



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



PROCESOS GEODINÁMICOS PRODUCIDOS POR EL SISMO DE SULLANA DEL 30 DE JULIO, 2021 (M6.1)

-Región Piura-

Informe Técnico N°023-2021/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Agosto, 2021

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Procesos geodinámicos producidos por el sismo de Sullana del 30 de julio, 2021 (M6.1)
Región Piura

Autores

Segundo Ortiz Yovera
Roberth Carrillo Elizalde
Juan Carlos Gómez Avalos

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

**PROCESOS GEODINÁMICOS PRODUCIDOS POR EL SISMO DE
SULLANA DEL 30 DE JULIO, 2021 (M6.1)
- Región Piura-**

Lima – Perú
Agosto, 2021

RESUMEN

El día 30 de julio del presente año ocurrió un evento sísmico en la región Piura con epicentro a 18 km al O-NO de la ciudad de Sullana y foco a una profundidad de 32 km. El sacudimiento del suelo producido por este evento sísmico, fue percibido en las ciudades de Sullana, Piura y Paita con intensidades de VII en la escala de Mercalli Modificada.

A consecuencia del sismo se han producido una serie de procesos geodinámicos superficiales (licuación de suelos, agrietamientos en el suelo, derrumbes) en un radio de 50 km, afectando las ciudades y localidades de Sullana, La Bocana, La Arena, Piura, Colán y Paita. El desarrollo de todos estos procesos geodinámicos incrementó los daños en viviendas y la consecuente afectación física de sus habitantes.

Los trabajos en campo incluyeron la inspección de algunas trazas de fallas cercanas al epicentro del sismo, no encontrando evidencias de la posible reactivación de las mismas.

CONTENIDO

RESUMEN

1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Objetivos
- 1.2.- Ubicación
- 1.3.- Geología estructural
- 1.4.- Población

2.- ANTECEDENTES

- 2.1.- Recopilación de la información

3.- PROCESOS GEODINÁMICOS

- 3.1.- Eventos geodinámicos en Sullana y alrededores
- 3.2.- Eventos geodinámicos en La Arena
- 3.3.- Eventos geodinámicos en Castilla
- 3.4.- Eventos geodinámicos en Colán y La Bocana

4.- INSPECCIÓN EN FALLAS GEOLÓGICAS

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFÍA

1.- INTRODUCCIÓN

Ante la ocurrencia del evento sísmico del día 30 de julio del presente año con magnitud M6.1 y epicentro en las inmediaciones de la ciudad de Sullana, se produjeron varios procesos geodinámicos en un área de aproximadamente 50 Km de radio alrededor del epicentro del sismo. Según la escala de intensidades de Mercalli Modificada, la mayor intensidad (I_{max}=VII) se produjo en el entorno de las ciudades de Sullana, Piura y Paita.

Posterior a la ocurrencia del sismo, profesionales del Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizaron trabajos de campo a fin de identificar sobre el terreno, todos aquellos procesos geodinámicos ocurridos en los distritos de Sullana, La Arena, Castilla, Colán y Vichayal. Asimismo, en estos distritos se produjeron daños importantes en viviendas con el colapso parcial de paredes y techos, con la consecuente afectación física de personas. En general, los principales procesos geodinámicos identificados se tiene derrumbes, caída de rocas, deslizamientos, licuación de suelos, entre otros, y cuyas características se detallan a continuación.

1.1.- Objetivos

Identificar los distintos procesos geodinámicos externos (derrumbes y caída de rocas) desarrollados durante la ocurrencia del sismo de Sullana del día 30 de julio, 2021 (M6.1) en los distritos de Sullana, La Arena, Castilla, Colán y Vichayal. Asimismo, identificar la evidencia de posibles evidencias sobre la reactivación de algunas de las fallas geológicas presentes en la región Piura.

1.3.- Geología estructural

La región Piura comprende las cuencas de Lancones, Sechura, Macizo de Los Amotapes y parte del Macizo de Olmos. La cuenca Lancones presenta un sistema de fallas similar a la cuenca Talara con rumbos NE-SO; además de sistemas menores de fallas con rumbo E-O y NO-SE. Entre las principales fallas geológicas se han identificado al norte del río Chira la falla Huaypirá con orientación E-O y buzamiento al norte. Esta es una falla inversa que controla la parte sur de las series occidentales de la cuenca Lancones y la falla del mismo nombre.

En base al mapa sismotectónico del Perú, cuadrángulo geológico de Sullana e información complementaria de otros estudios geológicos de la región, en la cuenca de Lancones se identifican las siguientes fallas geológicas: Huaypirá, Lancones, Chulucanas y Cusco – Angolo (Figura 1).

1.4.- Población

De acuerdo con la base de datos del INEI, la región Piura cuenta con una población de 1´856,809 habitantes (6.3% de la población total nacional), siendo la segunda región más poblada del país, después de Lima (Cuadro 1).

Cuadro 01.- Población censada y superficie, INEI 2017

Provincia	Superficie (km2)	Población (hab.)
Piura	6211	799321
Ayabaca	5231	119287
Huancabamba	4254	111501
Morropón	3818	162027
Paita	1784	129892
Sullana	5424	311454
Talara	2799	144150
Sechura	6370	79177
Total	35891	1856809

Asimismo, la población en los distritos con mayor afectación debido a la ocurrencia del sismo de Sullana se detalla en el Cuadro 2 y dichos distritos: pertenecen a la provincia de Piura (La Arena y Castilla), Sullana (Sullana y Marcavelica) y Paita (Colán y Vichayal).

