



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN EL MORRO SOLAR

Distrito de Chorrillos – Región Lima

Informe Técnico N°031-2023/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima – Perú
Diciembre, 2023

Instituto Geofísico del Perú

Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera

Director Científico: Edmundo Norabuena

Informe Técnico

Inspección Geodinámica en el Morro Solar. Distrito de Chorrillos - Región Lima

Autores

Socorro del Pilar Vivanco

Juan Carlos Gómez

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

INSPECCIÓN GEODINÁMICA EN EL MORRO SOLAR
Distrito de Chorrillos – Región Lima

Lima- Perú
Diciembre, 2023

RESUMEN

En el marco del oficio N° 268-2023-MDCH/GM emitido por la Municipalidad Distrital de Chorrillos, en el que se solicita evaluar la zona del Morro Solar colindante a la vía de acceso hacia la Herradura, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) realizó la inspección geológica-geodinámica con la finalidad de identificar puntos críticos ante movimientos en masa del tipo caída de rocas.

En el Morro Solar se han identificado aproximadamente 15 puntos críticos ante la ocurrencia de caída de rocas, en base a condiciones físicas como pendiente vertical .y estratos conformados por rocas sedimentarias fuertemente meteorizadas por los agentes externos como viento, brisa marina, entre otros.

CONTENIDO

RESUMEN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Objetivo

1.2. Área de estudio

1.3. Antecedentes

2. GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y GEODINÁMICA

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Mapas

1.- INTRODUCCIÓN

En las inmediaciones del Morro Solar, el día 01 de noviembre del 2023, se produjo la caída de rocas que ocasionó la pérdida de una vida humana, (INDECI, 2023). Dentro de este contexto y en atención a la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Chorrillos, el IGP realizó la inspección geológica-geodinámica en el Morro Solar los días 16 y 17 de noviembre del 2023. Esta inspección permitió identificar 15 puntos críticos ante la ocurrencia de movimientos en masa del tipo caída de rocas y susceptibles a éstas. Los factores condicionantes son la pendiente vertical y la presencia de estratos fuertemente meteorizados que conforman el macizo rocoso del Morro Solar.

Este informe debe considerarse como herramienta de gestión de riesgo a ser utilizado por las autoridades locales y regionales.

1.1 Objetivo

Identificar los puntos críticos ante la ocurrencia de movimientos en masa del tipo caída de rocas en el Morro Solar, distrito de Chorrillos, región Lima.

1.2.- Área de estudio

El área de inspección geológica-geodinámica corresponde al Morro Solar, jurisdicción del distrito de Chorrillos, provincia y región Lima, situado a una altitud promedio de 40 m.s.n.m., en las coordenadas UTM: 278279 E, 8653985 N, y abarcó 29 ha, Figura 1. Cabe indicar que, esta zona, es considerada como patrimonio cultural por el Ministerio de Cultura.



Figura 1. Ubicación del área de inspección (Morro Solar)-Chorrillos que abarca 29 ha.

1.3.- Antecedentes

Entre la información recopilada de la problemática de la zona de estudio se tiene:

INDECI, 2023, REPORTE COMPLEMENTARIO N ° 10484 - 4/11/2023 / COEN - INDECI / 05:40 HORAS (Reporte N° 2), elaboró el reporte que concluye: El 01 de noviembre del 2023 se registró un derrumbe de cerro (caída de rocas), causado daños a la vida y la salud de las personas, en la ruta Agua dulce – La Herradura, frente al restaurant “Salto del fraile”, distrito de Chorrillos, provincia de Lima. La evaluación rápida de daños concluyó que hubo una persona fallecida, 2 heridas y 6 metros de carretera afectada.

2.- GEOMOFOLÓGÍA, GEOLOGÍA Y GEODINÁMICA

En este capítulo se describe de manera sucinta las geoformas, materiales que conforman el Morro Solar y los tipos de eventos geodinámicos que afectan la seguridad física de la zona en mención.

En el cartografiado geológico local se consideró la información base del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, versión digital 2002) a escala 50,000 (Cuadrángulo Geológico de Lima – hoja 25-i); y el reconocimiento in situ.

