

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7643

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBES EN LA LADERA DEL CERRO INTIORKO

Departamento: Tacna

Provincia: Tacna

Distrito: Ciudad Nueva



JULIO
2025

EVALUACIÓN DE PELIGRO GEOLÓGICO POR DERRUMBES EN LA LADERA DEL CERRO INTIORKO

Distrito de Ciudad Nueva, Provincia Tacna, Departamento Tacna.



Elaborado por la Dirección de
Geología Ambiental y Riesgo
Geológico del Ingemmet

Equipo técnico:

Yhon Soncco Calsina

Hugo Dulio Gómez Velázquez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2025). "Evaluación de peligro geológico por derrumbes en la ladera del cerro Intiorko. Distrito de Ciudad Nueva, Provincia Tacna, Departamento Tacna", INGEMMET, Informe Técnico N° A7643, 26P.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Objetivos del estudio.....	5
1.2. Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.2.1. Ubicación.....	6
1.2.2. Precipitaciones pluviales.....	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTOS GEOLÓGICOS	13
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1. Pendientes del terreno	14
4.2. Unidades Geomorfológicas	15
5. PELIGROS GEOLÓGICOS.....	16
5.1. Derrumbes en el cerro Intiorko	16
5.2. Factores condicionantes	19
5.3. Factores desencadenantes	19
6. CONCLUSIONES	20
7. RECOMENDACIONES	21
BIBLIOGRAFÍA.....	22
ANEXO 1 MAPAS	23

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la evaluación de peligros geológicos realizada en el sector Intiorko del distrito Ciudad Nueva, provincia y departamento de Tacna. Con este trabajo, el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica en peligros geológicos en los tres niveles de gobierno (local, regional y nacional).

En inmediaciones del sector Intiorko afloran ignimbritas ligeramente meteorizadas y medianamente fracturadas de la Formación Huaylillas; depósitos residuales, originados por la descomposición física y química in situ de la roca. Además, se aprecian depósitos aluviales, las cuales son no consolidados, finalmente una delgada cobertura de depósitos eólicos.

Las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio son colina o lomada piroclástica y vertiente o piedemonte aluvial.

El principal peligro geológico identificado en el sector Intiorko del distrito Ciudad Nueva es peligro por derrumbe y caída de rocas, condicionada por depósitos residuales no consolidados, ignimbritas de la Formación Huaylillas ligeramente meteorizadas y medianamente fracturadas. Pendientes fuertes a muy fuertemente inclinadas (20° - 45°), con cambios abruptos a terrenos escarpados (> 45). Y unidades geomorfológicas de colina o lomada piroclástica.

Por las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que el sector Intiorko del distrito de Ciudad Nueva es considerado de **PELIGRO ALTO**, frente a movimientos en masa, principalmente por derrumbes.

Finalmente, se brindan recomendaciones para las autoridades competentes, como: Colocar muros de contención, con supervisión técnica, en laderas del cerro Intiorko.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR) el “Servicio de asistencia técnica en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT16)”, contribuye de esta forma 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 el Oficio N° 850-2024DRVCyS/GOB.REG.TACNA, emitido por el Gobierno Regional de Tacna, por impacto de daños a consecuencia de peligro geológico por caída de rocas. Es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación de peligros geológicos en el sector Intiorko, distrito de Ciudad Nueva, en la provincia de Tacna, en el departamento de Tacna.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet, designó a los ingenieros Yhon Soncco y Dulio Gómez, para realizar la evaluación geológica, geomorfológica, geodinámica y del peligro geológico que afecta al sector Intiorko. Los trabajos de campo se realizaron el 23 y 24 de abril del 2025.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: a) Gabinete I (Pre-campo), recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; b) Campo, se realizó la observación de procesos de movimientos en masa, tomando datos y evidencias que contribuyan a su evaluación (sobrevuelos dron, puntos GPS, tomas fotográficas), cartografiado geodinámico, recopilación de información y testimonios de población local afectada; c) Gabinete II, se realizó el procesamiento de toda información terrestre y aérea adquirida en campo, fotointerpretación de imágenes satelitales, cartografiado e interpretación, elaboración de mapas, figuras temáticas y redacción del informe.

Este informe se pone a consideración del Gobierno Regional de Tacna, 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.

1.1. Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

- a) Evaluar y caracterizar el peligro geológico por derrumbe y caída de rocas en el sector Intiorko, del distrito de Ciudad Nueva.
- b) Determinar los factores condicionantes y detonantes que influyen en la ocurrencia de movimientos en masa.
- c) Emitir las recomendaciones generales para la reducción o mitigación de los daños.

1.2. Antecedentes y trabajos anteriores

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional se tienen:

- a) Acosta et al., (2012). Geología de los cuadrángulos de La Yarada, Tacna y Huaylillas (37-u, 37-v y 37-x), escala 1:50 000. INGEMMET. Boletín. Serie A. Los autores mencionan la presencia de la Formación Huaylillas, constituida por depósitos conformados por ignimbritas de composición riodacítica de color beige rosáceo; la edad que se le asigna de acuerdo con dataciones radiométricas es del Neógeno-Mioceno. Unidad expuesta en gran parte del área de trabajo.
- b) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2020). “Evaluación de peligros geológicos en las quebradas del Diablo y Caramolle en Tacna. Región Tacna, provincia Tacna, Alto de la Alianza y Ciudad Nueva”, INGEMMET, Informe Técnico N° A7042. El autor indica que en las partes altas de las quebradas Caramolle y El Diablo, se aprecian procesos de caída de rocas.
- c) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2016). “Evaluación geológica - geodinámica en la Quebrada del Diablo. Región y provincia de Tacna, distrito Alto de La Alianza, paraje Quebrada del Diablo”, INGEMMET, Informe Técnico N° A6712. El autor indica que en las partes altas de la quebrada El Diablo, se aprecian procesos de caída de rocas.
- d) Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2016). “Evaluación geológica-geodinámica en el Cerro Intiorko y la quebrada del Río Seco Caramolle. Distrito Ciudad Nueva, provincia y departamento de Tacna”, INGEMMET, Informe Técnico N° A6751. El autor considera el sector como de alto riesgo, por el elevado porcentaje de edificaciones sobre terrenos con mala calidad del suelo y construidas sin dirección técnica. El problema en la actualidad es más serio que en el 2001, y es que la población migrante ha comenzado a ocupar los terrenos arenosos del cerro Intiorko, estableciendo asentamientos humanos y centros de crianza de cerdos y aves, los cuales se ubican en una de las zonas más peligrosas para levantar construcciones.

1.2.1. Ubicación

El sector Intiorko está ubicado en el distrito de Ciudad Nueva, provincia y departamento de Tacna (figuras 1, 2 y 3), dentro de las coordenadas siguientes:

Cuadro 1. Coordenadas de área evaluado en el sector Intiorko.