Cuadro 2.- Población por distrito evaluado

Distrito	Población (hab.)		
	Hombres	Mujeres	TOTAL
La Arena	19439	19295	38734
Castilla	79421	80780	160201
Colán	7531	7338	14869
Vichayal	2896	2726	5622

2.- ANTECEDENTES

Para disponer de mayor información sobre el área de estudio, se ha realizado la recopilación de informes existentes del área de estudio y en los cuales se describen las características físicas de los suelos y principales sistemas de fallas presentes en las inmediaciones de la localidad de Sullana.

2.1.- Recopilación de la información

A continuación se describe información disponible del área de estudio:

- **Palacios, O. (1994).** *Geología de los cuadrángulos de. Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla.*

En autor indica que en el sector noroeste del Perú se constituye como una de las zonas más críticas y complejas debido a su deformación cortical que involucra a la deflexión de Huancabamba. Además, menciona que la cuenca Lancones presenta un plegamiento intenso desarrollado por compresión NO-SE; respecto a la falla Huaypirá indica que tiene rumbo E-O (N80°E).

- **Bellido et al (2009).** *Datación y caracterización geoquímica de los granitoides peralumínicos de los cerros de amotape y de los macizos de Illescas y Paita (noroeste de Perú). Bol. Soc. Geol. Perú 103: 197-213.*

Los autores indican que en el norte del Perú afloran rocas metamórficas en los cerros de Amotape y en conjunto con el Macizo de Illescas, conforman el bloque continental denominado terreno de Amotape – Tahuin conformado por metasedimentos de edad

Paleozoica que han sido intruidos por granitoides. Debido a ello se ha identificado la presencia de pizarras y lutitas hacia el oeste y depósitos cuaternarios en las zonas de Sullana (Figura 2).

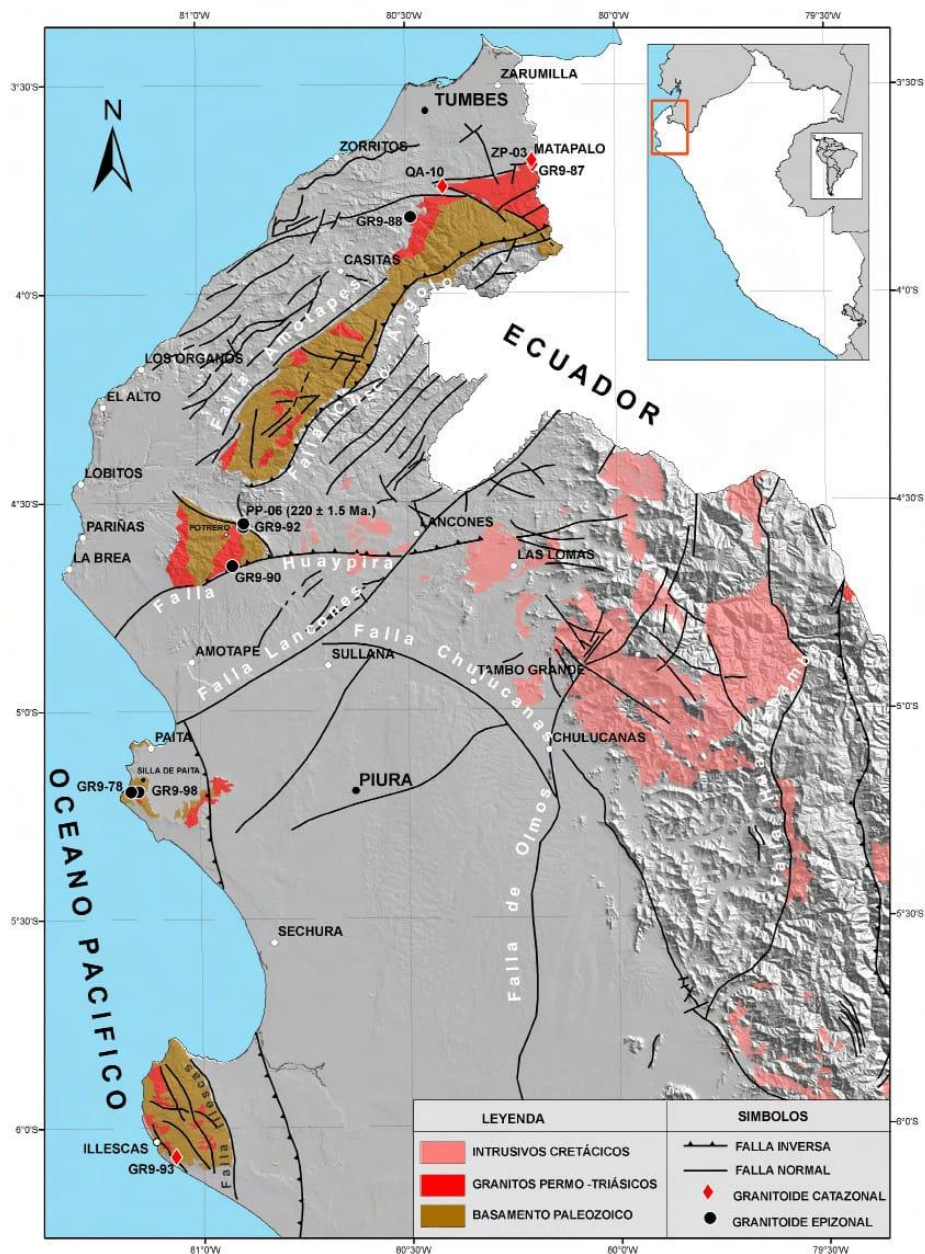


Figura 2.- Ubicación de la Cuenca Lancones (INGEMMET, 2012)

- **Rodríguez, I. et al., (2012).** Metalogenia, geología económica y potencial minero de la deflexión de Huancabamba: noroeste del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 29, 222 p., 7 mapas.

