

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 11-2023

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR MUELLE PESQUERO DE MATARANI

Departamento Arequipa
Provincia Islay
Distrito Islay



Noviembre
2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. UBICACIÓN	1
3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	2
4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS	3
5. ASPECTO SISMICO	4
6. PELIGRO GEOLÓGICO.....	5
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	10
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	12
ANEXO 1: MAPAS Y FIGURAS	13

OPINIÓN TÉCNICA

“EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL SECTOR MUELLE PESQUERO DE MATARANI”

Distrito Islay, provincia Islay, departamento Arequipa

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico, desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT11)”, de esta manera, contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de Arequipa, según el Oficio N° 641 - 2023-GRA/ORGRDDN; es en el marco de nuestras competencias es que se realiza la opinión técnica del Muelle Pesquero de Matarani, como complemento del Informe Técnico; N° A6713. “Evaluación Geológica Geodinámica en el sector Muelle Pesquero de Matarani. Región Arequipa, provincia y distrito de Islay” <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1194>

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET, designó a los ingenieros Yeny Bety Ccorimanya Challco y Yhon Hidelver Soncco Calsina para la elaboración de la opinión técnica; en base a la información del informe técnico antes mencionados y la visita de campo al área de interés que se realizó el 23 de setiembre del presente año.

Los materiales que constituyen la zona del sector Muelle Pesquero de Matarani están constituidos por sustrato rocoso conformado por conglomerados polimícticos subangulosos a subredondeados con matriz arena-limosa en proceso de consolidación, areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados. Desde el punto de vista geotécnico estos depósitos presentan malas características, son frágiles al no estar consolidados.

Se han identificado caídas de rocas y derrumbes, su longitud de escarpe es 497 m y 277 m (aprox.) respectivamente. En la ladera se aprecian bloques colgados con diámetros de hasta 1 m, procesos de agrietamientos en dirección en noroeste–sureste, con aperturas de hasta 50cm, se evidencia también discontinuidades con una longitud de 54m y aperturas de 5 a 15 cm, que van desde la base hasta el tope del talud.

El talud del Muelle Pesquero Matarani presenta movimientos en masa activos, los cuales poden ser detonados por precipitaciones pluviales intensas y/o prolongadas, así como por los sismos.

Por las condiciones mencionadas, el sector se cataloga como de **Peligro alto y Zona Crítica**

2. UBICACIÓN

El área de estudio se ubica en el distrito de Islay, provincia de Islay y departamento Arequipa.

El área evaluada se encuentra en las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18S) siguientes:

Tabla 1. Coordenadas del área evaluada en el sector Muelle pesquero de Matarani

Punto	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	808177	8118735	-16.994880°	-72.105883°
2	808349	8118855	-16.993774°	-72.104285°
3	808571	8118536	-16.996624°	-72.102158°
4	808401	8118416	-16.997730°	-72.103737°
COORDENADA CENTRAL DE LA ZONA EVALUADA O EVENTO PRINCIPAL				
Punto Central	808447	8118616	-16.995919°	-72.103333°

3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

- a) *Servicio de Geología y Minería (1968).* Geología del Cuadrángulo de Mollendo y La Joya (Hojas 34-r, 34-s). Boletín A19, elaborado por García, W. En este informe se menciona que en el área de estudio se encuentran afloramientos de rocas del Complejo Basal de la Costa conformadas por gneis, migmatitas y micaesquistos, intruidos por granitos rojos, cubiertos por materiales recientes (depósitos fluviales, marinos y aluviales).
- b) *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Regional (2000).* Estudio de Riesgos Geológicos del Perú – Franja N° 1. Geodinámica e Ingeniería Geológica (2000). Boletín N° 23 Serie C. En el mapa de peligros geológicos múltiples y de instalaciones críticas, muestra que sector de Matarani requiere que se realicen evaluaciones de peligros geológicos antes de iniciar construcciones de obras.
- c) La sinopsis sobre la revisión de la geología de los cuadrángulos de Ático, Ocoña, Camaná, La Yesera, Aplao y Mollendo (2000) elaborado por Walter León et al., actualizó los aspectos geológicos y estratigráficos de los Cuadrángulos de Mollendo y La Joya, García W. (1968). Donde menciona que en el sector evaluado afloran Lodolitas y limolitas amarillentas, conglomerados, gravas y tobas redepositadas.
- d) *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2016).* *Evaluación Geológica - Geodinámica en el sector Muelle Pesquero de Matarani. Distrito islay, provincia islay, región Arequipa. Lima: INGEMMET, Informe Técnico A6713.* Concluye que la zona de estudio es susceptible a la ocurrencia de derrumbes y caída de rocas y que el Muelle Pesquero Matarani presenta una condición de **Peligro Alto**. Menciona que los factores condicionantes son: a) Sustrato rocoso de mala calidad (no competente) conformada por conglomerados, areniscas tobáceas, lentes de tobas retrabajados, de fácil remoción. b) Rocas fracturadas, se aprecia grietas con aberturas entre 5 a 15 cm que van desde la cabecera al pie del talud con dirección N10°O. La profundidad de las grietas es de hasta 20 cm.