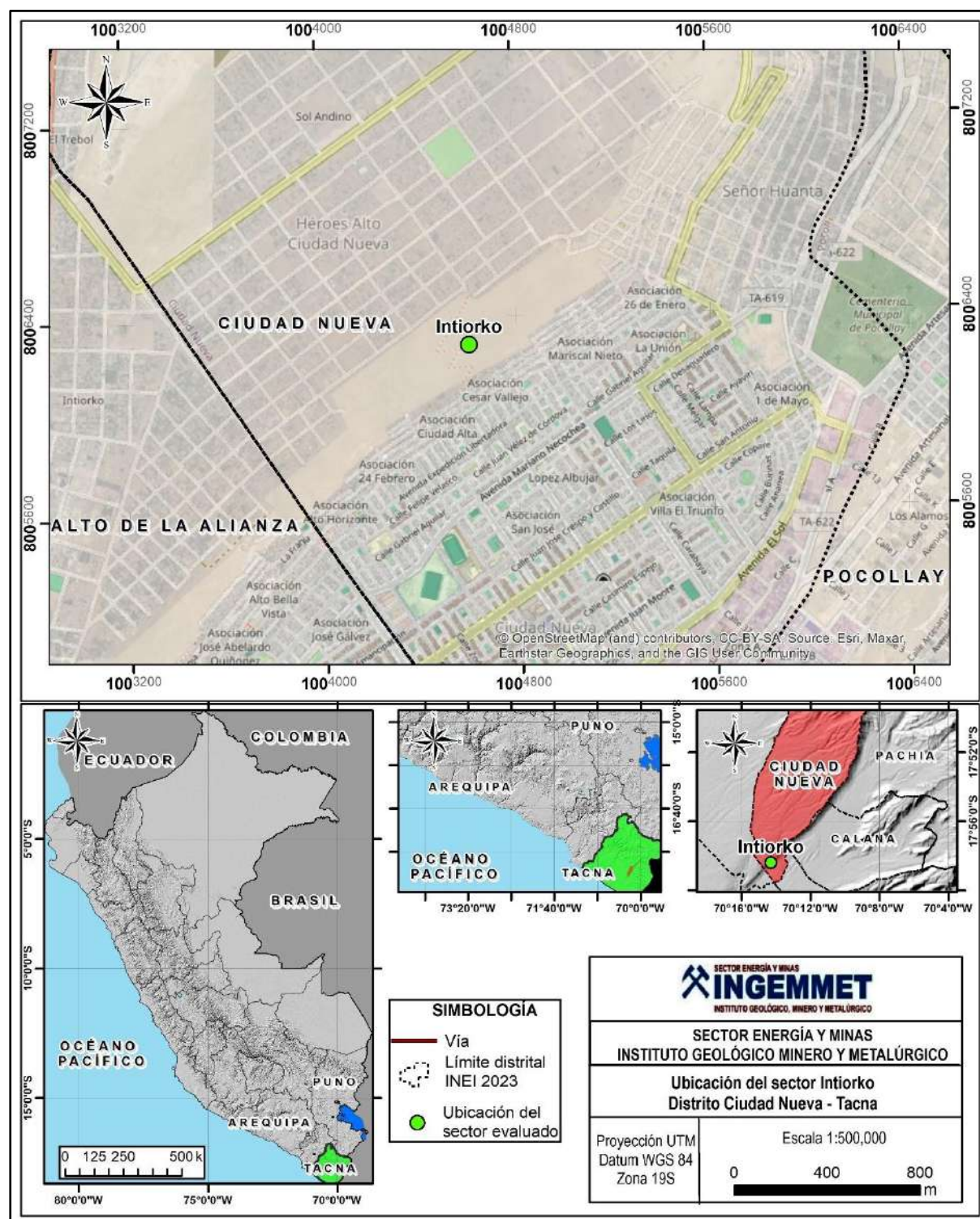
Área de estudio	UTM - WGS84 - Zona 18S		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
Sector Intiorko	368855	8012327	-17.973336°	-70.238558°



Figura 1. Vista del distrito Ciudad Nueva.



Figura 2. Viviendas sobre terraplenes contruidos con llantas, sector Intiorko.



El acceso se realizó por vía terrestre partiendo desde Arequipa mediante la siguiente ruta:

Cuadro 2. Rutas y accesos a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Arequipa - Tacna	Asfaltada	369	5 h 21 min

Tacna – Sector Intiorko	Asfaltada – Vía afirmada	6	8 min
-------------------------	--------------------------	---	-------

1.2.2. Precipitaciones pluviales

Para el análisis de precipitaciones pluviales en Ciudad Nueva se tomó información disponible de las estaciones meteorológicas Jorge Basadre y Calana, del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), (figuras 4 y 5).

Precipitación Maxima según estación meteorológica:

- Jorge Basadre – 24 mm/día
- Calana – 21 mm/día

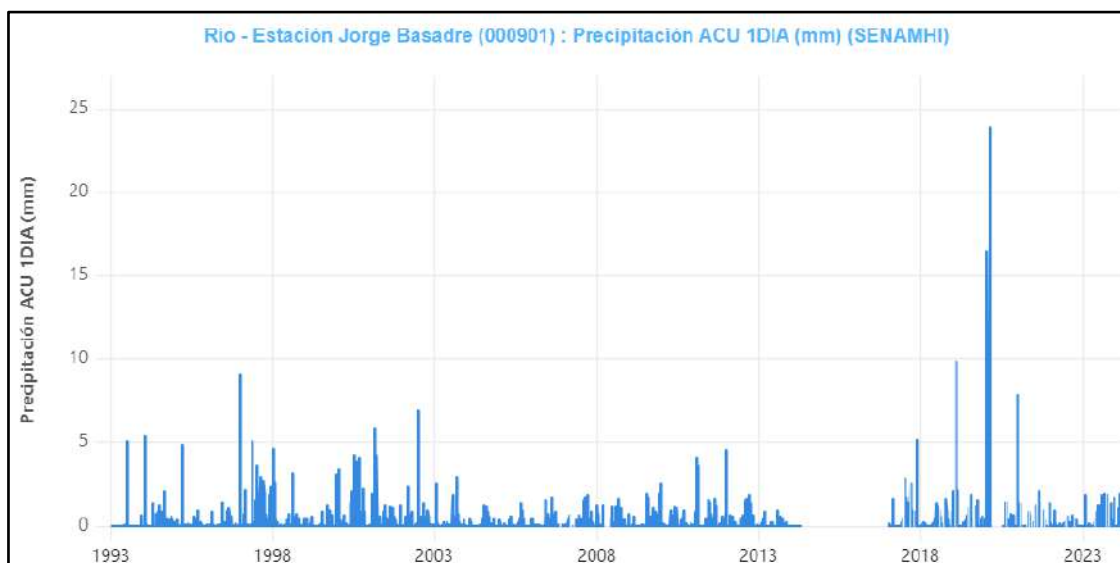


Figura 4. Precipitación según la estación Jorge Basadre - Tacna

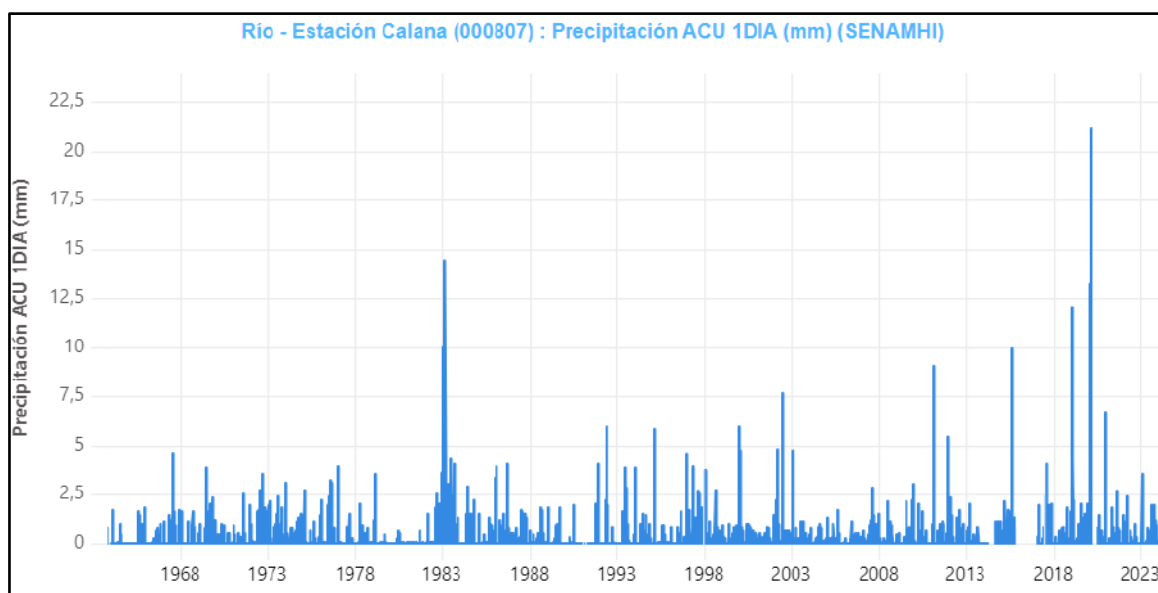


Figura 5. Precipitación según la estación Calana - Tacna

2. DEFINICIONES

El presente informe técnico está dirigido a entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno, así como personal no especializado, no necesariamente geólogos; en el cual se desarrollan diversas terminologías y definiciones vinculadas a la identificación, tipificación y caracterización de peligros geológicos, para la elaboración de informes y documentos técnicos en el marco de la gestión de riesgos de desastres. Todas estas denominaciones tienen como base el libro: “Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas” desarrollado en el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007), donde participó la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Ingemmet. Los términos y definiciones se detallan a continuación:

Actividad: La actividad de un movimiento en masa se refiere a tres aspectos generales del desplazamiento en el tiempo de la masa de material involucrado: el estado, la distribución y el estilo de la actividad. El primero describe la regularidad o irregularidad temporal del desplazamiento; el segundo describe las partes o sectores de la masa que se encuentran en movimiento; y el tercero indica la manera como los diferentes movimientos dentro de la masa contribuyen al movimiento total. El estado de actividad de un movimiento en masa puede ser: activo, reactivado, suspendido, inactivo latente, inactivo abandonado, inactivo estabilizado e inactivo relicto (WP/WLI, 1993).

Activo: Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.

Aluvial: Génesis de la forma de un terreno o depósito de material debida a la acción de las corrientes naturales de agua.

Arcilla: Suelo para ingeniería con tamaño de partículas menores a 2 micras (0,002 mm) que contienen minerales arcillosos. Las arcillas y suelos arcillosos se caracterizan por presentar cohesión y plasticidad. En este tipo de suelos es muy importante el efecto del agua sobre su comportamiento.

Avalancha de detritos: Flujo no canalizado de detritos saturados o parcialmente saturados, poco profundos, muy rápidos a extremadamente rápidos. Estos movimientos comienzan como un deslizamiento superficial de una masa de detritos que al desplazarse sufre una considerable distorsión interna y toma la condición de flujo (Hung et al., 2001).

Avalancha de roca: Movimiento tipo flujo, extremadamente rápido y masivo de roca fragmentada proveniente de un gran deslizamiento de roca, o de una caída de roca (Hung et al., 2001).

Caída: Movimiento en masa en el cual uno o varios bloques de suelo o roca se desprenden de una ladera. El material se desplaza por el aire, golpeando, rebotando o rodando (Varnes, 1978). Se clasifican en caídas de rocas, suelos y derrumbes.

Caída de rocas: Tipo de caída producido cuando se separa una masa o fragmento de roca y el desplazamiento es a través del aire o caída libre, a saltos o rodando.

Coluvial: Forma de terreno o material originado por la acción de la gravedad.

Coluvio-deluvial: Forma de terreno o depósito formado por la acumulación intercalada de materiales de origen coluvial y deluvial (material con poco transporte), los cuales se encuentran interestratificados y por lo general no es posible diferenciarlos.

Deluvial: Terreno constituido por enormes depósitos de materiales que fueron transportados por grandes corrientes de agua.

Derrumbe: Desplome de una masa de roca, suelo o ambos por gravedad, sin presentar una superficie o plano definido de ruptura, y más bien una zona irregular. Se producen por lluvias intensas, erosión fluvial; rocas altamente meteorizadas y fracturadas.

Deslizamiento: Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla (Cruden y Varnes, 1996). Según la forma de la superficie de falla se clasifican en traslacionales (superficie de falla plana u ondulada) y rotacionales (superficie de falla curva y cóncava).

Erosión de laderas: Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.

Escarpe o escarpa: Superficie vertical o semi vertical que se forma en macizos rocosos o de depósitos de suelo debido a procesos denudativos (erosión, movimientos en masa, socavación), o a la actividad tectónica. En el caso de deslizamientos se refiere a un rasgo morfométrico de ellos.

Factor condicionante: Se refiere al factor natural o antrópico que condiciona o contribuye a la inestabilidad de una ladera o talud, pero que no constituye el evento detonante del movimiento.

Factor detonante: Acción o evento natural o antrópico, que es la causa directa e inmediata de un movimiento en masa. Entre ellos pueden estar, por ejemplo, los terremotos, la lluvia, la excavación del pie de una ladera, la sobrecarga de una ladera, entre otros.

Formación geológica: Unidad litoestratigráfica formal que define cuerpos de rocas caracterizados por presentar propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.

Fractura: Estructura de discontinuidad menor en la cual hay separación por tensión, pero sin movimiento tangencial entre los cuerpos que se separan. Los rangos de fracturamiento rocoso, dependiendo del espaciamiento entre las fracturas, pueden ser: maciza, poco fracturada, medianamente fracturada, muy fracturada y fragmentada.

