



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú

Dirección  
de Sismología



**SISMO DE LAGUNAS DEL 26 DE MAYO DEL 2019 (M8.0)  
(Región Loreto)**

**ASPECTOS SISMOLOGICOS**

Lima-Perú  
Mayo, 2019

**SISMO DE LAGUNAS DEL 26 DE MAYO DEL 2019 (M8.0)  
(Región Loreto)**

**ASPECTOS SISMOLOGICOS**

Hernando Tavera

## **INDICE**

### **1.- INTRODUCCION**

### **2.- EL SISMO DE LAGUNAS DEL 26 DE MAYO 2019**

#### **2.1- Parámetros hipocentrales**

#### **2.2.- Intensidades**

#### **2.3.- Orientación de la fuente**

#### **2.4.- Daños y efectos secundarios**

### **3.- INTERPRETACION SISMOTECTÓNICA**

### **CONCLUSIONES**

### **BIBLIGRAFIA**

## 1.- INTRODUCCIÓN

En el borde occidental de Perú se desarrolla el proceso de convergencia de la placa de Nazca bajo la Sudamericana con una velocidad promedio del orden de 7-8 cm/año (DeMets et al, 1980; Norabuena et al, 1999), siendo el mismo responsable de la actual geodinámica y geomorfología presente sobre todo el territorio peruano. En general, este proceso es responsable de la ocurrencia de sismos de diversa magnitud y focos ubicados a variadas profundidades, todos asociados a 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 el caso del Perú (Figura 1), la ocurrencia de sismos es continua en el tiempo y cada año, se registra y reporta un promedio de 450 sismos que producen, en superficie, variados niveles de sacudimiento del suelo que son percibidos por la población con intensidades mínimas de II-III (MM) y magnitudes M4.0. Los sismos con magnitud mayor a  $M \geq 7.0$ , son menos frecuentes y cuando ocurren cerca de la superficie, debido a la fricción de placas, producen importantes daños 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 daños de consideración 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 y 6.5.

Sismos con foco intermedio, pocas veces son sensibles en superficie, pero cuando alcanzan magnitudes  $\geq 7.0$  presentan gran radio de percepción y algunas veces producen daños leves en viviendas de adobe y procesos de licuación de suelos y/o deslizamientos de tierra y piedras en zonas de gran pendiente. Este es el caso del sismo ocurrido el 26 de mayo 2019 en la región Loreto de magnitud M8.0, evento sísmico inusual cuyo nivel de sacudimiento del suelo fue percibido en Perú, Ecuador, Colombia y Brasil.

