

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7616

EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTO EN EL CENTRO POBLADO NUEVA ESPERANZA

Departamento: Amazonas

Provincias: Utcubamba

Distrito: Cumba



ABRIL
2025

**EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS POR HUNDIMIENTO EN EL CENTRO
POBLADO NUEVA ESPERANZA**

*Distrito Cumba
Provincia Utcubamba
Departamento Amazonas*



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

Equipo Técnico:

*Freddy Luis Córdova Castro
Luis Miguel León Ordáz*

Referencia bibliográfica

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2024). Evaluación de peligros geológicos por hundimiento en el centro poblado Nueva Esperanza. Distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento de Amazonas. INGEMMET, Informe Técnico N°A7616, 46 p.

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. Objetivos del estudio.....	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Aspectos generales	6
1.3.1. Ubicación.....	6
1.3.2. Población.....	6
1.3.3. Accesibilidad.....	8
1.3.4. Clima	9
2. DEFINICIONES	10
3. ASPECTO GEOLÓGICO.....	11
3.1. Unidades litoestratigráficas.....	12
3.1.1 Grupo Pulluicana (Ks-pu).....	12
3.2. Depósitos Cuaternarios.....	13
4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS.....	15
4.1. Pendiente del terreno.....	15
4.2. Índice topográfico de Humedad	18
4.3. Unidades Geomorfológicas.....	19
4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional	19
4.3.2. Unidades de carácter depositacional o agradacional.....	20
5. PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y OTROS PELIGROS.....	23
5.1 Hundimientos.....	23
5.2 Inundación pluvial	27
5.3 Afectaciones en el poblado de Nueva esperanza	32
5.4 Factores condicionantes	35
5.5 Factores desencadenantes.....	35
6. CONCLUSIONES	36
7. RECOMENDACIONES.....	37
8. BIBLIOGRAFÍA	38
ANEXOS	39

RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de la evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Nueva Esperanza, ubicado en el distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento Amazonas. 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 calizas del Grupo Pulluicana, medianamente fracturadas, con un espaciamiento entre 2 a 4 cm y aberturas 0.2 a 3.5 cm, de persistencia baja y tres familias de discontinuidades; moderadamente meteorizadas y erosionadas.

Las unidades geomorfológicas identificadas corresponden a montañas y colinas en roca sedimentaria cuyas laderas tienen una variación de pendiente que van de moderadas a muy fuertes (5°-45°). Alrededor del poblado se presentan además las geoformas: Vertiente coluviodeluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y cárcavas.

En el área urbana del centro poblado, se presentan procesos de hundimientos relacionados a disolución del basamento rocoso conformado por calizas en procesos de Karstificación que provocan inestabilidad del área; así mismo se presentan inundaciones pluviales.

Los factores condicionantes corresponden principalmente a la presencia de calizas (disolubles en presencia de agua ligeramente ácidas) y las pendientes del área, que van de moderadas a muy fuertes (5°-45°). En el caso de la inundación es el relieve modificado caracterizado por la disminución de las pendientes para permitir el asentamiento de la población y la construcción de viviendas.

Los factores desencadenantes para la ocurrencia de peligros geológicos por hundimiento son principalmente las lluvias intensas que favorecen procesos de disolución de la roca caliza y aumentan la probabilidad de procesos de karstificación, generando condiciones de inestabilidad.

En cuanto al peligro geohidrológico por inundación pluvial, este se debe igualmente a precipitaciones intensas, ya que las filtraciones resultantes aumentan el nivel freático y provocan surgencias de agua de pisos y paredes de viviendas. Este fenómeno, sumado a la escorrentía superficial y la disminución de pendientes para la construcción de viviendas contribuye significativamente a la acumulación de agua.

Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área evaluada del centro poblado Nueva Esperanza es considerado como zona de **peligro alto a muy alto** ante la ocurrencia de hundimientos e inundación pluvial.

Finalmente, se brindan las recomendaciones para las autoridades competentes y tomadores de decisiones, como la implementación medidas de mitigación estructural frente hundimientos e inundación pluvial y evitar de esta manera futuros eventos que generen impactos negativos a la población.

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (Ingemmet), ente técnico-científico 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 (ACT. 16)”. De esta manera contribuye con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno (nacional, regional y local) mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro en zonas que tengan elementos vulnerables y brinda recomendaciones pertinentes a fin de mitigar y prevenir fenómenos activos en el marco de la Gestión de riesgos de desastres.

Atendiendo la solicitud remitida por la Municipalidad Distrital de Cumba, provincia de Utcubamba y departamento de Amazonas, según el Oficio N°200–2024-MDC/A, es en el marco de nuestras competencias que se realizó una evaluación de peligros geológicos en el centro poblado Nueva Esperanza, del distrito de Cumba, ante la ocurrencia de movimientos en masa.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgos Geológicos (DGAR) del Ingemmet designó al Geol. Freddy Luis Córdova Castro y al Ingeniero Luis León Ordáz, realizar la evaluación de peligros en el sector mencionado el día 20 de noviembre del 2024.

La evaluación técnica se realizó en tres etapas: i) Pre-campo, con la recopilación de antecedentes e información geológica y geomorfológica del Ingemmet; ii) Campo, a través de la observación, toma de datos (puntos GPS, medición de la resistencia de la roca, toma de medidas y tomas fotográficas), cartografiado, recopilación de información y testimonios de población local afectada; iii) Etapa final de gabinete donde 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 de la Municipalidad Distrital de Cumba 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 los peligros geológicos en el centro poblado Nueva Esperanza del distrito de Cumba, provincia de Utcubamba y departamento Amazonas.
- b) Determinar los factores condicionantes y desencadenantes que influyen en la ocurrencia de los peligros geológicos.
- c) Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros identificados en los trabajos de campo.

1.2. Antecedentes

Entre los principales estudios realizados a nivel local y regional en el área evaluada, se tienen:

- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional. Boletín informativo N° 061 - 12/4/2023 / COEN - INDECI / 17:00 HORAS (Informe N° 14). Se produjo deslizamiento y lluvias lo que restringió el tránsito en los distritos de La Peca y Cumba, afectando el acceso al poblado de Nueva Esperanza.
- El Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) de Amazonas, a través de su Reporte Complementario N° 0180-12/04/2023/COER-AMAZONAS, informó que las lluvias intensas en el distrito de Cumba han provocado restricciones en varios tramos viales. Entre ellos: el tramo La Flor - Nueva Alianza, con una afectación de 1000 metros; el tramo Vista Alegre - La Concordia, afectado en 500 metros; los tramos Miraflores - San Martín, Rejo - El Porvenir, y Miraflores - Nueva Esperanza, que también presentaron interrupciones significativas.
- En el Boletín N° 39, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica: “Riesgos geológicos en la región Amazonas” (Medina et al., 2009). El estudio realizó el inventario de peligros geológicos en la región Amazonas; además de un análisis de susceptibilidad por movimientos en masa a escala 1:250 000 donde se observa que el centro poblado Nueva Esperanza se encuentra en **zonas de susceptibilidad alta a Muy Alta** (figura 1). Los factores que condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos son la geometría del terreno, la resistencia de los materiales, el drenaje superficial y subterráneo y el tipo de cobertura del terreno. Los detonantes de estos eventos son los sismos y las precipitaciones pluviales.
- Boletín N° 60, Serie A, Carta Geológica Nacional: “Geología del cuadrángulo de Jaén” Sánchez et al., (1996). En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas identificadas en la zona de estudio y alrededores conformadas por rocas sedimentarias, principalmente calizas masivas que pertenecen al Grupo Pullucana.
- Informe técnico preliminar A6545 “Informe de zonas críticas región Amazonas”. Se registraron en el distrito de Cumba 05 Zonas Críticas en los sectores: Tagtago (inundaciones fluviales), quebrada Guayaquil (flujo de detritos), quebrada Purga (flujos e inundaciones fluviales), cerro Pan de azúcar (deslizamiento rotacional), el Limón (deslizamiento rotacional) y El Porvenir (deslizamiento rotacional).
- Mapa de Zonificación Sísmica del Perú (Norma E-030 Diseño Sismorresistente, del reglamento Nacional de Edificaciones, actualizado al 2016). De acuerdo con este mapa, el área de estudio se ubica en la Zona 2, determinándose aceleraciones de 0.25 g (figura 2). Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. Este factor se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (DS No. 003-2016-VIVIENDA). De acuerdo con el mapa de calificación de provincias según niveles de peligro sísmico el centro poblado Nueva Esperanza presenta un nivel de calificación alto (figura 3).

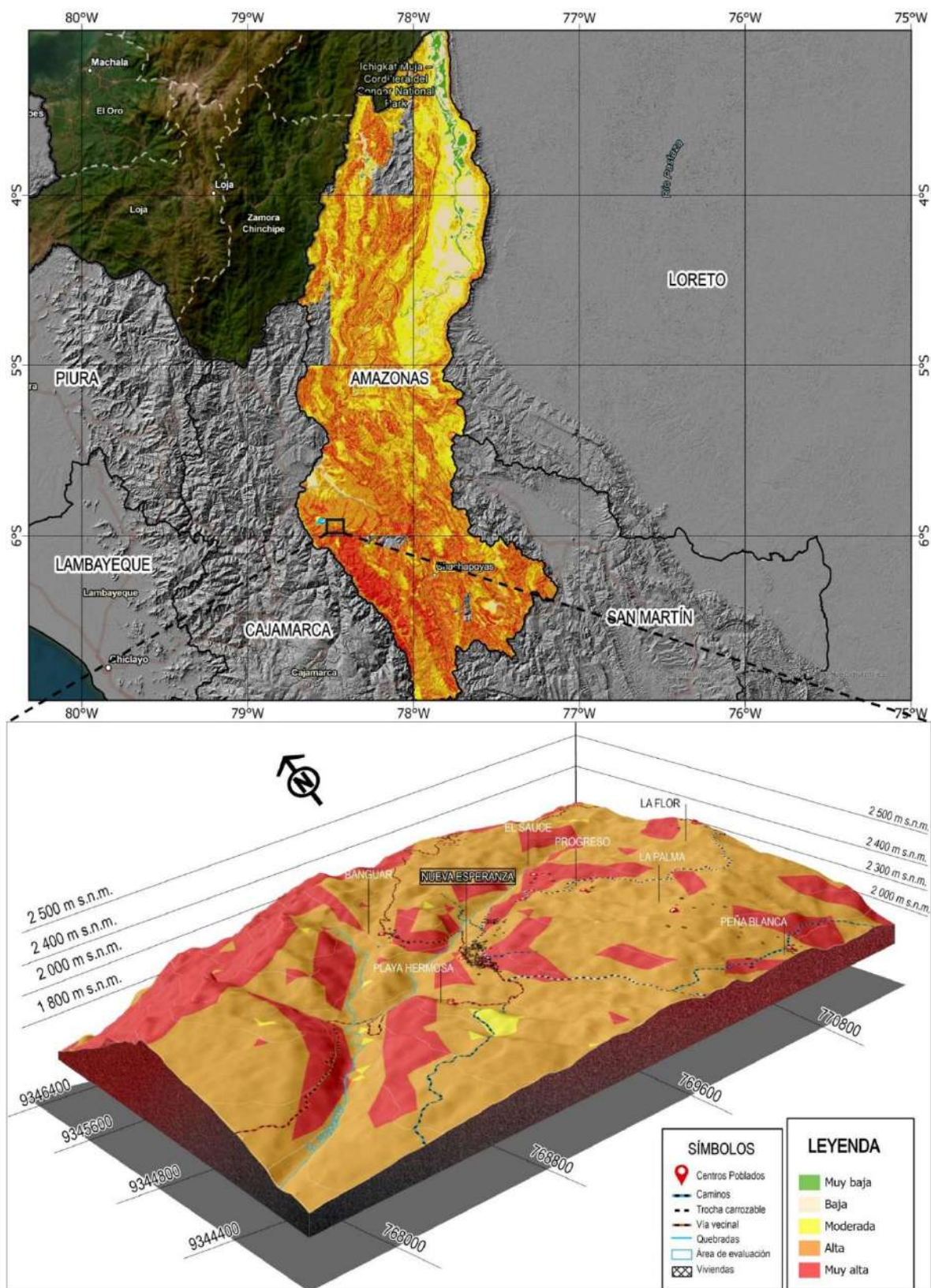


Figura 1. Susceptibilidad a movimiento en masa en el centro poblado Nueva Esperanza y alrededores (distrito Cumba, provincia de Utcubamba-Amazonas). Fuente: Medina et al, 2009.