Los autores indican que la Cuenca Lancones se ubica en la parte central de la Región Piura y abarca también parte de territorio ecuatoriano; además mencionan que en Ecuador se le denomina cuenca Célica (Figura 3).

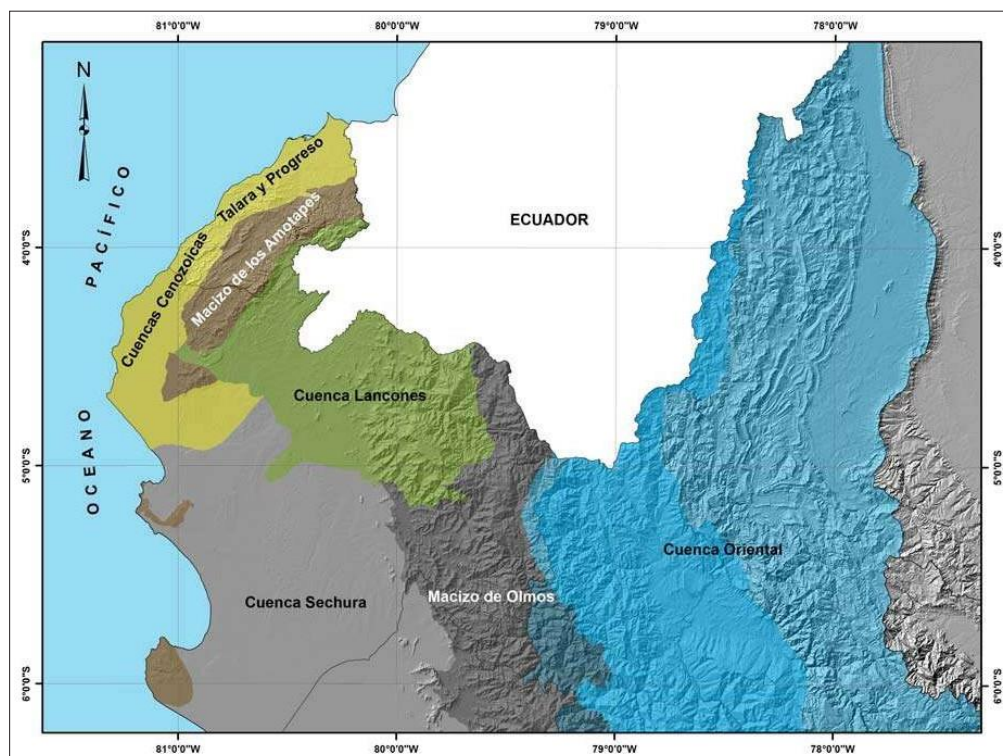


Figura 3.- Ubicación de la Cuenca Lancones (INGEMMET, 2012)

Asimismo, indican que la cuenca Lancones es de edad Mesozoica y tiene dos dominios bien marcados: un dominio occidental sedimentario, constituido por intercalaciones de areniscas, lutitas y conglomerados; y un dominio oriental volcánico sedimentario, constituido por lavas basálticas-andesíticas en su base, y hacia la parte superior se encuentran andesitas y dacitas con niveles de lutitas, areniscas y pequeños horizontes de calizas.

Entre las fallas geológicas identificadas por los autores, está la falla Huaypirá (norte del río Chira) con orientación E-O y buzamiento al norte. Esta es una falla inversa que controla la parte

sur de las series occidentales de la cuenca Lancones, así como la falla del mismo nombre.

- **Concha, R. (2013).** *Correlación estratigráfica del sector central y margen occidental de la cuenca Lancones (Albiano superior – Turoniano).* El autor indica que la cuenca Lancones se encuentra en el noroeste del Perú, en la zona de transición de los Andes centrales a los Andes septentrionales conocida como deflexión de Huancabamba, para luego prolongarse al sur del Ecuador. En el contexto estructural describe las fallas geológicas Huaypirá y Lancones como principales lineamientos con dirección E-O (Figura 4).