Las observaciones de campo permitieron corroborar el agrietamiento en esta zona y talud escarpado de fuerte pendiente (>45°).

4. ASPECTOS GEOLÓGICOS Y GEOMORFOLÓGICOS

En la base, se observa afloramientos del Complejo Basal de la Costa (Bellido y Narvaez, 1960), conformada por gneis granítico-tonalítico, dioritas gnéicas y esquistos micáceos (Figura 1). Esta roca se encuentra poco a medianamente fracturada y ligeramente meteorizada.

Suprayaciendo se encuentra el sustrato que está constituido por conglomerados polimícticos conformados por bloques (55%) con diámetros hasta 1 m, gravas (25%) en matriz arena-limosa (20%) en proceso de consolidación; areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados de la Formación Millo, estos materiales son poco consolidados, compuesto en proporción variable de fragmentos de rocas intrusivas subangulosos a subredondeados de cuarcitas y volcánicos. Esta Formación se encuentra poco fracturada y ligera a moderadamente meteorizadas (Figuras 4, 6, 9 y 10).

Los depósitos cuaternarios se conforman de depósitos proluviales (provenientes de flujos de detritos o huaicos) conformados por bloques (35%), gravas (30%) y matriz arena-limosa (35%). Depósitos coluviales (provenientes de la caída de rocas y derrumbes) compuestos por bloques (40%), con tamaños máximos de hasta 50 cm, gravas (35%), en matriz arena-limosa (25%), estos depósitos se observan al pie del acantilado.

Desde el punto de vista geotécnico este sustrato rocoso es de mala calidad (No competente) son muy friables y frágiles al no estar consolidados.

La unidad geomorfológica está representada por la faja litoral que se encuentra limitado por los acantilados con alturas de hasta 57 metros (Figura 2) en el sector Muelle Pesquero Matarani. Este acantilado presenta pendientes muy fuertes (>85°), característica que genera una mayor susceptibilidad a movimientos en masa.



Figura 1. Unidades geológicas en el sector Muelle Pesquero de Matarani.



Figura 2. Faja litoral (Acantilado) en el sector Muelle Pesquero de Matarani.

5. ASPECTO SISMICO

El sector del Muelle Pesquero Matarani ha sido afectado por una intensa actividad sísmica en los últimos 400 años, se encuentra en una **zona de alta actividad sísmica**, se tienen sismos con intensidades hasta de X(MM). (Alva y Meneses, 1984)

Los sismos más importantes que han afectado con alta intensidad la región de Arequipa y por consiguiente la zona de estudio, fue el del 13 de agosto de 1868, 13 de enero 1960 y 23 de junio del 2001.

De los datos de la Tabla 2, se tienen que los de mayor incidencia son los sismos de intensidad VIII (veinte eventos), en segundo lugar, los de intensidad VII (diecinueve eventos), en tercero los de intensidad VI (ocho eventos).

Tabla 2. Número de sismos según la intensidad (1555-2023) - Mollendo

Intensidad	N° de sismos
V	2
VI	8
VII	19
VIII	20
IX	1
Total	50

Fuente: IGP.

El Perú se divide en cuatro zonas sísmicas, Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA, La Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE. El Muelle pesquero Matarani se ubica íntegramente en la zona 4 y corresponde a una sismicidad muy alta, con un factor Z de 0.45 que

indica que la intensidad sísmica en la zona sea de IX o X (MM) en un periodo de 50 años. Lo que indica que es importante que las construcciones en esta zona se diseñen y construyan de acuerdo con las normas sísmicas vigentes.

6. PELIGRO GEOLÓGICO

El sector de Muelle Pesquero Matarani viene siendo afectado periódicamente por derrumbes y caída de rocas (Anexo 1, Mapas 1 y 2). Estos movimientos se generan en el talud vertical que está conformado por un sustrato rocoso conformado por conglomerados polimícticos con clastos de diámetros de hasta 1m, en matriz arena-limosa; areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados, estos materiales son poco consolidados, compuesto en proporción variable de fragmentos de roca de formas subangulosos a subredondeados.

6.1. Caída de rocas.

En el sector Muelle Pesquero Matarani, la caída de rocas es frecuentes, porque el acantilado está conformado por conglomerados no consolidados, los fragmentos de rocas que la componen son Bloques (55%) de hasta 1 m y de formas subangulosos a subredondeados, gravas (25%) en matriz arena-limosa (20%). Se tienen además areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados, poco fracturado y ligera a moderadamente meteorizadas no litificadas.

Por la composición de la matriz y al estar no litificado, el agua permite su fácil lavado y la incisión del agua por las fracturas, lo que origina con el tiempo que los fragmentos de roca queden sueltos y se desplacen cuesta abajo en caída libre.

Otro factor, son las pendientes del terreno muy escarpadas ($>85^\circ$), que presenta el acantilado, donde el material inestable de la ladera se desplaza cuesta abajo.

Las alturas desde donde caen las rocas van desde 8 m a 57 m. Los materiales que conforman estas caídas de rocas alcanzan diámetros de 1 m. La zona de arranque de la caída de rocas tiene una longitud de 497 metros.

Las caídas de rocas son activas, se le considera de **peligro alto** y constituyen una amenaza permanente en este sector.