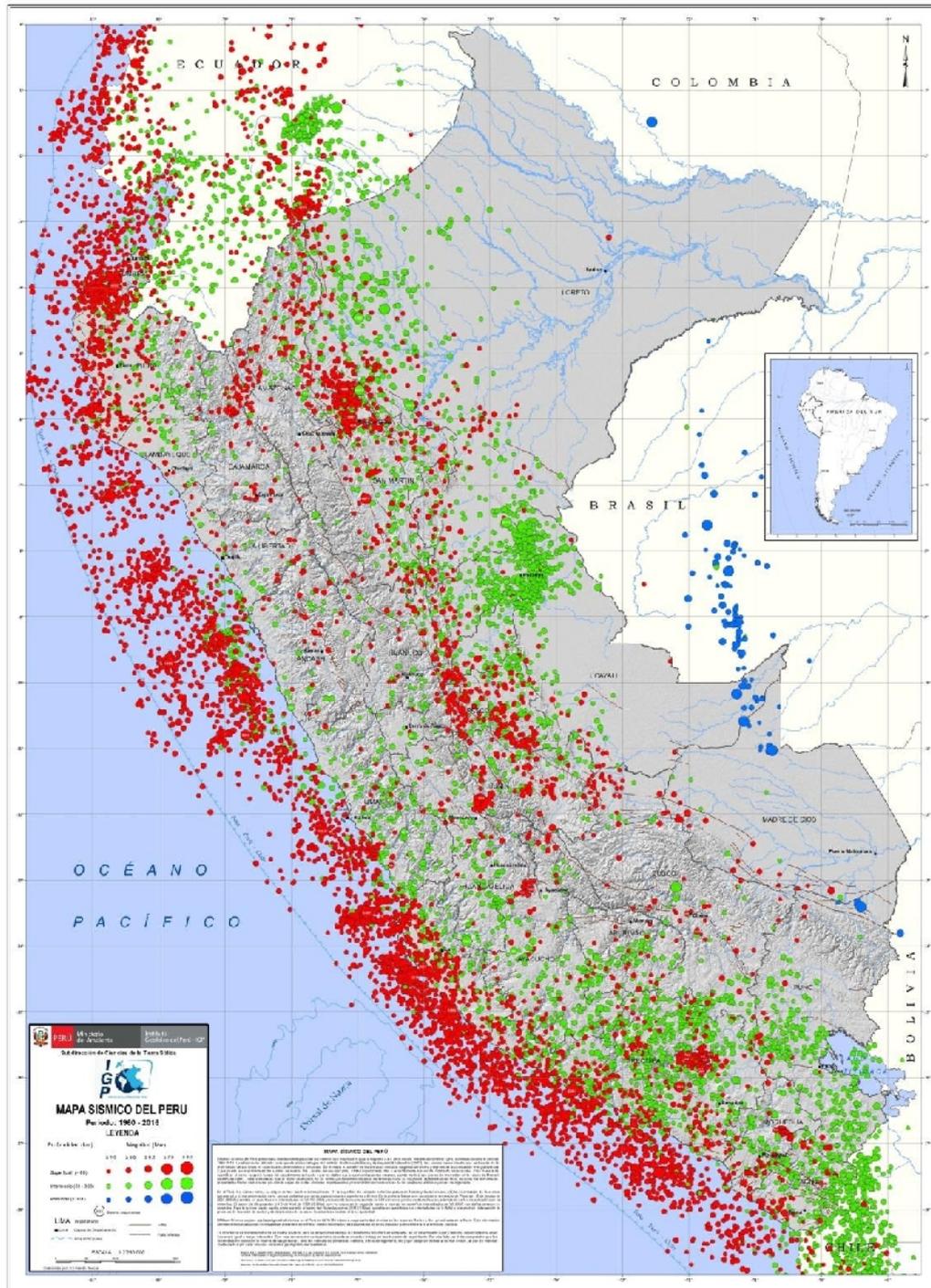


Figura 1: Mapa Sísmico del Perú. La magnitud de los sismos es diferenciado por el tamaño de los círculos y la profundidad de sus focos por el color de los mismos.

## **2.- EL SISMO DE LAGUNAS DEL 26 DE MAYO DE 2019**

### **2.1.- Parámetros hipocentrales**

Los parámetros hipocentrales del sismo del 26 de mayo del 2019 fueron obtenidos por el CENSIS utilizando información de las estaciones sísmicas que integran la Red Sísmica Nacional (RSN). Los valores obtenidos son (Figura 2):

Tiempo Origen: 07h 41min del 26 de mayo, 2019 (Hora Universal)  
02h 41min del 26 de mayo, 2019 (Hora Local)

Latitud Sur: -05.74°  
Longitud Oeste: -75.55°  
Profundidad: 135km  
Magnitud: M8.0

Epicentro: A 60 km al Sur de la localidad de Laguna (Loreto)  
A 64 km al Este de la ciudad de Yurimaguas (Loreto)

Intensidad Máxima: VII (MM), localidad de Lagunas y ciudad Yurimaguas

En la Figura 2 se presenta la ubicación del epicentro del sismo de Lagunas junto a los epicentros correspondientes a los sismos sensibles ocurridos en la región norte del Perú. De acuerdo a la ubicación del epicentro, el sismo ocurrió en la zona nor-oriental de la región norte, mostrando en conjunto, desde el Ecuador hasta la ciudad de Pucallpa la existencia de un área de deformación a niveles intermedios de profundidad, estando el epicentro del sismo de Lagunas ubicado en el centro de este tramo de continua actividad sísmica. En profundidad, el foco del sismo de Lagunas sigue el patrón de sismicidad definido para esta región y en conjunto muestran que la placa oceánica, dentro del proceso de subducción, por debajo de la cordillera alcanza distancias del orden de 800 km, desde la fosa hasta el borde nor-oriental (Tavera y Buforn, 2001; Bernal y Tavera, 2002).