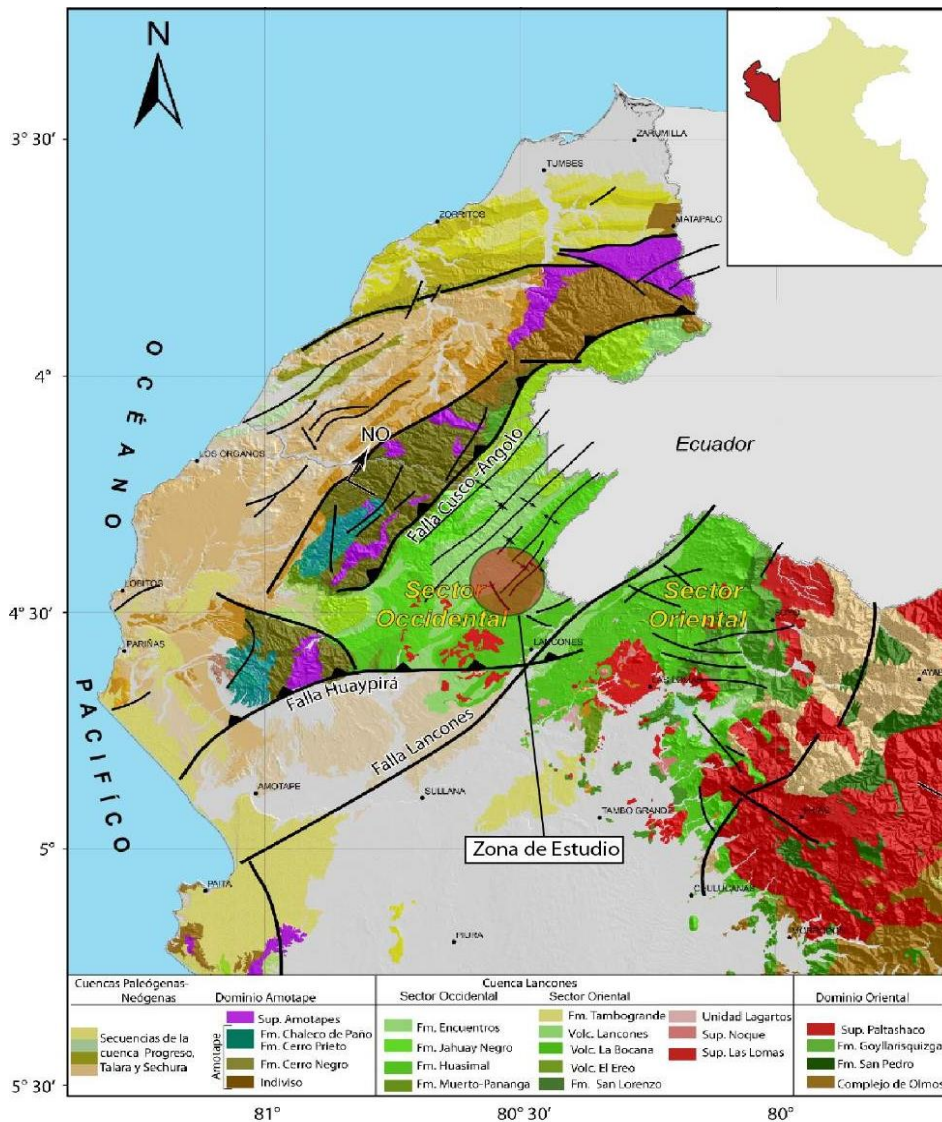


Figura 4.- Fallas geológicas en la cuenca Lancones (INGEMMET, 2012)

3.- PROCESOS GEODINÁMICOS

A continuación, se describen los principales procesos geodinámicos ocurridos durante el evento sísmico de Sullana del 30 de julio, 2021, tales como derrumbes, agrietamientos en el suelo y licuación de suelos. Por localidad estos procesos presentaron las siguientes características:

3.1.- Ciudad de Sullana y alrededores

La ciudad de Sullana se ubica a 12 km al este del epicentro y sus suelos están constituidos mayormente por arenas sueltas de color beige sin humedad hacia el oeste y gravosos hacia la carretera a Piura. Entre los procesos geodinámicos identificados se reconocieron derrumbes en el sector Marcavelica (vía Sullana – Querecotillo), agrietamientos en el suelo (Jíbito, San Francisco y Ventarrones) y licuación de suelos en zonas agrícolas (Figuras 5 al 10).

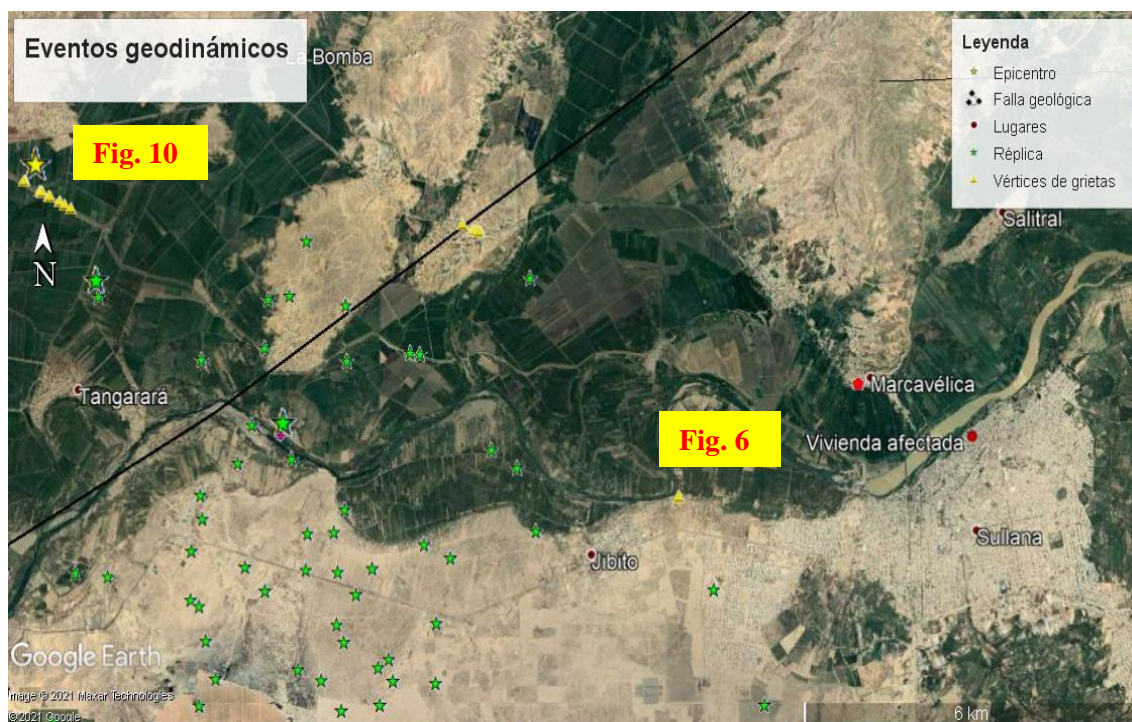


Figura 5.- Eventos geodinámicos identificados en las áreas urbanas de Sullana, Marcavelica, Ignacio Escudero y alrededores

