

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico

Opinión Técnica N° 12-2023

OPINIÓN TÉCNICA DE LA “EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL ÁREA PARA PROYECTAR EL NUEVO COMPLEJO POLICIAL EN PATAZ- ZONA 1 - PREDIO EL ALTO”

Departamento La Libertad
Provincia Pataz
Distrito Pataz

Noviembre
2023

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. UBICACIÓN	4
3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES.....	6
4. ANÁLISIS.....	7
4.1 Ensayos de Mecánica de Rocas:	10
4.2 Sobre la Caracterización Geotécnica:	10
4.3 Sobre el Análisis Cinemático del Macizo Rocoso:	11
4.4 Sobre la evaluación de la Estabilidad Física 2D:	12
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	14
BIBLIOGRAFIA.....	16
ANEXO 1 – MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS	17

OPINIÓN TÉCNICA DE LA “EVALUACIÓN GEOTÉCNICA DEL ÁREA PARA PROYECTAR EL NUEVO COMPLEJO POLICIAL EN PATAZ- ZONA 1 - PREDIO EL ALTO”

Distrito Pataz, provincia de Pataz, departamento La Libertad

1. INTRODUCCIÓN

El INGEMMET, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) la “Evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 11)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud de la Compañía Minera Poderosa S.A. – Lima (CMP en adelante) según CARTA N°LEG-042-2023, donde se solicita una opinión técnica referente a la **“Evaluación Geotécnica de Áreas para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1-Predio El Alto”**, en el distrito y provincia Pataz, departamento La Libertad, realizado en octubre del 2023. En este sentido, la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designo al Mag. Richard Remy Huayta Pacco, a elaborar dicha opinión técnica.

Se analizó el informe técnico “Evaluación Geotécnica de Áreas para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1 – Predio El Alto” (octubre del 2023), que tiene por objetivo caracterizar el suelo de fundación del complejo policial para garantizar la estabilidad y permanencia de las obras.

Para el desarrollo de opinión técnica, adicionalmente se analizó la información de trabajos anteriores realizados por INGEMMET; así como trabajos realizados por SRK y CMP respectivamente.

Este informe se pone a consideración de la CMP, Municipalidad Distrital de Pataz, SRK, MACREPOL LL e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664.

2. UBICACIÓN

El área para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1 – Predio El Alto en la localidad de Pataz, se ubica específicamente en el flanco noreste del cerro San Francisco, distrito y provincia Pataz, departamento La Libertad (figura 1).

El área del predio es 2256,3 m², se encuentra en las siguientes coordenadas UTM (WGS84 – Zona 18 s).

Tabla 1: Vértices y coordenadas del Nuevo Complejo Policial en Pataz–Zona 1–Predio El Alto

Coordenadas UTM		
WGS84 - 18S		
Vertice	Este(X)	Norte (Y)
1	213346,614	9138924,223
2	213350,639	9138924,925
3	213354,211	9138925,405
4	213357,878	9138924,908
5	213362,387	9138923,752
6	213365,925	9138923,280
7	213368,401	9138922,947
8	213373,717	9138919,160
9	213380,553	9138916,582
10	213385,312	9138916,961
11	213391,403	9138917,382
12	213394,564	9138918,286
13	213390,524	9138907,787
14	213390,349	9138902,810
15	213391,790	9138897,826
16	213394,905	9138892,149
17	213402,375	9138881,529
18	213402,823	9138880,160
19	213397,107	9138878,771
20	213393,918	9138878,716
21	213390,907	9138878,765
22	213386,203	9138878,136
23	213380,285	9138877,446
24	213376,438	9138877,108
25	213373,220	9138876,547
26	213371,291	9138873,196
27	213370,591	9138868,590
28	213371,602	9138864,338
29	213373,759	9138860,850
30	213374,984	9138859,364
31	213371,878	9138858,947
32	213366,542	9138859,249
33	213361,311	9138865,574
34	213353,835	9138882,843
35	213345,277	9138898,321
36	213343,751	9138901,839
37	213343,449	9138905,482
38	213342,211	9138910,810
39	213343,283	9138913,033
40	213345,574	9138919,024
41	213345,770	9138921,281

Fuente: Adaptado de CMPSA, 2023.

