

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7221

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO LUCERO

Departamento San Martín
Provincia Moyobamba
Distrito Soritor



ENERO
2022

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL
CENTRO POBLADO LUCERO**

Distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

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

Equipo de investigación:
Abraham Gamonal Sánchez

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). *Evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa en el centro poblado Lucero*, distrito de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín, Lima: INGEMMET, Informe Técnico A7221, 33 pag.

INDICE

RESUMEN	4
1.0 INTRODUCCIÓN	5
1.1 Objetivos del estudio	5
1.2 Antecedentes y trabajos anteriores.....	5
1.3 Aspectos generales.....	8
1.3.1 Ubicación.....	8
1.3.2 Accesibilidad	8
1.3.3 Clima	10
1.3.4 Hidrografía.....	10
2.0 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	11
3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS	11
3.1 Unidades litoestratigráficas	11
3.1.1 Formación Yahuarango (P-y).....	12
3.1.1 Depósitos Deluviales (Qh-de)	12
3.1.2 Depósitos Aluviales (Qh-al).....	12
4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	14
4.1 Pendientes del terreno	14
4.2 Unidades geomorfológicas.....	15
4.2.1 Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	15
4.2.1.1 Sub-unidad de colinas estructurales en roca sedimentaria (RCE-rs)	15
5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS	16
5.1 Deslizamiento/flujo N°01	16
5.2 Deslizamiento-flujo N°02	19
5.3 Deslizamiento de suelos N°03	21
5.4 Deslizamiento de suelos N°04	25
6.0 CONCLUSIONES	27
7.0 RECOMENDACIONES	28
BIBLIOGRAFÍA	29
ANEXO 1: MAPAS	30
ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	33

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos por movimientos en masa, realizados en el centro poblado Lucero, que pertenece a la jurisdicción de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento San Martín.

Con este trabajo, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, cumple con una de sus funciones que consiste en brindar asistencia técnica de calidad e información actualizada, confiable, oportuna y accesible en geología en los tres niveles de gobierno (distrital, regional y nacional).

En el área de estudio, afloran arcillitas y limolitas rojizas intercaladas con areniscas que corresponden a la Formación Yahuarango, las rocas se encuentran altamente meteorizadas y medianamente fracturadas; estas secuencias están cubiertas por depósitos deluviales, de espesores métricos, cuyo origen es la meteorización física y química de las rocas madres. Estos últimos se componen de arcillas de alta a muy alta plasticidad.

Las geoformas locales identificadas según su origen corresponden a las de tectónico-degradacional tales como montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria que ocupan la totalidad de la zona de estudio. Se presentan laderas con pendientes fuertes, mayores a 25°.

Los peligros geológicos determinados en el área evaluada están condicionados por la fuerte pendiente del terreno montañoso y la composición arcillosa del terreno. Estas condiciones, sumado a las precipitaciones lluviosas intensas y/o prolongadas han generado diferentes movimientos en masa como deslizamientos de suelos y deslizamientos – flujos de lodo.

Finalmente, en el presente informe, se brindan algunas recomendaciones y alternativas de mitigación y prevención, como el planteamiento de la reubicación del centro poblado Lucero, puesto que los eventos geodinámicos se encuentran limitando el casco urbano y en un escenario de fuertes lluvias y sismos, pueden darse nuevos eventos de mayor magnitud que afectará el 40% de las viviendas incluyendo la iglesia y la institución educativa local.

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR MOVIMIENTOS EN MASA EN EL CENTRO POBLADO LUCERO

1.0 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 (ACT.11)", contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico de peligro geológico (movimientos en masa) en zonas que tengan elementos vulnerables.

Atendiendo la solicitud del Gobierno Regional de San Martín, según oficio N°071-2021-GRSM/ORSDENA, es en el marco de nuestras competencias que se realiza una evaluación geológica y geodinámica del C.P. Lucero.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del INGEMMET designó al Ing. Abraham Gamonal Sánchez quien realizó la inspección técnica el día 20 julio del 2021.

La evaluación técnica se basa en la recopilación y análisis de información existente de trabajos anteriores realizados por el INGEMMET, los datos obtenidos durante el trabajo de campo (puntos de control GPS y fotografías), el cartografiado geológico y geodinámico en campo, y finalmente la redacción del informe técnico.

Este informe, se pone en consideración de la Municipalidad Distrital de Soritor y de la Oficina de Riesgos del Gobierno Regional de San Martín, autoridades y funcionarios competentes, para la ejecución de medidas de mitigación y reducción del riesgo, a fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1 Objetivos del estudio

El presente trabajo tiene como objetivos:

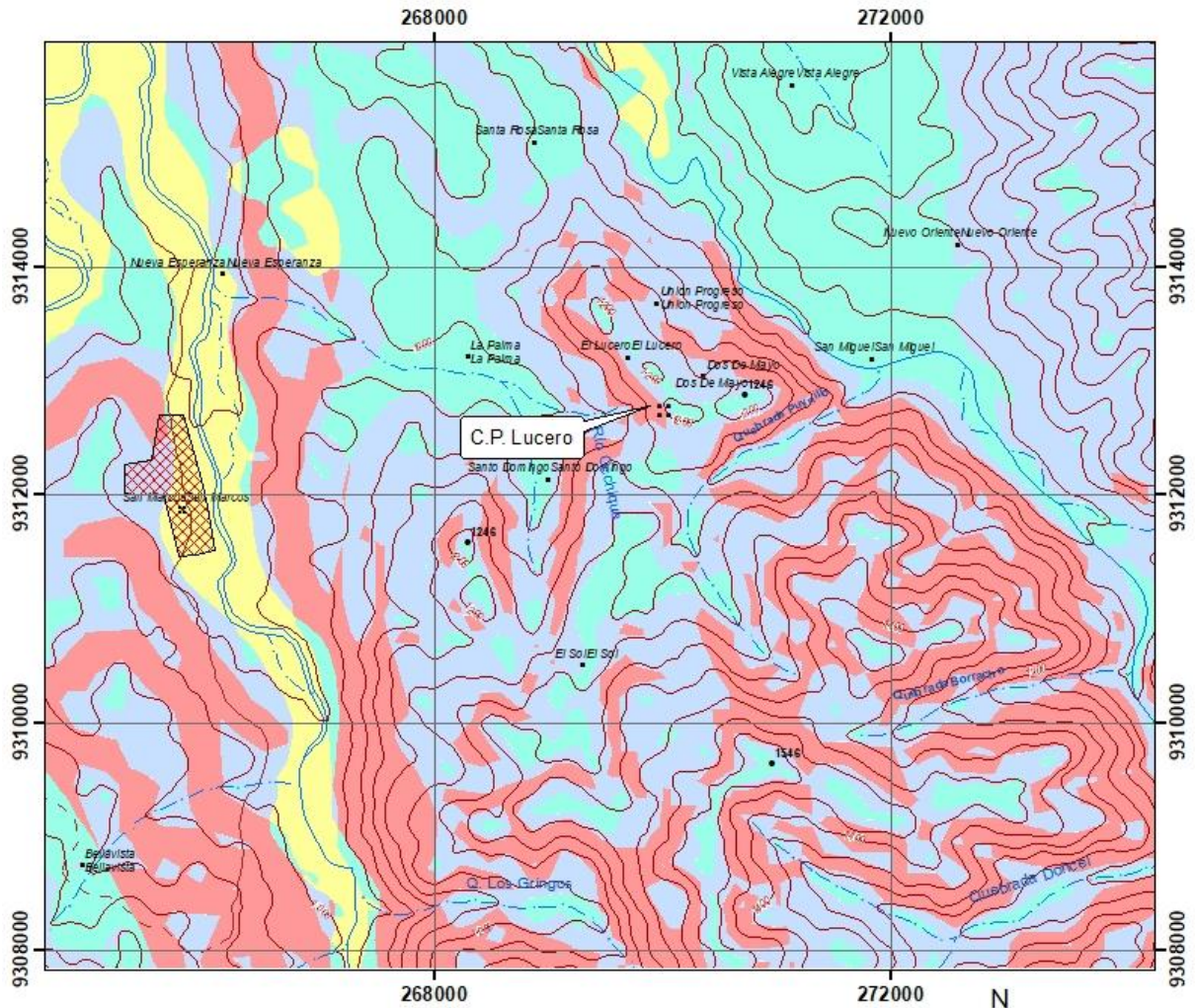
- Identificar y evaluar los peligros geológicos a los que está expuesto el centro poblado Lucero.
- Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de peligros geológicos.
- Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos identificados en los trabajos de campo.