Se ha reconocido que el Morro Solar corresponde a la unidad geomorfológica acantilado con fuerte pendiente mayor a 50° y bloques superpuestos situados entre los 40 y 110 m.s.n.m., Figura 02.

Los afloramientos rocosos corresponden a areniscas cuarzosas gris blanquecinas intercaladas con lutitas del Grupo Morro Solar-Formación Salto del Fraile (Ki-sf), Figuras 3 y 4, que están en contacto con lutitas marrón grisáceas a rojizas producto de la oxidación de los minerales, intercaladas con limolitas, areniscas de grano fino y yeso, así como, por areniscas de grano fino a medio y lutitas con estratificación cruzada de color marrón grisáceo con lutitas laminadas de la Formación La Herradura (Ki-he), Figura 5. En ambas formaciones se observó la presencia de diques y fallas.

Estos afloramientos están cubiertos parcialmente por depósitos Cuaternarios como son los coluviales (Qh-co) constituidos por clastos angulosos producto de la fragmentación de la roca, que se depositan in situ y no presentan matriz cementante con tamaños entre 0.10 m y 0.30 m, Figura 6, y deluviales (Qh-de) conformados por arenas, limos y fragmentos menores a 1/2" de diámetro, producto de antiguos desprendimientos y erosión del sustrato rocoso, Figura 7.



Figura 2.- Acantilado conocido como Morro Solar tramo Malecón Grau – playa Herradura.



Figura 3. Areniscas abigarradas de la formación Salto del Fraile, ubicadas en el acceso salida boulevard Herradura.



Figura 4. Contacto entre las Formaciones Salto del Fraile y La Herradura, ubicado en el acceso salida boulevard Herradura.



Figura 5. Areniscas de grano fino a medio de la formación La Herradura, ubicado en el acceso al túnel.



Figura 6. Depósito coluvial (clastos angulosos) delimitado colindante al acceso de bicicletas sobre el Morro Solar.



Figura 7.- Depósitos deluviales en forma de conos ubicados en el pie del acantilado en el acceso salida boulevard Herradura.

En la Figura 8 se muestran las unidades geológicas existentes en la zona de estudio.

El principal evento geodinámico identificado en el morro Solar es la caída de rocas como el suscitado el 01 de noviembre del 2023 que afectó la vía de salida del boulevard Herradura, y que causó la muerte de 01 persona, 2 heridos y 6 metros de carretera afectada, (INDECI, 2023).

En un área que abarca 29 hectáreas, ante la ocurrencia de caída de rocas, se han identificado quince (15) puntos críticos, cuatro (04) zonas de ocurrencia y cinco (05) susceptibles a ésta, Tablas N° 1, Figuras 9 al 15 y Anexo (Fichas de puntos críticos).