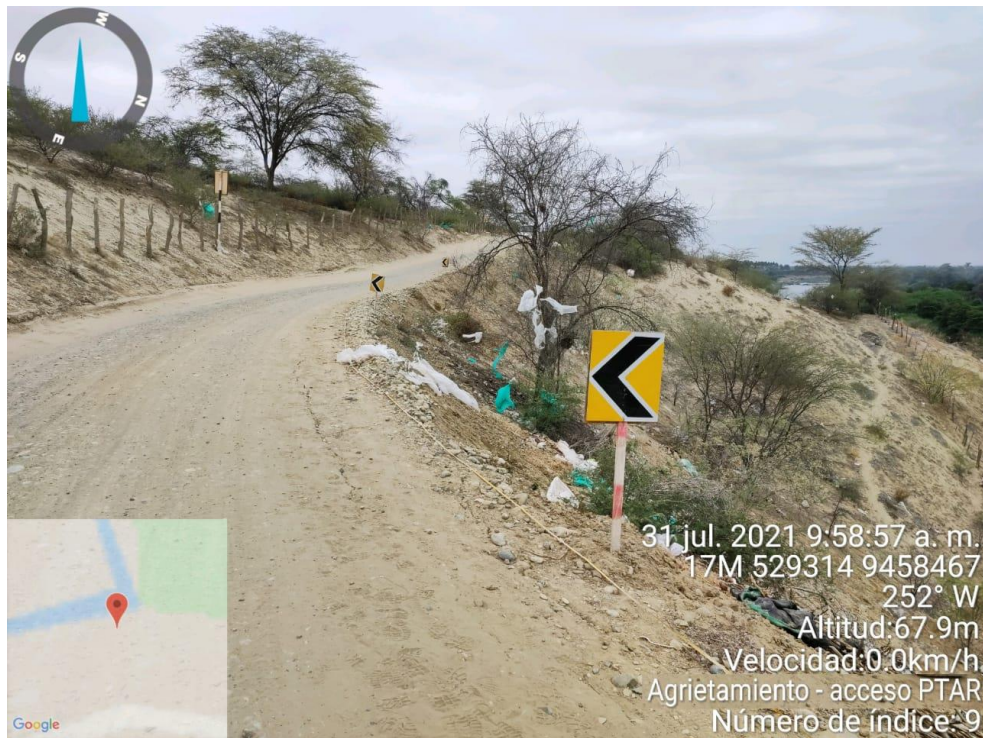


Figura 6.- Agrietamiento en suelo de 2.10 m de largo y 2 cm de apertura

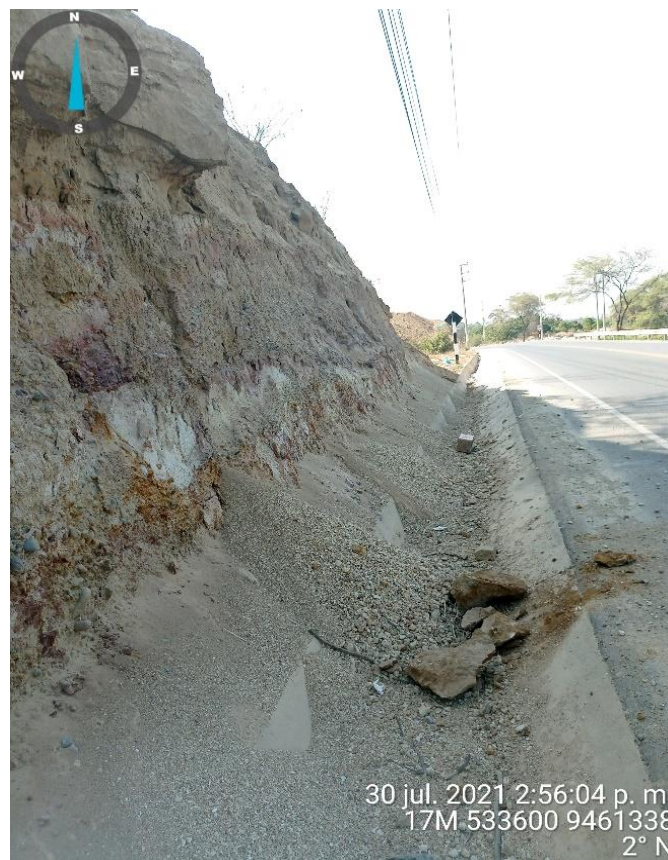


Figura 7.- Derrumbe de materiales inestables en ladera Nariz del Diablo que afectaron la vía Marcavelica - Querecotillo