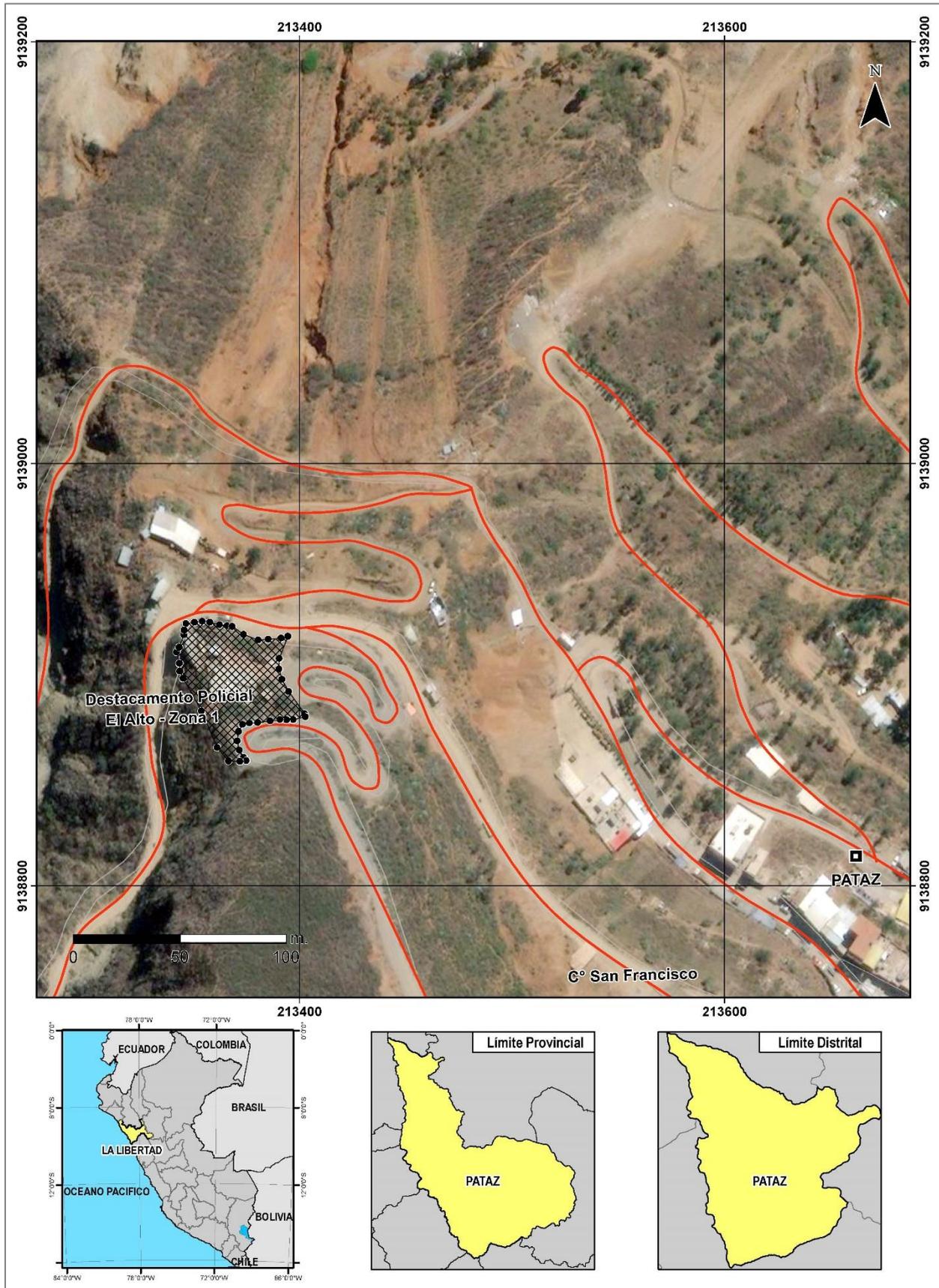


Figura 1: Ubicación del área para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Patate – Zona 1 – Predio El Alto.

3. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- A) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022) - Evaluación de peligro geológico por movimientos en masa en la localidad de Pataz. Distrito Pataz, provincia Pataz, departamento La Libertad. Lima: Ingemmet, Informe Técnico A7305, 48 p. Contiene una descripción local de la geología, geomorfología y peligros geológicos; acompañada de fotografías y mapas elaborados a detalle.
- B) El Boletín N° 50 de la Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgo Geológico en la Región La Libertad” (Medina et al., 2012). Contiene información básica sobre inventario de peligros geológicos, mapas temáticos como el de movimientos en masa que abarca región La Libertad donde la zona de evaluación es considerada entre alta y muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa.
- C) Informe N° 074-2023-UE 005-III MACREPOL, LA LIBERTAD/UNIADM-U.F. Informe que adjunta un panel fotográfico de las actuales áreas para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1 – Predio El Alto.
- D) Carta GG-M/004/23 Compañía Minera Poderosa. Construcción de infraestructuras policiales en el distrito de Pataz. Contiene la topografía, vértices y coordenadas de las Áreas para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1 – Predio El Alto,
- E) Informe Evaluación Geotécnica de Áreas para Proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz - Zona 1 - Predio El Alto Compañía Minera Poderosa S.A. Elaborado por SRK SA, acompañado de ensayos en campo e in situ genera una caracterización geotécnica del terreno y genera perfiles de estabilidad del Destacamento Policial.