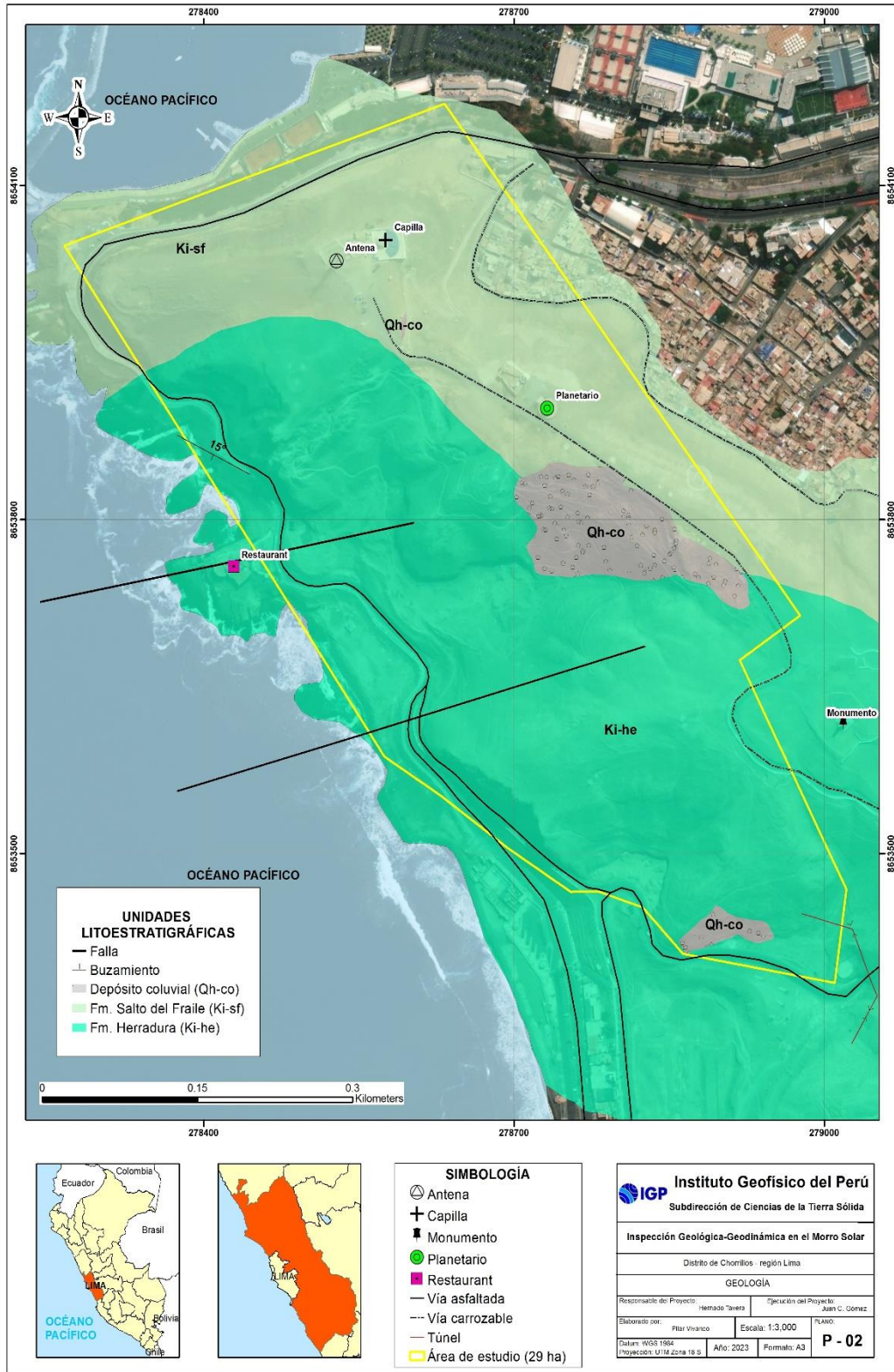


Figura 8.- Unidades litoestratigráficas identificadas en el Morro Solar.

Tabla N° 1. Puntos críticos identificados en el Morro Solar-Chorrillos

N°	DESCRIPCIÓN	E (m)	N (m)	COTA (m.s.n.m.)
1	Roca meteorizada y fracturada	278601	8654134	45
2	Roca fracturada	278540	8654113	46
3	Roca meteorizada y fracturada	278481	8654089	45
4	Roca meteorizada y fracturada	278444	8654079	45
5	Roca meteorizada y fracturada	278408	8654055	63
6	Roca meteorizada y fracturada	278440	8653900	48
7	Roca meteorizada y fracturada parte media y alta	278478	8653923	103
8	Roca meteorizada y fracturada parte media	278455	8653865	46
9	Roca fracturada parte alta	278470	8653849	45
10	Roca meteorizada y fracturada parte alta	278596	8653814	65
11	Roca fracturada parte media a baja	278692	8653571	51
12	Roca fracturada	279005	8653417	57
13	Roca fracturada	278865	8653750	99
14	Roca fracturada parte alta	278805	8653810	100
15	Roca medianamente fracturada	278626	8653983	85

Fuente: IGP, 2023

Tabla N° 2. Área de ocurrencia de caída de rocas y susceptibles a estas en el Morro Solar-Chorrillos

N°	TIPO DE MOVIMIENTO EN MASA	ÁREA (ha)
1	Caída de rocas	0.05
2	Caída de rocas	0.13
3	Caída de rocas	0.34
4	Caída de rocas	0.57
5	Zona susceptible a caída de rocas	0.19
6	Zona susceptible a caída de rocas	3.68
7	Zona susceptible a caída de rocas	4.78
8	Zona susceptible a caída de rocas	0.52
9	Zona susceptible a caída de rocas	0.25

Fuente: IGP, 2023



Figura 9.- Caída de rocas, conos de derrubios, delimitados en la salida boulevard Herradura.