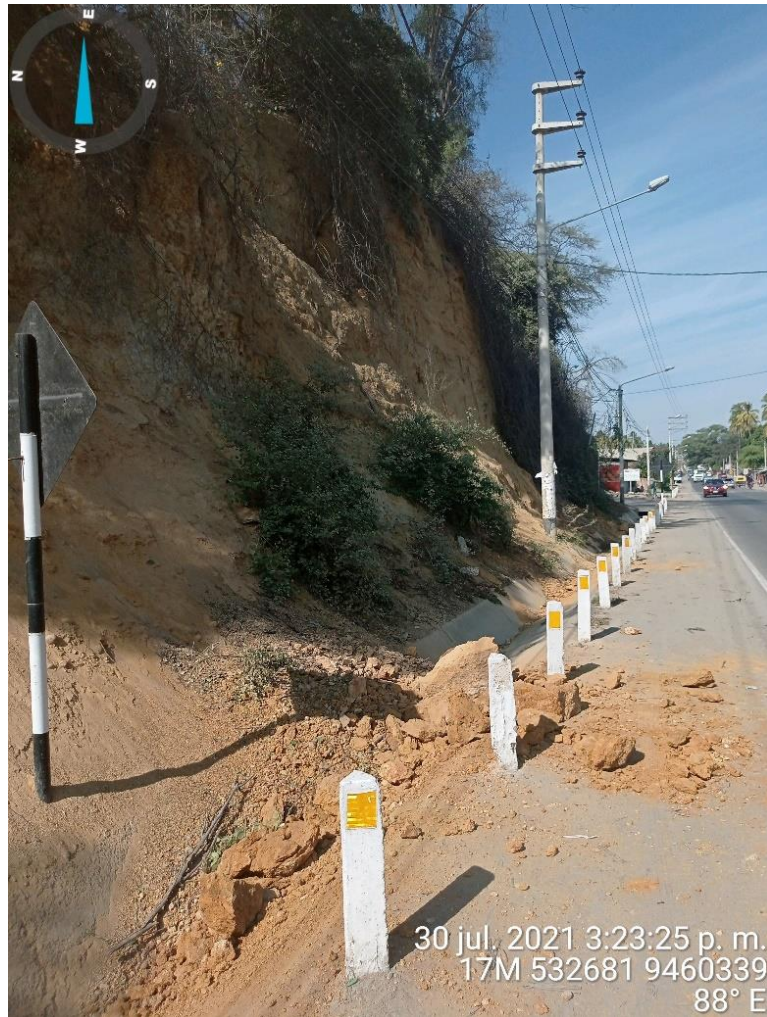


Figura 8.- Derrumbes en la vía Marcavelica - Mallaritos



Figura 9.- Derrumbes en la zona contigua a la municipalidad de Marcavelica



Figura 10.- Agrietamientos en el suelo ubicados en las cercanías del epicentro del sismo de Sullana, presentan 127 m de longitud con dirección noreste- suroeste

3.2.- Localidad de La Arena y alrededores

El distrito de La Arena se sitúa a 21.50 km al suroeste de la ciudad de Piura, provincia y departamento de Piura, en las coordenadas UTM: 532037 E, 9409040 N, cota 23 m.s.n.m., aproximadamente. El distrito de La Arena se encuentra asentado sobre una llanura y depresiones costaneras, conformadas por depósitos aluviales recientes de tipo conglomerados, arenas, limos y arcillas.

Los procesos geodinámicos identificados son agrietamientos en la trocha carrozable que une el C.P Santa Elena y el C.P El Milagro con

longitudes de 16 metros y rumbo SE-NE, y aberturas de hasta 3 cm y longitudes del orden de 16 metros. Escenarios similares se han identificado en áreas agrícolas del centro poblado Casa Grande con longitudes de 175 metros con rumbo SE-NO y aberturas de hasta 5 cm (Figuras 11 al 14). Otro proceso geodinámico corresponde a licuación de suelos en las áreas agrícolas del C.P Santa Elena con la formación de volcanes de arena con diámetros de entre 0.60 -1.0 m (Figuras 11 y 16).

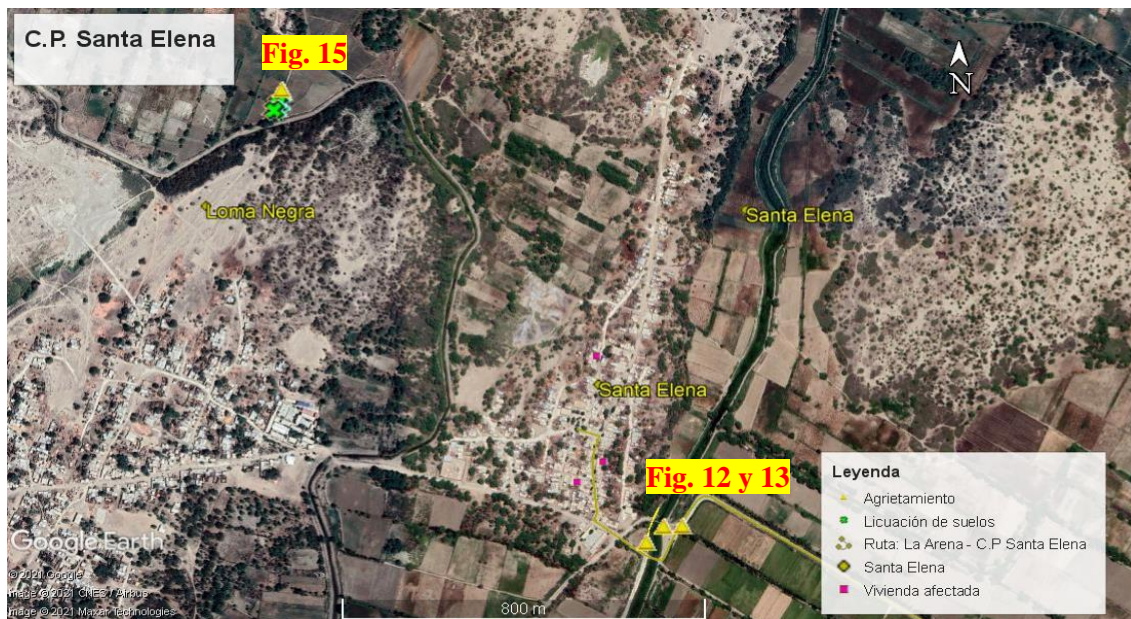


Figura 11: Efectos generados por el Sismo en el centro poblado Santa Elena



Figura 12: Agrietamientos en el suelo en el C.P Santa Elena: lado izquierdo (longitudes de hasta 16 metro en las coordenadas UTM: 535035 E, 0411246 N) con aberturas de 3 cm y 2 cm. respectivamente



Figura 13: Agrietamiento situado a 0.20 m. del poste de energía eléctrica, C.P Santa Elena



Figura 14: Agrietamiento en el borde de canal de regadío en C.P Santa Elena (izquierda) y en el área agrícola conformada por suelos arcillosos (derecha)



Figura 15: C.P. Santa Elena: Licuación de suelos (izquierda) en áreas agrícolas producto de la saturación en suelos conformados por arenas arcillosas. Derecha, colapso parcial de vivienda de adobe asentada sobre suelos arenosos



Figura 16: C.P Santa Elena: Fisuras en paredes de vivienda (lado izquierdo) de adobe y reservorio de agua con desprendimiento de cobertura ante el sismo

Asimismo, en el poblado Casagrande ubicado a 32.70 km al Suroeste de Piura (distrito de La Arena - UTM: 527125 E, 9412258 N, cota 22 m.s.n.m.) se identificaron agrietamientos en trochas carrozables, terrenos agrícolas y viviendas (Figuras 17 al 19).