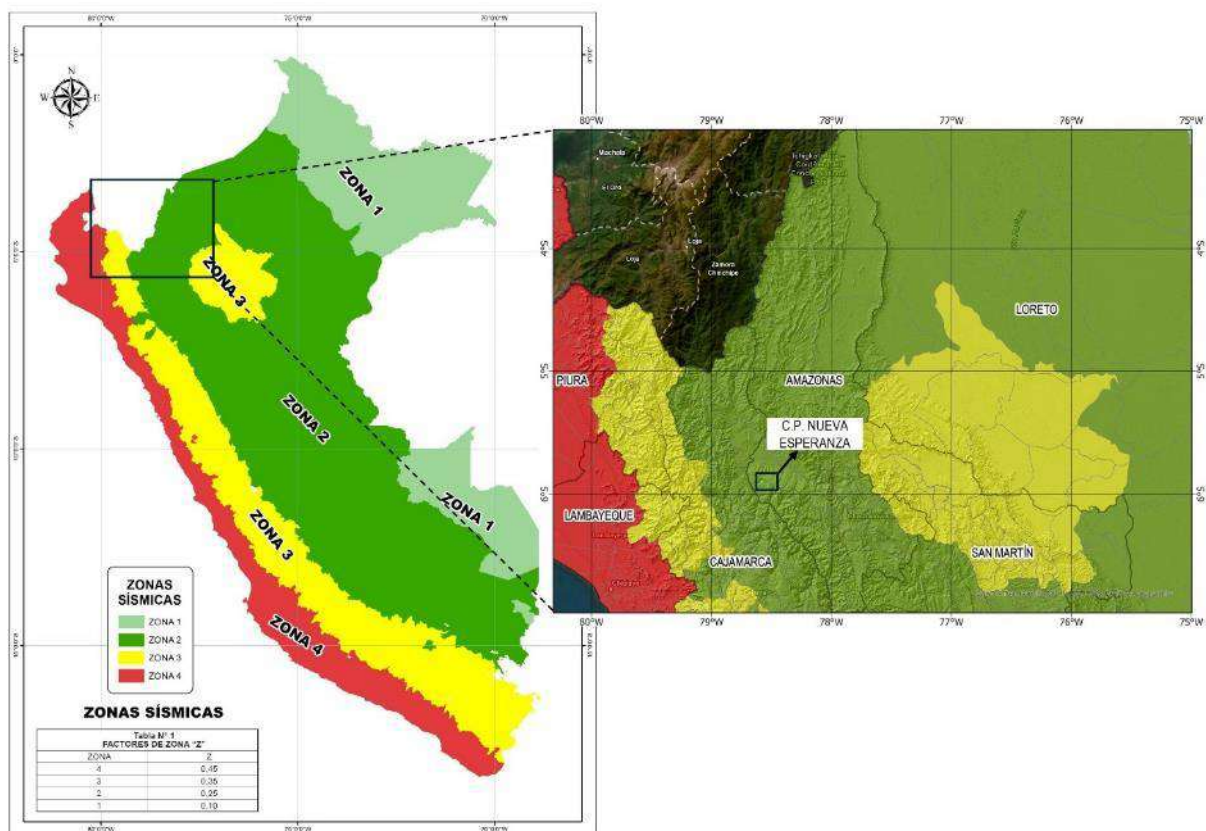


Figura 2. Zonificación Sísmica del Perú. Se observa que el área de estudio se encuentra en la zona 2. Fuente: Norma sismorresistente NTE 030 del MVCS (2016).

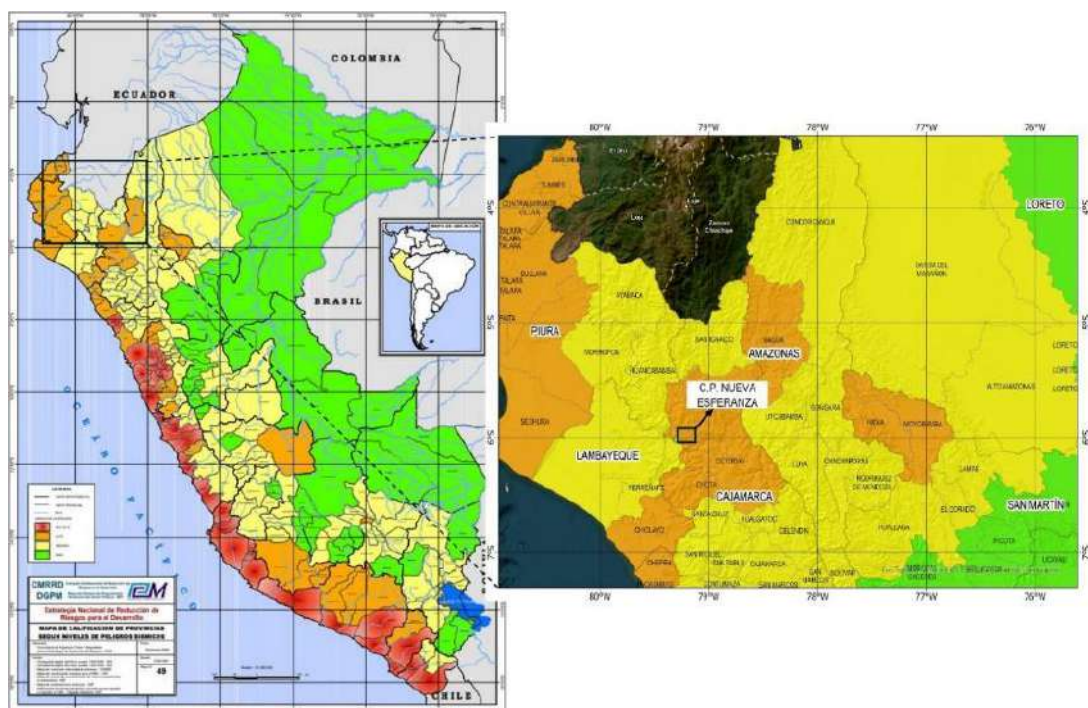


Figura 3. Niveles de peligro sísmico por provincias, según el cual, el centro poblado Nueva Esperanza presenta un nivel de calificación alto. Fuente: Consultoría de Aspectos Físico - Espaciales para la Estrategia de Reducción de Riesgos - PCM.

1.3. Aspectos generales

1.3.1. Ubicación

El centro poblado Nueva Esperanza se encuentra ubicado en el distrito Cumba, provincia Utcubamba y departamento Amazonas, a una altura de 1 930 m s.n.m. (figura 4). Las coordenadas UTM (WGS84 – Zona 17S) se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.

N°	UTM – WGS 84 - ZONA 17S		Coordenadas Decimales (°)	
	Este	Norte	Latitud	Longitud
1	769949.00	9346016.00	-5.911228°	-78.561878°
2	770252.00	9345879.00	-5.912460°	-78.559139°
3	770102.69	9345572.10	-5.915240°	-78.560475°
4	769820.42	9345653.56	-5.914515°	-78.563026°
Coordenada central de los peligros identificados				
Coordenada Central	770041.45	9345781.27	-5.913352°	-78.561036°

1.3.2. Población

De acuerdo con la información del XII Censo de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas de 2017 (INEI, 2018), el centro poblado Nueva Esperanza tiene una población de 300 habitantes, distribuidos en un total de 190 viviendas, cuentan con acceso a energía eléctrica, sin embargo; no poseen agua ni desagüe por red pública. (Fuente: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>)

Tabla 2. Datos del centro poblado Nueva Esperanza

Descripción	C.P. Nueva Esperanza – INEI
Código de Ubigeo	0107030024
Longitud	-78.5617288670
Latitud	-5.91329090100
Altitud	1 927.7
Población	300
Vivienda	190
Agua por Red Pública	No
Energía eléctrica en la vivienda	Si
Desagüe por red publica	No
Institución Educativa Primaria	Si
Institución Educativa Secundaria	No
Establecimiento de salud	No
Transporte de mayor uso	Automóvil
Idioma o Lengua hablada con mayor frecuencia	Castellano

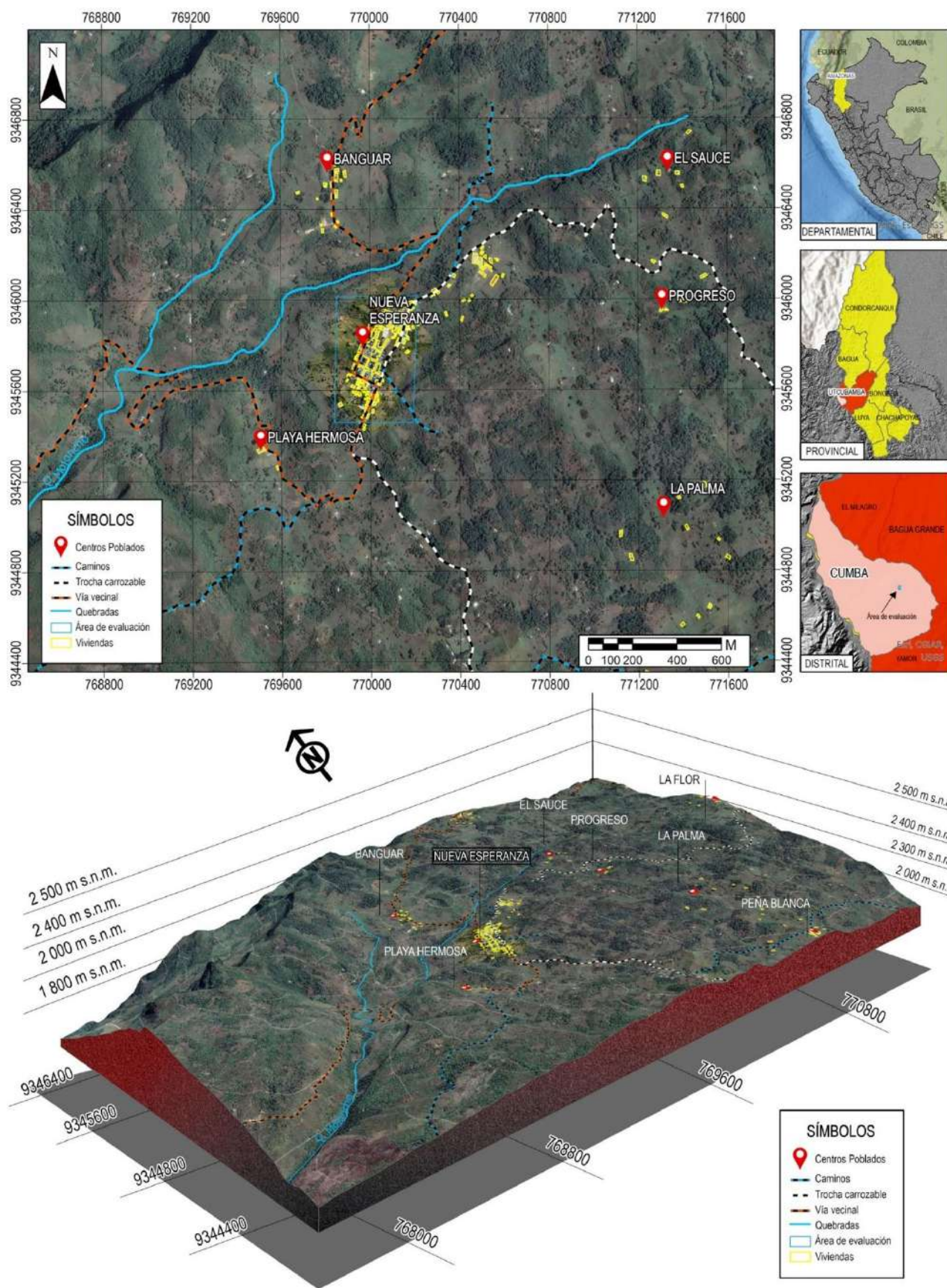


Figura 4. Ubicación del centro poblado Nueva Esperanza, distrito Cumba, Provincia Utcubamba, departamento Amazonas.

1.3.3. Accesibilidad

El acceso al centro poblado Nueva Esperanza, desde la ciudad de Cajamarca (Ingemmet), se realiza mediante la carretera 3N hacia Corral Quemado, continuando por la vía AM-103 hasta llegar al distrito de Cumba, en un recorrido de aproximadamente 342 km y 8 horas. Desde allí, se prosigue por la AM-103 y luego por la AM-599/Vista Hermosa, hasta el poblado Nueva Esperanza, lo que toma aproximadamente 1 hora adicional (Tabla 3).

Tabla 3. Rutas y acceso a la zona evaluada.

Ruta	Tipo de Vía	Distancia (km)	Tiempo estimado
Ciudad de Cajamarca (INGEMMET) – Distrito de Cumba	Asfaltada	342	8h 4min
Distrito Cumba – C.P. Nueva Esperanza	Asfaltada/Trocha carrozable	24.7	1 h

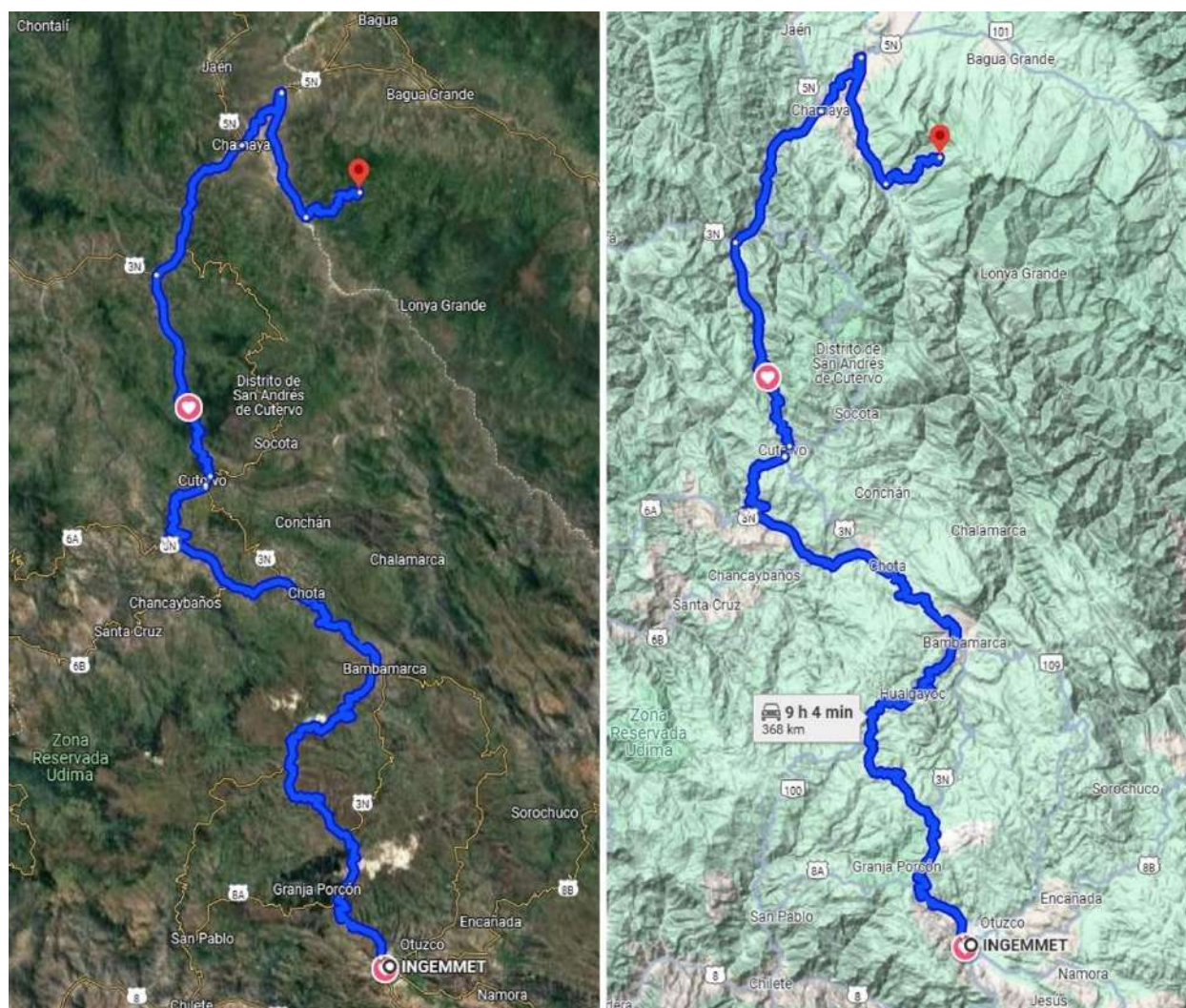


Figura 5. Ruta de acceso: Ciudad de Cajamarca (INGEMMET) —C.P. Nueva Esperanza (distrito de Cumba, departamento de Amazonas). **Fuente:** Google Maps.