Figura 10.- Punto crítico, zona susceptible a caída de rocas, estrato rocoso meteorizado y fracturado espaciamiento de 0.20m entre bloques (líneas amarillas). Referencia punto 4 de Tabla 1.



Figura 11.- Caída de rocas, estrato rocoso meteorizado y fracturado situado en la salida boulevard Herradura, Fuente: Municipalidad distrital de Chorrillos.



Figura 12.- Punto crítico bloques suspendidos en la parte alta del Morro Solar. Referencia punto 7 de Tabla 1.



Figura 13.- Punto crítico por caída de rocas, evento suscitado el 01 de noviembre del 2023.



Figura 14.- Punto crítico fragmentos de roca inconsolidados en la parte media a alta del Morro Solar. Referencia punto 14 de Tabla 1.

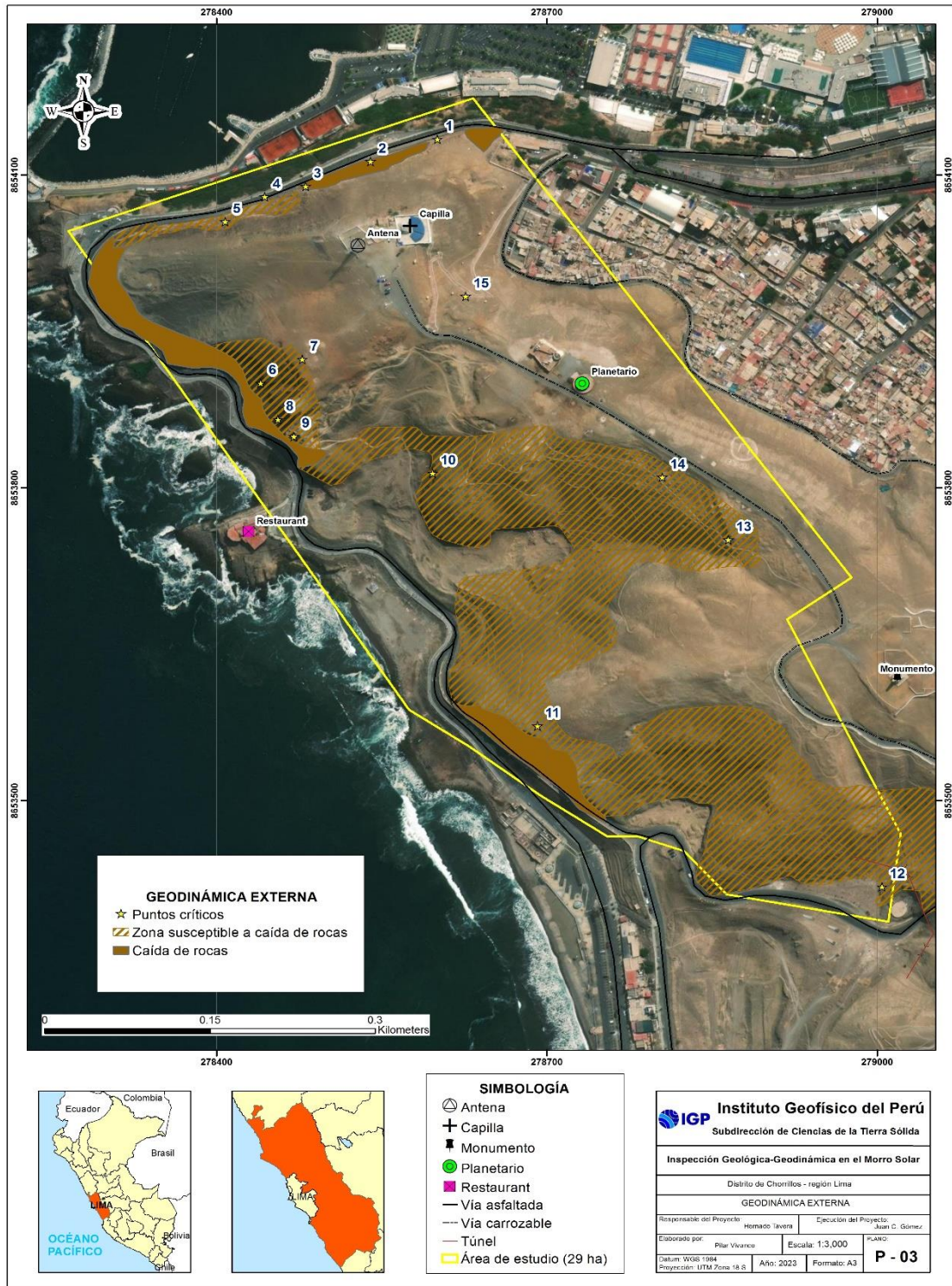


Figura 15.- Ubicación de puntos críticos, área de ocurrencia de caída de rocas y zonas susceptibles a ésta en el Morro Solar.

Finalmente, durante el desarrollo de la inspección se han delimitado tres (03) áreas de acumulación de material antrópico, Figuras 14 al 17.



Figura 14- Zona de antigua acumulación de material antrópico, se observa un área plana colindante a la playa La Herradura y otra en forma de dique hacia la vía de salida boulevard Herradura, delimitada por la línea punteada color negro.



Figura 15- Zona de actual acumulación de material antrópico, se observa el material apilado ubicado colindante a la vía subida al túnel desde el condominio Las Gaviotas.



Figura 16- Zona de actual acumulación de material antrópico colindante al túnel.