4. ANÁLISIS

SRK y CMP han realizado un análisis geotécnico del terreno asignado para el Nuevo Complejo Policial en Pataz – Zona 1 – Predio El Alto, el cual se localiza al noroeste del poblado de Pataz. El foco de este estudio se ha centrado en caracterizar y definir las propiedades de resistencia de los materiales que componen el modelo geotécnico para luego desarrollar un modelo geotécnico 2D que permita determinar los factores de seguridad en relación con la estabilidad física de la Zona 1 - Predio El Alto, bajo condiciones estáticas y pseudo-estáticas, en relación con la futura construcción proyectada en la zona.

El Predio El Alto - Nuevo Complejo Policial en Pataz se encuentra sobre suelos deluviales y rocas intrusivas del Paleozoico, principalmente tonalitas y granodioritas. Estas rocas pertenecen al Batolito de Pataz, un cuerpo extenso con dirección NW-SE que abarca más de 200 km² y comprende granodioritas, monzogranitos, diques ácidos, así como tonalitas y dioritas de una serie intermedia. (Coba, 2017).

El sector “El Alto” donde se pretende edificar el Destacamento Policial, se prevé que podría ser afectada por erosiones en cárcavas (fotografía 1).

La Zona 1 - Predio El Alto se encuentra en la margen NE del Sector Cerro San Francisco, en base a imágenes satelitales y fotografías de la inspección realizada en 2022 en Pataz por el equipo de INGEMMET; se realizó una fotointerpretación, que determinó la existencia de peligro geológico tipo “Erosión en cárcavas”, ACTIVO, (ver Anexo 1 - Mapa Peligros Geológicos). De la figura 1 se aprecia que la erosión de ladera afecta la ladera.

Según el Mapa de Clasificación Climática Nacional del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI (Castro, et. 2021). La zona evaluada posee un clima semiseco, templado, con humedad abundante todas las estaciones del año (C(r)B'), teniendo temperaturas máximas entre 21°C a 25°C y mínimas entre 7°C a 11°C. Así mismo, la precipitación anual puede alcanzar valores desde los 700 mm hasta los 2000 mm aproximadamente, y periódicamente esta zona sufre “El Fenómeno El Niño”, entre otros, por lo cual el relieve es sometido a una erosión permanente y los flujos se transportan por toda la ladera, dada las pendientes fuertes (15°-25°) a terreno muy escarpado (>45°) en la zona de estudio.

La mayor erosión se presenta a casi 100 m del predio, la acción permanente y retrogresiva de estos eventos podrían generar inestabilidad en la ladera, ello por la percolación del agua al terreno, y la actividad antrópica, para ello sería necesario conocer la potencia del material cuaternario y contacto suelo-roca ladera abajo.



Fotografía 1: Vista panorámica de Pataz y La Zona 1 - Predio El Alto. Fotografía 2009



Figura 2: Representación de Erosión en Cárcavas y Derrumbes – Activos. En la imagen tenemos ubicados Pataz y Zona 1 – Predio El Alto. Las abreviaturas se detallan como, EcA: Erosión en cárcava-Activa, DA: Derrumbe-Activo y DtA: Deslizamiento traslacional-Activo. Base fotográfica 2009.

La campaña geotécnica realizada por SRK, realizó 3 calicatas manuales en suelos, 5 estaciones geomecánicas, obteniendo 5 muestras en suelos, 8 muestras de roca de las cuales 6 se realizaron en superficie y 2 extraídas de las calicatas; además se realizaron ensayos in situ para suelos y roca, lo cual indica una extensa campaña, cargada de data que busca sobre satisfacer la pauta mínima establecido por la norma.

En la tabla 1 se presenta un resumen de los datos obtenidos. En los resultados la plataforma inferior, menciona, donde se realizó la calicata 1, presenta arenas limosas y arenas arcillosas con densidades típicas, correspondientes a rellenos, que deberán ser removidos y/o controlados en función de las estructuras que apoyen sobre estas; no son suelos plásticos, pero si tienen límites líquidos de medios a bajos por lo cual son sujetos a erosionarse con la presencia de flujos por la baja cohesión que presentan. Esta plataforma supone el talud inferior, por lo cual es necesario aplicarles técnicas de mejoramiento del terreno para aumentar las capacidades de este nivel por ser la base.