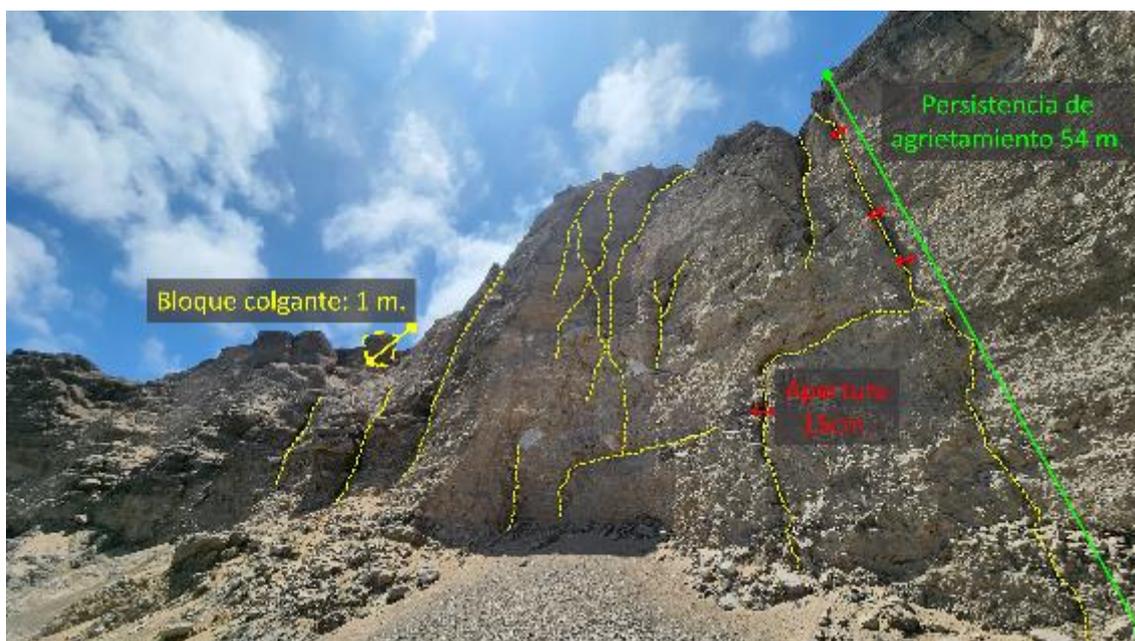


Figura 3. Bloque colgante, coordenadas UTM E: 808435, N: 8118661, se parecían también las fracturas (líneas amarillas).



Figura 4. Parte alta del acantilado, se aprecia el bloque colgante, coordenadas UTM E: 808441, N: 8118661.

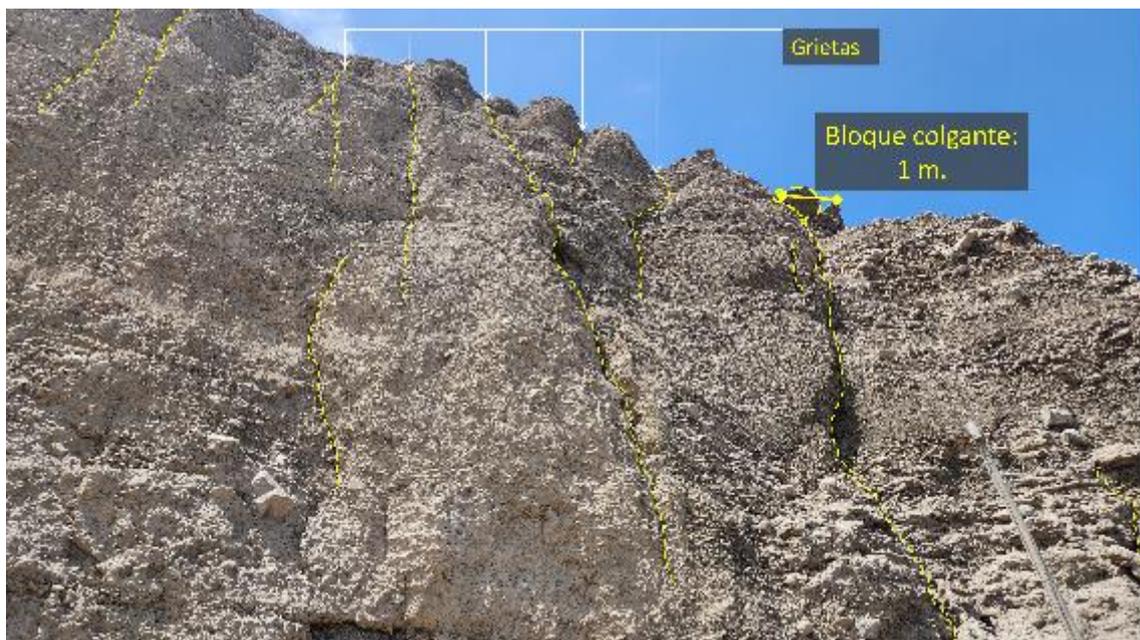


Figura 5. Bloque colgante, se aprecia las fracturas del afloramiento (líneas amarillas) coordenadas UTM E: 808452, N: 8118539.