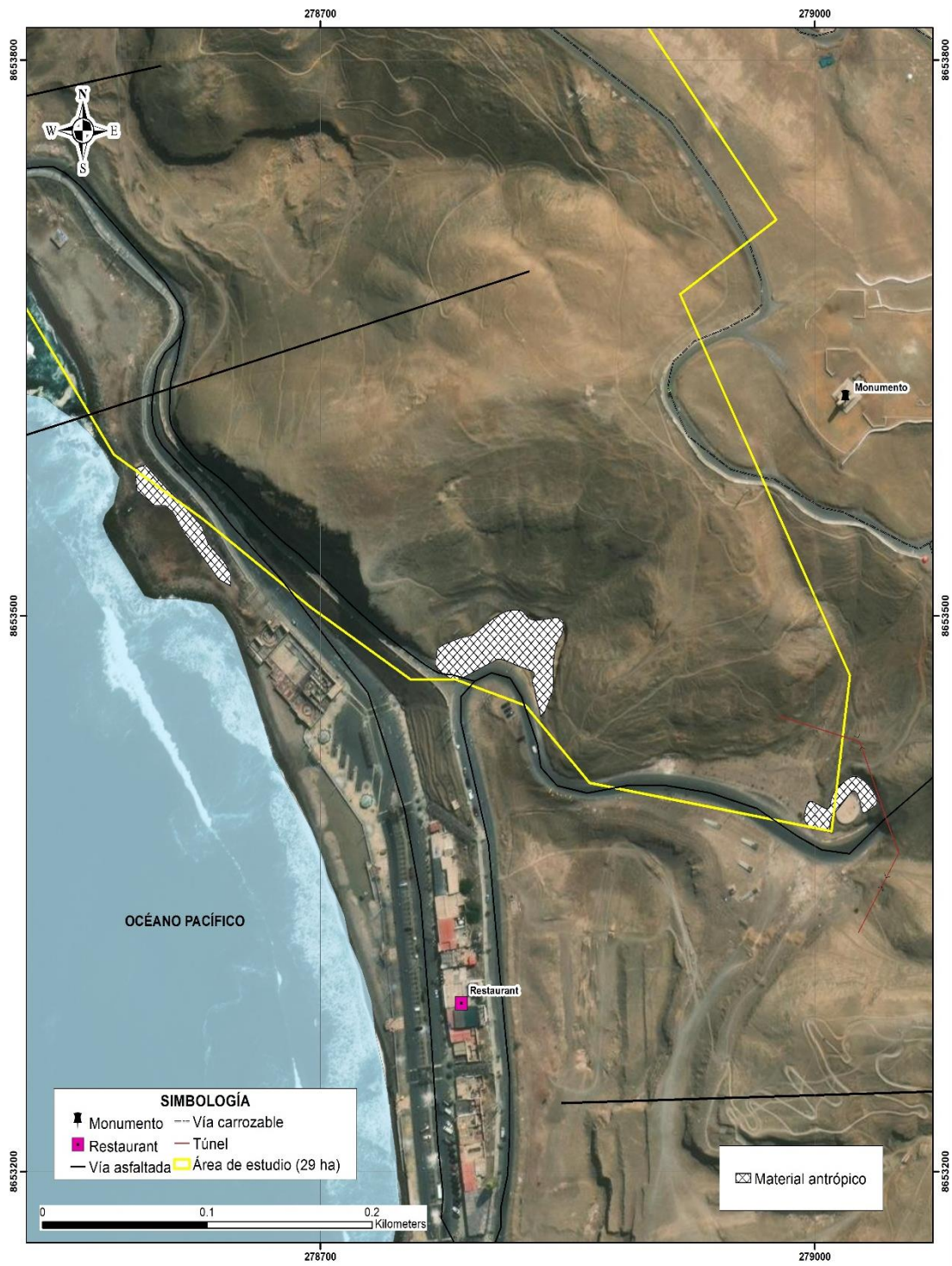


Figura 16- Ubicación de zonas de acumulación de material antrópico.

CONCLUSIONES

La inspección geológica-geodinámica en el Morro Solar del distrito de Chorrillos, región Lima, permitió llegar a las siguientes conclusiones:

- La zona corresponde a la geoforma acantilado constituido por rocas del tipo arenisca y lutitas (fuertemente meteorizadas y fracturadas), parcialmente cubiertas por depósitos coluviales en la parte media a alta y en el pie del acantilado se observan depósitos deluviales en forma de conos de derrubios.

- Se identificó como evento geodinámico principal la caída de rocas producto del desprendimiento de bloques desde la parte media a alta del acantilado. El evento de mayor impacto fue el suscitado el 1 de noviembre del 2023, que causó un fallecido, dos personas heridas y 6 metros de vía bloqueada (acceso de salida boulevard Herradura). A la fecha de inspección se delimitaron 4 áreas de ocurrencia de caída de rocas que abarcan aproximadamente entre 0.05 ha – 0.5 ha y 15 puntos críticos que permitieron estimar cinco (05) zonas susceptibles a caída de rocas que involucran entre 0.2 ha a 4 ha.

- Se delimitaron dos (02) áreas de acumulación de material antrópico, la primera colindante al litoral (zona de playa La Herradura) y la segunda paralela a la vía de ingreso al túnel

RECOMENDACIONES



- Realizar la evaluación geofísica la cual permitirá conocer las propiedades físicas de los materiales (estratos) que conforman el acantilado del Morro Solar del distrito de Chorrillos, región Lima.

BIBLIOGRAFÍA


- INDECI, 2023, REPORTE COMPLEMENTARIO N ° 10484 - 4/11/2023 / COEN - INDECI / 05:40 HORAS (Reporte N° 2). Instituto de Defensa Civil.