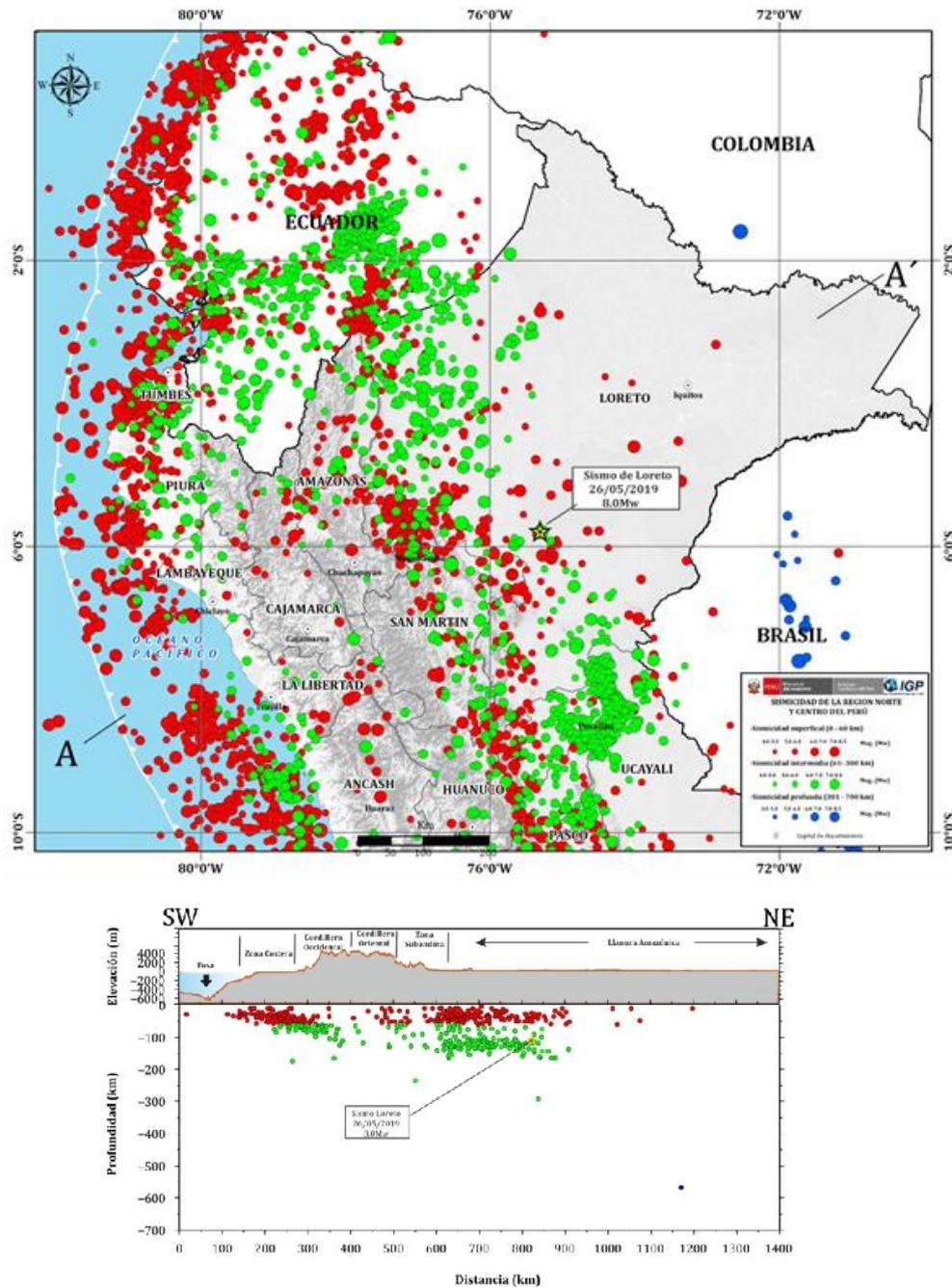


Figura 2: Distribución espacial de la sismicidad en la región norte del Perú. La magnitud y profundidad de los sismos es indicada con el tamaño y color del círculo. La estrella indica la ubicación del sismo de Lagunas. En la sección vertical se muestra el hipocentro del sismo sobre la tendencia media de la sismicidad para la región norte del Perú.

## 2.2. Características de la señal sísmica

El análisis de las formas de onda del sismo de Lagunas registrado por la estación sísmica ANMO (New México, EEUU) ubicada a una distancia de más de 5000 km y en dirección NO del epicentro, permite observar claramente el arribo de las ondas sísmicas de mayor importancia. En la Figura 3, se observa el registro de los grupos de ondas P, S y Rayleigh, esta última más conocida como ondas superficiales. A distancias locales, las ondas P y S generaron niveles de sacudimiento del suelo de mucha intensidad (localidad de Lagunas y ciudad de Yurimaguas) produciendo daños importantes en viviendas y cambios en la morfología. A distancias mayores, las ondas superficiales sacudieron el suelo prevaleciendo los periodos largos (ciudades de Lima y Tumbes); por lo tanto, no se produjeron daños. De acuerdo a esta información, los niveles de sacudimiento del suelo percibidos por la población fueron muy variados, dependiendo de la distancia y tipo de suelo a nivel superficial.