1.3.4. Clima

Según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - (Senamhi, 2020), en el centro poblado Nueva Esperanza el clima que se registra es C (r) B': Clima tipo semiseco con humedad abundante todas las estaciones del año, Ocupa 3% del área nacional y se encuentra en áreas de Amazonas, Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno.

En cuanto a la cantidad de lluvia local, según datos meteorológicos y pronóstico del tiempo del servicio de aWhere (que analiza los datos de 2 millones de estaciones meteorológicas virtuales en todo el mundo, combinándolos con datos ráster y de satélite), la precipitación máxima registrada en el periodo enero 2020 y noviembre del 2024 fue de 48.6 mm (figura 6A). Cabe recalcar que las lluvias se distribuyen irregularmente a lo largo del año, produciéndose generalmente de enero hasta abril con una variación de humedad entre 37.5% a 95%. La temperatura anual oscila entre un máximo de 35.0°C en verano y un mínimo de 12.0°C en invierno (figura 6B). Así mismo, presenta una humedad promedio de 71% durante casi todo el año, (Servicio aWhere).

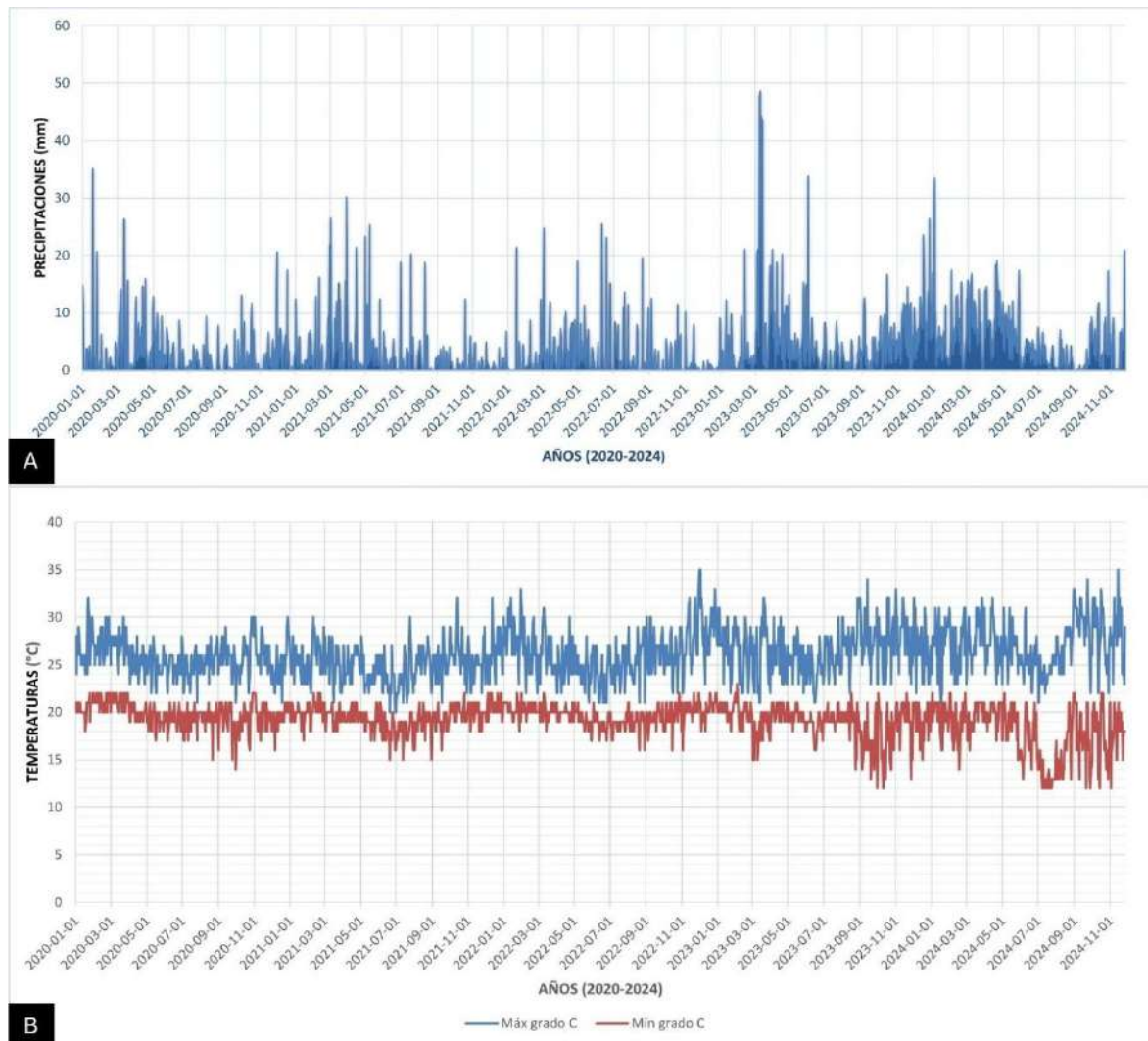


Figura 6. A. Precipitaciones máximas en mm, distribuidas a lo largo del periodo 2020-2024. La figura permite analizar la frecuencia de las precipitaciones pluviales que contribuyen a la saturación del suelo y **B.** Temperaturas mínimas y máximas. Fuente: Landviewer, disponible en: <https://crop-monitoring.eos.com/weather-history/field/10036911>.

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 consideran 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 (PMA, 2007). 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).

Derrumbe: son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados

Deslizamiento: Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.

Erosión de ladera: 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.

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.

Hundimiento: Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede a causa de fenómenos kársticos, depresión de la capa freática, labores mineras antiguas o abandonadas, o también pueden ocurrir debido a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de suelos. Pueden suceder por: Procesos de disolución de rocas calcárea, por circulación de aguas subterráneas (cavernas naturales). Extracción de aguas subterráneas, petróleo y minerales; extracción o remoción del subsuelo. Falta de

sustentación de perforaciones mineras. Excavación de túneles. Los procesos kársticos se presentan en substratos calcáreos, donde es posible encontrar formas topográficas peculiares, resultantes de la disolución superficial y subsuperficial de rocas calcáreas por las aguas de lluvias, las que al concentrarse en escorrentía son llevadas hacia cauces subterráneos (Thornbury, 1966).

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

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.

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. Pueden ser extremadamente lentos (<16mm por año) a extremadamente rápidos (>15m por segundo).

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.

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.

Estado de los movimientos en masa

- **Activo:** Movimiento en masa que actualmente se está moviendo, bien sea de manera continua o intermitente.
- **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).
- **Latente:** Movimiento en masa actualmente inactivo, pero en donde las causas o factores contribuyentes aún permanecen (WP/WPI, 1993).
- **Inactivo:** Estado de actividad de un movimiento en masa en el cual la masa de suelo o roca actualmente no presenta movimiento, o que no presenta evidencias de movimientos en el último ciclo estacional (WP/WLI, 1993).

3. ASPECTO GEOLÓGICO

La geología del área de estudio se desarrolló teniendo como base el mapa geológico del cuadrángulo de Jaén 12-f, escala 1:100,000 (Sánchez et al., 1996), así como la información contenida en el Boletín N° 39, serie C: "Riesgo geológico en la región Amazonas" (Medina et al., 2009). Esta información se complementó con trabajos de interpretación de imágenes de satélite, vuelos de dron y observaciones en campo.

3.1. Unidades litoestratigráficas

Las unidades litoestratigráficas que afloran en la zona evaluada y alrededores, son principalmente de origen sedimentario y corresponden al Grupo Pulluicana, así como depósitos antiguos coluvio-deluviales.

3.1.1 Grupo Pulluicana (Ks-pu). Esta unidad está compuesta por una secuencia de calizas. Su base está formada por calizas gris claro en estratos medianos, de entre 20 y 50 cm de grosor, que adquieren tonalidades crema, gris crema o pardo gris debido a la meteorización. Estas calizas se intercalan con margas y limoarcillitas de colores gris, gris verdoso y crema. También se encuentran niveles de calizas nodulares con abundantes fósiles. En términos generales, el Grupo Pulluicana es una unidad resistente a la erosión y su litología se correlaciona con la Formación Jumasha, descrita en el Perú central. Además, son equivalentes al Grupo Copa Sombrero en el noroeste del Perú y a la Formación Chonta en el oriente peruano (Sánchez et al., 1996).

En el centro poblado Nueva Esperanza se observan calizas de color gris con tonalidades oscuras y cremas, medianamente fracturadas con un espaciamiento entre 2 a 4 cm y aberturas 0.2 a 4 cm sin relleno de persistencia baja (1m a 3m) y tres familias de discontinuidades; características que permitirían la infiltración de agua proveniente de las lluvias. Las rocas se encuentran moderadamente meteorizadas y erosionadas (figura 7).



Figura 7. Vista de calizas en estratos decrecientes 50 a 20 cm, grises, intercalado con limoarcillitas de 5-8 cm, fracturadas y moderadamente meteorizadas, ubicado en las coordenadas UTM 17S: 770058E; 9345682N.

3.2. Depósitos Cuaternarios

3.2.1 Depósito coluviodeluvial (Qh-cd): Son aquellos depósitos que se encuentran acumulados al pie de laderas prominentes, como material de escombros constituidos por bloques de gravas, guijarros subredondeados a subangulosos en una matriz areno-limosa que han sufrido transporte. Los depósitos de esta unidad son conformados por material proveniente de movimientos de masa antiguos, como los deslizamientos, avalanchas y derrumbes.

El depósito observado en Nueva Esperanza presenta una granulometría conformada por bolos (3%), cantos (12%) gravas (15%), gránulos (5%), arenas (15%), limos y arcillas (50%). Los fragmentos rocosos presentan forma discoidal y cilíndrica de formas subredondeadas a subangulosas de media a alta plasticidad. El depósito se observa masivo de textura harinosa con litología sedimentaria y una cobertura orgánica de 15 cm. Las arenas se observan sueltas y las gravas medianamente consolidadas (figura 8).



Figura 8. Vista del depósito coluviodeluvial conformado por clastos subredondeados a subangulosos heterométricos con tamaños que van de 0.2- 50 cm. envueltos en una matriz arcillo-limosa, el depósito se muestra húmedo. Coordenadas UTM 18S 2047571E; 8982217N.

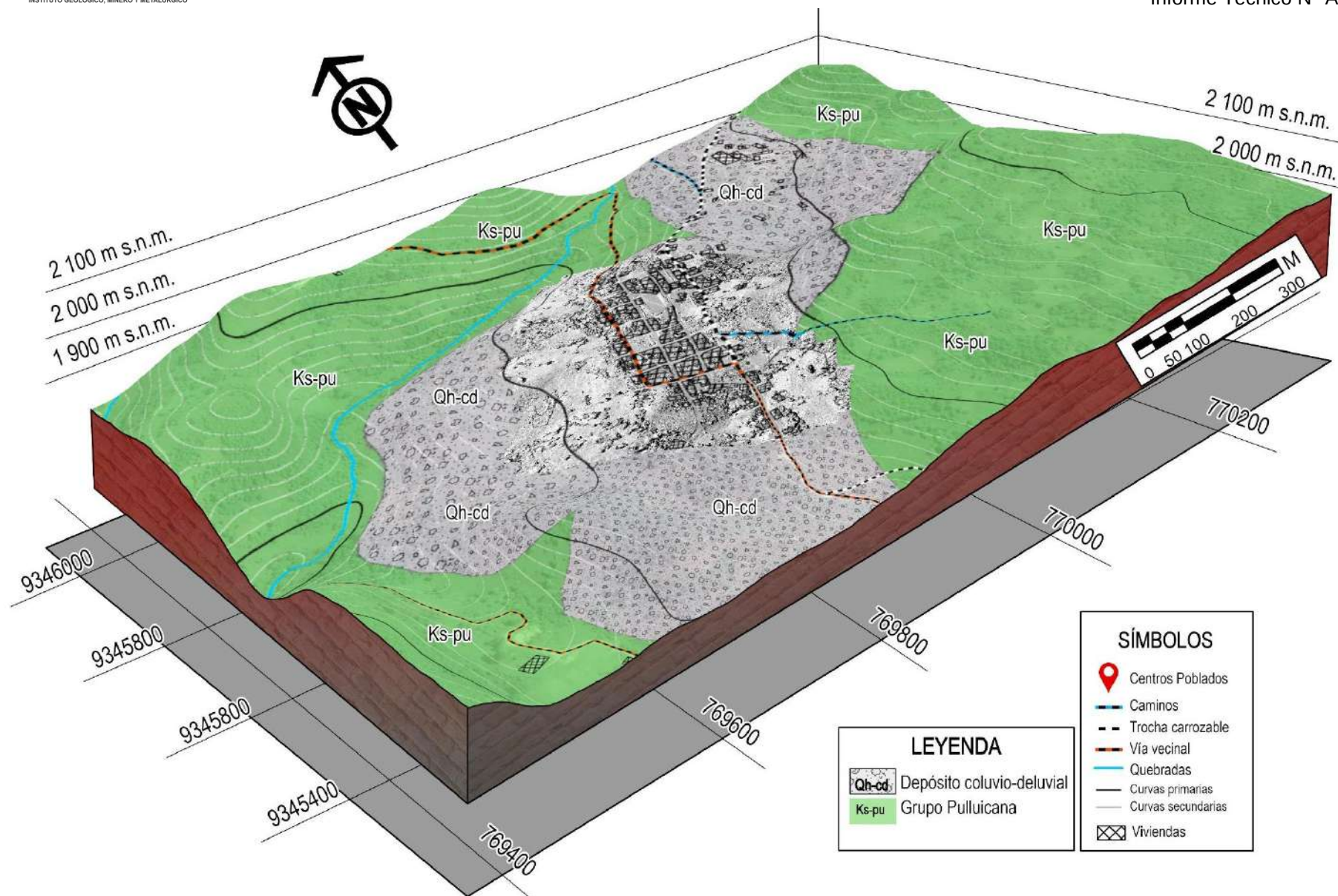


Figura 9. Representación geológica 3D del centro poblado Nueva Esperanza y alrededores.

4. ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Para la caracterización de las unidades geomorfológicas en el centro poblado Nueva Esperanza y alrededores, se usó la publicación de Villota (2005), imágenes satelitales e imágenes obtenidas por vuelo de dron. Además, se consideraron criterios de control como: la homogeneidad litológica y la caracterización conceptual en base a los aspectos del relieve en función a su altura relativa y en relación con procesos de erosión, denudación y sedimentación o acumulación; además se usó como referencia el mapa geomorfológico regional a escala 1:250 000 elaborado por Ingemmet.

4.1. Pendiente del terreno

El análisis de la pendiente del terreno es un parámetro importante en la evaluación de procesos por movimientos en masa; ya que actúa como factor condicionante y dinámico en la generación de movimientos en masa. El C.P. Nueva Esperanza presenta pendientes que varían de moderada (5°-15°), donde se asienta la población, a pendientes fuertes (15°-25°) y muy fuertes (25° -45°) en las partes altas (figura 10). Las alturas en las que se encuentra las viviendas del centro poblado van de 1700 a 2000 m s.n.m. (figura 11).

Tabla 4 Rango de pendientes del terreno

RANGOS DE PENDIENTES		
Pendiente	Rango	Descripción
0°-1°	Llano	Comprende terrenos planos de las zonas de altiplanicie, extremos más distales de abanicos aluviales y torrenciales, bofedales, terrazas, llanuras de inundación fondos de valle y lagunas.
1°a 5°	Inclinación suave	Terrenos planos con ligera inclinación que se distribuyen también a lo largo de fondos de valles, planicies y cimas de lomadas de baja altura, también en terrazas aluviales y planicies.
5°a 15°	Moderado	Laderas con estas inclinaciones se consideran con susceptibilidad moderada a los movimientos en masa de tipo reptación de suelos, flujos de detritos.
15°a 25°	Fuerte	Pendientes que se distribuyen indistintamente en las laderas de las montañas; a su vez, estas inclinaciones condicionan la erosión de laderas en las vertientes o piedemontes, donde se registran procesos de deslizamiento,
25°a 45°	Muy fuerte	Se encuentran en laderas de colinas y montañas sedimentarias, así como terrazas aluviales, que forman acantilados, vertientes de los valles.
>45°	Muy escarpado	Distribución a lo largo de laderas, cumbres de colinas y montañas sedimentarias, así como acantilados, donde se generaron la mayor cantidad de deslizamientos.

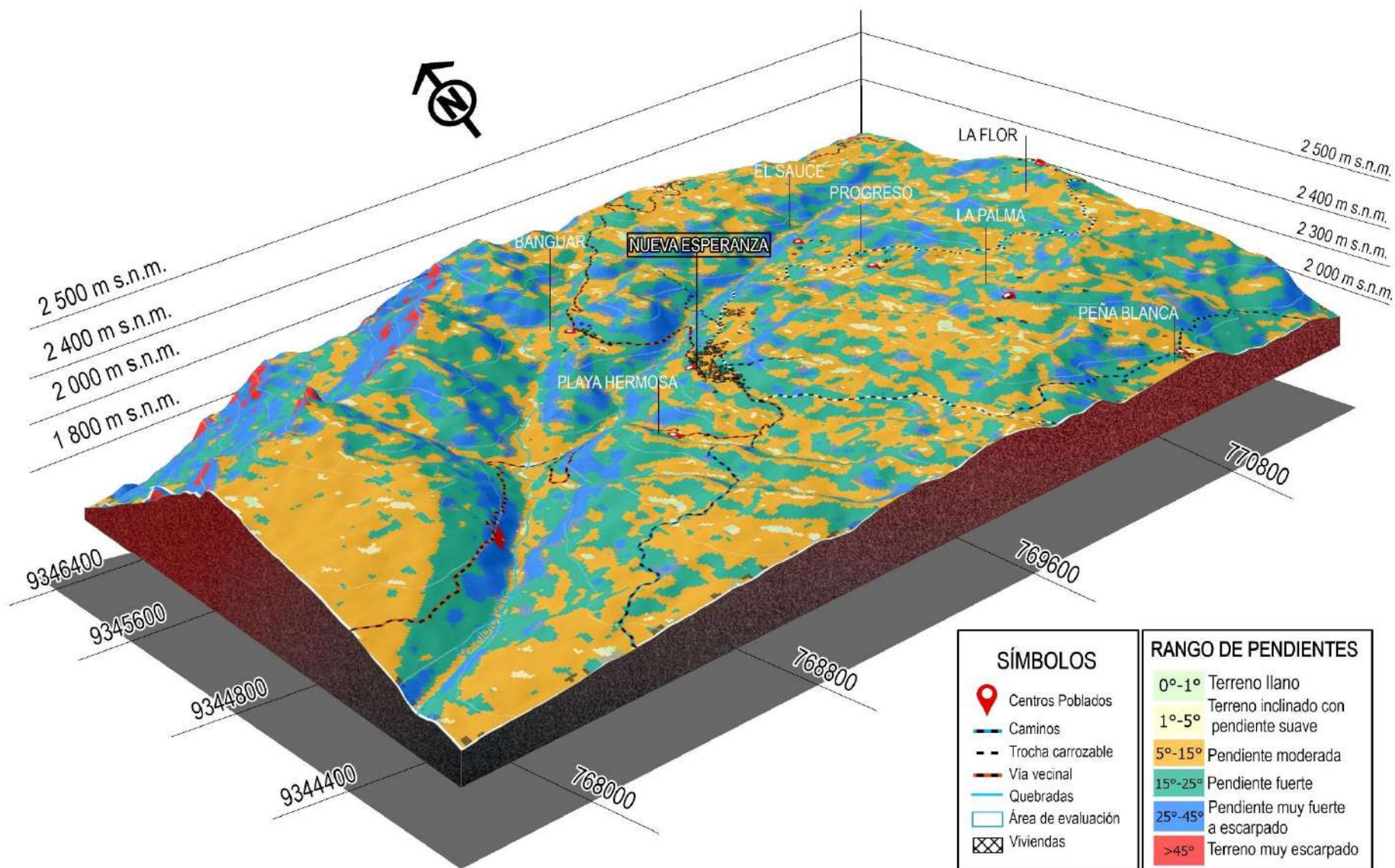


Figura 10. Pendientes del terreno del poblado Nueva Esperanza y alrededores.

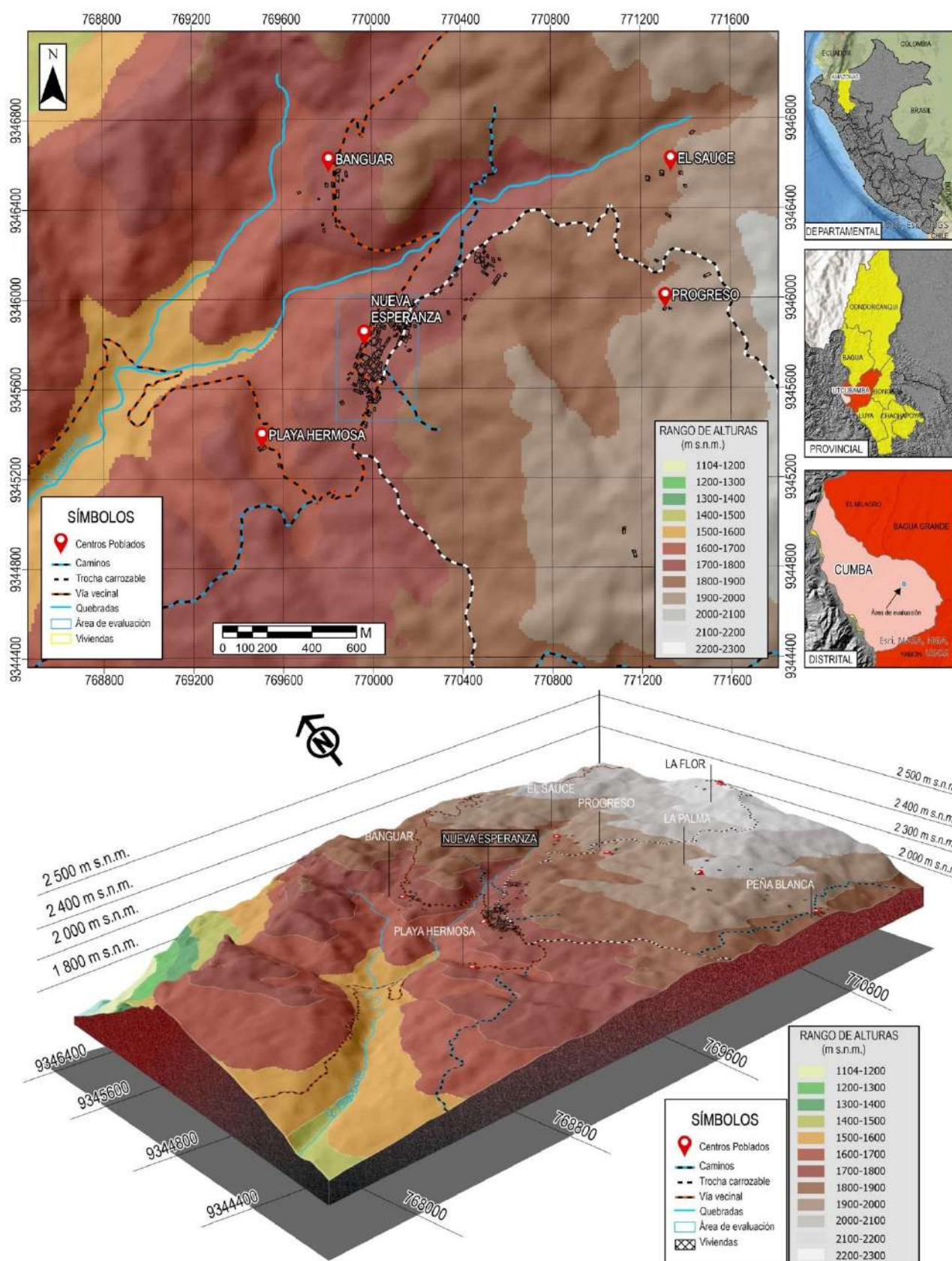


Figura 11. Elevación del terreno del poblado Nueva Esperanza y alrededores.

4.2. Índice topográfico de Humedad

El índice topográfico de humedad (TWI) permite identificar los lugares potenciales donde se concentra la humedad o las zonas de acumulación de aguas de escorrentía superficial. La obtención de este indicador fue realizada mediante una secuencia de análisis de modelos digitales de terreno (MDT) de alta resolución y precisión (obtenido de la fotogrametría del dron) y procesados en SAGA GIS. Se puede observar que la acumulación de escorrentía se da ladera abajo acumulándose en calles viviendas y en partes de menor pendiente (Figura 12).