Inactivo abandonado: Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la causa de la inestabilidad del movimiento ha dejado de actuar (WP/WLI, 1993).

Inactivo estabilizado: Movimiento en masa cuyo desplazamiento ha cesado debido a la ejecución de obras correctivas o de control (Cruden y Varnes, 1996).

Inactivo latente: Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).

Inactivo relicto: Movimiento en masa que claramente ocurrió bajo condiciones geomórficas o climáticas diferentes a las actuales, posiblemente hace miles de años (Cruden y Varnes, 1996).

Ladera: Superficie natural inclinada de un terreno.

Meteorización: Se designa así a todas aquellas alteraciones que modifican las características físicas y químicas de las rocas y suelos. La meteorización puede ser física, química y biológica. Los suelos residuales se forman por la meteorización in situ de las rocas subyacentes. Los rangos de meteorización se clasifican en: roca fresca, ligeramente meteorizada, moderadamente meteorizada, altamente meteorizada, altamente meteorizada y suelo residual.

Movimiento complejo: Tipo de movimiento en masa que involucra una combinación de uno o más de los tipos principales de movimientos, ya sea dentro de las diferentes partes que componen la masa en movimiento, o en los diferentes estados de desarrollo del movimiento (Varnes, 1978). Los más comunes son: deslizamiento-flujo, derrumbe-flujo, deslizamiento-caída de rocas, deslizamiento-flujo, deslizamiento-reptación, entre otros.

Movimiento en masa: Movimiento ladera abajo de una masa de roca, de detritos o de tierras (Cruden, 1991). Estos procesos corresponden a caídas, vuelcos, deslizamientos, flujos, entre otros. Sin.: Remoción en masa y movimientos de ladera.

Peligro o amenaza geológica: Proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Reactivado: Movimiento en masa que presenta alguna actividad después de haber permanecido estable o sin movimiento por algún periodo de tiempo.

Saturación: El grado de saturación refleja la cantidad de agua contenida en los poros de un volumen de suelo dado. Se expresa como una relación entre el volumen de agua y el volumen de vacíos.

Susceptibilidad: La susceptibilidad está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico, expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son intrínsecos (la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, los estados de esfuerzo, el drenaje superficial y subterráneo, y el tipo de cobertura del terreno) y los detonantes o disparadores de estos eventos son la sismicidad y la precipitación pluvial.

Suspendido: Movimiento en masa que se desplazó durante el último ciclo anual de las estaciones climáticas, pero que en el momento no presenta movimiento (Varnes, 1978).

Talud: Superficie artificial inclinada de un terreno que se forma al cortar una ladera, o al construir obras como por ejemplo un terraplén.

Vuelco: Movimiento en masa en el cual hay una rotación generalmente hacia delante de uno o varios bloques de roca o suelo, alrededor de un punto o pivote de giro en su parte inferior. Este movimiento ocurre por acción de la gravedad, por empujes de las unidades adyacentes o por la presión de fluidos en grietas (Varnes, 1978).

3. ASPECTOS GEOLÓGICOS

El análisis geológico del área de estudio se desarrolló teniendo como referencia la Carta Geológica de los cuadrángulos Pachía y Palca (Wilson & García, 1962), Hoja 36-v, Cuadrante II-III, escala 1:50 000 (Acosta et al, 2011). De acuerdo con estos mapas, el substrato rocoso que predomina en el área corresponde a rocas volcánicas de las formaciones Huaylillas y Millo, así como depósitos cuaternarios (por depósitos aluviales y eólicos).

3.1. Unidades litoestratigráficas

Formación Huaylillas: Los afloramientos se hallan cubriendo gran parte del cuadrángulo de Pachía. Su espesor es variable, desde unas decenas de metros hasta 250 m aproximadamente. Constituida por depósitos de ignimbritas riodacíticas de color beige rosáceo. La unidad se encuentra ligeramente meteorizadas y medianamente fracturada.

El mejor afloramiento de la Formación Huaylillas, se da en la quebrada Caramolle, en las coordenadas siguientes: E 369585; N 8014373.



Fotografía N° 1. Afloramiento de la Formación Huaylillas, en la quebrada Caramolle

Deposito residual: Son derivados de la descomposición física y química de la roca in situ (meteorización intensa de las Ignimbritas). No son suelos transportados en parte conservan la estructura de la roca original. Generalmente se trata de una cobertura superficial asociada a la meteorización de las tobas de la Formación Huaylillas en las faldas del Cerro Intiorko, donde se ubican algunas viviendas. La unidad se encuentra no consolidado. Cabe mencionar que este depósito esta mesclado con materiales eólicos, no consolidados.

Deposito aluvial: Compuesto por conglomerados, arenas y arcillas inconsolidadas que se intercalan entre ellas irregularmente, cubriendo indistintamente a diversos afloramientos. Por lo general estos depósitos se han formado por el transporte de material a través de las quebradas, depositándose temporalmente en las márgenes de los ríos en forma de terrazas, removibles por el curso actual del río.



Fotografía N° 1. Afloramiento de depósitos aluviales, en la ladera Sureste de cerro Intiorko.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1. Pendientes del terreno

En inmediaciones del sector Intiorko la pendiente de los terrenos, varía desde llana a fuertemente inclinada (05° - 35°), las laderas presentan pendiente fuertes a muy fuerte (25° - 45°), (figuras 6).

Se elaboró un mapa de pendientes en base al modelo de elevación digital (DEM), de 20 cm, a partir fotogrametría con dron, tomadas en (abril del 2025). Anexo 1, mapa 2).



Figura 6. Muestra las distintas pendientes en inmediaciones del sector Planta.

Tabla 1. Clasificación de pendientes del terreno.

Rangos de pendientes del terreno (°)	CLASIFICACIÓN
<1	Llano
1 – 5	Suavemente inclinado
5 – 15	Moderado
15 – 25	Fuerte
25 – 45	Muy fuerte ha escapado
>45	Muy escarpado

4.2. Unidades Geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del Ingemmet (escala 1:200.000); cuyas concepciones se basan en considerar el efecto de los procesos morfodinámicos siguientes:

La evolución del relieve en el área evaluada se presenta en el (Anexo 1, mapas 2 y 3).

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en el sector, se ha empleado la propuesta de Villota (2005) y la clasificación de unidades geomorfológicas utilizadas en los estudios del INGEMMET (escala 1:200.000).

Colina o lomada piroclástica: Esta geoforma se caracteriza por tener lomadas con relieves ondulados, litológicamente compuesta por rocas piroclásticas reducidas por procesos denudativos. Se caracteriza por presentar laderas

disectadas y pendientes moderadas a bajas. Esta unidad comprende en los distritos de Ciudad Nueva y Alto de la Alianza, la vía Tacna – Tarata, en la quebrada Caramolle la margen derecha.