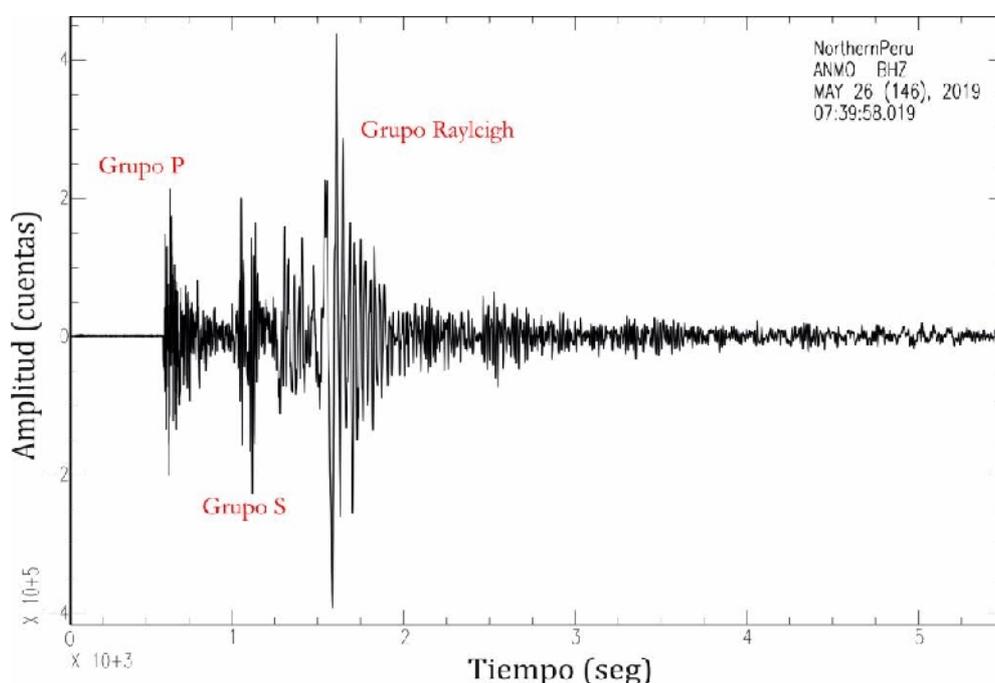


Figura 3: Señal sísmica del sismo de Lagunas registrada en la estación ANMO en EEUU (distancia >5000 km y dirección NO)

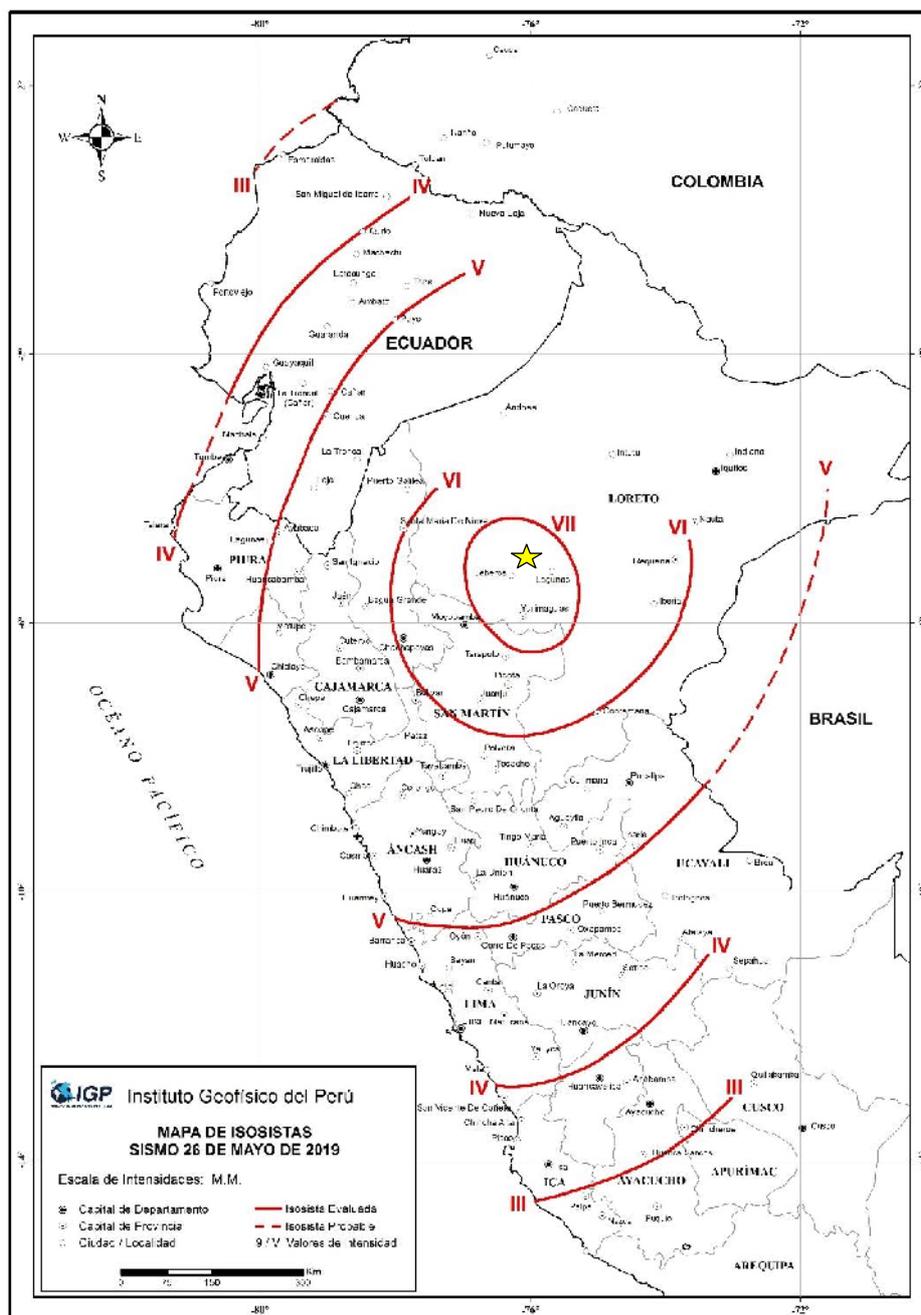
Asimismo, en la Figura 3 se observa que el registro del sismo en la estación ANMO, tuvo una duración del orden de 50 minutos, aunque los primeros resultados del estudio de la fuente sísmica, indica que el proceso de ruptura solo tuvo una duración de 70 segundos. Es decir, en 70 segundos la energía liberada por el sismo de Lagunas de magnitud M8, fue la equivalente a la que liberarían 27 mil bombas atómicas, es debido a esto que los niveles de sacudimiento del suelo fue percibido a distancias tan grandes como la que existe desde el epicentro (Lagunas) hasta Guayaquil (Ecuador), Bogotá (Colombia), Lima (Perú).