6.1. Derrumbes

El sustrato rocoso presenta procesos de agrietamientos profundos en dirección N10°O, con aperturas de hasta 50cm y otros agrietamientos de persistencia continua entre 5 a 15cm de aperturas y profundidad de hasta 20cm que se prolonga de la cabecera al pie del talud.

La zona de arranque de los derrumbes coincide con la zona de arranque de la caída de rocas, sin embargo, tiene una longitud de 277 m ya que ocurre a lo largo del afloramiento de la Formación Millo, presenta rotura planar, es irregular y discontinua.

El frente del acantilado presenta conglomerados polimícticos no litificados, con pendientes muy escarpadas (>85°). Está poco fracturado y presenta una meteorización

ligera a moderada. Está compuesto por bloques (55%) de hasta 1 m, gravas (25%) y matriz arena-limosa (20%), intercalados con areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados. Actualmente se evidencia la persistencia de procesos de agrietamiento en dirección noroeste-sureste, con aperturas de hasta 50 cm. En algunos sectores, las grietas tienen una profundidad de hasta 80 cm. Se evidencia la persistencia de estas discontinuidades, con una longitud aproximada de 54 m desde la base hasta el tope del talud. Estos factores contribuyen a la generación de derrumbes.

Los derrumbes son activos y se les califica como **peligro alto** y constituyen una amenaza permanente en este sector.



Figura 6. Escarpe de derrumbe reciente del 2015 en el sector Muelle Pesquero de Matarani.

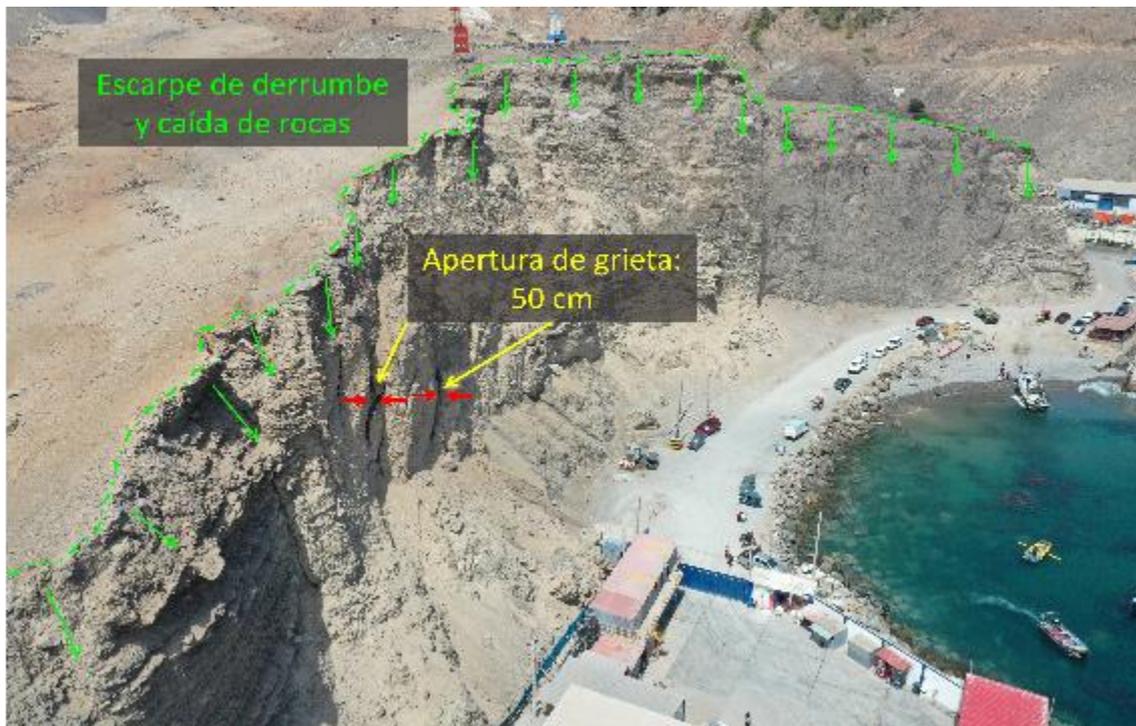


Figura 7. Aperturas de grietas de 50 cm. Zona de arranque de las caídas de rocas y derrumbes en el sector Muelle Pesquero de Matarani.

Factores condicionantes

- Material no consolidado, conformado por depósitos de conglomerados en matriz arena-limosa, intercalados con capas de areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados. Las observaciones de campo permitieron corroborar que el sustrato rocoso presenta agrietamientos abiertos.
No se encuentra litificado, es de fácil erosión.
- Pendientes muy escarpadas (>85°) de los frentes rocosos.
Que permite que masa inestable de la ladera se desplace cuesta abajo.