1.2 Antecedentes y trabajos anteriores

El área de estudio cuenta con trabajos previos y publicaciones del INGEMMET, que incluye información regional, de los cuales se destacan los siguientes:

- En el boletín Riesgo Geológico en la Región San Martín de la serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica, elaborado por Núñez y Luque (2010); indica que el centro poblado Lucero, presenta alta a muy alta susceptibilidad a los movimientos en masa, debido a las condiciones del terreno favorables para la generación de estos eventos (figura 1).
- En el boletín N°150 Geología del Cuadrángulo de Rioja, hojas 13-i, de la serie A Carta Geológica Nacional, elaborado por Rodríguez, R & otros (2017) a escala 1:50,000; se describen las unidades litoestratigráficas a nivel regional que afloran en

el centro poblado Lucero. Teniendo rocas predominantes corresponden a lutitas, arcillitas rojizas y areniscas de la Formación Yahuarango (figura 2).



Leyenda

Categorías de Susceptibilidad

	Muy Baja	Terrenos con pendientes menores a 5° donde no existen indicios que permitan predecir deslizamientos. Laderas no meteorizadas, con discontinuidades favorables.
	Baja	Zonas que tienen pocas condiciones para originar MM, salvo que puede ser afectada por MM ocurridos en zonas de susceptibilidad alta a muy alta, cercanas a ellas, detonadas principalmente por lluvias excepcionales. Laderas con materiales poco fracturados, con pocas discontinuidades favorables. Pendientes entre 10° a 20°. Se inducen MM causados por erosión fluvial
	Media	Laderas con algunas zonas de falla, erosión intensa o materiales parcialmente saturados, moderadamente meteorizados, laderas con pendientes entre 20° y 30°, donde han ocurrido algunos MM y no existe completa seguridad de que no ocurran MM. Estos pueden ser detonados por sismos y lluvias excepcionales
	Alta	Laderas que tienen zonas de falla, masas de roca con meteorización alta a moderada, fracturadas con discontinuidades desfavorables; depósitos superficiales inconsolidados, materiales parcialmente a muy saturados, laderas con pendientes entre 25° a 45°, donde han ocurrido MM o existe la posibilidad de que ocurran.
	Muy Alta	Laderas con zonas de falla, masas de rocas intensamente meteorizadas, saturadas y muy fracturadas; con discontinuidades desfavorables, depósitos superficiales inconsolidados, laderas con pendientes entre 30° a 45°, movimientos en masa anteriores y/o antiguos. En estos sectores existe alta posibilidad de que ocurran MM.

SIMBOLOGÍA

	Carretera afirmada
	Camino de herradura
	Río secundario
	Quebrada
	Qda. seca e intermitente
	Centro poblado



Figura 1. Susceptibilidad a movimientos en masa. Fuente Núñez y Luque (2010).

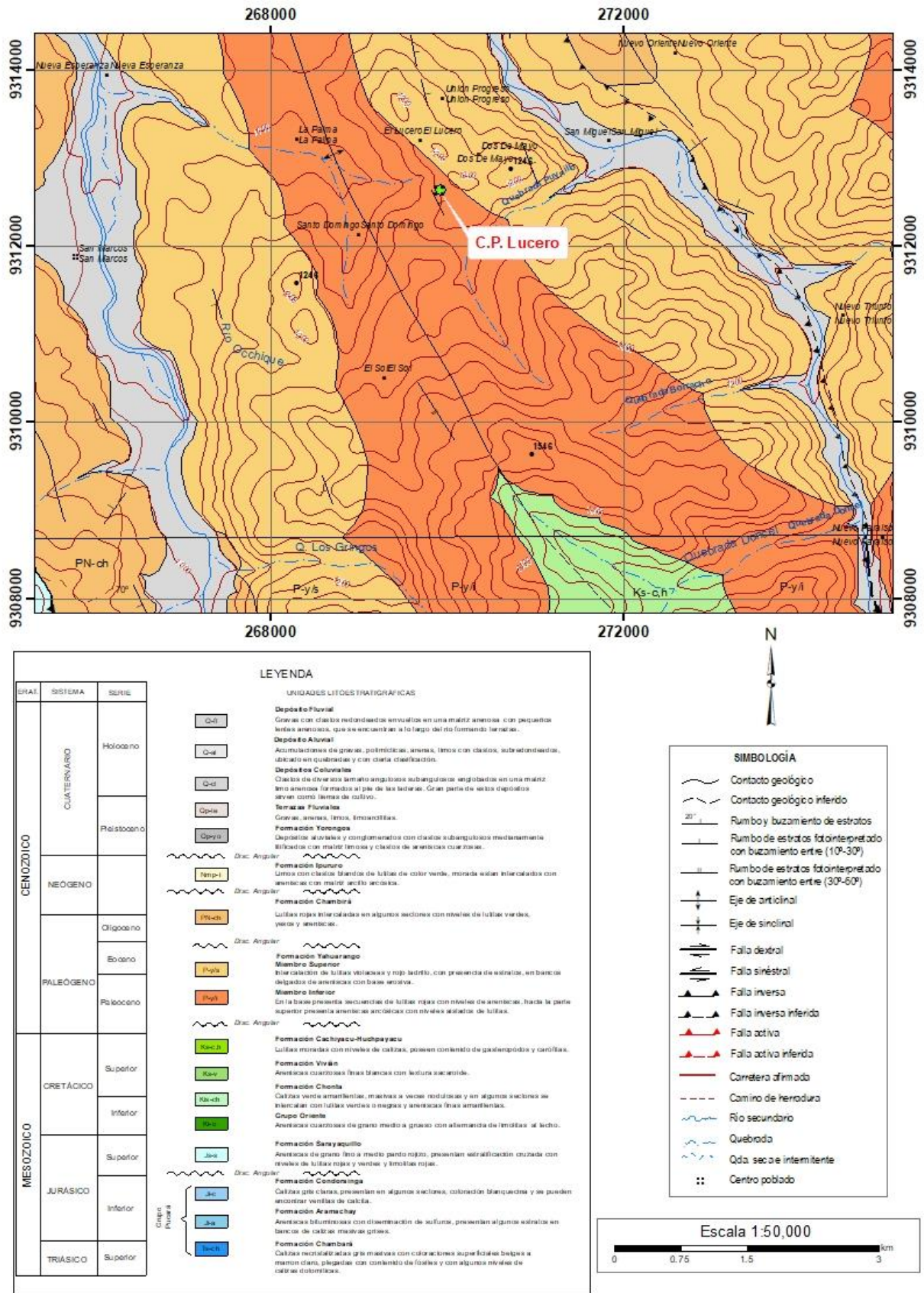


Figura 2. Geología regional del área evaluada. Fuente Rodríguez, R. & otros (2017).