Tabla 2: Resumen de ensayos en suelos

Calicatas	Coordenadas UTM – WGS84		Elevación (msnm)	Profundidad total (m)	Ubicación	Muestra	Prof. (m)	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	W (in situ) (%)	W (%)	γ (gr/cm ³)		Clasificación SUCS
	Este (X)	Norte (Y)														SECA	APARENTE	
C-01	213 376.05	9 138 910.87	2665	2.0	Plataforma inferior	M-1	0,70 - 1,15	8,1	51,0	40,9	19	17	2	15,8	12,9	1,57	1,82	SM
						M-2	1,15 - 1,95	26,9	32,9	40,2	24	18	5	9,1	15,7	1,62	1,77	SC-SM
C-02	213 366.28	9 138 900.79	2673	2.1	Plataforma superior	M-1	0,35 - 0,60	77,8	8,3	13,9	45	23	22	16,1	14,5	1,70	1,98	GC
						M-2	0,10 - 1,00	67,9	15,9	16,2	26	15	11	9,1	5,7	1,60	1,75	GC
C-03	213 376.20	9 138 894.18	2674.5	2.2	Plataforma superior	M-1	0,10 - 1,00	67,9	15,9	16,2	26	15	11	9,1	5,7	1,60	1,75	GC
						M-2	0,90 - 2,20	7,4	17,5	75,1	30	18	11	14,6	20,6	1,59	1,83	CL

Fuente: Adaptado de SRK, 2023 y CMPSA, 2023.

Los suelos comprenden desde mezclas de arena y limo en la C-1, mezclas de grava, arena y arcilla en la C-2 y mezclas de arcillas inorgánicas con gravas y arenas de baja plasticidad determinada para la C-3.

Valores Medios: 26,9 17,5 40,2 26,0 18,0 11,0 14,6 14,5 1,6 1,8
Valores Máximos: 77,8 51,0 75,1 45,0 23,0 22,0 16,1 20,6 1,7 2,0
Valores Mínimos: 7,4 8,3 13,9 19,0 15,0 2,0 9,1 5,7 1,6 1,8

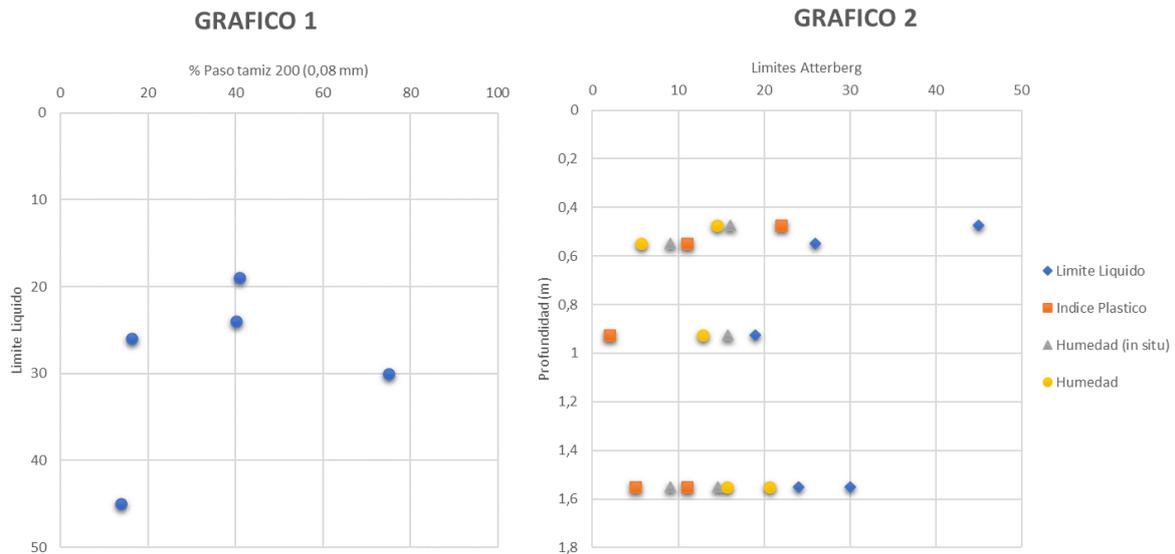


Figura 2: En el grafico 1 se presenta la relación de finos con limite liquido de los ensayos realizados y en el grafico 2 se relacionan en función de su profundidad los limites líquidos, índices plásticos, humedades in situ y humedades de ensayos en laboratorio. La zona gravosa presenta un gran rango de plasticidad ello gobernada principalmente por la matriz fina, los limites líquidos más elevados en esta zona lo que indican es que se comportaran de manera más plástica antes de ser viscoso. De los niveles finos se encuentran parámetros moderados por lo que no baja la resistencia al corte, excesivos cambios volumétricos y/o alta deformabilidad.

En la plataforma superior se realizaron 2 calicatas con lo que se entiende que es el área más extensa entre los 2 niveles, el material fino es la matriz con una presencia importante de gravas en superficie y a medida se profundiza se van encontrando mayores concentraciones de limos y arcillas, se supone de los ensayos químicos que no presentan concentraciones de sulfatos o presencias de químicos que puedan atacar los cimientos o ser expansivas.

4.1 Ensayos de Mecánica de Rocas

Se realizaron ensayos de propiedades físicas y de carga puntual irregular para evaluar la roca presente en el área del proyecto (ver Tabla 2).