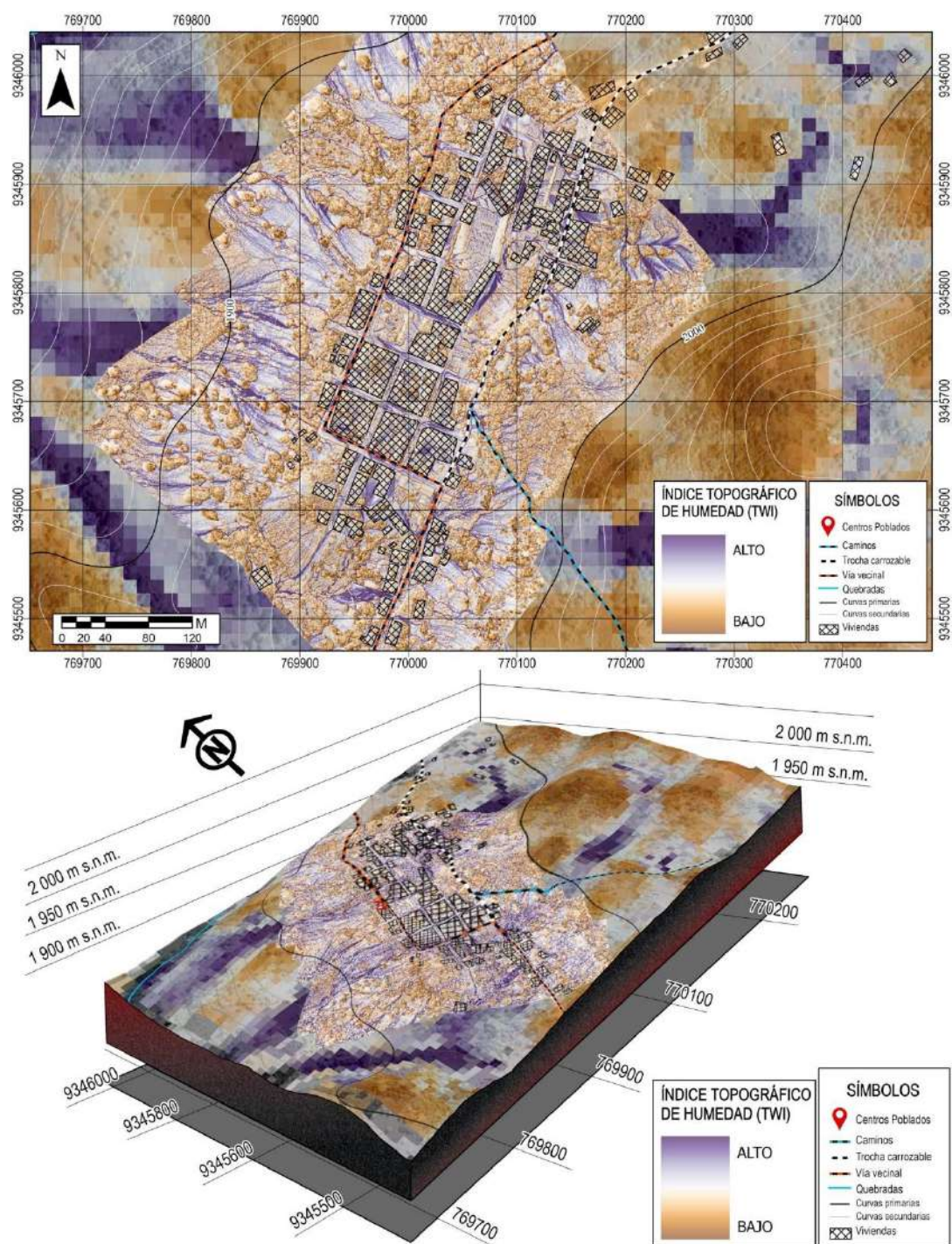


Figura 12. Mapa de acumulación de agua del centro poblado Nueva Esperanza y alrededores

4.3. Unidades Geomorfológicas

Las unidades geomorfológicas registradas en el centro poblado Nueva Esperanza y alrededores comprenden unidades degradacionales, erosionales y unidades depositacionales o agradacionales, las cuales se especifican en la tabla 5.

Tabla 5. Unidades geomorfológicas identificadas

Unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y erosional	
Unidad	Subunidad
Montaña	Montaña en roca sedimentaria (M-rs)
Colina	Colinas en roca sedimentaria (C-rs)
Unidades geomorfológicas de carácter depositacional o agradacional	
Unidad	Subunidad
Vertiente	Vertiente coluviodeluvial (V-cd)
	Vertiente con depósito de deslizamiento (Vdd)
Otros	Cárcava (CR)

4.3.1. Unidades de carácter tectónico degradacional y erosional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de estos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota, 2005).

Unidad de Montaña

Están representadas por relieves con alturas mayores a los 300 m con respecto al nivel base local; diferenciándose las siguientes subunidades según el tipo de roca que las conforman y los procesos que han originado su forma actual, (Villota, 2005).

Subunidad de montañas en roca sedimentaria (M-rs)

Corresponde a las cadenas montañosas donde los procesos denudativos (fluvio-erosionales) afectaron rocas sedimentarias del Grupo Pulluicana. Las montañas se extienden hasta los 2 300 m s.n.m. cubren gran parte de la zona oeste del área de evaluación y cuyas laderas presentan pendientes que varían de moderado a fuerte (15° - 45°). Las viviendas del centro poblado Nueva Esperanza, se encuentran sobre las laderas de estas geoformas. Sus relieves se encuentran asociadas a deslizamientos antiguos y procesos de erosión de laderas.

Subunidad de colinas en roca sedimentaria (M-rs)

Estas geoformas se caracterizan por presentar pendientes suaves a moderadas y una altura menor a 300 m sobre el nivel del terreno circundante. Tienen una base y una cima redondeadas o semiredondeadas y su origen está ligado a procesos de erosión, deposición y a estructuras geológicas como pliegues y fallas. En Nueva Esperanza, las colinas en rocas sedimentarias formadas por calizas son comunes y presentan pendientes que no superan los 45° (figura 13 y 14).



Figura 13. Vista panorámica de las subunidades geomorfológicas que se observan en el C.P. Nueva Esperanza y alrededores: Montaña en roca sedimentaria (M-rs), colinas en roca sedimentaria (C-rs), vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd).

4.3.2 Unidades de carácter depositacional o agradacional

Son resultado del conjunto de procesos geomorfológicos a los que se puede denominar constructivos, determinados por fuerzas de desplazamiento, como por agentes móviles, tales como: el agua de escorrentía, oleaje marino, los vientos, entre otros; los cuales tienden a nivelar hacia arriba la superficie de la tierra, mediante el depósito de materiales sólidos resultantes de la denudación de terrenos más elevados.

Unidades de Vertiente

Corresponde a la acumulación de material muy heterogéneo, constituido por bloques, cantos, arenas, limos y arcilla inconsolidados ubicado en las laderas de las cadenas montañosas; estos depósitos suelen ocupar grandes extensiones. Se identificó las siguientes subunidades:

Subunidad de vertiente coluvio deluvial (V-cd)

Son depósitos inconsolidados, localizados en las laderas de montañas sedimentarias, resultantes de la acumulación de material de origen gravitacional y con influencia de agua. Los principales agentes formadores de esta subunidad son los procesos de erosión de suelos, la gravedad, las lluvias, el viento, agua de escorrentía superficial y son altamente susceptibles a sufrir procesos geodinámicos como deslizamientos y derrumbes. Estas geoformas se encuentran ampliamente desarrolladas en las laderas con pendientes predominantes de fuerte a muy fuerte (25° - 45°) y fáciles de remover.

Subunidad de vertiente con depósito de deslizamiento (V-dd)

La vertiente con depósitos de deslizamiento fue generada por movimientos en masa antiguos relacionados con la geodinámica externa. Este terreno presenta un relieve irregular, con pendientes mayoritariamente fuertes de 25° y donde se reconocen escarpes de movimientos antiguos. La morfología de este depósito es irregular y ondulado, con algunas evidencias de procesos de erosión reciente. Estas características indican movimientos en masa de tipo deslizamiento rotacional antiguos con áreas de acumulación de material.



Figura 14. Vista panorámica de la subunidad geomorfológica Montaña en roca sedimentaria (M-rs), donde se pueden observar las inclinaciones (amarillo) alrededor del centro poblado Nueva Esperanza.

Cárcavas (CR)

Las cárcavas se presentan hacia el NW del centro poblado, cortando colinas en roca sedimentaria y vertiente con depósito de deslizamiento, suelen generar surcos profundos debido al tipo de material y el agua de escorrentía. Estas cárcavas crean una topografía abrupta e irregular, su presencia contribuye a la inestabilidad de la ladera.

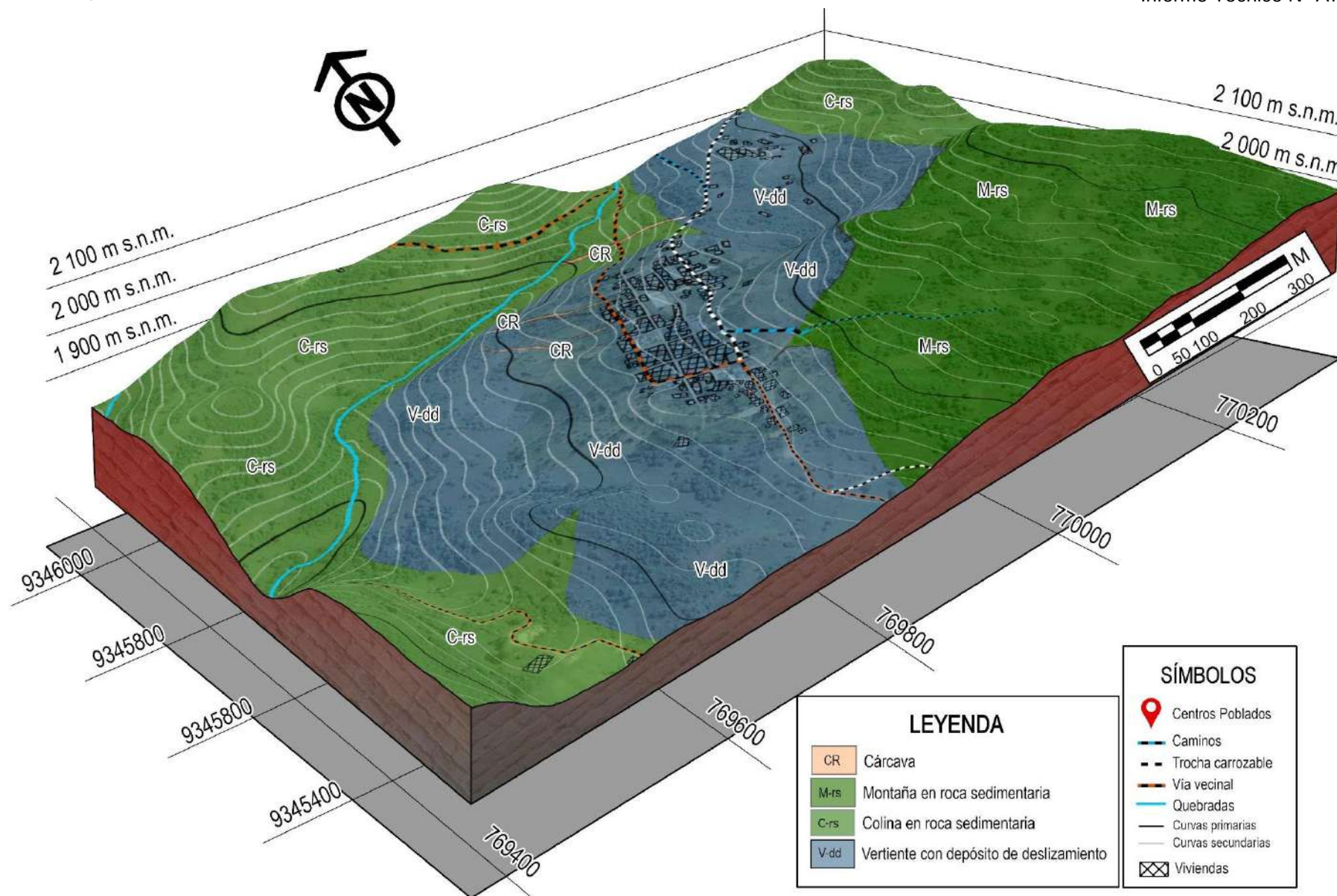


Figura 15. Representación geomorfológica 3D del centro poblado Nueva Esperanza y alrededores.

5. PELIGROS GEOLÓGICOS, GEOHIDROLÓGICOS Y OTROS PELIGROS

Los peligros geológicos por movimientos en masa identificados en el área de estudio son: deslizamientos rotacionales antiguos y erosión de laderas por cárcavas. Además, se registran peligros de tipo geohidrológico por inundaciones pluviales que, durante la temporada de lluvias, comprometen los cimientos de las viviendas. También se han observado hundimientos en el área de evaluación, con la posibilidad de extenderse y generar mayores impactos por colapsos.

La caracterización de estos eventos se llevó a cabo mediante un análisis basado en datos recopilados durante el trabajo de campo. Este incluyó cartografiado geológico y geodinámico, apoyado en observaciones y descripciones realizadas in situ, junto con el uso de GPS y fotografías a nivel del terreno y aéreas tomadas con dron.

Con las evidencias geomorfológicas y litológicas observadas en campo, el área de estudio está asentada sobre un deslizamiento antiguo cuya escarpa se observa semicircular, continua y reforestada de aproximadamente 240m. El basamento rocoso está conformado por calizas del Grupo Pulluicana, cuyas características de disolución favorecen la formación de procesos kársticos, estos podrían inducir a colapsos estructurales y hundimientos.

5.1 Hundimientos

En el área de estudio se han ubicado tres procesos de hundimientos: i) de forma circular de 80 cm de diámetro y 60 cm de profundidad visibles (770040 E; 9345720N); ii) con un diámetro de 30 cm y una profundidad aparente de 1m ubicado en el interior de una vivienda (770032 E; 9345729N); iii) presenta un diámetro de 1.10m y una profundidad aparente de 1.30 m (769979 E; 9345854N); los cuales han sido parcialmente cubiertos con material del entorno (figura 18). Estos procesos se encuentran asociados a la litología, dado que las calizas generan procesos kársticos, término que hace mención del proceso de disolución que afectan rocas carbonatadas y forman relieves característicos (figura16). El progreso de disoluciones en áreas subsuperficiales y profundas tiene lugar mediante percolación de aguas a través de discontinuidades (diaclasas, fracturas y planos de estratificación).