Factores desencadenantes

- Precipitaciones:
Como antecedente se tienen los eventos de caídas de rocas y derrumbes que ocurrieron durante las lluvias intensas que se presentaron entre los meses de agosto a octubre del año 2015.
En la actualidad, de presentarse lluvias intensas y/o prolongadas generaría que el agua se infiltre por los agrietamientos, saturando el talud y creando inestabilidad también por escorrentía lo que podría generar derrumbes. También erosionaría la matriz del conglomerado (lavándola), es decir los sedimentos finos, debilitando el sustrato rocoso, donde se generaría caída de rocas.
- Sismos:
La vibración del suelo durante los movimientos sísmicos puede acelerar y movilizar las estructuras internas del suelo, lo que puede desencadenar en caídas de rocas y derrumbes.
Según el diseño sismorresistente, del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA. La zona evaluada se ubica íntegramente en la zona 4 y corresponde a una sismicidad muy alta, con un factor Z de 0.45 (El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad).

En la actualidad, en la inspección de campo al sector Muelle Pesquero Matarani de fecha 23 de setiembre 2023, se ha identificado que la zona de arranque de la caída de rocas y derrumbes tiene una longitud de 497 metros, existen agrietamientos en dirección Noroeste – Sureste (Figura 9), con aperturas de hasta 50cm (Figura 8), se evidencia también la persistencia de las discontinuidades con una longitud aproximada de 54m, desde la base hasta el tope del talud (Figura 4). Además, se identificaron bloques colgantes en los puntos UTM E: 808435, N: 8118661 (Figura 4), UTM E: 808441, N: 8118661 (Figura 5) y UTM E: 808452, N: 8118539 (Figura 6). Todas estas características son indicativos de que la geodinámica de la zona es activa. (Figura 9 y 10) y pone en **peligro alto** a este sector.



Figura 8. Sistema de grietas en dirección noroeste-sureste (líneas amarillas) en el sector Muelle Pesquero Matarani.