Tabla 3: Resumen de ensayos de propiedades físicas

Sondeo	Prof. (m)	Sub- muestra	Densidad seca (g/cm ³)	Densidad saturada (g/cm ³)	Porosidad aparente (%)	Absorción (%)
E-01	Superficial	E-01-1	2.736	2.742	0.672	0.246
E-02	Superficial	E-02-1	2.692	2.711	1.954	0.725
E-03	Superficial	E-03-1	2.812	2.821	0.966	0.344
E-04	Superficial	E-04-1	2.741	2.749	0.832	0.305
E-05	Superficial	E-05-1	2.725	2.742	1.703	0.625
E-06	Superficial	E-06-1	2.765	2.771	0.560	0.203
C-01	2.0	C-01-1	2.547	2.618	7.045	2.782
C-02	2.0	C-02-1	2.573	2.599	2.631	1.022

Fuente: SRK, 2023.

Tabla 4: Resumen de ensayos de carga puntual irregular

Estación	Muestra	Litología	De (mm)	Carga (kN)	Is(50)
E-01	E-01-1	Meta andesita	60.8	17.002	5.02
E-01	E-01-2	Meta andesita	51.7	25.377	9.65

Fuente: SRK, 2023.

Según Díaz de Neira, J. et al. (2019), las meta andesitas son rocas metamórficas derivadas de un protolito de composición andesítica, del ensayo en campo se tienen coeficientes Is (50) que van del orden de 1.24 a 9.65 MPa. teniendo rocas de capacidades bajas a medias altas, se infiere que estos valores están en relación del metamorfismo del protolito, además, se menciona la presencia de ensayos en filitas que van en el orden de 2.30 a 4.17 MPa.

4.2 Sobre la Caracterización Geotécnica

Las unidades geotécnicas definidas por SRK, se dan en función de la investigación y ensayos realizados, ya se han explicado sobre los depósitos cuaternarios, aquí se definen unidades geotécnicas en roca como meta dacitas. Según Díaz de Neira Sánchez, J. et al. (2019), las meta dacitas son rocas metamórficas derivadas de un protolito de composición dacítica.

Tabla 5: Resumen de unidades y sub unidades geotécnicas (adaptado)

UNIDADES GEOTÉCNICAS		SUB-UNIDAD GEOTÉCNICA	
UG01	Rellenos NO controlados		
UG02	Depósito Coluvial-Deluvial		
UG03	Basamento	UG03A	Meta dacita 1 (Complejo Marañon)
	Rocoso	UG03B	Meta dacita 2 (Complejo Marañon)

Fuente: SRK, 2023.

En resumen, se asignaron los siguientes parámetros geotécnicos a cada unidad:

Tabla 6: Recorte de resumen de características físico-mecánicas de las UG01 y UG02

Unidad	Peso específico (kN/m ³)	Cohesión (kPa)	Ángulo de fricción (°)	Modelo
UG01 - Relleno no controlado	16	5	30	Mohr Coulomb
UG02 - Depósito Coluvial-Deluvial	15.6	10	32	Mohr Coulomb

Fuente: SRK Consulting, 2023

Tabla 7: Recorte de resumen de características físico-mecánicas de las UG03A y UG03B

Sub-unidad	γ_{mc} (g/cm ³)	UCS (MPa)	m_i	GSI	Hoek-Brown		
					m_b	s	a
UG03A – Meta-dacita 1	2.6	91.5	22	70.0	4.232	1.3 E-2	0.501
UG03B – Meta-dacita 2	2.6	62.6	22	42.5	0.96	2.6 E-4	0.509

Dónde:

γ_{mc} (g/cm³): Peso específico del macizo rocoso

UCS (MPa): Resistencia de la roca intacta

m_b, s, a : Parámetros de resistencia del macizo rocoso de acuerdo con el criterio de Hoek y Brown

Fuente: SRK Consulting, 2023

Los hallazgos indican que la Zona 1 – El Alto, es geotécnicamente diversa, con condiciones estables en ciertas áreas y requerimientos de protección adicional en otras, especialmente en cortes en roca. El informe de SRK destacan recomendaciones específicas para la cimentación de estructuras en función de las propiedades geotécnicas de cada unidad.