1.3 Aspectos generales

1.3.1 Ubicación

El centro poblado Lucero se encuentra ubicado a 10 km al sur este de ciudad de Soritor, provincia de Moyobamba, departamento de San Martín (cuadro 1 y figuras 3 y 4). Cuenta con las siguientes coordenadas:

Cuadro 1: Coordenadas de ubicación de la zona evaluada

N°	UTM - WGS84 - Zona 18L		Geográficas	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	268825	9313348	6°12'28.76"S	77° 5'21.22"O
2	271006	9313348	6°12'29.03"S	77° 4'10.30"O
3	271006	9311974	6°13'13.75"S	77° 4'10.47"O
4	268825	9311974	6°13'13.47"S	77° 5'21.40"O
<i>Coordenada Central de la Zona Evaluada</i>				
C	269953	9312742	6°12'48.62"S	77° 4'44.62"O

1.3.2 Accesibilidad

El acceso se realiza siguiendo el itinerario indicado en el cuadro 2, partiendo de la ciudad de Tarapoto, en un trayecto aproximado de 2 horas y 50 minutos (figuras 3 y 4).

Cuadro 2: Ruta de acceso a la zona de evaluación.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo Estimado
Tarapoto - Moyobamba	Asfaltada	115	2 horas
Moyobamba - Soritor	Asfaltada	23	30 minutos
Soritor - Lucero	Afirmada	10	20 minutos



Figura 3. Vista de área urbana del centro poblado Lucero.

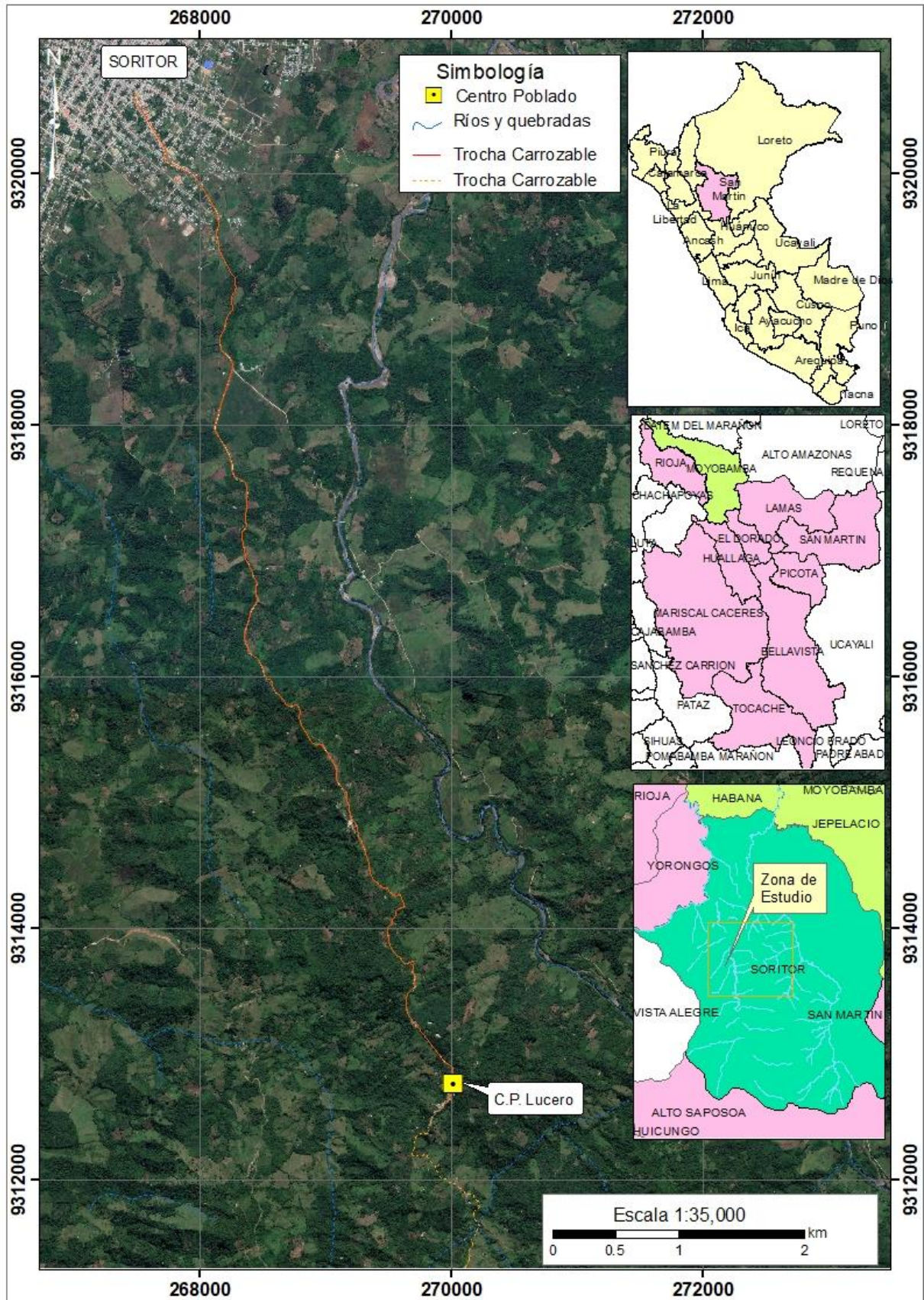


Figura 4. Ubicación de la zona de evaluación.

1.3.3 Clima

El clima es templado a cálido. La temperatura baja promedio anual es de 22.7°C a 22.9°C y la temperatura alta promedio anual es de 26.2°C a 26.5°C. El periodo lluvioso se presenta entre los meses de setiembre a mayo, variando en toda la región San Martín, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm (figura 5).

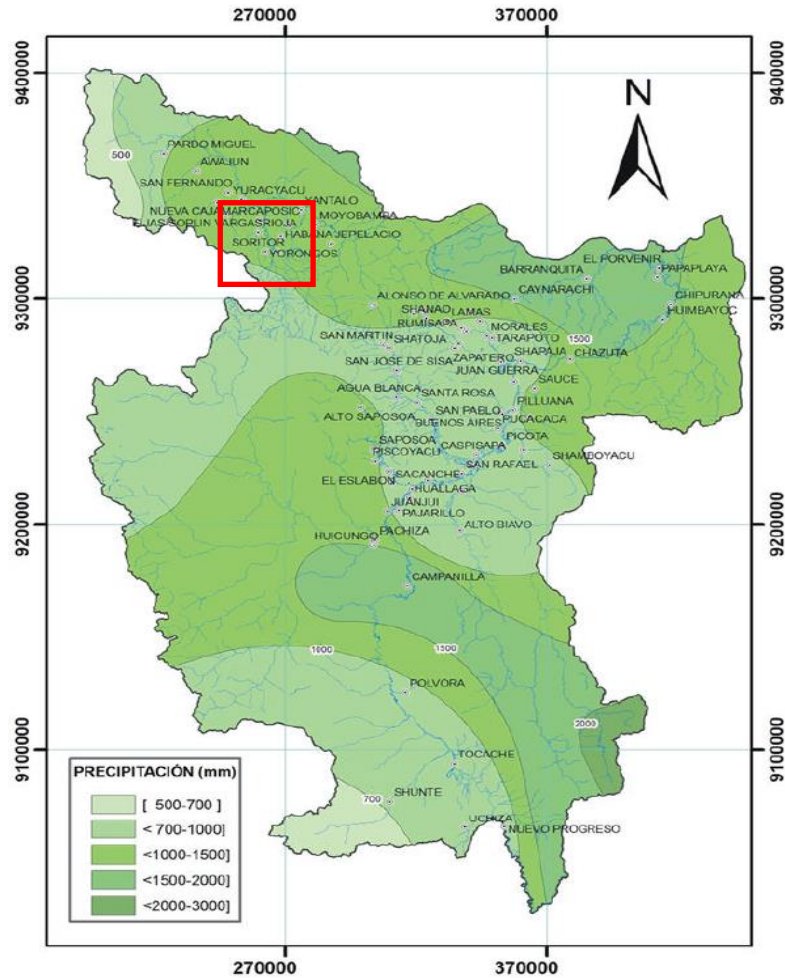


Figura 5. Precipitación anual, en el periodo lluvioso normal setiembre a mayo. Fuente: Atlas de Peligros Naturales del Perú – INDECI, 2003. Recuadro rojo indica la zona de evaluación.