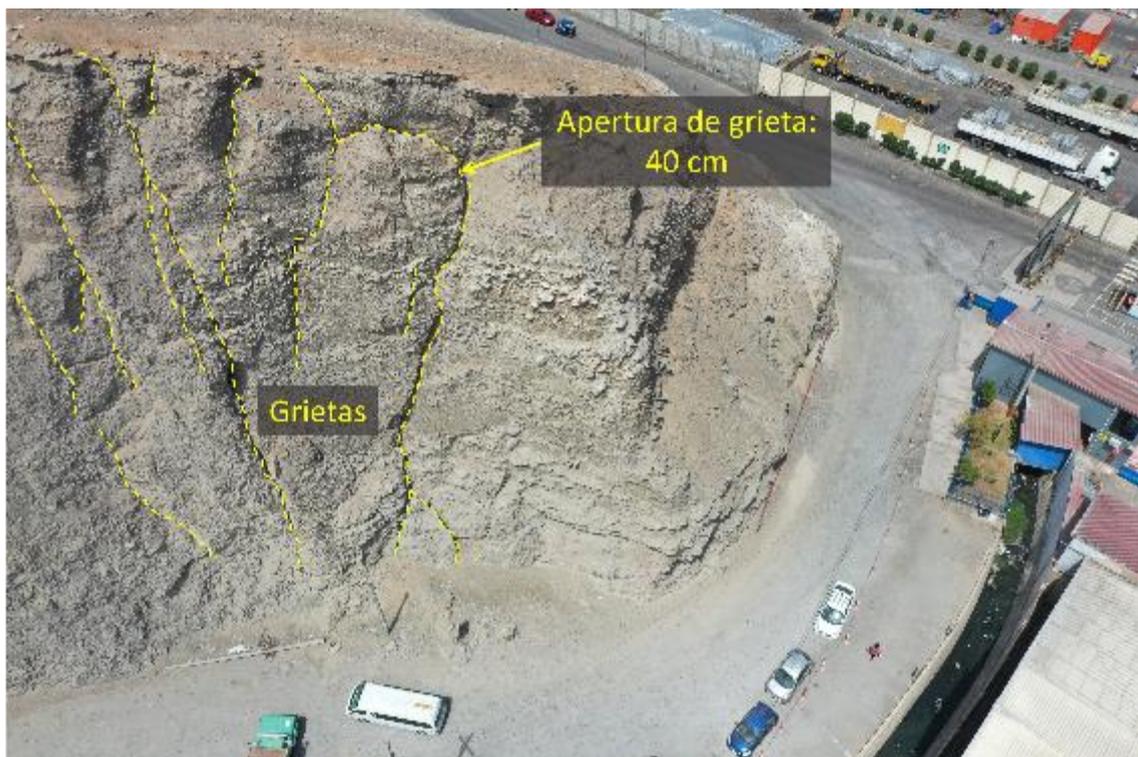


Figura 9. Sistema de grietas (líneas amarillas) y aperturas de hasta 40 cm. en el sector Muelle Pesquero Matarani.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El sustrato se caracteriza por conglomerados polimícticos en proceso de consolidación, conformado por clastos de formas subangulosas a subredondeadas con bloques de hasta 1 m y gravas en matriz arena-limosa, areniscas tobáceas y lentes de tobas retrabajados de la Formación Millo. Esta formación se encuentra poco fracturado y ligera a moderadamente meteorizadas. Desde el punto de vista geotécnico este sustrato rocoso es de mala calidad (No competente) son muy friables y frágiles al no estar consolidados.
2. Desde el punto de vista geomorfológico, el sector Muelle Pesquero Matarani, está representada por la faja litoral que se encuentra limitado por los acantilados que presenta alturas de hasta 57m, el terreno presenta pendientes muy fuertes (>85°), característica que genera una mayor susceptibilidad a movimientos en masa (derrumbes y caída de rocas).
3. La zona de estudio se ubica íntegramente en la zona 4, corresponde a sismicidad **muy alta**, localizada en la línea de la costa. Es coherente con el mapa de aceleraciones máximas de suceder un sismo se pueden acelerar los procesos de derrumbes.
4. En la actualidad, se ha identificado que la zona de arranque de la caída de rocas y derrumbes tiene una longitud de 497m, existen agrietamientos en dirección noroeste – sureste, con aperturas de hasta 50cm, se evidencia también la persistencia de las discontinuidades desde la base hasta el tope del talud, con longitud de 54m aprox. y aperturas de 5cm. Además, se identificaron bloques colgados en los puntos UTM E: 808435, N: 8118661, UTM E: 808441, N: 8118661 y UTM E: 808452, N: 8118539. Indica que la zona presenta una geodinámica activa.
5. El sector Muelle Pesquero Matarani por las condiciones litológicas, geomorfológicas y geodinámicas se considera de **Peligro Alto y Zona Crítica**.
6. Se debe realizar un estudio de Evaluación de riesgos de desastres (EVAR) tomando en cuenta el cartografiado de peligros geológicos y demás información a escala local.
7. Las recomendaciones del informe técnico N°. A6713 deben ser implementadas, como son:
 - ✓ Se debe considerar la zona **no apta** para tránsito peatonal o vial, hasta no tomarse las medidas correctivas que establezca el talud, que puede poner en riesgo la seguridad física de los pobladores.
 - ✓ Mantenerse alerta y en constante vigilancia ante la ocurrencia de nuevos movimientos del terreno, para realizar acciones de evacuación de los sectores que a la fecha no están afectados directamente.
 - ✓ Restringir el tránsito y no considerar como estacionamiento de vehículos menores. Hasta no tomarse las acciones correctivas.
 - ✓ Para estabilidad el talud se debe realizar un tratamiento de talud con escalonamiento, su uso es aconsejable porque facilita el proceso constructivo, retiene la caída de fragmentos de roca.

- ✓ Evitar filtraciones y/o el humedecimiento del talud. Para tal efecto, es importante controlar con las medidas de drenaje superficial, recogiendo las aguas superficiales y evacuarla lejos del talud.
- ✓ Protección del talud, para evitar el desprendimiento de gravas u otros materiales que puedan provocar daños a personas que transitan al pie del talud.
- ✓ Las técnicas para protección del talud a emplear pueden ser: desquinche y enmallado, recubrimiento del sustrato con concreto lanzado, geomallas, así como muros de contención al pie de los taludes más inestables, etc. (según la actualización de las normas técnicas CE-020: "Estabilización de suelos y Taludes" del Reglamento Nacional de Edificaciones).
- ✓ Las obras correctivas deberán ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con experiencia, de preferencia geotécnicos.



