sacudimiento del suelo antes indicados, en el área epicentral comprendida por las localidades de Yauca, Chala, Atiquipa, Bella Unión y Acari, los principales daños y efectos evaluados post-sismo fueron:

- Fisuras y caída de estuques en estructuras de concreto en viviendas y colegios.
- Colapsos parciales y fisuras en viviendas de adobe.
- Fisuras en calles de las áreas urbanas debido a suelos blandos
- Deslizamientos de piedras y rocas en zonas de pendiente altas al costado de carreteras.
- Corte de energía eléctrica
- Varias personas con heridas leves fueron atendidos en centros de salud.

En la Figura 9 se presenta ejemplos de daños y efectos producidos por el sacudimiento del suelo en el área epicentral.



Figura 9.- Arriba: Viviendas de adobe en Yauca con fisuras y colapso de paredes (Fuente: HBA Noticias y Huaral.pe). Abajo: Colegio San Pedro de Yauca con daños como caída de estuques de paredes y techos (Fuente: Sin Fronteras).



Figura 9.- Continuación.../// Diversas carreteras bloqueadas debido a la caída de piedras y rocas de zonas altas (Fuente Chinchá en la Noticia, COEN, Peru21).



1. **Figura 9.-** Continuación.../// Arriba: viviendas con paredes colapsadas en Bella Unión y Yauca (Fuente: COEN y 1000 Noticias.com). Abajo: Desprendimiento de estuco de yeso en la Iglesia La Hacienda San José

CONCLUSIONES

- El 28 de junio del 2024 ocurre un sismo de magnitud M7.0 con epicentro a 54 km al SO de la localidad de Yauca (región Arequipa), siendo su origen el constante proceso de fricción que se produce entre las placas de Nazca y Sudamericana frente a la costa de la región sur del Perú.

- Después de ocurrido el sismo de Yauca y durante las primeras 48 horas se ha reportado la ocurrencia de 16 réplicas, siendo una de ellas de magnitud M6.4 que incremento el daño en viviendas ya afectadas por el sismo principal. La distribución espacial de las réplicas forman un área de ruptura rectangular de 55 x 70 km con orientación en dirección NE-SO

- Los valores de aceleración del suelo en las localidades de Yauca, Chala, Atiquipa, Bella Unión fueron del orden de 150 cm/seg², llegando a producir en superficie daños en viviendas de adobe (fisuras y colapso de paredes) y de concreto (caída de estuques de paredes y techos); además de deslizamientos de piedras y tierra en la carretera Panamericana Sur y en otras secundarias.

BIBLIOGRAFIA

- Bernal, I. y Tavera, H (2002). *Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú*. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- Cahill, T. and B. Isacks (1992). Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *JGR*, <https://doi.org/10.1029/92JB00493>
- De Mets, C., Gordon, R., Aarhus, A., y Stein, S. (1980). Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- INDECI (2021). Movimiento sísmico de magnitud 5.0 en el distrito de Chilca – Lima. Reporte Complementario N°2211-21/4/2021 COEN-INDECI
- Norabuena, E., Dixon, T., Stein S. y Harrison, C. (1999). Decelerating Nazca – South America and Nazca-Pacific plate motions. *Geophys. Res. Lett.* 26, 3405-3408.
- Stauder, W. (1975). Subduction of the Nazca Plate under Peru as evidenced by focal mechanisms and by seismicity. *JGR*, <https://doi.org/10.1029/JB080i008p01053>
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. *Journal of Seismology*, 5, 519-540.