1.3.4 Hidrografía

La zona de estudio se encuentra emplazada en el extremo oeste de las montañas divisorias entre las cuencas de los ríos Indoche y Occhique, siendo a este último a donde discurren las aguas que caen en el área evaluada, figura 6.

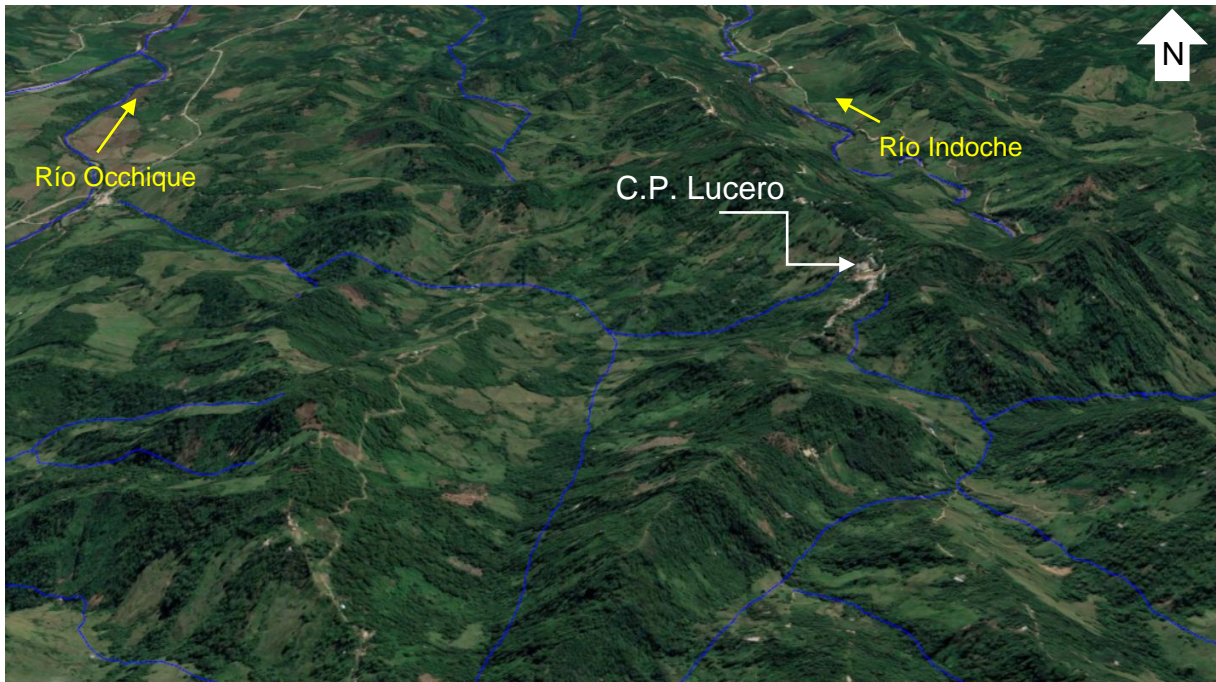


Figura 6. El C.P. de Lucero se encuentra asentado en la divisoria de aguas de los ríos Indoche y Occhique.

2.0 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

- **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.
- **Deslizamiento:** Movimiento ladera abajo de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superior de falla, o de zonas relativamente delgadas con gran deformación cortante (Cruden y Varnes, 1996).
- **Formación geológica:** Es una unidad litoestratigráfica formal que defino cuerpos de rocas caracterizados por unas propiedades litológicas comunes (composición y estructura) que las diferencian de las adyacentes.
- **Lutita:** Roca sedimentaria de grano muy fino, de textura pelítica, es decir integrada por detritos clásticos constituidos por partículas de tamaños de la arcilla y del limo.
- **Depósito deluvial:** Suelo derivado de la meteorización o descomposición de la roca in situ. No ha sido transportado de su localización original, también llamado suelo tropical.

3.0 ASPECTOS GEOLÓGICOS

3.1 Unidades litoestratigráficas

El C.P de Lucero se ubica sobre depósitos cuaternarios deluviales que se han desarrollado sobre lutitas, limolitas y areniscas de la Formación Yahuarango.

3.1.1 Formación Yahuarango (P-y)

Estas rocas conforman el basamento rocoso de la zona de estudios (figuras 7-9). Está conformada por la intercalación de lutitas, arcillitas, limolitas y areniscas en estratos gruesos. Las rocas se encuentran altamente meteorizadas y medianamente fracturadas, por ello muestra una alta susceptibilidad a movimientos en masa como deslizamientos.

3.1.1 Depósitos Deluviales (Qh-de)

Está conformada por suelos de origen residual, de color rojizo y de composición arcillosa. Su origen es producto de la meteorización y alteración de las lutitas, limolitas y areniscas de la Formación Yahuarango, desarrollando espesores métricos. Afloran en la totalidad del área evaluada (figura 10).

3.1.2 Depósitos Aluviales (Qh-al)

Corresponde a materiales conformados por gravas gruesas y bloques heterométricos sub-redondeados inmersos en matriz arenosa. La litología de los clastos es arenisca y en menor medida limolitas deleznales. Se encuentran rellenando los cauces activos de las quebradas locales existentes en la zona evaluada (figura 11).

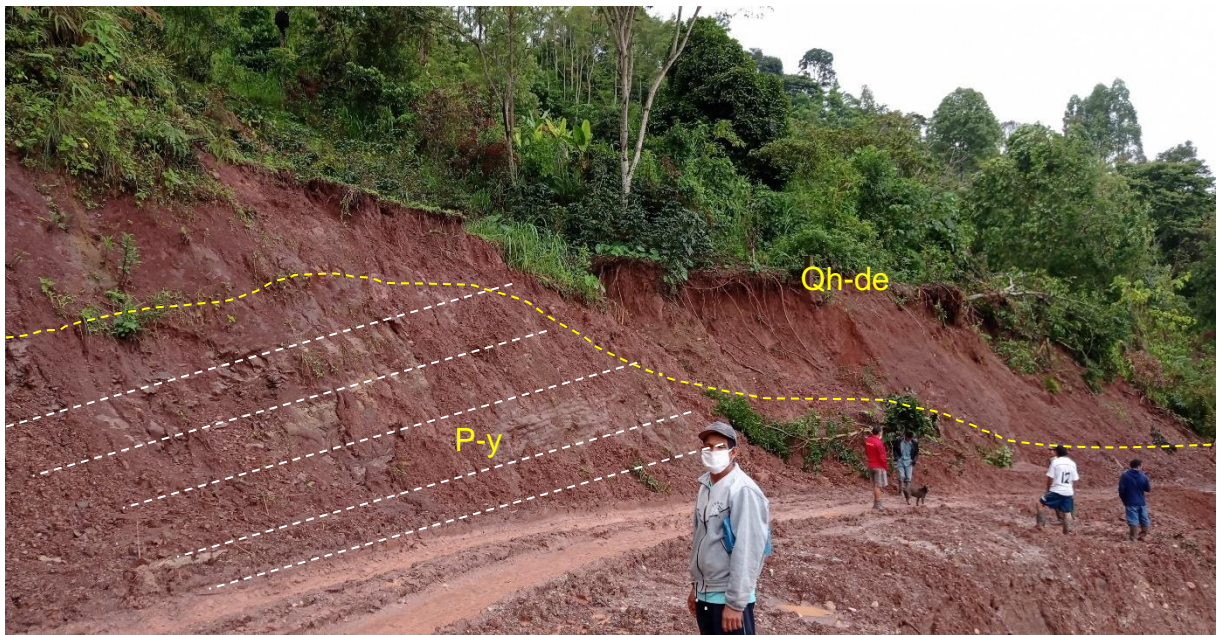


Figura 7. Estratos de arcillitas rojizas de la Formación Yahuarango.