Las calizas susceptibles de ser disueltas presentan una red de fisuras interconectadas lo suficientemente densa como para que el agua se mueva entre ellas. Los factores que condicionan la evolución de los procesos kársticos son el clima, la temperatura, cantidad y régimen de las precipitaciones, el relieve, la vegetación, la matriz rocosa, la estratigrafía; con frecuencia estos factores se encuentran interrelacionados; sin embargo, los procesos más importantes son la solubilidad de la roca y las discontinuidades. De acuerdo con Waltham y Fookes (2003), los principales elementos de diagnóstico del relieve kárstico son las dolinas, simas y sumideros, unificados todos ellos como depresiones situadas en la superficie por erosión en torno a un punto de drenaje interno. Se pueden mencionar seis tipos de sumideros cada uno con su propio mecanismo de formación (figura 17).

En Nueva Esperanza, algunas viviendas presentan cavidades y depresiones con diferentes longitudes de donde emergió agua durante las lluvias de abril-mayo del 2024; según manifestaciones de los pobladores, el agua emerge de forma continua y en grandes cantidades, además, hay sonidos que asemejan pequeños “ríos ” debajo de los pisos de las viviendas, lo que se puede interpretar como la formación de una red de fisuras

interconectados que podrían asociarse a procesos kársticos y a la posible generación de dolinas de colapso.

La existencia de estas unidades morfodinámicas en la zona de estudio, se pueden observar por las características de las rocas calizas las cuales se observan fracturadas, con discontinuidades, moderadamente meteorizadas y erosionadas; según los pobladores, la surgencia de agua de las cavidades se ha dado después de 10 años, sin embargo, hay cavidades específicas (769994E; 9345854N), donde las surgencias se dan constantemente en épocas de lluvias (diciembre - mayo).

El proceso de karstificación estaría coadyuvado por la infiltración de aguas de escorrentía superficial que discurren ladera abajo por las calles del poblado. Actualmente, los procesos por hundimiento identificados en el área evaluada fueron parcialmente rellenados por los pobladores, sin embargo, es posible visualizar parte de estos (figuras 18 y 19). Además, se ha identificado un sumidero que según los pobladores mantiene siempre el mismo nivel de agua y de donde se suele extraer para diferentes usos (figura 19).

Asociados a los sumideros se producen fenómenos de disolución, colapso o subsidencia, lo que representa una característica constante de todos los terrenos kársticos, además de las fisuras abiertas, cavernas o galerías que podrían existir en profundidad; la presencia de estos indicios sugiere la posibilidad de posibles colapsos futuros, razón por la cual se requieren estudios geofísicos para la caracterización del subsuelo.



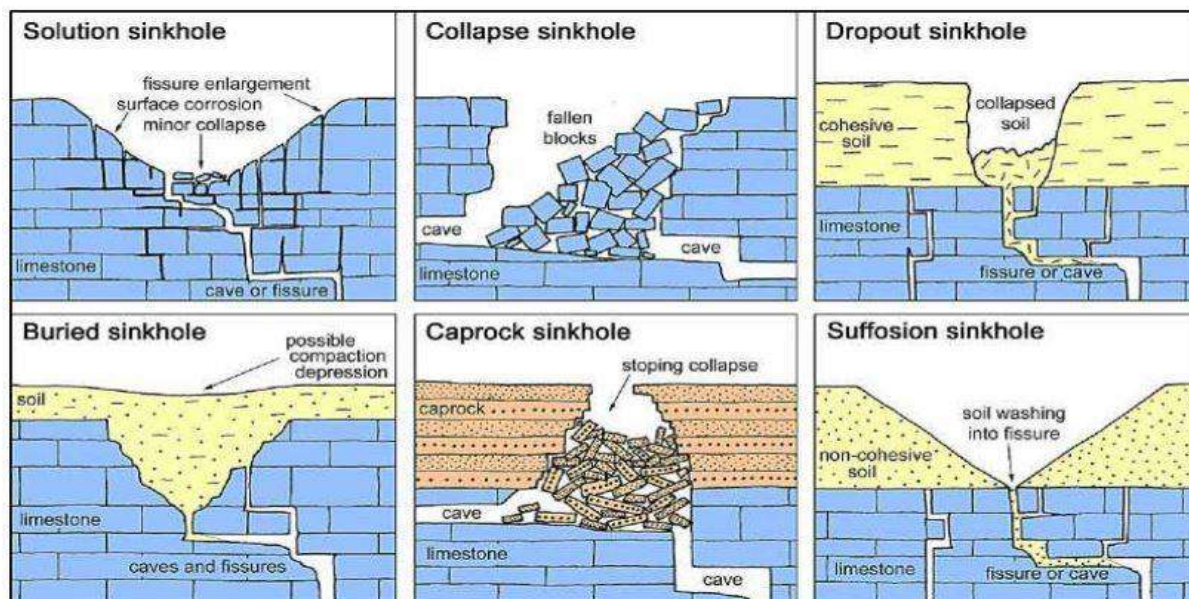


Figura 17. Diferentes tipologías de sumideros. Waltham y Fookes (2003)



Figura 18. Hundimientos localizados en C.P Nueva Esperanza



Figura 19. Sumidero de agua, según los pobladores el nivel de agua se mantiene constante en sequía y en temporada de lluvias supera el nivel y el agua discurre ladera abajo. Coordenadas UTM 18S: 770058E; 9345724N



Figura 20. Vista de los desniveles de terreno en diferentes viviendas. **A.** Parcialmente relleno. **B.** Piso de vivienda con cavidades. **C.** Base de escalera de vivienda fue subsanada **D.** Pared de vivienda, subsanada. **E.** Base de muro de vivienda, se observa discurrimiento constante de agua. **F.** Socavamiento del terreno junto al muro de una vivienda.

5.2 Inundación pluvial

Los peligros geohidrológicos, como son las inundaciones pluviales, están vinculados a un proceso de escorrentía. Estos fenómenos ocurren cuando el agua de las precipitaciones, el deshielo u otras fuentes fluye sobre la superficie terrestre con tendencia a acumularse en áreas bajas o planas, con déficit o ausencia de escorrentía superficial. El comportamiento de la escorrentía depende de diversos factores, como la topografía, el tipo de suelo, la vegetación y la intensidad de las precipitaciones. Además, se pueden distinguir distintos tipos de escorrentía según su origen, como la superficial, la subsuperficial o la subterránea, cada una con características y efectos particulares en el entorno.

En el centro poblado Nueva Esperanza existe una escorrentía mixta, una de tipo subterránea (precipitación que se infiltra hasta el nivel freático). El segundo es de tipo superficial o directa, en este caso la precipitación no se infiltra, llegando a la red de drenaje desplazándose sobre el terreno por acción de la gravedad, el flujo no se almacena o estanca en las depresiones del suelo y presenta bajo grado de evapotranspiración; cuando la capacidad de infiltración es inferior a la intensidad de la lluvia, el agua comenzará a moverse por la superficie del terreno formando una capa de agua que puede ser delgada o de mayor espesor dependiendo de las irregularidades y características del terreno provocando inundaciones, según los pobladores el agua se acumula en viviendas y calles del poblado, las surgencias de agua en algunas viviendas contribuyen al aumento del peligro por inundación y aumenta el riesgo de daños en las infraestructuras de las viviendas (figuras 22, 23, 24, 25 y 26).

Para estimar la distribución de la escorrentía sobre la superficie se usan los mapas de direcciones de flujo. Esta herramienta calcula la dirección hacia donde fluirá el agua usando la pendiente del terreno, basado en un modelo digital de terreno (figura 21).

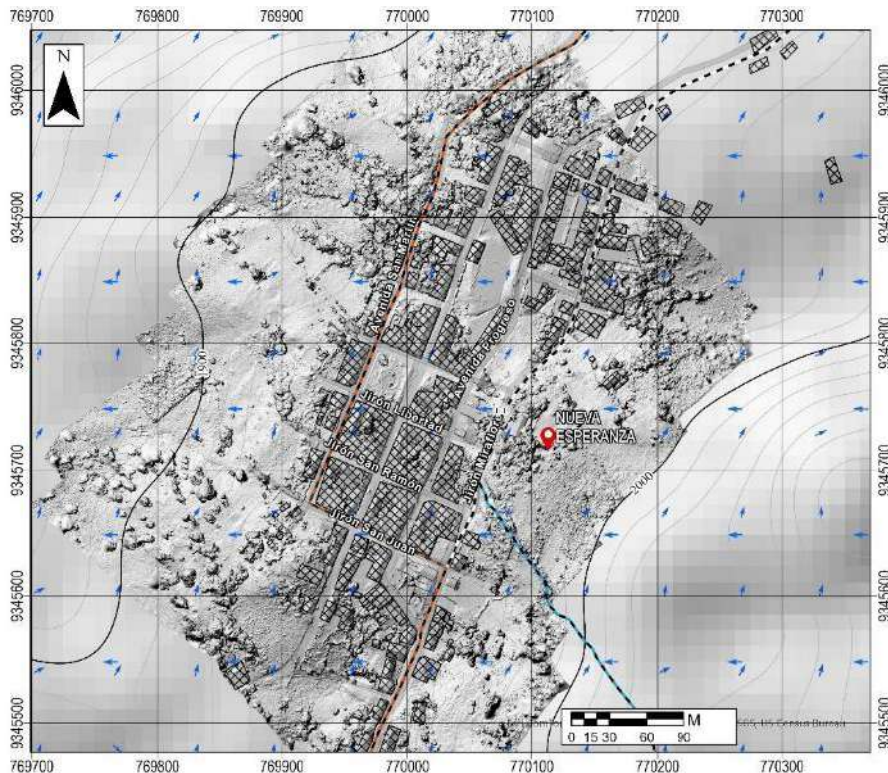


Figura 21. Dirección de flujo, en flechas azules se observa la dirección del agua proveniente de las precipitaciones.



Figura 22. Vista del mismo punto y flujo de agua. **A.** Durante las lluvias de abril-mayo del 2024. **B.** Imagen tomada en noviembre, 2024.



Figura 23. Vista del discurrimento de agua por un canal natural, la acumulación de agua se centra en ciertas áreas y principalmente viviendas debido a las zonas de pendiente baja. **A.** Vista ladera abajo por donde fluye el agua. **B.** fotografía tomada por pobladores, mayo, 2024.



Figura 24. Vivienda afectada, el nivel de agua 8cm. Fotografía proporcionada por pobladores, mayo, 2024.



Figura 25. Filtraciones de agua a través de la pared de una vivienda. Fotografía proporcionada por pobladores, mayo, 2024.



Figura 26. Surgencia de agua a través de cavidades en el piso de vivienda. Fotografía proporcionada por pobladores, mayo, 2024.



Figura 27. Canal temporal hecha por los pobladores para evitar la acumulación de agua. Fotografía tomada en mayo, 2024.

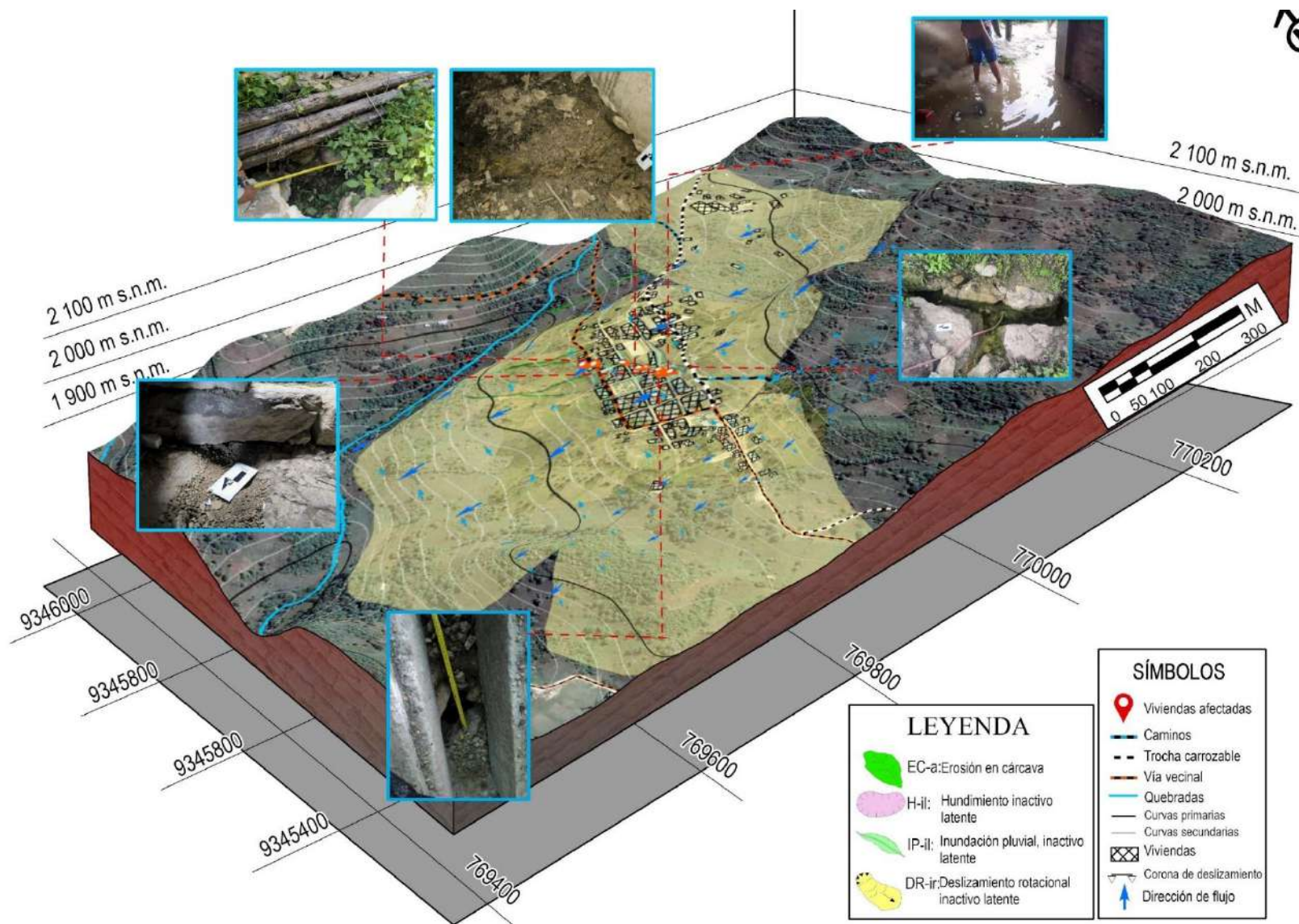


Figura 28. Representación 3D de los peligros geológicos que afectan el centro poblado Nueva Esperanza y alrededores

5.3 Afectaciones en el poblado de Nueva esperanza

El centro poblado de Nueva Esperanza viene siendo afectado principalmente en la infraestructura de las viviendas, calles y caminos. Estos daños son generados por los procesos de inundación, hundimientos y surgencia de agua de distintos puntos. Las viviendas afectadas, presentan cavidades por donde el agua, en épocas de lluvias intensas, aflora; la acumulación afecta los cimientos, lo que puede conllevar daños estructurales y posibles colapsos de paredes (figuras 29, 30, 31, 32 y 33).