Vertiente o piedemonte aluvial: Geoforma con relieves suave ondulados. Se presenta en forma de abanicos que descienden por las quebradas, y están constituidos por material inconsolidado, conformado por gravas en matriz limo arenosa se caracteriza por ser muy porosa y tener una distribución caótica. Se presenta en la explanada de la ciudad de Tacna y en los conos de las quebradas Del Diablo y Caramolle.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS

En inmediaciones del sector Intiorko, se presentan movimientos en masa, de tipo derrumbe, (en los taludes de corte). Este proceso tiene como causas o condicionantes factores intrínsecos, como son la geometría del terreno, la pendiente, tipo de roca, tipo de suelo, drenaje superficial y cobertura vegetal. Como factores “detonantes” se tiene las lluvias periódicas y extraordinarias que se dan en el área; así como, la actividad sísmica.

5.1. Derrumbes en el cerro Intiorko

Por las condiciones intrínsecas de los materiales presentes en el área; como depósitos residuales, derivado de la descomposición física y química de Ignimbritas, y materiales eólicos. Se trata de una cobertura superficial no consolidada.

Las altas pendientes de los terrenos, sumado las condiciones geológicas y geomorfológicas, configuran el sector de alta susceptibilidad a los movimientos en masa de tipo derrumbes (en los taludes de corte).

La ocurrencia de este tipo de eventos podría afectar a las viviendas ubicadas en la parte baja del sector Intiorko, principalmente en los taludes de corte.

Las viviendas ubicadas en la ladera del cerro Intiorko. En caso de sismos, los cortes de talud, terraplenes y zonas de relleno pueden ceder y afectar a las viviendas que se encuentran en la parte inferior. Si a esto le sumamos la mala calidad de suelo, pueden colapsar algunas viviendas.

Tomando en cuenta las viviendas ubicadas en el sector Intiorko, las redes de tubería de agua y desagüe, de romperse estos, por acción de sismos, paso de vehículos, peso de viviendas o reacomodo del talud de corte, producirían la disminución de la capacidad portante de los suelos y probablemente se genere licuación de suelos, asentamientos y colapsos de talud que afectarían a las viviendas.



Parte alta del sector Intiorko

Figura 7. Visita de campo con autoridades del distrito de Ciudad Nueva. Parte alta del sector Intiorko



Figura 8. Sector Intiorko, viviendas asentadas sobre muros de llantas.



Figura 9. Sector Intiorko, viviendas asentadas sobre muros de llantas, sacos de arena y muros.



Figura 10. Sector Intiorko, viviendas asentadas sobre muros de llantas.

5.2. Factores condicionantes

- Presencia de depósitos residuales y eólicos no consolidados, que se aprecia como una cobertura, que descansa sobre ignimbritas de la Formación Huaylillas, que se encuentra ligeramente meteorizadas y medianamente fracturadas.
- Laderas con pendientes muy fuerte a fuertemente inclinadas ($20^\circ - 35^\circ$), con cambios abruptos a terrenos escarpados ($> 45^\circ$).
- Presencia de unidades geomorfológicas de colina o lomada piroclástica.

5.3. Factores desencadenantes

- Los sismos pueden desencadenar los derrumbes. Según el Mapa de peligros sísmico del Instituto Geofísico del Perú-IGP. Donde para un periodo de 500 años, El departamento de Tacna puede presentar aceleraciones PGA en gals, desde 480 gals hasta 300 gals.

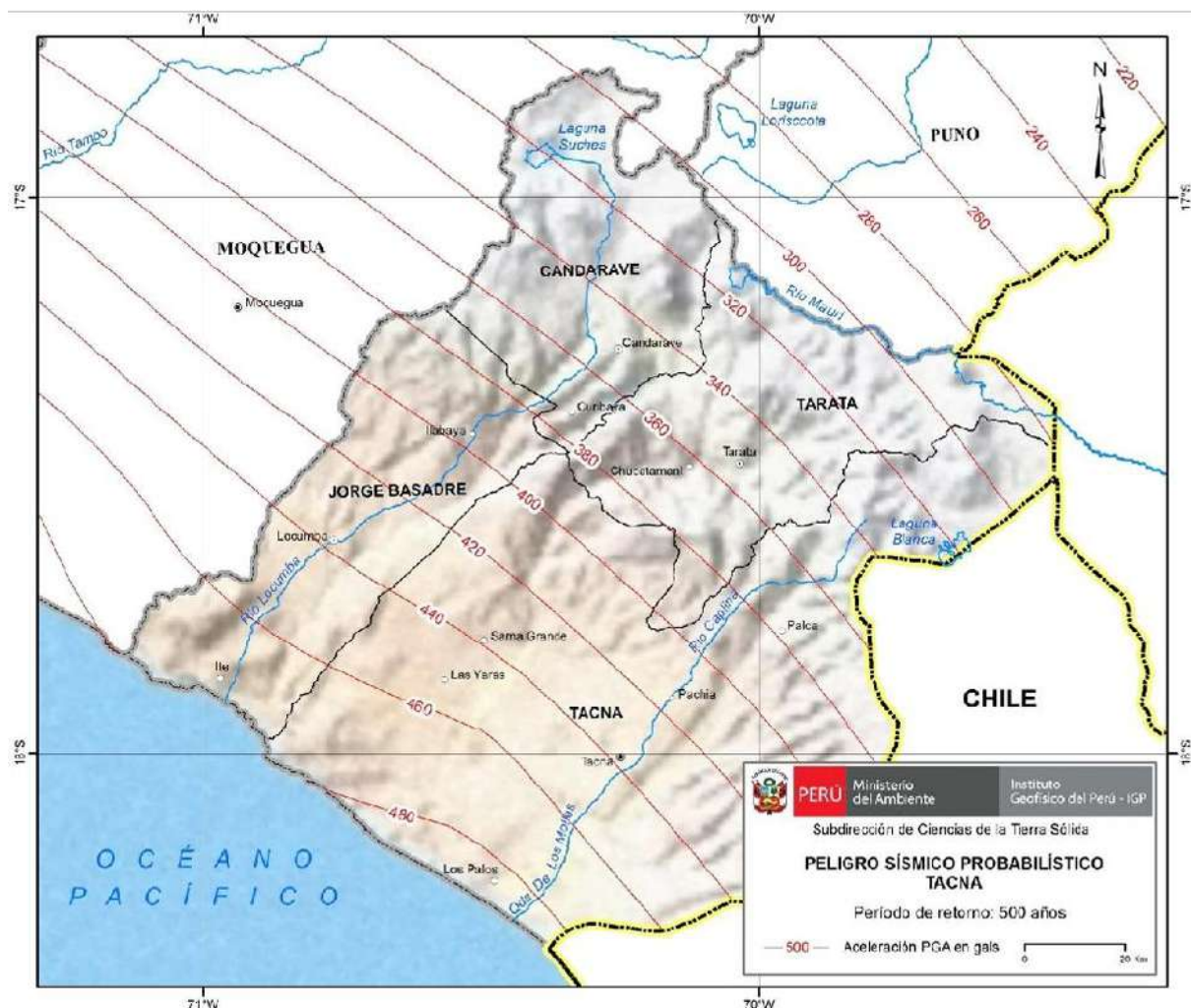


Figura 11. Aceleraciones para periodos de retorno de 500 años para el departamento de Tacna. Unidad de medida gals. Tomado de: Catálogo general de isosistas para sismos del Perú (IGP, 2014).