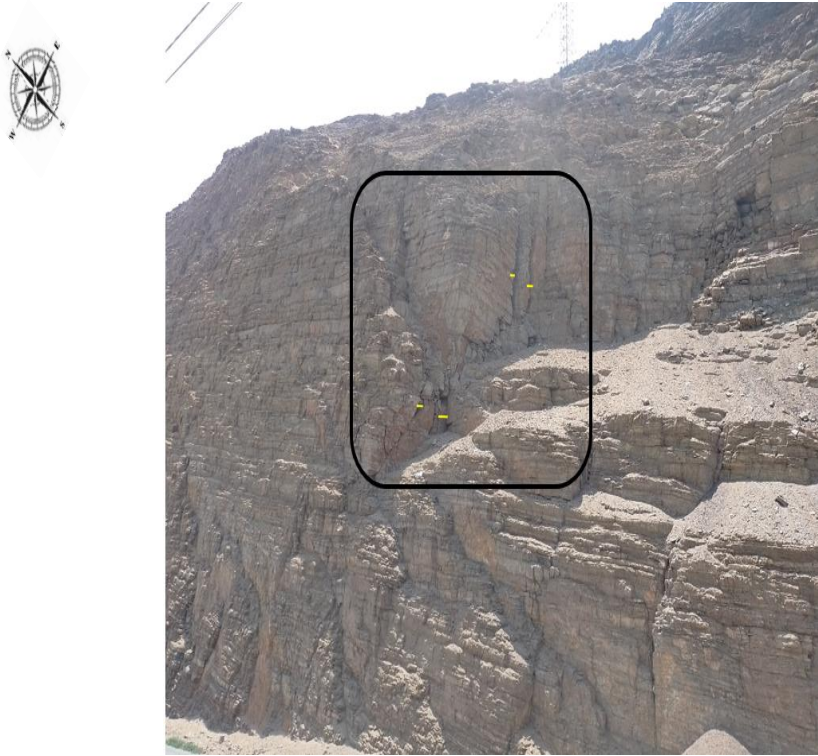
- Palacios, M., O., Caldas, V., J. & Vela, V., Ch., (1992). Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica Hojas 25-i, 25-j. 24-i, 24-j – Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional N° 43. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET).



ANEXOS
FICHAS DE PUNTOS CRÍTICOS

PUNTO CRÍTICO 01							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	865413	ESTE (m)	278601	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	45
							
Tipo de evento			Susceptible a caída de roca				
Tipo de roca			Arenisca cuarzosa y lutitas				
Factor condicionante			Rocas fracturadas y meteorizadas				
Factor desencadenante			Sismo				
Consecuencias			Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura				



PUNTO CRÍTICO							
02							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8654113	ESTE (m)	278540	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	46
							
Tipo de evento			Susceptible a caída de roca				
Tipo de roca			Arenisca cuarzosa y lutitas				
Factor condicionante			Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte alta y media				
Factor desencadenante			Sismo				
Consecuencias			Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura				

PUNTO CRÍTICO 03							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8654089	ESTE (m)	278481	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	45
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Arenisca cuarzosa y lutitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					



PUNTO CRÍTICO							
04							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8654079	ESTE (m)	278444	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	45
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Arenisca cuarzosa y lutitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas, se observan aberturas de 0.20 m aproximadamente en el afloramiento rocoso					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					

PUNTO CRÍTICO							
05							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8654055	ESTE (m)	278408	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	63
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Arenisca cuarzosa y lutitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas, se observan aberturas de 0.30 m aproximadamente en el afloramiento rocoso					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					



PUNTO CRÍTICO 06							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653900	ESTE (m)	278440	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	48
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte alta					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					