### **2.3.- Intensidades**

Después de haberse producido el sismo de Lagunas, se procedió a realizar la evaluación de los efectos, daños y radio de percepción del sismo en todo el territorio peruano, incluyendo países vecinos como Ecuador, Colombia y Brasil. Las evaluaciones fueron realizadas por profesionales del Centro Sismológico Nacional (CENSIS) del IGP mediante encuestas vía línea telefónica a dos o tres personas de la ciudad y/o localidades mayores de cada región y la información obtenida fue interpretada utilizando la escala de Mercalli Modificada (Figura 4). La descripción más resaltante se detalla a continuación:

- .- Localidad de Lagunas y ciudad de Yurimaguas: Sentido fuerte por toda la población, siendo difícil dejar sus viviendas y en ese proceso salir lesionados. Causo el colapso de viviendas, postas médicas, iglesias, puentes en carreteras y colegios. Asimismo, caída de postes eléctricos, cortes de fluido eléctrico, pequeños incendios, fisuras en tanques de agua y licuación de suelos en carreteras, así como deslizamientos. La intensidad evaluada fue de VII en la escala de Mercalli Modificada.*
  
- .- Ciudades de Lamas, Tarapoto, Moyobamba, Requena, Chachapoyas, Nauta, Cajabamba, Jaén, Iquitos y Juanjui: Sentido fuerte y por tiempo prolongado por la población. Las personas salieron a las calles atemorizadas y ello provoco la lesión de algunos de ellas. Colapso de algunas viviendas de adobe, colapso de*

*paredes y caída de piedras en carreteras. La intensidad evaluada fue de VI en la escala de Mercalli Modificada.*



*Figura 4: Mapa preliminar de intensidades en la escala Mercalli Modificada para el sismo de Lagunas del 26 de mayo de 2019. La estrella indica la ubicación del epicentro del sismo.*

- .- Ciudades de Huánuco, Tingo Maria, Aucayacu y Pucallpa: Sentido fuerte y por tiempo prolongado por la población. Muchos salieron a las calles. Caída de objetos ligeros en mesa, fuerte vibración de ventanas y puertas, fisuras en paredes de algunas viviendas. La intensidad evaluada fue de V en la escala de Mercalli Modificada.*
- .- Ciudades de Lima, Olmos, Chimbote, Huancayo: Sentido fuerte y por tiempo prolongado por la población. Muchos salieron a las calles. La intensidad evaluada fue de IV en la escala de Mercalli Modificada.*

#### **2.4.- Orientación de la Fuente**

La orientación preliminar para la fuente del sismo de Lagunas del 26 de mayo de 2019 fue obtenida haciendo uso de información correspondiente a los primeros impulsos de la onda P registrado en las estaciones de la Red Sísmica Nacional a cargo del Instituto Geofísico del Perú y su solución se presenta en la Figura 5. El sismo de Lagunas presenta un mecanismo focal de tipo normal con planos orientados en dirección NNO-SSE y eje de extensión (T) en dirección ENE-OSO. El mecanismo de la fuente indica el desarrollo de un proceso de ruptura por extensión, coherente con el tipo de deformación que se produce en el interior de la placa oceánica por debajo de la cordillera andina y a niveles de profundidad intermedia.