Figura 8. Depósitos deluviales cubriendo arcillitas de la Formación Yahuarango.



Figura 9. Arenisca rojiza de la Formación Yahuarango.



Figura 10. Depósitos deluviales arcillosos color rojizo.



Figura 11. Depósitos aluviales conformados por clastos de arenisca embebidos en matriz arcillosa.

4.0 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

4.1 Pendientes del terreno

Los rangos de pendiente en la zona que comprende el área urbana del C.P Lucero se encuentran entre 25° a 45° de pendiente fuerte y en ciertos sectores es mayor a 45° es decir de pendiente muy fuerte. Esta condición es favorable para la generación de deslizamientos.

4.2 Unidades geomorfológicas

4.2.1 Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

4.2.1.1 Sub-unidad de colinas estructurales en roca sedimentaria (RCE-rs)

Constituye la unidad geomorfológica de mayor predominancia en la zona de estudio y se encuentra distribuida entre alineamientos montañosos de secuencias sedimentarias, el buzamiento de estratos controla la pendiente de las laderas.

Se caracteriza por seguir un patrón estructural, una serie de anticlinales y sinclinales bordeando las zonas de montañas.

Esta unidad geomorfológica, por la composición litológica y rango de pendientes que presenta ($>25^\circ$), califica como de alta a muy alta susceptibilidad ante la ocurrencia de deslizamientos de suelos.

El área urbana del C.P. de Lucero se localiza en la divisoria de aguas en la cima de la colina; en tanto en ambos flancos es restringida por laderas de relieve ondulado, pero de fuerte pendiente (figuras 12 y 13).



Figura 12. Colinas estructurales en roca sedimentaria de relieve ondulado.



Figura 13. Morfología de colinas estructurales en roca sedimentaria. Parte de la zona urbana del C.P. de Lucero se asienta en la divisoria de aguas.

5.0 PELIGROS GEOLÓGICOS

En este ítem se describen las características geodinámicas observadas en el C.P. Lucero. En el marco del análisis regional el área evaluada es de alta a muy susceptibilidad a movimientos en masa, indicativo de que en campo se puedan encontrar eventos activos.

Coincidentemente, en la evaluación de campo se ha corroborado la muy alta susceptibilidad a movimientos en masa, pues se han identificados 02 deslizamientos de suelos, 02 deslizamientos-flujos de lodo y diversos agrietamientos en el terreno. Todos estos ventos geodinámicos y evidencias de inestabilidad geológica rodean el casco urbano del centro poblado, por lo que este califica como una zona de muy alto peligro.

A continuación, se describen los eventos geodinámicos mencionados.

5.1 Deslizamiento/flujo N°01

a) Características del evento

Se ubica en la vía de acceso hacia la zona urbana del C.P. Lucero, afecta parte de la plataforma. Presenta un ancho de 35 m, tiene forma semicircular, el material suelto generado discurre hacia la quebrada. El mismo evento se amplía y afecta el extremo oeste de la zona urbana (figuras 14-17).

b) Factores condicionantes

- Litología:

Depósitos deluviales de composición arcillosa de alta plasticidad, de espesores métricos (3 a 5 m), que cubren estratos de lutitas, arcillitas y areniscas muy meteorizadas.

- Pendientes del terreno:
Pendientes de 25° a 35°.
- Cobertura vegetal:
Zona con ausencia de vegetación de tallo profundo, se encuentra deforestada.

c) Factores desencadenantes

- Factores climáticos:
Lluvias intensas y prolongadas, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm, que acontecen entre los meses de setiembre a mayo.

d) Daños o efectos secundarios

Pérdida de la plataforma de la vía de acceso al C.P. Lucero.

Pérdida de terreno y viviendas ubicadas en el flanco izquierdo del evento.



Figura 14. Zona de arranque del deslizamiento flujo de lodo N°1.



Figura 15. Zona canalización del material proveniente del deslizamiento flujo de lodo N°1.



Figura 16. Vista de la zona de descarga del deslizamiento flujo de lodo N°1.



Figura 17. Vista hacia arriba de la zona de arranque del deslizamiento flujo de lodo N°1.

5.2 Deslizamiento-flujo N°02

a) Características del evento

Se localiza a 100 m al sur del caso urbano del C.P. Lucero, afectó áreas de pastoreo. El evento presentó una zona de arranque de 30 m de amplitud y se extiende en una longitud de 300 m aproximadamente (figuras 18-20).

b) Factores condicionantes

- Litología:

Depósitos deluviales de composición arcillosa de alta plasticidad, de espesores métricos (3 a 5 m), que cubren estratos de lutitas, arcillitas y areniscas meteorizadas.

- Pendientes del terreno:

Pendientes de 25° a 35°.

- Cobertura vegetal:

Zona con presencia de vegetación de tallo profundo y arbustos. A pesar de esta condición se ha generado la inestabilidad.

c) Factores desencadenantes

- Factores climáticos:

Lluvias intensas y prolongadas, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm, que acontecen entre los meses de setiembre a mayo.

d) Daños o efectos secundarios

Pérdida de terrenos de pastoreo y bosques secundarios.

Genera inestabilidad en terrenos aledaños a la zona urbana.



Figura 18. Vista hacia arriba de la zona de arranque del deslizamiento flujo de lodo N°2.



Figura 19. Vista de la canalización del deslizamiento flujo de lodo N°2.



Figura 20. Arcillas saturadas movilizadas por el evento.

5.3 Deslizamiento de suelos N°03

a) Características del evento

Se localiza a 40 m del extremo este del casco urbano, sobre la carretera de acceso a Lucero. Corresponde a un deslizamiento de suelos tipo rotacional activo, con avance retrogresivo. Presenta una amplitud de 120 m por una longitud de 150 m.

La masa inestable muestra grietas de tensión y asentamientos de 1.20 m, con surgencias de agua a diferente nivel topográfico. La dirección de movimiento es hacia la zona urbana central del centro poblado y hacia la vía principal de acceso (figuras 21-25).

En tanto se describen los factores condicionantes, desencadenantes y posibles daños.

b) Factores condicionantes

- Litología:

Predominancia de depósitos deluviales, de composición arcillosa que cubren colinas modeladas en areniscas rojizas fracturadas y arcillitas meteorizadas, siendo la condición predominante para la inestabilidad.

- Pendientes de laderas:

Ladera con pendiente alta, en el rango de muy fuerte (25° a 45°) y escarpado (45° a 60°). Es otra condición de inestabilidad.

- Cobertura vegetal:

Ladera deforestada para dar paso a pastizales, se observan escasa presencia de árboles. Esto permite la infiltración rápida de agua de lluvia.

c) Factores desencadenantes

- Factores climáticos:

Las lluvias en la zona se caracterizan por ser intensas y prolongadas, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm, que acontecen entre los meses de setiembre a mayo.