6. CONCLUSIONES

En base al análisis de información geológica y geomorfológica de la zona de estudio, así como a los trabajos de campo, y la evaluación de peligros geológicos, emitimos las siguientes conclusiones:

1. En el área de estudio afloran secuencias de ignimbritas ligeramente meteorizadas y medianamente fracturadas de la Formación Huaylillas; también se aprecian depósitos residuales derivados de la descomposición física y química de la roca in situ, esta unidad se aprecia no consolidada, además se encuentran depósitos aluviales compuestos por conglomerados, arenas y arcillas no consolidadas, y finalmente depósitos eólicos.
2. Las unidades geomorfológicas identificadas en la zona de estudio son colina o lomada piroclástica y vertiente o piedemonte aluvial, con pendientes que varía desde 05° hasta 45°.
3. El principal peligro geológico identificado en el sector Intiorko del distrito Ciudad Nueva es peligro por derrumbes y caída de rocas.
4. Los factores condicionantes que originan los derrumbes son: presencia de depósitos residuales y eólicos no consolidados; ignimbritas de la Formación Huaylillas que se encuentra ligeramente meteorizadas y medianamente fracturadas. Pendientes fuertemente inclinados a muy fuerte (20° - 35°), con cambios abruptos a terrenos escarpados (> 45°). Y unidades geomorfológicas de colina o lomada piroclástica.
5. Con base a las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas, se concluye que el sector Intiorko del distrito de Ciudad Nueva es considerado de **PELIGRO ALTO**, frente a movimientos en masa, principalmente por derrumbes.

7. RECOMENDACIONES

A continuación, se brindan recomendaciones con la finalidad de mitigar el impacto de los movimientos en masa. La implementación de estas recomendaciones permitirá mitigar el impacto de los riesgos geológicos.

1. Sensibilizar a la población a través de talleres y charlas, en gestión de riesgos, para evitar la construcción de viviendas o infraestructura en áreas susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa.
2. Antes de realizar cualquier tipo de obras de prevención y mitigación en la zona, se debe considerar realizar estudios geotécnicos y de mecánica de suelos, además de estudios higrológicos.
3. Colocar muros de contención, con supervisión técnica, en laderas del cerro Intiorko.
4. Desarrollar campañas de forestación (plantas nativas) en laderas del cerro Intiorko.
5. Prohibir la construcción de viviendas en banquetas escalonadas, sostenidos por llantas.
6. Implementar y promover una cultura de prevención de desastres (señalización de rutas de escape y zonas seguras, simulacros con la población, etc.), mediante charlas y talleres de sensibilización ante peligros geológicos, en los diferentes niveles de la población del distrito Ciudad Nueva.



Ing. Hugo Dulio Gómez Velásquez



Ing. SILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (a)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

Acosta, H.; Mamani, M.; Alván, A.; Oviedo, M. & Rodríguez, J. (2011). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca (36-v y 36-x), escala 1:50 000. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 139, 96 p.

Acosta, H.; Mamani, M.; Alván, A.; Rodríguez, J. & Cutipa, M. (2012). Geología de los cuadrángulos de La Yarada, Tacna y Huaylillas (37-u, 37-v y 37-x), escala 1:50 000. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 145, 108 p.

Cruden, D.M. y Varnes, D.J. (1966). Landslide types and process, Turner, K., y Schuster, R.L., ed., Landslides investigation and mitigation: Washington D. C., National Academy Press, Transportation Research Board Special Report 247, 36-75 p.

Dirección de Geotecnia (1981). Condiciones de Seguridad de las Principales Obras de Ingeniería. INGEMMET, 118 p.

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2000). Estudio de Riesgo Geológico del Perú, Franja N°1. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 23, 290 p.

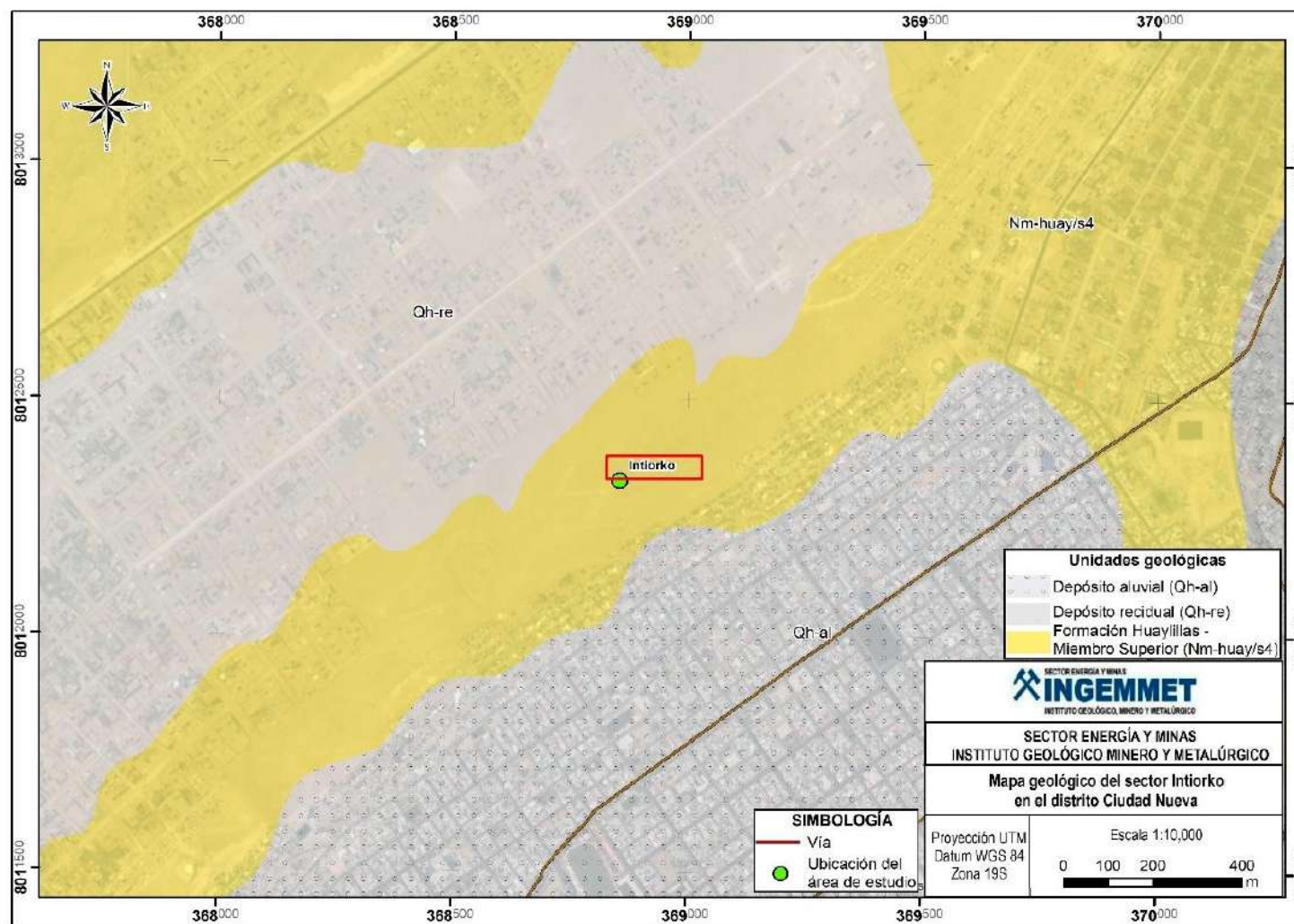
Instituto Nacional de Defensa Civil-INDECI (2001). Informes de los principales desastres ocurridos en el Perú, 41 p.

Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en Masa en la Departamento Andina: Una guía para la evaluación de amenazas. Servicio Nacional de Geología y Minería, Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM.

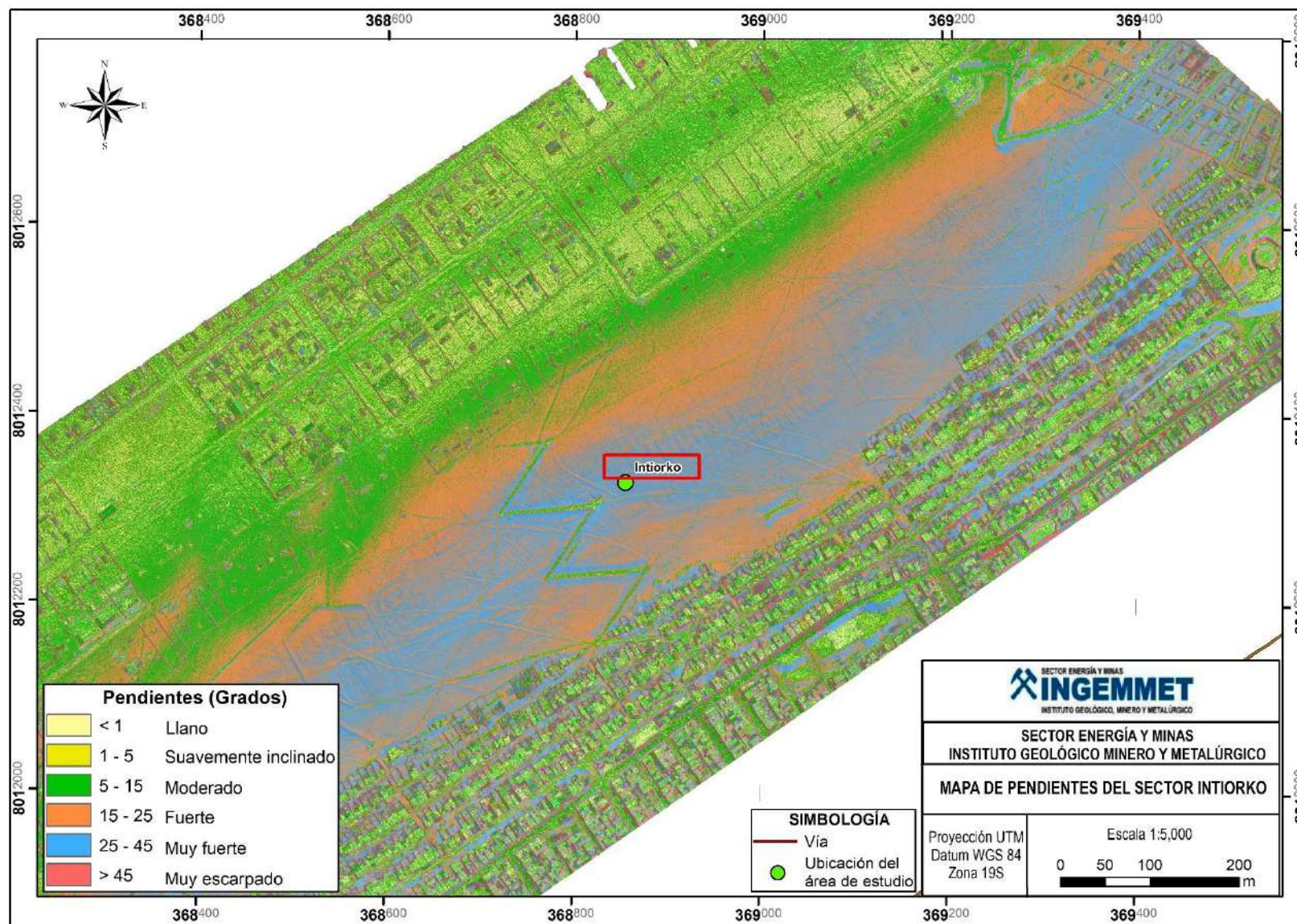
Wilson, J.; García, W. (1962). Geología de los cuadrángulos de Pachía y Palca (36-v y 36-x), escala 1:50 000. INGEMMET. Boletín. Serie A: Carta Geológica Nacional, n. 4, 82 p.

Zavala, B.; Núñez, S. (1998). Estudio Geológico Geotécnico de la región Suroccidental del Perú. INGEMMET. Boletín. Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n. 22 , 259 p