Asimismo, en la Figura 5 se muestra los mecanismos focales obtenidos por diversos autores para sismos con magnitudes igual o mayores a M7.0 ocurridos desde el año 1970, a niveles intermedios de profundidad, en el borde nor-oriental de la región norte del Perú, incluyendo el país vecino de Ecuador. Obsérvese que todos estos sismos presentan soluciones similares para el mecanismo focal o proceso de ruptura, lo cual demuestra que la deformación a niveles de profundidad intermedia es importante en esta región. En mayoría, estos sismos presentan magnitudes del orden de M7, y solo los sismos ocurridos el 12 de agosto del año 2010 en Ecuador y 26 de mayo en Lagunas, presentan magnitudes de M8.0.

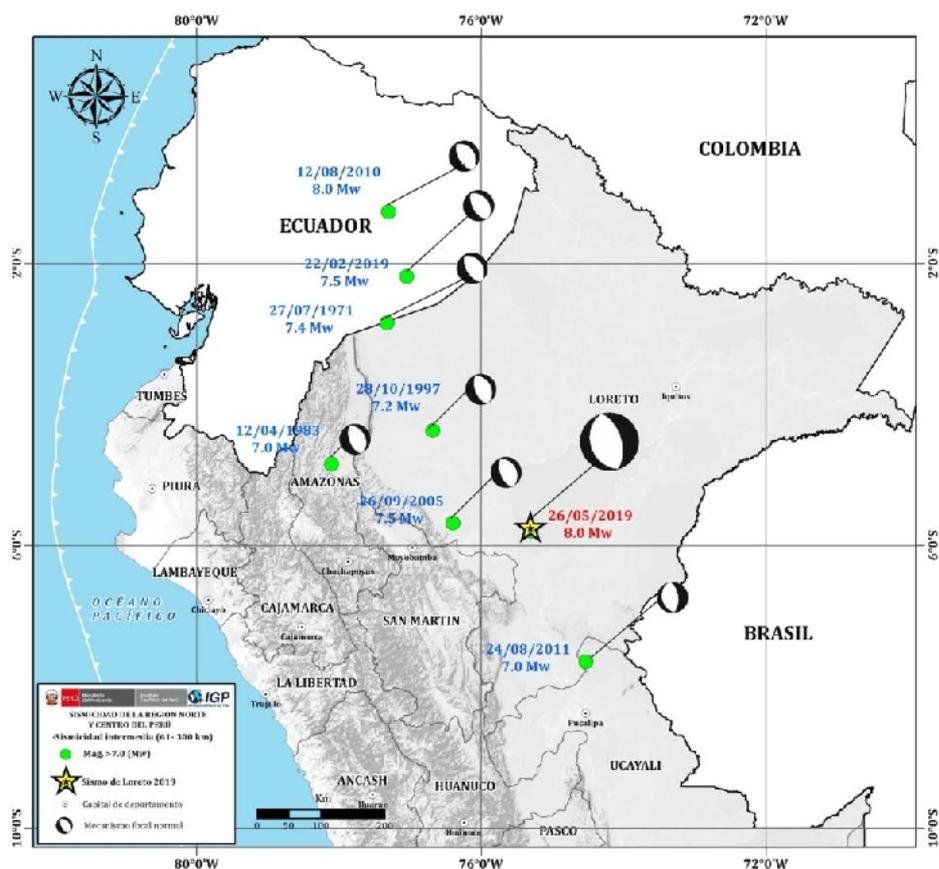


Figura 5: Mecanismos focales obtenidos por diversos autores para sismos con magnitudes  $\geq M7.0$  ocurridos en la región norte de Perú y el Ecuador desde 1970 a la fecha. La esfera de mayor tamaño corresponde al sismo de Lagunas del 26 de mayo de 2019.

## 2.5.- Daños y efectos asociados

Una de las características más importante de lo sismos de gran magnitud que ocurren a profundidades intermedias, es que son percibidos a grandes distancias. El sismo de Lagunas fue percibido con niveles altos de intensidad de sacudimiento del suelo hasta distancias de 1000 km, tal como ocurrió con las ciudades de Lima, Bogotá (Colombia) Guayaquil (Ecuador), produciendo en la mayoría de los casos, la alerta de la población y el abandono de sus viviendas sin daños mayores (ver Figura 4).

Entre los efectos secundarios, se tiene que las viviendas que sufrieron los mayores daños son las construidas con material de adobe y madera, propias de las regiones cercanas al epicentro. Estas viviendas, que además ya se encuentran con daños ocasionados por las lluvias y el tiempo, muchas veces son afectadas con el colapso parcial o total causando daños a las personas que las habitan, tal como se puede ver en la Figura 6.



*Figura 6: Vivienda de adobe en Yurimaguas dañada por el sismo de Lagunas (fuente AFP)*

Del mismo modo, otros efectos secundarios que se produjeron debido a la ocurrencia del sismo de Lagunas fueron la licuación de suelos saturados en varias localidades de la región, así como en carreteras; además de deslizamientos en zonas de altas pendientes; sin embargo, todos estos peligros no produjeron daños personales (Figuras 7 y 8).