- Sismos:

La ocurrencia de movimientos sísmicos, pueden desencadenar deslizamientos y reactivas los preexistentes.

d) Daños o efectos secundarios

La masa inestable puede obstruir la vía de acceso a Lucero en un tramo de 120 m. De seguir el avance retrogresivo, hay posibilidad que afecta la iglesia, la institución educativa y viviendas de Lucero.



Figura 21. Vista lateral de la zona de arranque del deslizamiento.



Figura 22. Masa inestable suspendida en la ladera, propensa a moverse ladera abajo.



Figura 23. Grietas de tensión de 10 cm de abertura.



Figura 24. Vista hacia la dirección de movimiento del deslizamiento. Nótese que está hacia la zona urbana.



Figura 25. Ubicación del deslizamiento respecto a la zona urbana de Lucero. La masa inestable se encuentra colgada.

5.4 Deslizamiento de suelos N°04

a) Características del evento

Se localiza a 250 m al noreste del casco urbano, pero en una microcuena distinta, por lo que el material inestable no afecta el C.P de Lucero.

Corresponde a un deslizamiento de suelos tipo rotacional activo con avance retrogresivo. Presenta una amplitud de 50 m por una longitud de 130 m. La masa inestable muestra grietas de tensión y asentamientos escalonados.

Se describen los factores condicionantes, desencadenantes y posibles daños.

b) Factores condicionantes

- Litología:

Predominancia de depósitos deluviales, de composición arcillosa que cubren arcillitas meteorizadas, siendo la condición predominante para la inestabilidad.

- Pendientes de laderas:

Ladera con pendiente alta en el rango de muy fuerte (25° a 45°) y escarpado (45° a 60°). Es otra condición de inestabilidad.

- Cobertura vegetal:

Ladera deforestada para dar paso a cafetales, esto genera la infiltración rápida de agua de lluvia.

c) Factores desencadenantes

- Factores climáticos:

Las lluvias en la zona se caracterizan por ser intensas y prolongadas, con mínimos de 500 mm a máximos de 3000 mm, que acontecen entre los meses de setiembre a mayo.

- Sismos:

La ocurrencia de movimientos sísmicos, pueden desencadenar deslizamientos y la reactivación de los que ya existen.

d) Daños o efectos secundarios

La masa inestable ha generado la pérdida de sembríos de café y la afectación a una vivienda rústica.



Figura 26. Arcillas saturadas movilizadas por el evento.



Figura 27. Arcillas saturadas movilizadas por el evento.

6.0 CONCLUSIONES

- a) El área donde se ubica el centro poblado Lucero está conformada por depósitos deluviales arcillosos de alta plasticidad, que cubren estratos métricos de arcillitas rojizas con niveles de arenisca fracturadas y muy meteorizadas. Estos son de fácil erosión.
- b) La configuración morfológica corresponde a colinas estructurales en roca sedimentaria, de relieve ondulado, presentan laderas con pendientes fuertes a escarpados. Estas geoformas condicionan la ocurrencia de peligros geológicos.
- c) Se han registrado cuatro eventos geodinámicos: 02 deslizamiento-flujos y 02 deslizamientos de suelos.
- d) Los deslizamientos flujos de lodos han ocurrido por la saturación del suelo arcilloso en un terreno de fuerte pendiente y con ausencia o escasa presencia de vegetación.
- e) Los deslizamientos de suelos son de tipo rotacional, activo, con avance retrogresivo, que han sido condicionados por la composición arcillosa del suelo y la fuerte pendiente del terreno.
- f) Todos los peligros geológicos se ubican rodeando la zona urbana del C.P. Lucero, por lo que se le califica de Peligro Muy Alto a movimientos en masa y como Zona Crítica.
- g) Las condiciones geológicas encontradas son favorables para la generación de nuevos movimientos en masa que pueden alcanzar mayores magnitudes por ende mayor daño.

7.0 RECOMENDACIONES

- a) Debido a la cantidad de eventos inventariados y su cercanía a la zona urbana del C.P. Lucero, se recomienda la reubicación del poblado, por las siguientes razones.
- En los últimos 03 años se han presentado 02 sismos que han activado y desencadenado movimientos en masa de gran magnitud (sismo del 26 de mayo del 2019, con magnitud M8.0, con epicentro en Lagunas, provincia de Alto Amazonas, departamento de Loreto y el sismo del 28 de noviembre del 2021, con magnitud M7.5, con epicentro en Barranca, Loreto). En un escenario de lluvias constantes y la posible ocurrencia de un sismo como los descritos, los peligros geológicos inventariados pueden reactivarse ampliando su magnitud y/o generándose nuevos eventos; por tanto, se espera la afectación del 40% de las viviendas e infraestructuras existentes.
 - En el deslizamiento flujo N°01 se deberá construir un muro de 20 m de mampostería y/o gavión a fin de recuperar parte de la plataforma de la vía de acceso. La cimentación de la estructura será directamente sobre estratos de arcillita. Se deberá iniciar la reforestación de la totalidad de la zona afectada; a fin de impedir la infiltración de aguas pluviales.
- b) En el deslizamiento flujo N°02 se deberá iniciar la reforestación de la totalidad de la zona afectada; a fin de impedir la infiltración de aguas pluviales y la saturación del terreno arcilloso.
- c) En el deslizamiento de suelos N°03 se plantean medidas de mitigación, como el retiro de la masa inestable del deslizamiento de suelos N°03, que se ubica topográficamente sobre la carretera de acceso. El movimiento de tierras incluye el banqueteo cuyo diseño será H: V de 1:2 con altura de bancos entre 5 a 7 m. Además, se ha de conformar en este sector una zanja de coronación de 150 m sobre la escarpa principal y paralela a la misma. Esta estructura tendrá una profundidad de 1.50 m y no deberá ser recubierta pues puede presentar deformaciones. La descarga de aguas pluviales será a 100 m como mínimo del casco urbano.
- d) Para el deslizamiento N°04, la vivienda ubicada en el cuerpo del deslizamiento, se debe reubicar.
- e) La zona urbana del C.P. Lucero debe contar con drenaje pluvial revestido de concreto y las aguas deben ser colectadas y conducidas aguas abajo a una distancia de 100 m como mínimo. La descarga directa de aguas de lluvias en las laderas cercanas genera saturación del terreno y futuros deslizamientos.
- f) Impedir la deforestación de la parte alta de las colinas a fin de prevenir deslizamientos-flujos de lodos y deslizamientos de suelos. Esto incluye la parte baja de las laderas que limitan el casco urbano.
- g) No permitir la construcción de viviendas en terrenos de alta pendiente.