Segundo A. Núñez Juárez:
Jefe de Proyecto-Act. 11

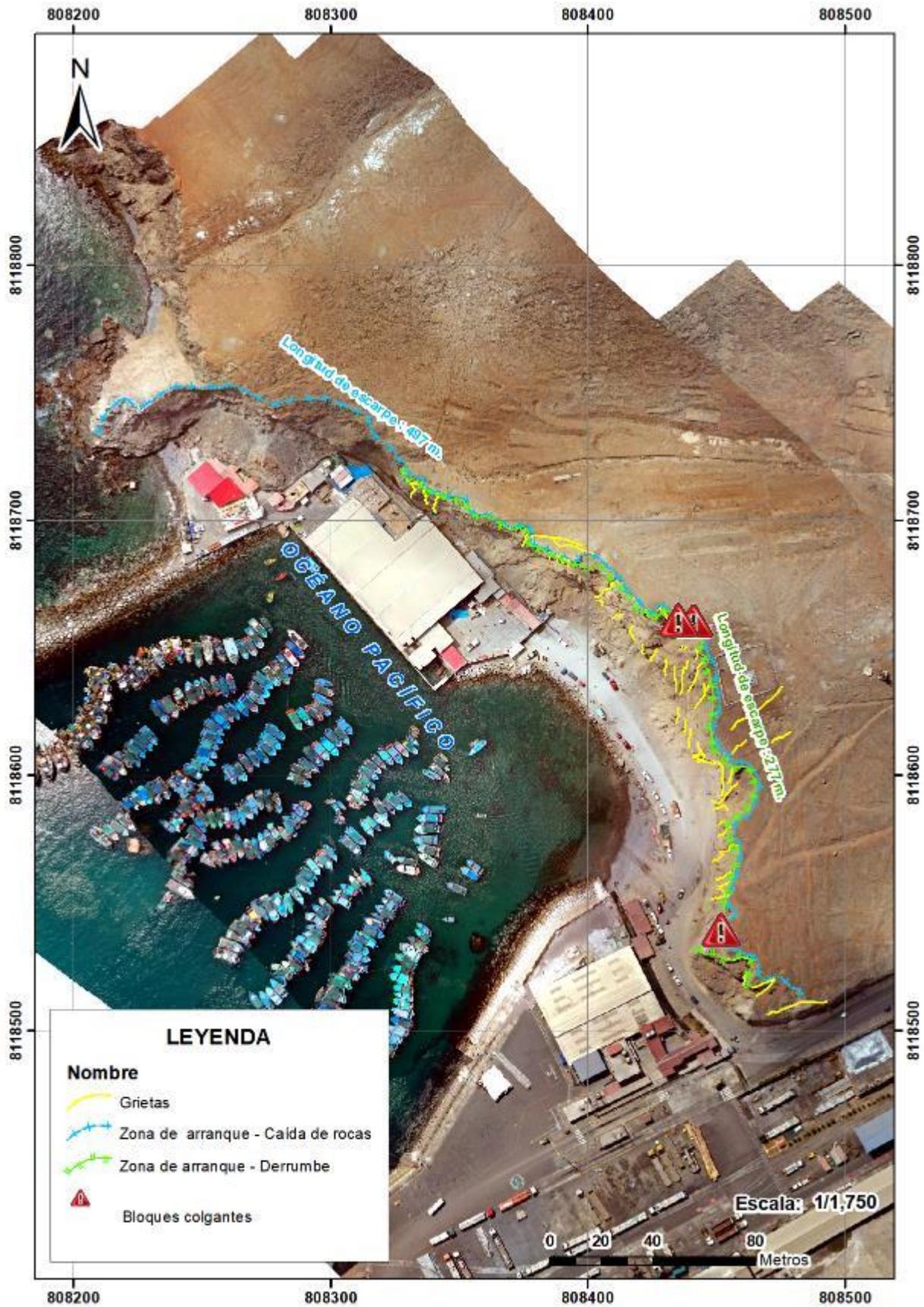


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

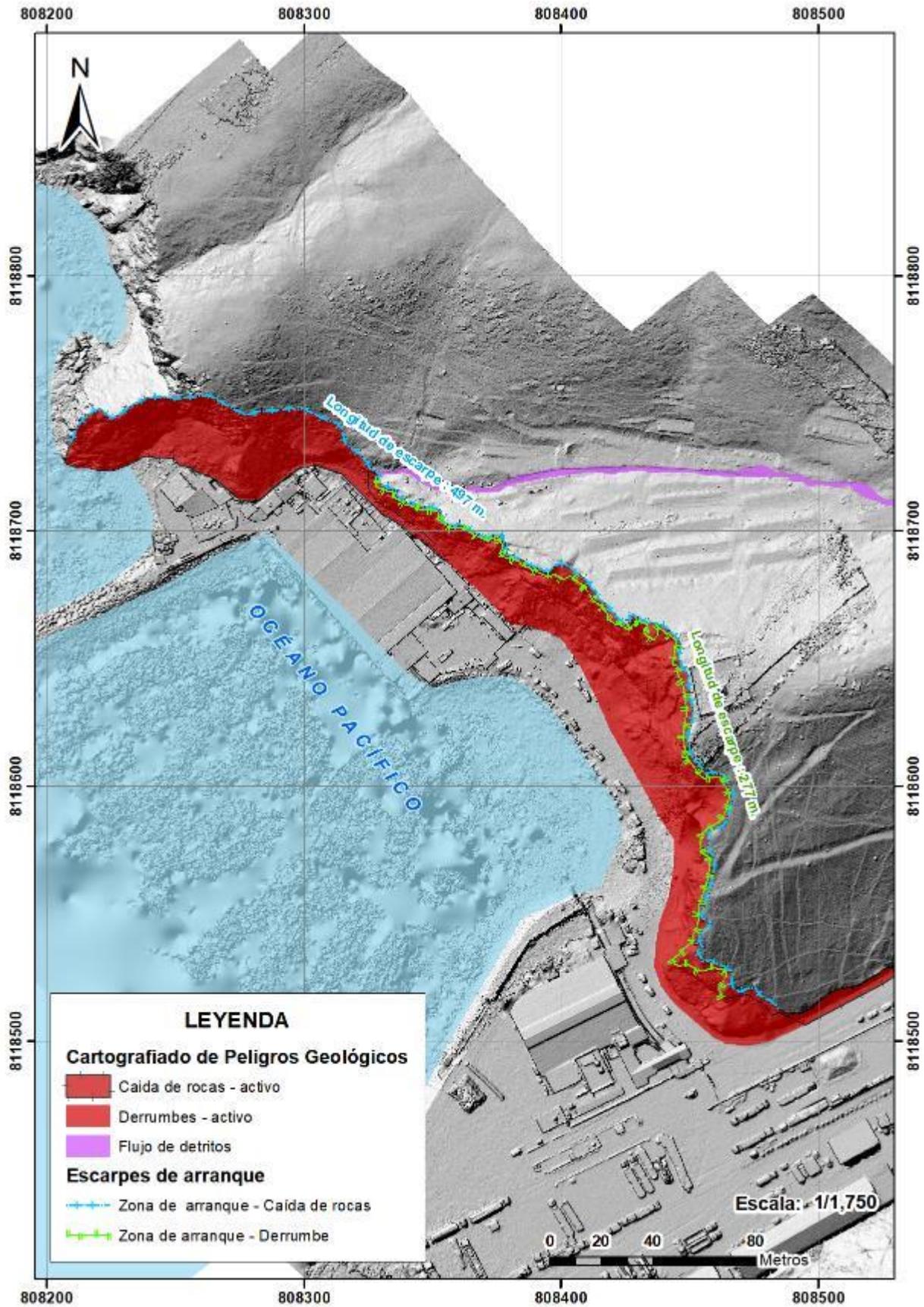
8. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- INGEMMET. (2016). Informe técnico N° A6713, Evaluación Geológica Geodinámica en el sector Muelle Pesquero de Matarani. Región Arequipa, provincia y distrito de Islay. Distrito Islay, provincia Islay, región Arequipa. 26p. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1194>.
- PMA: GCA (2007), Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas, Canadá, 404 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de Riesgo Geológicos del Perú, Franja N°1. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N° 23, 342 pág. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/312>.
- García Márquez W. (Servicio de Geología y Minería,1968). Geología del Cuadrángulo de Mollendo y La Joya (Hojas 34-r, 34-s). Boletín A19, 104 pág. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/137>.
- Walter León et. al. (Dirección de Geología Regional de INGEMMET, 2000) Sinopsis sobre la revisión de la geología de los cuadrángulos de Atico, Ocoña, Camaná, La Yesera, Aplao y Mollendo [Escala 1:100 000], 8 pág, 6 mapas. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/2038>.
- Tavera, H y Buforn, E. (2001). Source mechanism of earthquakes in Perú. Journal of Seismology, 5, 519-540.
- Cahill, T., and Isacks, B.L., (1992) Seismicity and shape of the subductel Nazca plate: Journal of Geophysical Research-Solid Earth, v. 97 p. 17503-17,529, doi:10.1029/92JB00493.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Decreto Supremo N° 003-2016-VIVIENDA. Decreto Supremo que modifica la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/DS-003-2016-VIVIENDA.pdf.