*Figura 7: Proceso de licuación de suelos en: Arriba, puerto Santa Gema en Yurimaguas (Foto G. Pardo, EFE/POOL); Abajo, licuación de suelos en la carretera Cajamarca a Cajabamba (Diario Gestion).*



*Figura 8: Deslizamientos de tierra en zonas de pendiente alta en la carreta Yurimaguas – Tarapoto.*

### 3.- INTERPRETACIÓN SISMOTECTÓNICA

A diferencia de la región sur de Perú, en la región norte la distribución de los focos sísmicos en función de su profundidad, permite observar lo siguiente (Figura 9): los sismos siguen un alineamiento promedio, desde la fosa, con una pendiente del orden de 25 grados hasta alcanzar una profundidad de 120 km y a partir de este nivel, la sismicidad se hace horizontal hasta una distancia de 800 km aproximadamente desde la línea de costa. Esta sismicidad permite configurar la geometría de la placa y a la vez proponer un esquema sismotectónico para esta región, tal como se observa a la Figura 9.

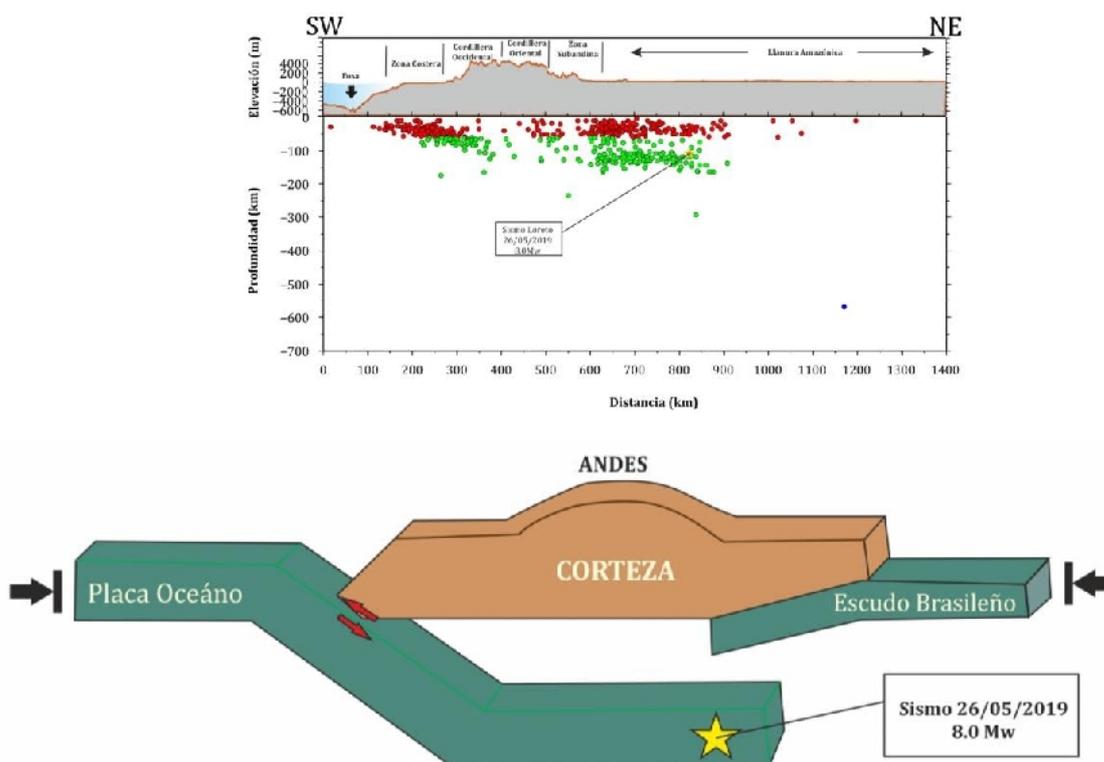


Figura 9: Distribución de los focos sísmicos en profundidad para la región norte del Perú y esquema que muestra la convergencia de placas

El sismo de Lagunas del 26 de mayo, de acuerdo a la profundidad de su foco (135 km), habría tenido su origen en la deformación interna de la placa de Nazca como producto de las fuerzas provenientes de las corrientes de convección que la movilizan en dirección NE y que tira de ella hacia el interior del manto. Esta interpretación es coherente con el tipo de mecanismo focal obtenido para su fuente: falla normal con planos orientados en dirección NNO-SSE, estando el eje de tensión orientado en dirección NNE, similar a la dirección de movimiento de la placa de Nazca por debajo del continente.