Figura 17: Efectos generados por el Sismo en el centro poblado Casa Grande



Figura 18: C.P Casa Grande: Agrietamiento (izquierda) en trocha carrozable de 5 cm de abertura y longitud de 175 m y agrietamiento en el suelo de 175 m paralelas a canal de regadío



Figura 19: C.P Casa Grande: Agrietamiento (izquierda) en áreas agrícolas de 175 m de longitud en dirección sureste – noroeste y vivienda (derecha) de adobe con grietas

3.3.- Localidad de Castilla y alrededores

El área estudiada considera el AAHH El Indio, ubicado a 3.79 km al sureste de la ciudad de Piura, distrito de Castilla, provincia y región de Piura (UTM: 542774 E, 9422339 N, cota 30 m.s.n.m.). En este AAHH se evidenció agrietamientos en el suelo paralelos al DREM 1308 con longitudes de 122 metros en dirección NE-SO y aberturas de hasta 6 cm (Figuras 20 y 21).

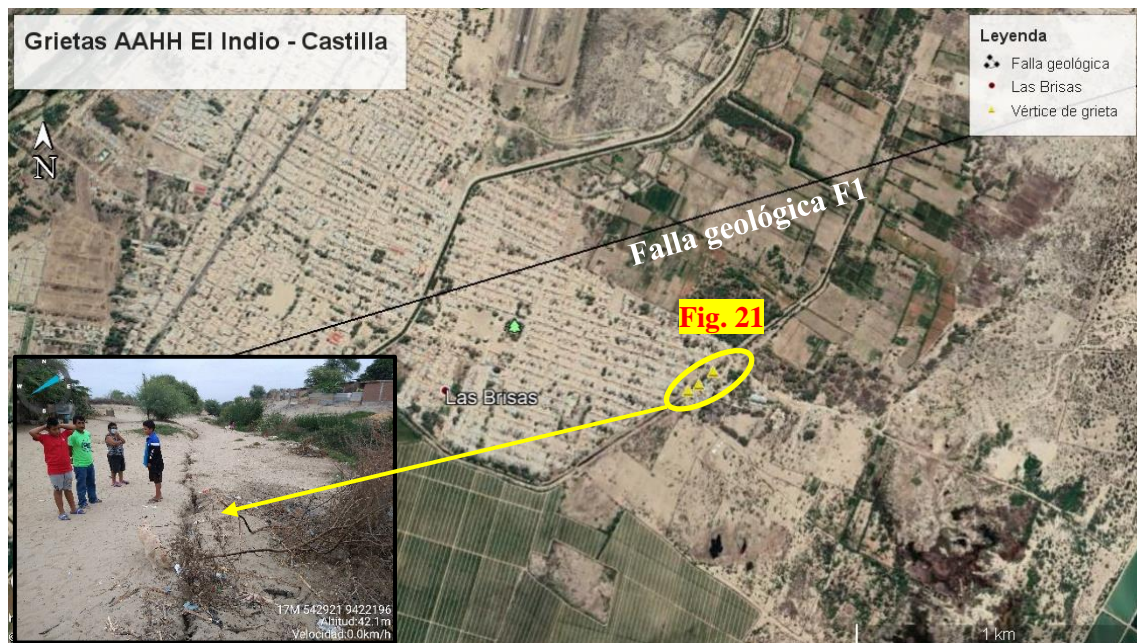


Figura 20: Efectos en el AAHH El Indio



Figura 21: Agrietamiento en el suelo de 122 m de longitud en zona contigua a falla geológica F1 (Figura 20)

3.4.- Localidades de Colán y La Bocana

El distrito de Colán, se encuentra a 32.70 km al suroeste de la ciudad de Piura, provincia de Paita y región de Piura (UTM: 493467 E, 9446641 N, cota 10 m.s.n.m.). Entre los procesos geodinámicos ocurridos con el sismo se tiene derrumbes y licuación de suelos, así como el colapso parcial de la estructura de la Iglesia (Figuras 22 y 23).



Figura 22: Efectos generados por sismo (30-01-21) en Colán



Figura 23: Licuación de suelos en C.P. La Esmeralda de Colán en las inmediaciones de poste y cimentación de edificación

Asimismo, se identificaron procesos de licuación de suelos y agrietamientos en suelos del C.P La Bocana debido a que están conformados por arenas sueltas y saturadas (Figuras 24 y 25).



Figura 24: Efectos generados en la localidad de La Bocana



Figura 25: Licuación de suelos en C.P. La Bocana, acompañado con agrietamientos de suelo dentro de algunas viviendas

4.- INSPECCIÓN DE FALLAS GEOLÓGICAS

En campo se procedió a identificar la traza de la falla Lancones ubicada en el extremo norte de la ciudad de Sullana. En las inmediaciones del puente Samán (línea roja en Figura 26) se confirma presencia de la falla a través de un cambio litológico en los suelos, hacia el lado izquierdo de la quebrada (lado sur) se encuentran depósitos aluviales; mientras que, hacia el margen izquierdo (norte) se ubica la presencia de un sistema de lomas conformadas de lutitas bentónicas de la Fm. Chira (Te-ch). En esta zona no se han reconocido evidencias (desplazamiento o grietas) de reactivación de la falla Lancones debido a la ocurrencia del sismo de Sullana (Figura 26).