ANEXO 1: MAPAS Y FIGURAS



Mapa 1. Caracterización de grietas y zona de arranque de la caída de rocas y derrumbes en el sector del Muelle Pesquero de Matarani.



Mapa 2. Cartografía de peligros geológicos en el sector del Muelle Pesquero de Matarani.



Figura 10. Vista tomada hacia el Norte, se observa afloramiento de la Fm. Millo conformado por conglomerados, areniscas tobáceas, lentes de tobas retrabajados, se aprecia grietas con dirección noroeste 10°, con presencia de lluvias que ocurren durante los meses de setiembre a octubre, estas aguas se infiltran, saturando y erosionando los sedimentos más finos debilitando el talud. Informe Técnico N°A6713, INGEMMET (2016).

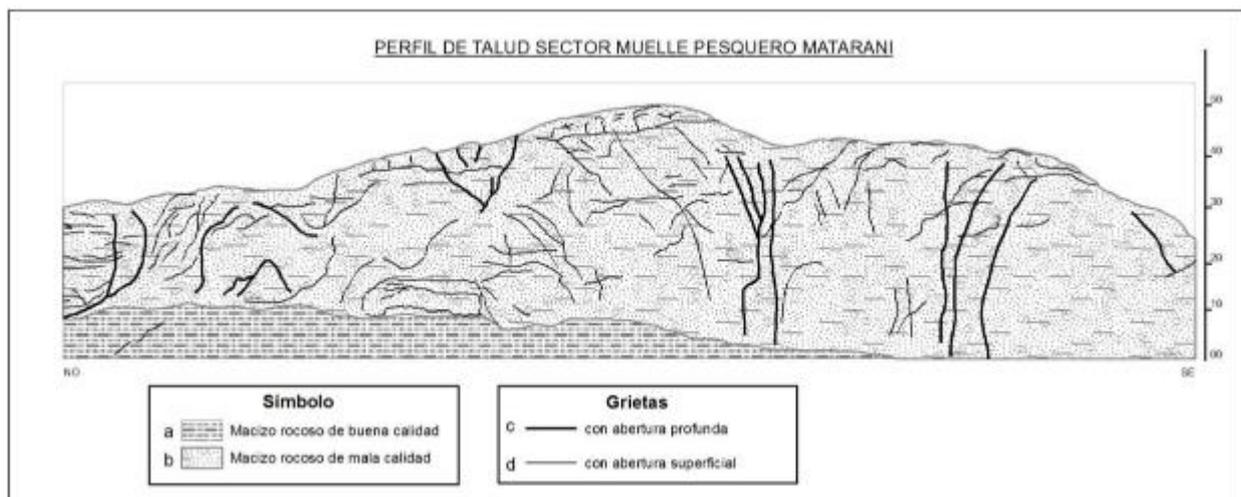


Figura 11. Imagen del talud en el sector de muelle pesquero Matarani, se observan c) un sistema de grietas profundas que se prolonga de la cabecera al pie del talud d) sistema de grietas poco profundas dispersos en el talud. Informe Técnico N°A6713, INGEMMET (2016).