De acuerdo a la distribución de intensidades y al radio de acción del sismo, se debe aceptar que la energía liberada a un nivel de profundidad de 135 km, prácticamente al llegar a la parte inferior de la corteza la golpeó con tal fuerza que toda la cordillera se remeció, de ahí que el sismo haya sido sentido hasta distancias del orden de 1000 km desde el epicentro.

En la región nor-oriental del Perú, es común la ocurrencia de sismos de diversa magnitud a dos niveles de profundidad. En el primer nivel se encuentran los sismos que ocurren a profundidades menores a 30 km, todos asociados a las reactivaciones de las diversas fallas geológicas presentes en la región, por ejemplo el sistema de fallas de Moyabamba. Estas fallas produjeron los sismos de 1990 y 1991 (M6.0-M6.5) que ocasionaron muerte y destrucción en diversas ciudades y localidades ubicadas en el extremo norte de la región de San Martín (Tavera et al, 2001). En el segundo nivel de profundidad, entre 100 y 150 km en promedio, ocurren sismos con origen en la deformación interna de la placa de Nazca en respuesta a las fuerzas que guían su ingreso al interior del manto. La historia sísmica del Perú indica que a estos niveles de profundidad, es muy frecuente la ocurrencia de sismos con magnitudes máximas promedio de M7.0,

todos sentidos en superficie con intensidades de IV-V (MM); sin embargo, no se tenía el registro de la ocurrencia de un sismo con magnitudes igual o mayor a M8.0 como el sismo de Lagunas, lo cual incrementa el potencial sísmico de toda esta región.

## CONCLUSIONES

El sismo del 26 de mayo de 2019 presentó una magnitud de M8.0 y su epicentro fue localizado a 60 km al Sur de la localidad de Laguna (Loreto) y a 64 km al Este de la ciudad de Yurimaguas (Loreto). Las máximas intensidades evaluadas en estas ciudades fue VII (MM). Este sismo presentó su foco a una profundidad de 135 km y tuvo su origen en los procesos de deformación interna de la placa de Nazca por debajo de la Cordillera Andina, tal como se muestra en la Figura 9. El mecanismo focal corresponde a un proceso de ruptura por extensión con planos nodales orientados en dirección NNO-SSE, coherente con el tipo de deformación que se desarrolla en el interior de la placa oceánica de Nazca, como resultado de las fuerzas que movilizan la placa en dirección NE por debajo de la ciudad de Yurimaguas.

El sismo de Lagunas presentó un gran radio de percepción debido básicamente a la profundidad a la cual ocurrió (135 km), escenario que facilitó que la energía liberada produzca un mayor sacudimiento de la Cordillera de los Andes. Eventos sísmicos similares ocurrieron el 27 de julio de 1971 en frontera Perú – Ecuador (M7.4, 120 km de profundidad); el 28 de octubre de 1997 en Loreto (M7.2, 115 km de profundidad); el 12 de abril de 1983 en Amazonas (M7.0, 125 km de profundidad); el 24 de setiembre en Yurimaguas (M7.5, 120 km de profundidad); el 25 de enero del 2010 en Pucallpa (M6.0, 121 km de profundidad); el 18 de mayo de 2010 en Bagua (M6.2, 121 km de profundidad); el 23 de mayo de 2010 en Ayacucho (M6.0, 110 km de profundidad) y el 24 de agosto de 2010 en Contamán (M7.0, 148 km de profundidad). Todos estos eventos muestran el potencial sísmico de la región nor-oriental del Perú a niveles intermedios de profundidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Bernal, I. y Tavera, H (2002). Geodinámica, Sismicidad y Energía Sísmica en Perú. Monografía, IGP, Lima-Perú, 63 pp.
- De Mets, C., Gordon, R., Aarhus, A., y Stein, S. (1980). Current plate motions. *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- Dorbath, L., Cisternas, A. y Dorbath, C. (1990a). Assessment of the size of large and great historical earthquakes in Peru. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 80, 551-576.
- Fukao, Y. (1972). Source process of a large deep-focus earthquake and its tectonic implications – The western Brazil earthquake of 1963. *PEPI*, 5, 61-76.
- Furumoto, M. (1977). Spatio-temporal history of the deep Colombia earthquake of 1970. *PEPI*, 15, 1-12.
- Moncca, G. (2010). Calculo del momento sísmico mediante la función temporal de la fuente sísmica y su aplicación a sismos profundos de Perú. Tesis Ingeniero, U.N. San Agustín de Arequipa, 120 p.
- 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.
- Schneider, et al. (1988). Spatial distribution an B value of intermediate depth earthquake beneath Central Peru, *Geophys. Res. Lett.* 15, 1421-1424
- Tavera, H. y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. *Journal of Seismology*, 5, 519-540.

Instituto Geofísico del Perú  
Calle Badajos 169 – Urb. Mayorazgo IV Etapa - Ate  
Teléfono 3172300-140 Fax 3172309-141  
Web: <http://www.igp.gob.pe>