Figura 29. Vista de vivienda con tres cavidades por donde aflora agua en época de lluvias. **A.** imagen tomada en mayo 2024. **B.** Fotografía noviembre 2024. Coordenadas referenciales UTM WGS84, 17S: E: 770032; N: 9345729.



Figura 30. Vista del afloramiento de agua del piso vivienda. **A.** imagen tomada en mayo 2024. **B.** Fotografía noviembre 2024. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 770032; N: 9345729.



Figura 31. Vista del piso de vivienda, se observa desnivel por hundimiento. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 770032; N: 9345729.



Figura 32. Vista de vivienda con paredes de adobe que se observa hundimiento. Coordenadas referenciales UTM WGS-84, 18S: E: 769994; N: 9345854.



Figura 33. Vista de los vivienda afectada con grietas de 10-30cm. El suelo se encuentra húmedo por la filtración de agua.



Figura 34. Distribución de las viviendas afectadas en el C.P. Nueva Esperanza.

5.4 Factores condicionantes

Se describen los factores que condicionan la ocurrencia de peligros geológicos y geohidrológicos, así como las manifestaciones de filtraciones de agua a través de los pisos y paredes de viviendas del poblado.

a) Factor litológico

- El substrato rocoso conformado por calizas que se encuentran medianamente fracturadas y moderadamente meteorizadas y erosionadas, permiten una mayor infiltración y retención de agua de lluvia al terreno, aumentando el nivel freático hasta llegar a superficie. Las calizas tienden a disolverse ocasionando procesos de Karstificación, favoreciendo los procesos por hundimientos generando inestabilidad.

b) Factor geomorfológico

- Las geoformas vertientes con depósito de deslizamiento contribuyen a la inestabilidad de la ladera ya que estos depósitos antiguos, al estar parcialmente consolidados pueden ser removidos fácilmente por acción de agua de lluvia provocando derrumbes, deslizamientos y/o formación de cárcavas.
- Las laderas de montañas y colinas sedimentarias presentan pendientes moderadas a muy fuertes (5° - 45°), lo cual facilita la remoción de material suelto y escorrentía mixta del agua hacia el centro poblado.

c) Factor antrópico

- Para el asentamiento de viviendas se han disminuido las pendientes alterando su estructura natural y creando áreas llanas que facilitan la acumulación de agua provenientes de las precipitaciones pluviales y la escorrentía superficial.

5.5 Factores desencadenantes

- Las precipitaciones intensas o prolongadas saturan los suelos y debilitan la cohesión del material en las laderas, lo que incrementa la probabilidad de formación de cárcavas, además el flujo de agua superficial a favor de la pendiente en temporada de lluvias arrastra sedimentos y materiales sueltos.
- Las precipitaciones excepcionales como la ocurrida el 7 de mayo del 2024, ocasionó aumento de escorrentía superficial formando flujos, pero además hubo infiltración saturación de terreno y surgencia de aguas de pisos y paredes de viviendas.
- Los movimientos sísmicos pueden ocasionar colapsos cuando existen procesos de karstificación.

6. CONCLUSIONES

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

- a) La unidad litoestratigráfica que aflora en el sector evaluado corresponde a rocas calizas del Grupo Pulluicana, estas se encuentran medianamente fracturadas, con un espaciamiento entre 2 a 4 cm y aberturas 0.2 a 4 cm, de persistencia baja con tres familias de discontinuidades, moderadamente meteorizadas y erosionadas.
- b) Geomorfológicamente, el centro poblado Nueva Esperanza se ubica sobre montañas y colinas en roca sedimentaria cuyas laderas tienen una variación de pendiente que van de moderadas a muy fuertes (5°-45°). Alrededor del poblado se presentan además las geoformas: Vertiente coluviodeluvial, vertiente con depósito de deslizamiento y cárcavas.
- c) Los factores condicionantes para la ocurrencia de peligros geológicos por hundimiento son: la litología compuesta por rocas calizas (disolubles en presencia de agua ligeramente ácidas) y las pendientes del área que van de moderadas a muy fuertes (5°-45°) facilitando la acumulación de agua de escorrentía; mientras que para la inundación pluvial es el relieve modificado (disminución de las pendientes) en áreas de asentamiento de la población y viviendas.
- d) Los factores desencadenantes para la ocurrencia de peligros geológicos por hundimiento son: lluvias intensas y acumulación de agua que facilitan los procesos de disolución de la roca y el proceso de karstificación generando inestabilidad; mientras que para el peligro geohidrológico por inundación pluvial son las lluvias intensas, ya que, las filtraciones ocasionan afloramiento de agua de los pisos de las viviendas y paredes que, sumado a la escorrentía superficial, incrementan la acumulación de agua.
- e) Por las condiciones geológicas y geomorfológicas, el área evaluada del centro poblado Nueva Esperanza es considerado como zona de **peligro alto a muy alto** ante la ocurrencia del peligro geohidrológico por inundación pluvial y por hundimiento, cuyos desencadenantes son las lluvias intensas y la disolución de las rocas Calizas.

7. RECOMENDACIONES

En base a la evaluación de peligros geológicos realizada en el presente informe, se brindan las siguientes recomendaciones:

- a) Implementar redes de drenaje superficial transversales y longitudinales revestidos que permitan una evacuación controlada del agua de escorrentía, evitando la acumulación en áreas susceptibles. Estos trabajos deben ser realizados por especialistas.
- b) Reubicar a las familias cuyas viviendas se encuentran directamente afectadas, donde ocurren surgencias de agua y presentan cavidades, las cuales se encuentran en riesgo de colapso ante un evento sísmico y lluvias intensas.
- c) Realizar un monitoreo constante del estado del suelo y aparición de nuevos hundimientos, sumideros, grietas o cavidades, así como de los cimientos de las viviendas.
- d) Realizar un estudio geofísico en el centro poblado, utilizando métodos de tomografía eléctrica y/o MASW, con el fin de determinar la presencia de nivel freático del agua y la presencia de procesos kársticos (cavernas y galerías), determinando su extensión y morfología. Estos trabajos deben ser realizados por especialistas con experiencia en este tipo de estudios.
- e) Construir zanjas de captación, para drenar las aguas de escorrentía hacia quebradas cercanas de esta manera evitar que el agua siga filtrando ladera abajo hacia viviendas y terrenos; trabajo que debe ser realizado por especialistas.
- f) Realizar la evaluación del riesgo (EVAR) de desastres por Hundimientos e inundación pluvial según normatividad vigente, con apoyo de especialistas acreditados, para determinar las áreas de riesgo y ratificar las medidas estructurales propuestas.
- g) Realizar actividades de sensibilización y concientización dirigidas a la población de Nueva Esperanza, con el fin de informarles sobre los peligros a los que se encuentran expuestos y sobre cómo los procesos descritos influyen de forma sustancial sobre sus viviendas de esta manera contribuir con la preparación del poblado ante nuevos peligros.