4.3 Sobre el Análisis Cinemático del Macizo Rocoso

De la evaluación geomecánica detallada del macizo rocoso, que incluye los análisis estereográficos para identificar deslizamientos potenciales, se obtienen:

Las familias de la UG03A son:

- Discontinuidad 1: Familia con tendencia 37/252 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 2: Familia con tendencia 64/324 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 3: Familia con tendencia 84/031 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 4: Familia con tendencia 55/091 – 56/117 (Dip/ Dir)

Las familias de la UG03B son:

- Discontinuidad 1: Familia con tendencia 61/219 - 75/253 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 2: Familia con tendencia 53/319 – 80/353 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 3: Familia con tendencia 20/114 – 74/140 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 4: Familia con tendencia 41/051 – 84/052 (Dip/ Dir)
- Discontinuidad 5: Familia con tendencia 51/076 (Dip/ Dir)

Emplearon programas como Swedge y Rocplane para evaluar la estabilidad en diferentes tipos de deslizamientos en función de las discontinuidades y cara del talud, donde se obtienen:

Tabla 8: Recorte del resumen de características físico-mecánicas de las UG03A y UG03B

Estación geomecánica	Deslizamiento Planar		Deslizamiento en Cuña	
	Factor de seguridad (FS)		Factor de seguridad (FS)	
	Estático (a = 0 g)	Pseudoestático (a = 0.13 g)	Estático (a = 0 g)	Pseudoestático (a = 0.13 g)
LD-01	NP	NP	NP	NP
LD-02 (Sección 3-3')	8.978	7.976	8.403	7.456
LD-03 (Sección 1-1')	9.844	9.005	11.522	10.461
LD-04	NP	NP	17.334	15.015
LD-05 (Sección 2-2')	NP	NP	NP	NP

NP: De acuerdo con el análisis cinemático y de estabilidad no se presenta este tipo de falla.
 Fuente: SRK Consulting, 2023.

Los Factores de Seguridad (FS en adelante), son elevados entendiendo que el coeficiente mínimo aceptable es 1.5 por lo que se entienden que son laderas y afloramientos rocosos muy competentes, aún a pesar de la presencia de hasta 5 familias donde incluyen rangos de tendencias de familia y metamorfismo.

4.4 Sobre la evaluación de la Estabilidad Física 2D:

Las unidades geotécnicas juegan un papel crucial en este análisis, destacando las consideraciones específicas para cada una, se ejecutó una evaluación exhaustiva de la estabilidad física utilizando herramientas especializadas. Si bien no se aborda en este informe el análisis a detalle del peligro sísmico desarrollados en los antecedentes, cabe resaltar que SRK presenta unos coeficientes bien definidos amparados en un registro histórico y extenso análisis próximo a la zona de estudio, ello lo extraen del “Estudio de Peligro Sísmico para la Unidad de Producción Santa María – CMP SA”, por lo cual las aceleraciones propuestas son altamente representativas y fiables para los modelos de estabilidad.

El análisis de estabilidad física en 2D proporciona resultados de FS, detallados para 4 secciones de la Zona 1, evaluado bajo condiciones estáticas y pseudo- A estáticas (a = 0 g y a = 0.13 g, respectivamente), resumidas a continuación:

Tabla 9: Recorte del resumen de FS de las 4 secciones propuestas.

Sección de análisis	Ubicación de falla	Tipo de falla	Factor de seguridad (FS)	
			Estático (a = 0 g)	Pseudoestático (a = 0.13 g)
Sección 1-1'	Talud	Global	4.407	3.574
	Talud	Local	1.415 *	1.200 *
Sección 2-2'	Talud	Global	4.095	3.442
	Talud	Local	1.889	1.620
Sección 3-3'	Talud Derecho	Global	NP	NP
	Talud Derecho	Local	1.356 *	1.192 *
	Talud Izquierdo	Global	7.561	6.559
	Talud Izquierdo	Local	3.315	2.693
Sección 4-4'	Talud	Global	2.896	3.906
	Talud	Local	3.957	3.292

* La sección contiene rellenos de depósitos no controlados y depósitos coluvio-deluvial. La falla es pequeña y se manifiesta solo en este tipo de rellenos.

NP: De acuerdo con el análisis de estabilidad física 2D no se presenta este tipo de falla.

Fuente: SRK Consulting, 2023.

SRK ha realizado múltiples secciones, ha definido los materiales que la componen en función de lo desarrollado en esta opinión técnica, con aceptabilidad, por ello proponen para las secciones 1-1' y 2-2' en sentido N-S, bolsas de material de materiales adecuados para llegar a la estabilidad local de este relieve escalonado, aun así en la sección 1-1' no satisface los coeficientes mínimos demandados por la normativa, si bien estos no están tan lejos de lo solicitado, al estar sobre 1 cumplen las ecuaciones estáticas de estabilidad, en la sección 3-3' en sentido NE-SW, sucede lo mismo en el talud derecho con lo cual se deberá tener un control y monitoreo adecuado en la ejecución del proyecto, para las secciones 4-4' sentido SE-NW, proponen modificar la geometría y revestir de hormigón o shockcrete para satisfacer las necesidades de estabilidad con lo cual alcanzan altos coeficientes de FS.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se concluye que:

- a) La colaboración entre SRK y CMP ha generado una evaluación geotécnica del “Área para Proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz- Zona 1 - Predio El Alto” completa y detallada, en cumplimiento de la normativa peruana E.050 y ensayos en los materiales siguiendo estándares internacionales, lo cual caracteriza con gran detalle y da fiabilidad de los valores determinados.
- b) Los siguientes factores de seguridad (FS):

Sección de análisis	Ubicación de falla	Tipo de falla	Factor de seguridad (FS)	
			Estático (a=0g)	Estático (a=0,13g)
Sección 1-1'	Talud	Local	1,415	1,2
Sección 3-3'	Talud	Local	1,356	1,192

son inferiores a los límites estipulados por la normativa peruana. El estudio de SRK hace referencia que no son valores críticos, por ello la importancia de implementar las recomendaciones propuestas por SRK.

- c) Para las secciones 2-2' y 4-4', los FS son superiores a los valores mínimos solicitados y cumplen con la normativa.
- d) En base al análisis, la propuesta de cimentar en roca, realizado en el informe de SRK, es una condición ideal de apoyo para la infraestructura, ello brinda una gran estabilidad y puede soportar sin mayores problemas las cargas del proyecto.
- e) El conocimiento detallado de las propiedades geotécnicas y la estabilidad del terreno proporciona una base sólida, la evaluación realizada por SRK es detallada y coherente, con ello es posible tomar decisiones informadas para el diseño y desarrollo del proyecto “Nuevo Complejo Policial en Pataz”.

Se debe implementar las recomendaciones que se mencionan en el informe técnico Evaluación geotécnica complejo policial Pataz, tales como:

- a) En la zona 1- Predio El Alto, retirar las edificaciones existentes, así como los rellenos no controlados del área proyectada conforme a la normativa E.050.
- b) Es esencial diseñar e implementar un sistema de drenaje en las plataformas de cimentación que se proyecten. Este sistema deberá canalizar y evacuar eficientemente la escorrentía superficial, evitando filtraciones en la cimentación y el subsuelo. Debe incluir el drenaje de áreas próximas al talud superior.
- c) La base de la cimentación debe situarse al menos 1.0 m por debajo del nivel de roca proyectado, garantizando que se apoye directamente en el macizo rocoso y penetrando adicionalmente al menos 0.2 m en dicho material.
- d) Cualquier relleno estructural necesario deberá ser definido por un ingeniero geotécnico y en cumplimiento de la Normativa E.050
- e) De observarse desprendimientos debido al perfilado de los taludes en roca se agregará una malla de acero de alta resistencia, previo a la instalación de pernos

de anclajes, y concreto lanzado, de acuerdo con ACI 506 R. La dosificación podrá variar para cada material (suelo o roca) ya que cada uno cumple con la finalidad específica.

Además, se recomienda:

- a) Realizar un monitoreo visual del avance de la erosión en cárcava ubicada la ladera inferior del área para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz- Zona 1 - Predio El Alto.
- b) Prohibir la actividad minera en la ladera inferior del área para proyectar el Nuevo Complejo Policial en Pataz- Zona 1 - Predio El Alto.
- c) Implementar medidas de mitigación estructural para controlar el avance de las cárcavas situadas ladera abajo del predio, con la finalidad que la futura infraestructura no se vea afectada.
- d) Implementar un sistema de drenaje eficaz para gestionar la escorrentía superficial, garantizando una gestión de las aguas pluviales.