Figura 26: Traza en superficie de la falla Lancones (línea roja) en las inmediaciones del puente Samán. Hacia el norte se inician las elevaciones (lomas conformadas por lutitas bentónicas) y hacia el sur, el terreno es llano (depósitos aluviales). No se identifica evidencias de reactivación de la falla.

En el sector San Francisco (frente a Ventarrones) se identifica la presencia de agrietamientos en el suelo con desplazamientos de hasta 12 cm y longitud de 127 metros con orientación en dirección NO-SO, además de aberturas de hasta 7 cm (Figura 27).

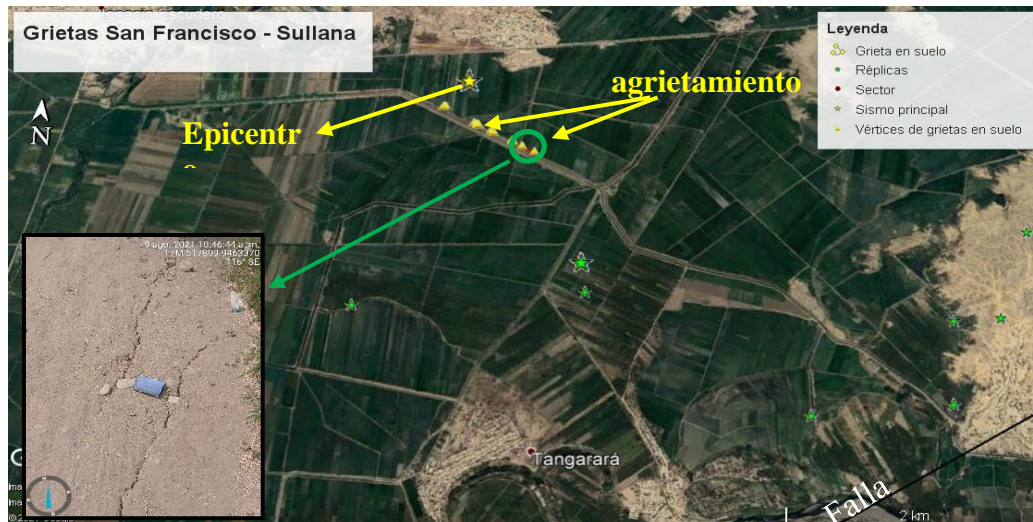


Figura 27.- Agrietamiento en sector San Francisco ubicadas en las inmediaciones de la zona del epicentro

Finalmente, en el AAHH El Indio del distrito de Castilla (Piura), se identificó la presencia de un agrietamiento en el suelo (dirección NE-SO) de 122 m de longitud y profundidad de hasta 0.80 m. En algunos tramos de este agrietamiento se observa subsidencias con desplazamientos de hasta 18 cm. Todos estos agrietamientos se encuentran en las inmediaciones de una falla geológica de tipo normal cartografiada por Bellido et al., (2009) y que en las Figuras 1 y 20 ha sido denominada como "Falla F1"; sin embargo, los agrietamientos no representan ser evidencias de su posible reactivación.

CONCLUSIONES

- El sismo ocurrido el 30 de julio en la región Piura (M6.1) ha generado un gran número de procesos geodinámicos superficiales que ha puesto en evidencia la calidad de los suelos presentes en la región y que en muchos casos han sido ocupados con viviendas incrementando su riesgo.

- Los trabajos de campo han permitido identificar el desarrollo de procesos geodinámicos en un radio de 50 km, como derrumbes, agrietamientos en el suelo, reptación de suelos, que en muchos casos facilitaron el colapso parcial de viviendas. Estos procesos han sido identificados en los C.P Santa Elena y C. P. Casa Grande (distrito de La Arena), A.H El Indio (distrito de Castilla) y C.P La Bocana de Colán (distrito de Colán).

- Evidencias de licuación de suelos fueron identificados en el C.P Santa Elena (distrito de La Arena), C.P La Esmeralda de Colán y C.P La Bocana de Colán (distrito de Colán). En estas zonas los suelos son arenosos de baja densidad con la presencia de agua a niveles superficiales.

- En la zona agrícola San Francisco (frente a Ventarrones) se ha identificado la presencia de grietas en dirección NO-SE. En el AAHH El Indio (Piura) se ha reconocido una grieta de 122 m de longitud y profundidades de 80 cm que muestran en superficie asentamientos del orden de 18 cm.

BIBLIOGRAFÍA

- Bellido et al (2009). Datación y caracterización geoquímica de los granitoides peraluminicos de los cerros de amotape y de los macizos de Illescas y Paita (noroeste de Perú). Bol. Soc. Geol. Perú 103: 197-213.
- Concha, R. (2013). Correlación estratigráfica del sector central y margen occidental de la cuenca Lancones (Albiano superior – Turoniano). Boletín Sociedad Geológica del Perú vol. 108 pág, 195-199.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2017). Censos nacionales XII población, VII vivienda y III de comunidades indígenas. 644p. Lima.
- Palacios, O. (1994). Geología de los cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Boletín Serie A volumen 54. Carta Geológica Nacional. INGEMMET. Lima,
- Rodríguez, I., Villarreal, E., Valencia, M. & Sánchez V. (2012) - Metalogenia, geología económica y potencial minero de la deflexión de Huancabamba: noroeste del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie B: Geología Económica, 29, 222 p., 7 mapas.
- Tavera, H. (2021). Sismo de Sullana del 30 de julio 2021 (M6.1) – Aspectos Sismotectónicos. Subdirección Ciencias de la Tierra Sólida, Instituto Geofísico del Perú. Lima,