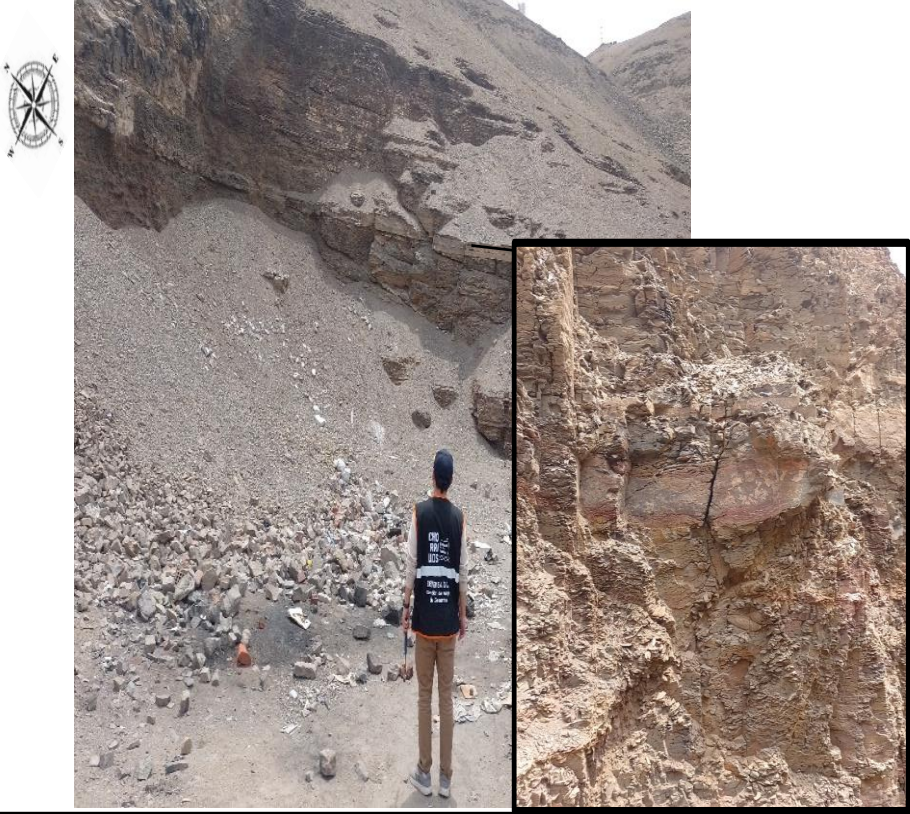
PUNTO CRÍTICO							
07							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653923	ESTE (m)	278478	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	103
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte alta de la ladera					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					




PUNTO CRÍTICO 08							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653865	ESTE (m)	278455	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	46
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte media y alta					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					

PUNTO CRÍTICO 09							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653849	ESTE (m)	278470	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	45
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte media					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					

PUNTO CRÍTICO							
10							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653814	ESTE (m)	278596	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	65
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas, se observan aberturas de 0.30 m aproximadamente en el afloramiento rocoso					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					

PUNTO CRÍTICO 11							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653571	ESTE (m)	278692	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	51
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte alta de la ladera					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura					

PUNTO CRÍTICO 12							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653417	ESTE (m)	279005	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	57
							
Tipo de evento			Susceptible a caída de roca				
Tipo de roca			Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas				
Factor condicionante			Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte alta de la ladera				
Factor desencadenante			Sismo				
Consecuencias			Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura				

PUNTO CRÍTICO 13							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653750	ESTE (m)	278865	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	99
							
Tipo de evento			Susceptible a caída de roca				
Tipo de roca			Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas				
Factor condicionante			Fragmentos o clastos de rocas superpuestos en la parte alta de la ladera				
Factor desencadenante			Sismo				
Consecuencias			Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura				

PUNTO CRÍTICO 14							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima		PROVINCIA	Lima		DISTRITO	Chorrillos
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653810	ESTE (m)	278805	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	100
							
Tipo de evento			Susceptible a caída de roca				
Tipo de roca			Lutitas marrón grisáceas a rojizas y limolitas				
Factor condicionante			Fragmentos o clastos de rocas superpuestos en la parte alta de la ladera				
Factor desencadenante			Sismo				
Consecuencias			Afectaría principalmente la vía de salida boulevard Herradura				

PUNTO CRÍTICO 15							
UBICACIÓN							
REGIÓN	Lima	PROVINCIA	Lima	DISTRITO	Chorrillos		
COORDENADAS UTM							
ZONA	18S WGS-84	NORTE (m)	8653983	ESTE (m)	278626	ELEVACIÓN (m.s.n.m.)	85
							
Tipo de evento		Susceptible a caída de roca					
Tipo de roca		Areniscas y lutitas					
Factor condicionante		Rocas fracturadas y meteorizadas en la parte media de la ladera					
Factor desencadenante		Sismo					
Consecuencias		Afectaría principalmente el acceso hacia la capilla Virgen del Morro y a viviendas asentadas en la parte baja (sectores San Pedro y Alto Perú)					