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

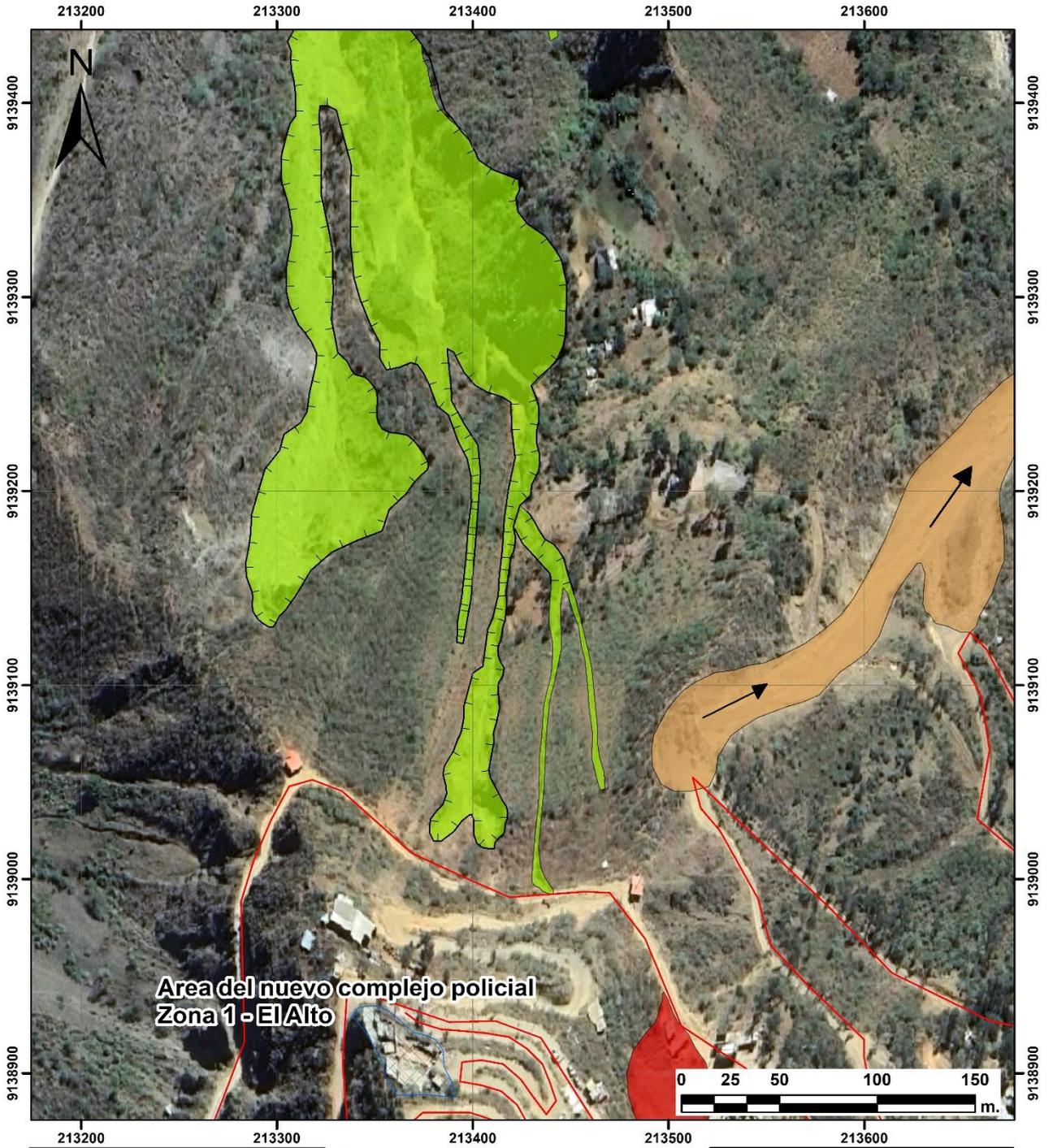


ING. JERSY MARIÑO SALAZAR
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFIA

- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (1994). Hidrología Aplicada. Santafé de Bogotá: Colombia, 308p.
- Das, B. M. (2015). Fundamentos de Ingeniería Geotécnica (Cuarta Edición ed.). México: Cengage Learning.
- De Ágreda, E. A. P. (2005). Estabilidad de Taludes. UPC, Departament Enginyeria del Terreny, Cartografica i Geofisica.
- De Vallejo, L. G., Nestares, E., Ferrer, M., & Andreotti, P. (2017). Los taludes en España en los últimos 50 años. Revista Digital del Cedex, (187), 85-85.
- Díaz de Neira Sánchez, J. A., Gallastegui Suárez, G., González Menéndez, L., & Mancebo Mancebo, M. J. (2019). Vocabulario de rocas, sedimentos y formaciones superficiales.
- Hoek, E., & Brown, E. T. (1997). Estimación de la Resistencia de Macizos Rocosos en la Práctica. Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences.
- Informe N° 074-2023-UE 005-III MACREPOL, LA LIBERTAD/UNIADM-U.F.
- Kliche, C. A. (1999). Rock slope stability.
- Melentijevic, S. (2005). Estabilidad de taludes en macizos rocosos con criterios de rotura no lineales y leyes de fluencia no asociada (Doctoral dissertation, Caminos).
- Peruana, N. T., & Empresa, S. A. (2018). E-050 Suelos y Cimentaciones.
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007) Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.
- SRK Consulting (2023). Evaluación Geotécnica de Áreas para proyectar el nuevo Complejo Policial en Pataz- Zona 1 El Alto.
- Villota, H. (2005) - Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras. 2. ed. Bogotá: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 210 p.

ANEXO 1 – MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS



Area del nuevo complejo policial
 Zona 1 - El Alto

LEYENDA	
	Erosión en cárcavas
	Derrumbe
	Flujo de desmonte

SIMBOLOGÍA	
	Dirección de flujo
	Derrumbe
	Vía de comunicación
	Area del nuevo complejo policial

SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
ACT. 11: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS A NIVEL NACIONAL	
CARTOGRAFÍA DE PELIGROS GEOLÓGICOS	MAPA 01
Escala 1:2 500 Datum UTM WGS 84 Zona 18s Versión digital: año 2023 Impreso: Noviembre 2023	