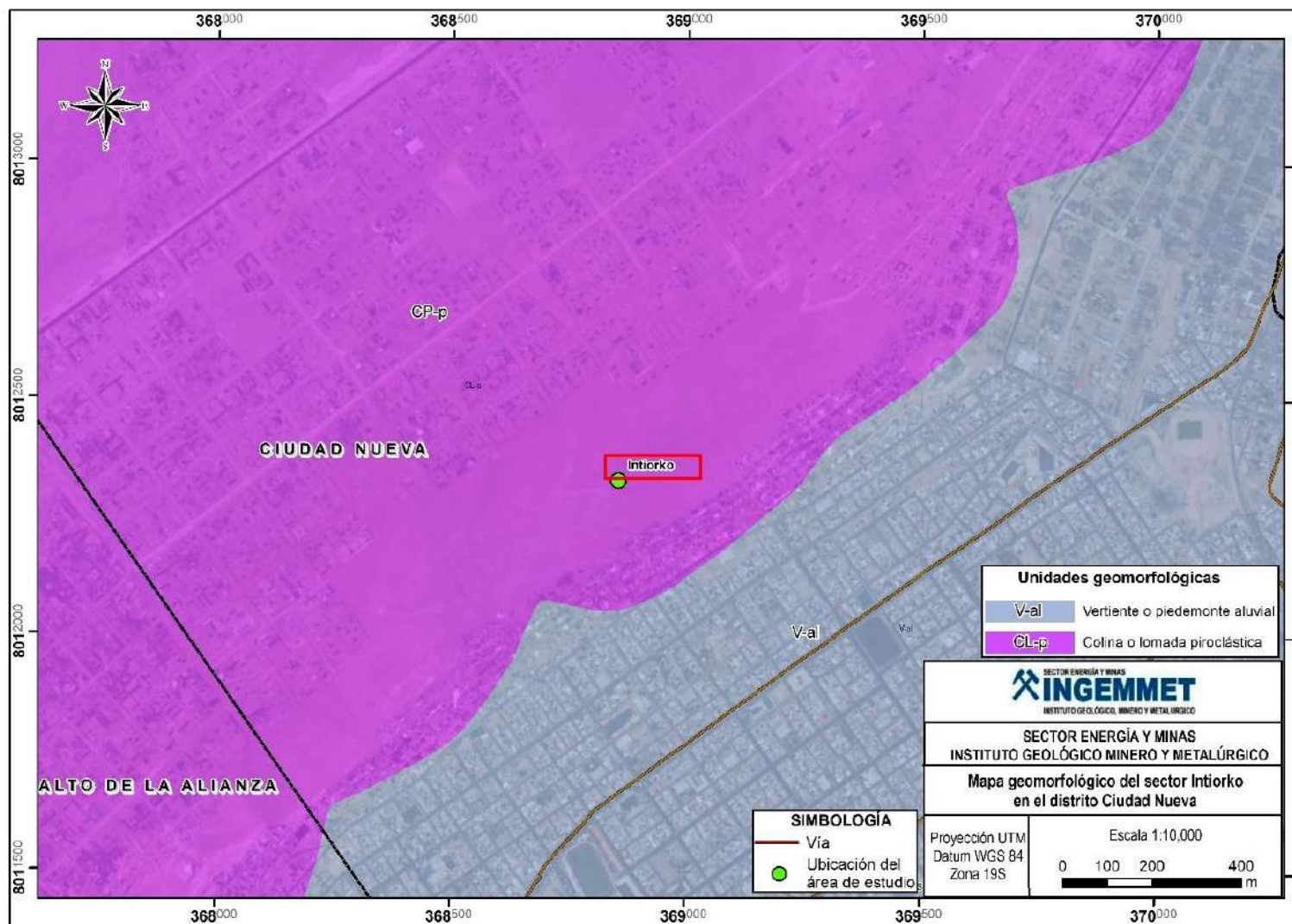
ANEXO 1 MAPAS



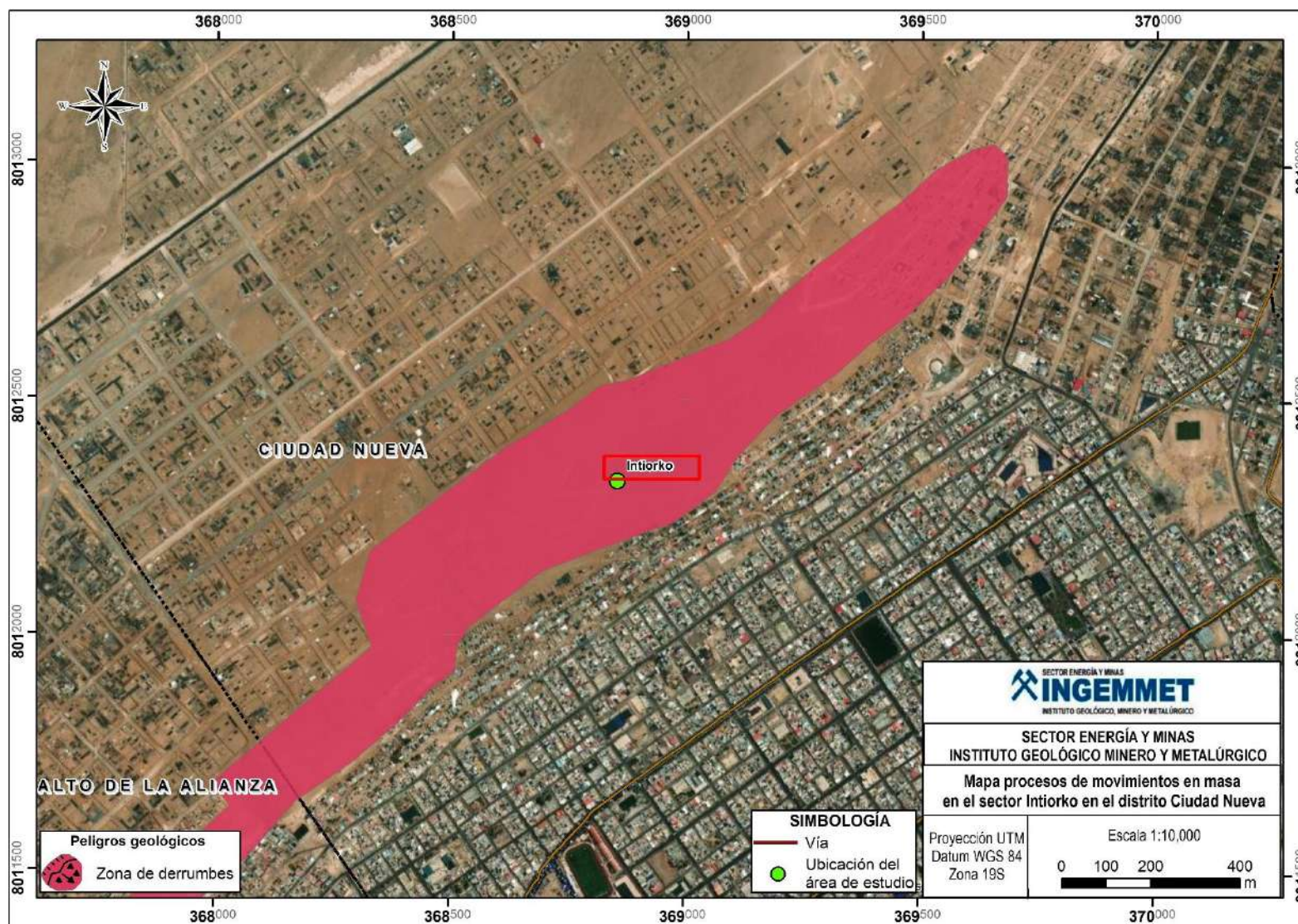
Mapa N°1. Unidades geológicas en el área evaluada (Fuente: INGEMMET, 2011).



Mapa N° 2. Mapa de pendientes, Fuente: elaboración propia.



Mapa N° 3. Unidades geomorfológicas en el área evaluada. Tomado del mapa geomorfológico a escala 1:200,000 del Ingemmet.



Mapa N° 4. Mapa de movimientos en masa del sector Intiorko. Elaboración propia.