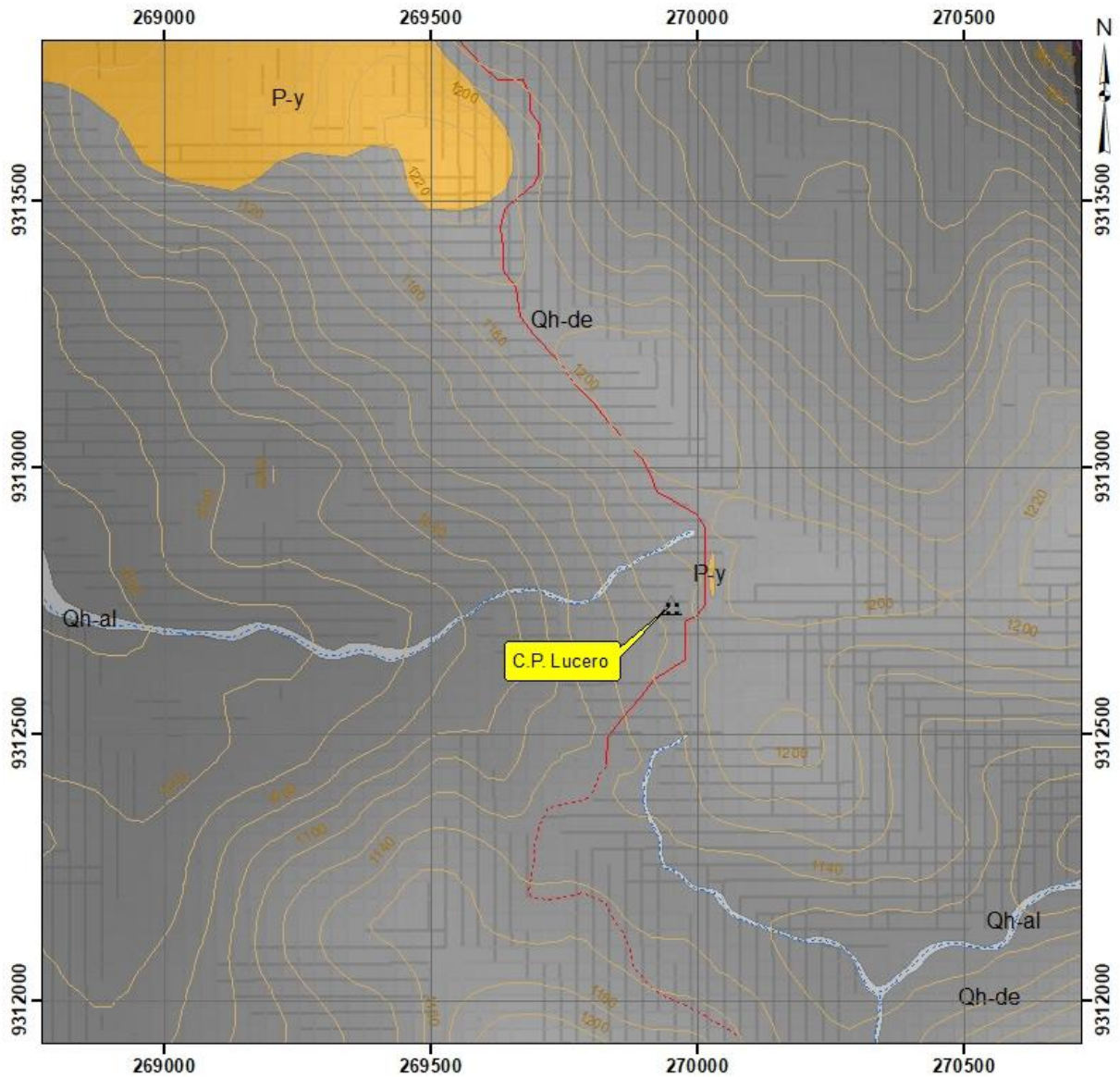

Segundo A. Núñez Juárez
Jefe de Proyecto-Act. 11


Ing. LIONEL V. FIDEL SMOLL
Director
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M., & Varnes, D.J. (1996). Landslide Types and Processes. En: "Landslides. Investigation and Mitigation", Eds Turner, A.K. and Schuster, R.L. Special Report 247, Transport Research Board, National Research Council, Washington D.C. pp. 36-75.
- Núñez, S.; Luque, G. & Pari, W.(2010). Peligro Geológico en la Región San Martín. Boletín N°42 Serie C Geodinámica e Ingeniería Geológica – Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico del Perú (INGENMET), 200 p.
- PMA: GCA. Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en masa en la región Andina: Una Guía para la evaluación de Amenazas. Publicación geológica multinacional N° 4, 404 p., Canadá.
- Rodríguez, R.; Cueva, E.; Sánchez, E.; Ojeda, D., Fabian, C. & Giraldo, E. (2017). Geología del cuadrángulo de Rioja, Hoja 13i. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 150, 82 p., 4 mapas (Escala 1:50 000)

ANEXO 1: MAPAS

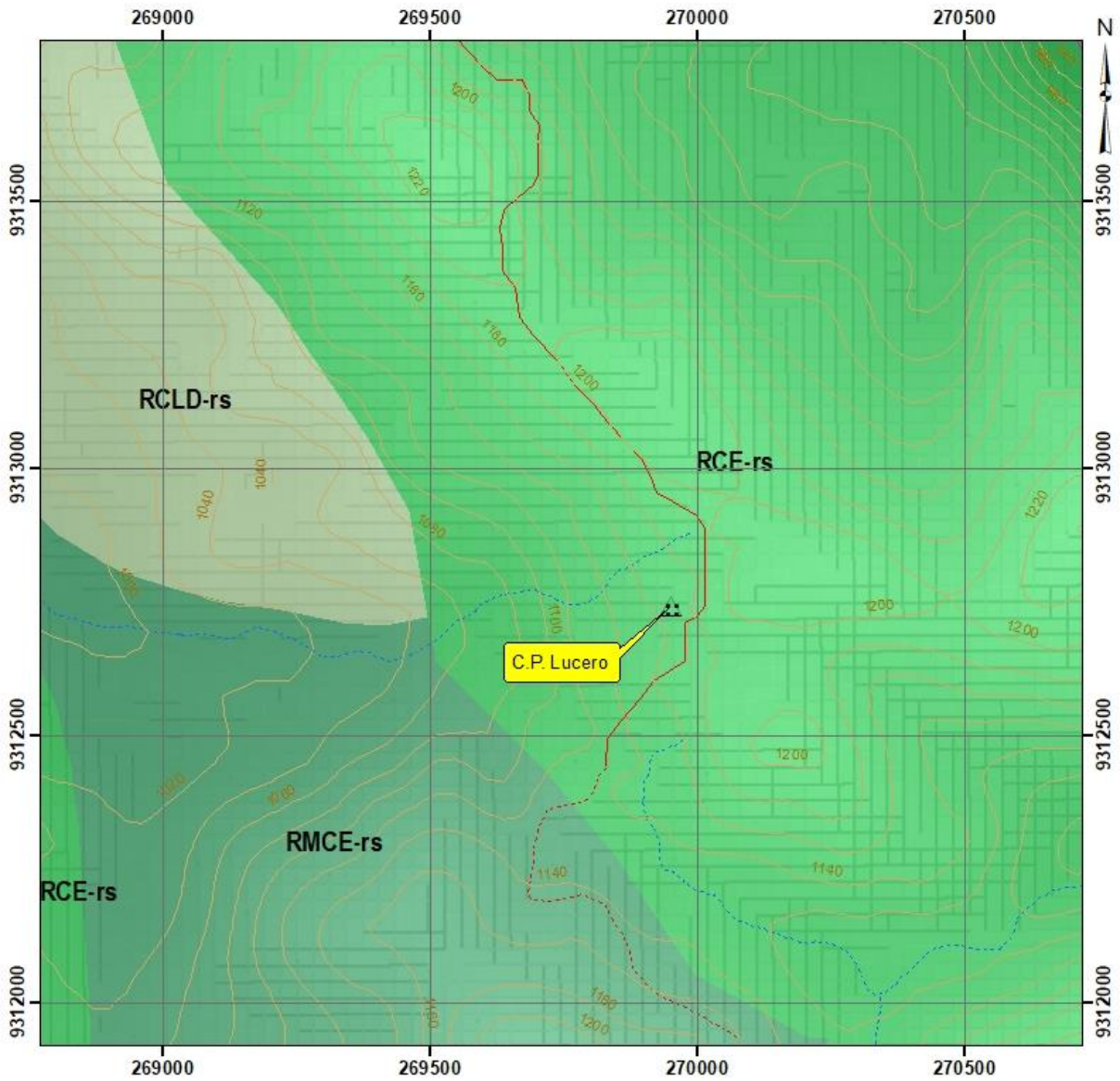


SIMBOLOGÍA	
	Curva de nivel
	Trocha carrozable
	Río
	Quebrada
	Centro poblado
	Rumbo y buzamiento