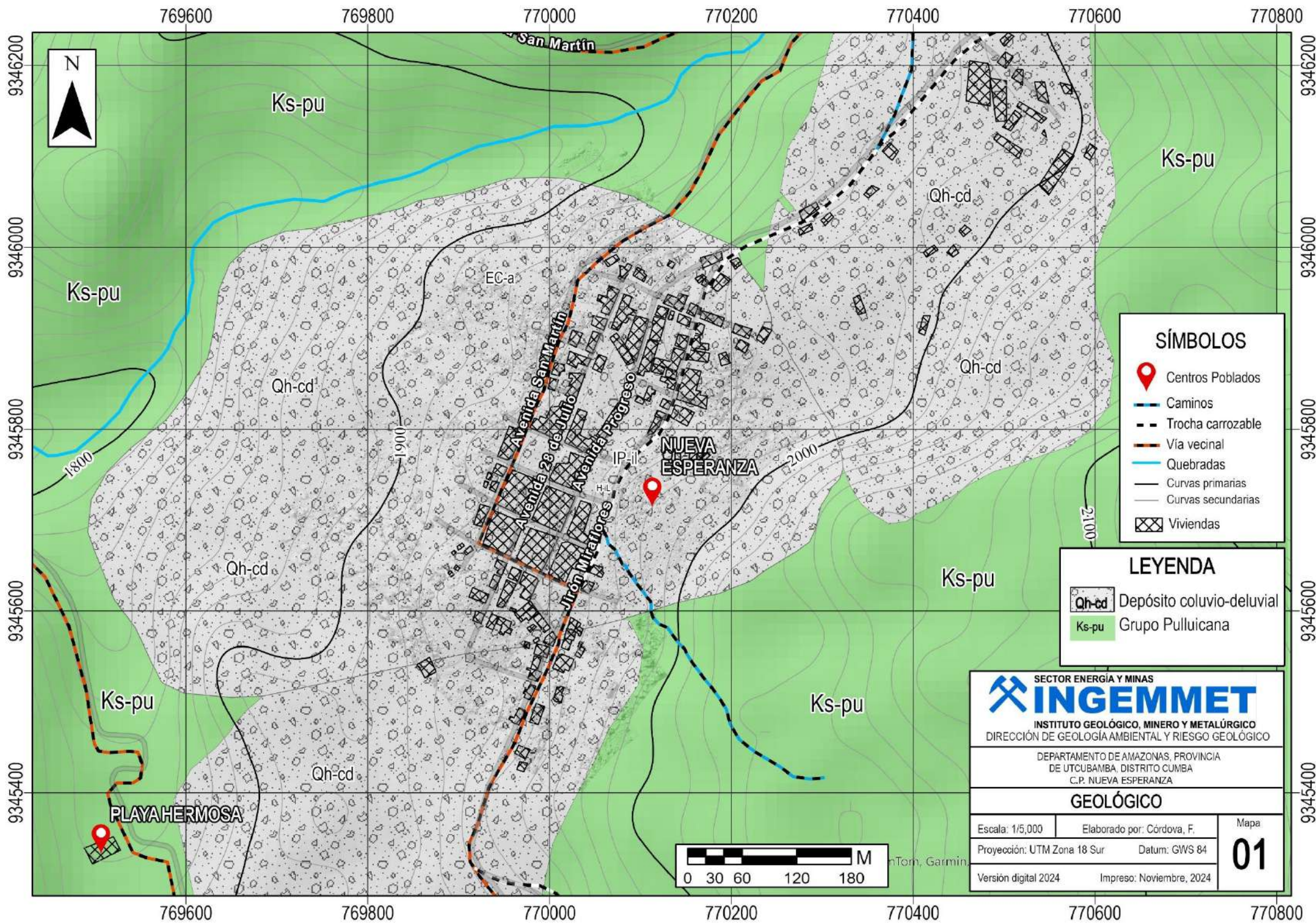

Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET

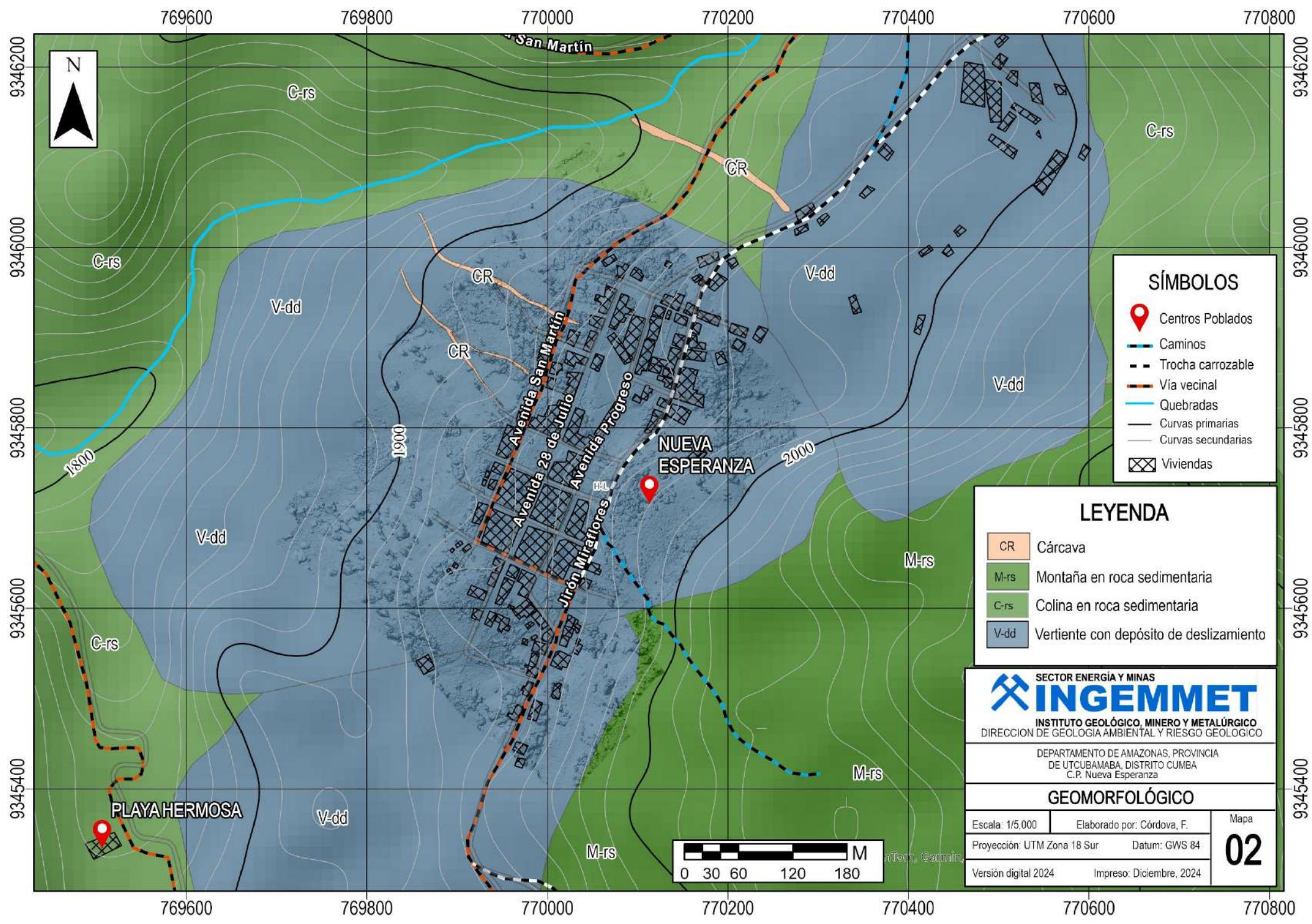

Ing. Luis León Ordáz

8. BIBLIOGRAFÍA

- Cruden, D.M. & Varnes, D.J. (1996). Landslides Types and Processes in Turner, A.K and Schuster, R.L. Editores (1996). Landslides Investigation and Mitigation, Special Report 247, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., 672 p.
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (2022). “Evaluación de peligros geológicos en la localidad de Nuevo Aserradero”, distrito Jamalca, provincia Utcubamba, departamento Amazonas. Lima: Ingemmet, Informe Técnico N° A7300, 33p.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI (2017) – Directorio nacional de Centros Poblados. Censos Nacionales 2017: XII de Población; VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. (Consulta: noviembre 2021). Disponible en: <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Medina, L; Vilchez, M.& Dueñas, S. (2009). “Riesgos geológicos en la región Amazonas”. Boletín Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica; n° 39. Ingemmet. 205 p., 9 mapas <https://hdl.handle.net/20.500.12544/244>
- Medina, L. & Dueñas, S (2007). “Informe de zonas críticas región Amazonas”. Informe Técnico N A6545, Ingemmet, 69p
- Perú. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016) - Decreto supremo N° 003-2016-VIVIENDA: Decreto supremo que modifica la norma técnica E.030 “diseño sismoresistente” del reglamento nacional de edificaciones, aprobada por decreto supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con decreto supremo N° 002-2014-VIVIENDA. El peruano, Separata especial, 24 enero 2016, 32 p.
- 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
- Senamhi. (2020). Climas del Perú - Mapa de Clasificación Climática Nacional. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>.
- Sánchez, A.; Dávila, D. & De La Cruz, N. (1996) - Geología del Cuadrángulo de Jaén, hoja: 12-f. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, 62, 110 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/18>
- Villota, H. (2005). Geomorfología Aplicada a Levantamientos Edafológicos y Zonificación Física de Tierras (2a ed.). Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

ANEXOS





SÍMBOLOS

- Centros Poblados
- Caminos
- Trocha carrozable
- Vía vecinal
- Quebradas
- Curvas primarias
- Curvas secundarias
- Viviendas

LEYENDA

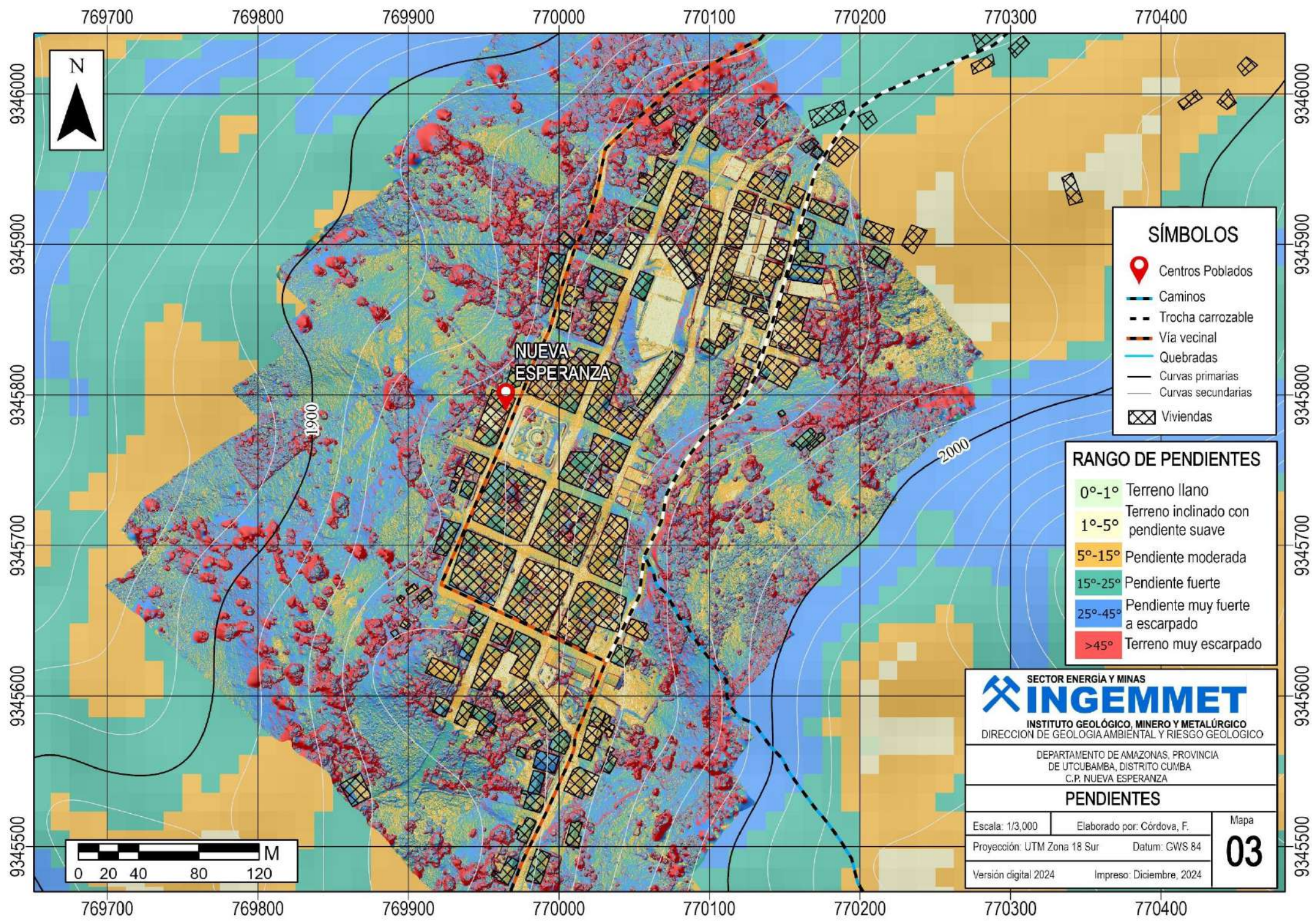
- CR Cárcava
- M-rs Montaña en roca sedimentaria
- C-rs Colina en roca sedimentaria
- V-dd Vertiente con depósito de deslizamiento

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
INSTITUTO GEOLOGICO, MINERO Y METALURGICO
DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, PROVINCIA DE UTCUBAMABA, DISTRITO CUMBA
C.P. Nueva Esperanza

GEOMORFOLÓGICO

Escala: 1/5,000	Elaborado por: Córdova, F.	Mapa
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: GWS 84	02
Versión digital 2024	Impreso: Diciembre, 2024	



SÍMBOLOS

- Centros Poblados
- Caminos
- Trocha carrozable
- Vía vecinal
- Quebradas
- Curvas primarias
- Curvas secundarias
- Viviendas

RANGO DE PENDIENTES

- 0°-1° Terreno llano
- 1°-5° Terreno inclinado con pendiente suave
- 5°-15° Pendiente moderada
- 15°-25° Pendiente fuerte
- 25°-45° Pendiente muy fuerte a escarpado
- >45° Terreno muy escarpado



SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO

DIRECCION DE GEOLOGIA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLOGICO

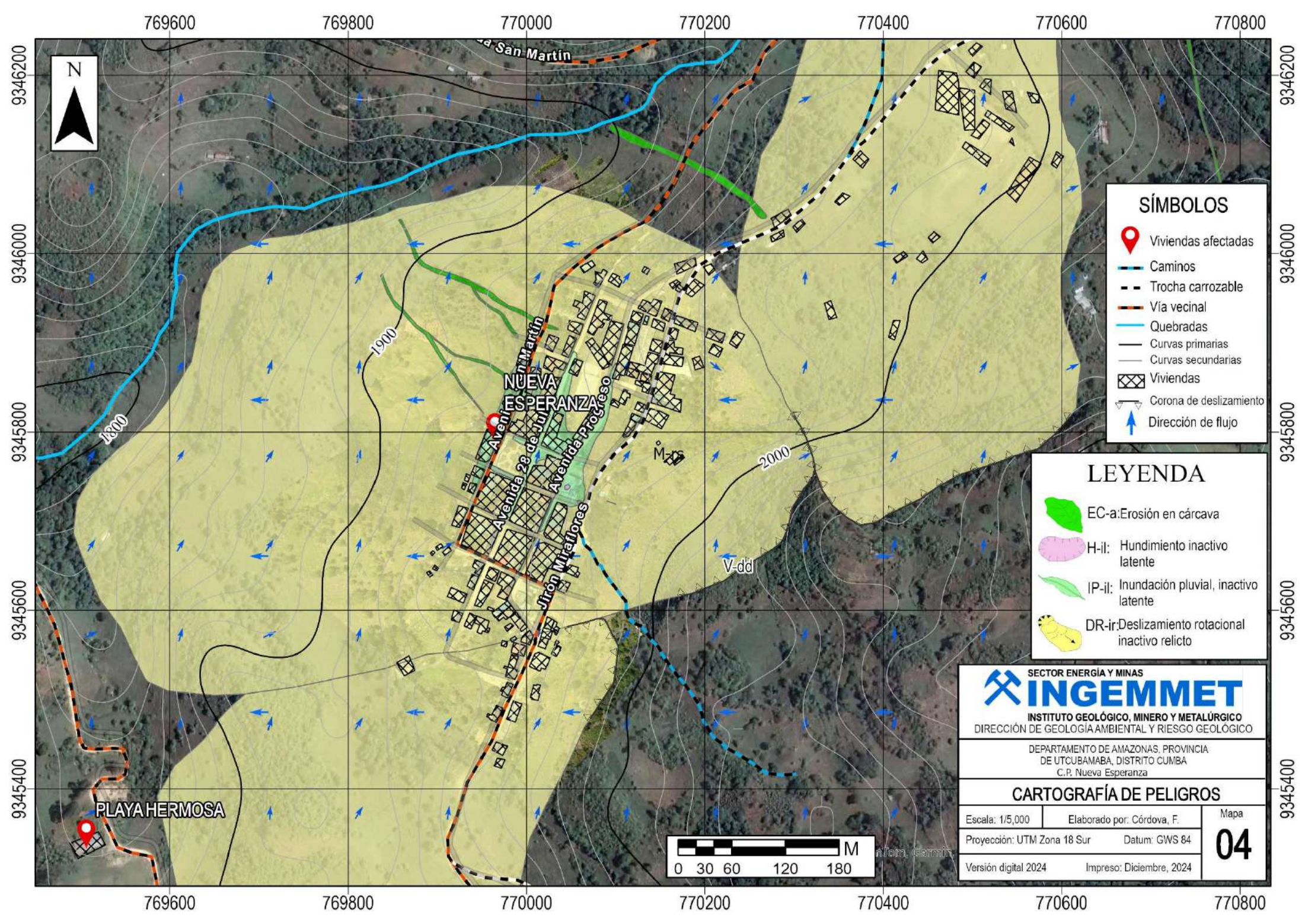
DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, PROVINCIA DE UTCUBAMBA, DISTRITO CUMBA

C.P. NUEVA ESPERANZA

PENDIENTES

Escala: 1/3,000	Elaborado por: Córdova, F.	Mapa 03
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: GWS 84	
Versión digital 2024	Impreso: Diciembre, 2024	





SÍMBOLOS

- Viviendas afectadas
- Caminos
- Trocha carrozable
- Vía vecinal
- Quebradas
- Curvas primarias
- Curvas secundarias
- Viviendas
- Corona de deslizamiento
- Dirección de flujo

LEYENDA

- EC-a: Erosión en cárcava
- H-il: Hundimiento inactivo latente
- IP-il: Inundación pluvial, inactivo latente
- DR-ir: Deslizamiento rotacional inactivo relicto

SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET

INSTITUTO GEOLÓGICO, MINERO Y METALÚRGICO
 DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

DEPARTAMENTO DE AMAZONAS, PROVINCIA
 DE UTCUBAMABA, DISTRITO CUMBA
 C.P. Nueva Esperanza

CARTOGRAFÍA DE PELIGROS

Escala: 1/5,000	Elaborado por: Córdova, F.	Mapa
Proyección: UTM Zona 18 Sur	Datum: GWS 84	04
Versión digital 2024	Impreso: Diciembre, 2024	