Leyenda	
Unidades Lito-estratigráficas	
	Qh-al Depósitos aluviales
	Qh-de Depósitos deluviales
	P-y Formación Yahuarango

<p>SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO</p>	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
GEOLOGIA LOCAL C.P. LUCERO	MAPA 1
Escala: 1/10,000 Datum: WGS84 Zona UTM: 18S Versión digital: Año 2021	

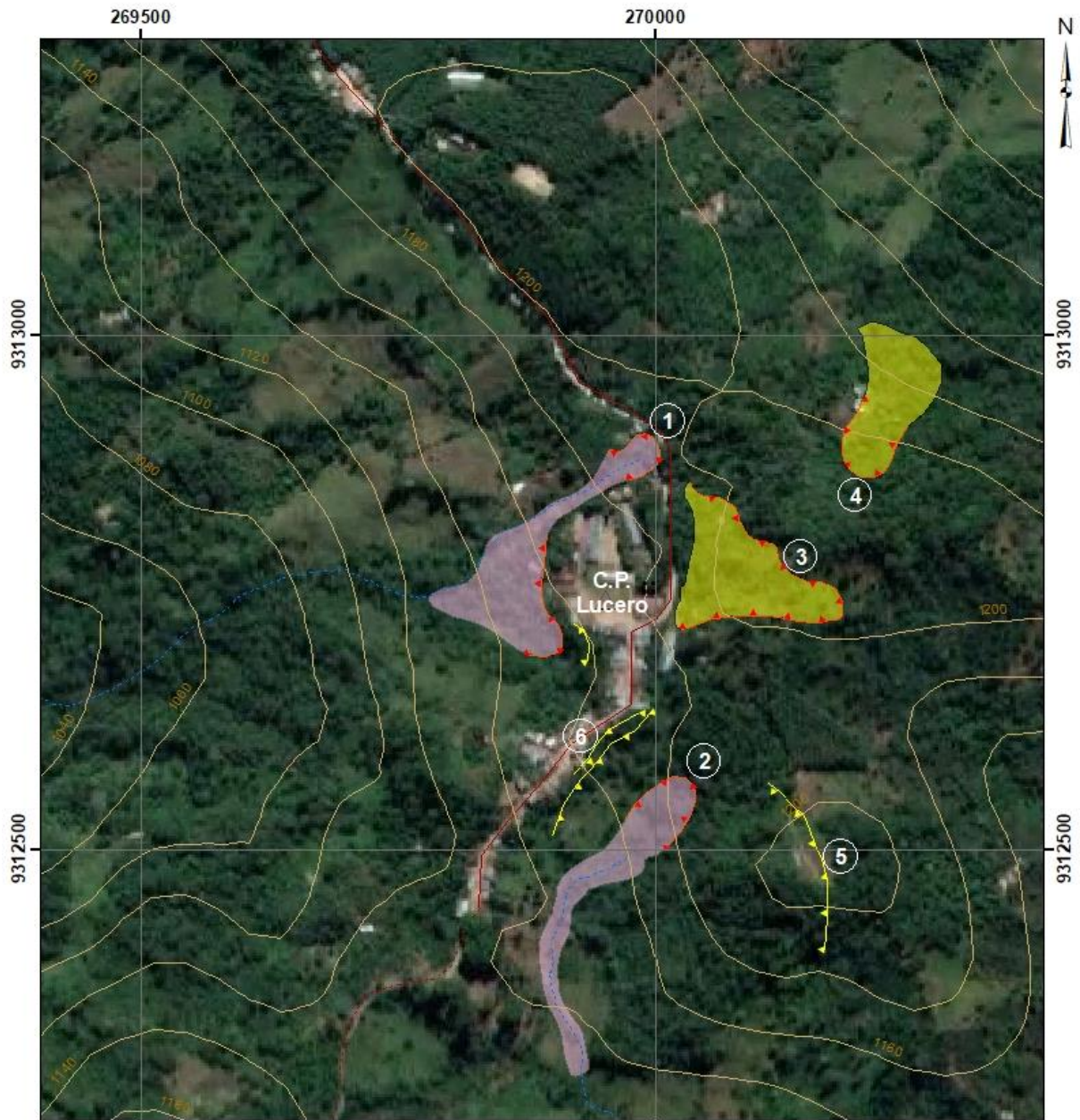


LEYENDA	
Unidades Geomorfológicas	
	RMCE-rs, Montañas y colinas estructurales en roca sedimentaria
	RCE-rs, Colina estructural en roca sedimentaria
	RCLD-rs, Colina y lomada disectada en roca sedimentaria

SMBOLOGÍA	
	Curva de nivel
	Trocha carrozable
	Río
	Quebrada
	Centro poblado



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLÓGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
GEOMORFOLOGÍA C.P. LUCERO	MAPA 2
Escala: 1/10,000 Datum: WGS84 Zona UTM: 18S Versión digital: Año 2021	



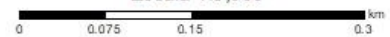
269500

270000

SIMBOLOGÍA	
⦿	Centro poblado
—	Curva de nivel
- - -	Trocha carrozable
~	Quebrada

Leyenda	
	Escarpas
	Grietas
	Deslizamiento/flujo de lodo
	Deslizamiento suelos

Escala 1:5,000



 SECTOR ENERGÍA Y MINAS INGEMMET INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO	
DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO	
PELIGROS GEOLÓGICOS C.P. LUCERO	MAPA 3
Escala: 1/10,000 Datum: WGS84 Zona UTM: 18S Versión digital: Año 2021	

ANEXO 2: MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

Descritas las condiciones geológicas, geomorfológicas y geodinámicas del centro poblado Lucero, se plantean las siguientes medidas de prevención y mitigación ante potenciales peligros geológicos:

- a) En el deslizamiento flujo N°01 se deberá construir un muro de 20 m de mampostería y/o gavión a fin de recuperar parte de la plataforma de la vía de acceso. La cimentación de la estructura será directamente sobre estratos de arcillita. Se deberá iniciar la reforestación de la totalidad de la zona afectada; a fin de impedir la infiltración de aguas pluviales.
- b) En el deslizamiento flujo N°02 se deberá iniciar la reforestación de la totalidad de la zona afectada; a fin de impedir la infiltración de aguas pluviales y la saturación del terreo arcilloso.
- c) En el deslizamiento de suelos N°03 se plantean medidas de mitigación, como el retiro de la masa inestable del deslizamiento de suelos N°03, que se ubica topográficamente sobre la carretera de acceso. El movimiento de tierras incluye el banqueteo cuyo diseño será H: V de 1:2 con altura de bancos entre 5 a 7 m. Además, se ha de conformar en este sector una zanja de coronación de 150 m sobre la escarpa principal y paralela a la misma. Esta estructura tendrá una profundidad de 1.50 m y no deberá ser recubierta pues puede presentar deformaciones. La descarga de aguas pluviales será a 100 m como mínimo del casco urbano.
- d) Para el deslizamiento N°04 se la reubicación de la vivienda afectada.
- e) La zona urbana del C.P. Lucero debe contar con drenaje pluvial revestido de concreto y las aguas deben ser colectadas y conducidas aguas abajo a una distancia de 100 m como mínimo. La descarga directa de aguas de lluvias en las laderas cercanas genera saturación del terreno y futuros deslizamientos.
- f) Impedir la deforestación de la parte alta de las colinas a fin de prevenir deslizamientos-flujos de lodos y deslizamientos de suelos. Esto incluye la parte baja de las laderas que limitan el casco urbano.
- g) No permitir la construcción de viviendas en terrenos de alta pendiente.