

# Geomorfología como herramienta de zonificación: Caso Chalaypampa, Angares – Huancavelica

## Geomorphology as a zoning tool: Case Chalaypampa, Angares – Huancavelica

Christian León Ruiz<sup>1,a</sup>, Jair Alfredo Garay Vásquez<sup>1,b</sup>, Henry Edinson Garay Vera<sup>1,c</sup>, Odilfo Goicochea Chávez<sup>1,d</sup>, Tony Mendoza Rosales<sup>1,e</sup>, Jesús Alberto Torres Guerra<sup>1,f</sup>

Recibido: 14/03/2022 - Aprobado: 16/09/2022 – Publicado: 31/12/2022

### RESUMEN

La investigación corresponde al análisis geológico, geomorfológico y geodinámico del sector Chalaypampa como nueva área urbana para la reubicación de la centro político del distrito de Chincho, en la provincia de Angares, en el departamento de Huancavelica, por presentar peligro inminente para la integridad física y psicológica de las familias que habitan en la zona urbana actual de dicho distrito considerado como riesgo alto como consecuencia de una falla geológica identificada y su relación con intensas lluvias en la zona. La metodología desarrollada es descriptiva correlacional, basado en la observación, que permite puntualizar y describir las características y fenómenos bajo contextos geológicos que se presentan en el entorno de investigación mientras se evalúan las variables que condicionan de cada espacio físico en el tiempo. El distrito de Chincho fue calificado de riesgo alto, por el Gobierno Regional de Huancavelica, y verificado por el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), por lo es que de suma importancia para la zona urbana del distrito una pronta reasignación en un sector que tenga las condiciones geológicas y geomorfológicas adecuadas para la planificación urbana. Esta evaluación concluye que el sector de Chalaypampa presenta las condiciones necesarias para el reasentamiento considerando ciertas limitaciones que se presentan en la presente investigación.

**Palabras claves:** Reubicación; condiciones geomorfológicas; planificación urbana; reasentamiento; condiciones geológicas.

### ABSTRACT

The investigation corresponds to the geological, geomorphological and geodynamic analysis of the Chalaypampa sector as a new urban area for the relocation of the political center of the Chincho district, in the Angares province, in the Huancavelica department, for presenting imminent danger to the physical and psychological integrity of the families that they live in the current urban area of said district considered high risk as a consequence of an identified geological fault and its relationship with intense rains in the area. The methodology developed is descriptive correlational, based on observation, which allows specifying and describing the characteristics and phenomena under geological contexts that occur in the research environment while evaluating the variables that condition each physical space over time. The district of Chincho was classified as high risk, by the Regional Government of Huancavelica, and verified by the Geological, Mining and Metallurgical Institute (INGEMMET), so it is of the utmost importance for the urban area of the district a prompt reassignment in a sector that has the appropriate geological and geomorphological conditions for urban planning. This evaluation concludes that the Chalaypampa sector presents the necessary conditions for resettlement considering certain limitations that are presented in this investigation.

**Keywords:** Relocation; geomorphological conditions; urban planning; resettlement; geological conditions.

1 Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Unidad de Posgrado. Lima, Perú.

a Ingeniero Geólogo. Autor para correspondencia: [christian.leon5@unmsm.edu.pe](mailto:christian.leon5@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1317-8532>

b Ingeniero Civil. E-mail: [jair.garay@unmsm.edu.pe](mailto:jair.garay@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9960-790X>

c Ingeniero Geólogo. E-mail: [henry.garay@unmsm.edu.pe](mailto:henry.garay@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0371-3797>

d Ingeniero Geólogo. E-mail: [odilfo.goicochea@unmsm.edu.pe](mailto:odilfo.goicochea@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4097-0098>

e Ingeniero Civil. E-mail: [tony.mendoza@unmsm.edu.pe](mailto:tony.mendoza@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1809-7934>

f Ingeniero Geólogo. E-mail: [jtorresgu@unmsm.edu.pe](mailto:jtorresgu@unmsm.edu.pe) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8186-5249>

## I. INTRODUCCIÓN

El distrito de Chincho, provincia de Angares, departamento de Huancavelica, ha venido sufriendo reiteradas oportunidades de los deslizamientos de lodos y materiales debido a una falla geológica activa y a las intensas lluvias en la zona que han perjudicado reiteradas veces al poblado, constituyendo un peligro inminente para la integridad física y psicológica de las familias que habitan en la zona considerado como riesgo alto (Luza Huilca & Sosa Senticala, 2016, p. 15). Ante esta realidad se ha optado por el reasentamiento de la capital del distrito de Chincho hacia el sector de Chalaypampa. El centro del área de estudio se encuentra aproximadamente en las coordenadas UTM E 568018 y N 8566290, siendo un área aproximada de 27 ha. A una altitud promedio referencial de 3190 m.s.n.m.

La presente investigación corresponde al estudio geológico, geomorfológico y geodinámico del área con fines de ocupación urbana sobre un terreno de 27 hectáreas en el sector de Chalaypampa para el reasentamiento de la capital del distrito de Chincho.

Con fecha 30 de abril del 2015, el inspector Técnico de la Oficina Regional de Defensa Civil Nacional Seguridad Ciudadana y Defensa Civil del Gobierno Regional de Huancavelica, emite el informe correspondiente sobre la estimación de riesgo de la zona urbana del Distrito de Chincho, constituyendo peligro inminente para la integridad física y psicológica de las familias que habitan en la zona de falla considerado como riesgo alto, generando deslizamientos y derrumbes como consecuencia de lluvias intensas en la zona.

Con fecha 16 de agosto del 2019, la Municipalidad distrital de Chincho, mediante oficio solicitó al Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, el análisis de riesgos geológicos en la zona de Chalaypampa, sector propuesto de reasentamiento de la zona urbana de Chincho.

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, mediante Informe Técnico N° A6995 (Luza Huilca & Sosa Senticala, 2016, p. 22), presenta las recomendaciones que considera importantes para acceder el crecimiento rural en el sector de reubicación, así como para minimizar los riesgos geológicos aledaños a Chalaypampa.

La población, las autoridades de la Comunidad de Chincho y las autoridades de la Municipalidad Distrital de Chincho, en asamblea comunal establecen la donación de un terreno ubicado en el sector de Chalaypampa, para formalizar el reasentamiento.

La Municipalidad Distrital de Chincho suscribe un acuerdo específico con la finalidad de elaborar el estudio geológico, geomorfológico y geodinámico del sector de Chalaypampa, área seleccionada para la habilitación urbana de la nueva capital del distrito de Chincho, el cual es material del presente estudio.

Para poder caracterizar el subsuelo se realizaron trabajos de geología y geomorfología con aplicación a la geotecnia para el proyecto de habilitación del Sector

Chalaypampa, para la reubicación del distrito de Chincho. En la presente investigación se describen los procedimientos con el propósito de la caracterización y la obtención de información en profundidad y las características de la litología presente en el sector.

## II. MÉTODOS

La metodología utilizada es de tipo descriptiva correlacional. Describe el evento e identifica las características de su estado actual, así como lleva a las caracterizaciones y diagnósticos descriptivos. A su vez, establece correlaciones entre variables en estudio, lo que permite observar el grado de asociación entre las variables (Sánchez Carlessi & Reyes Meza, 2015).

El procedimiento de la presente investigación comprende tres fases: recopilación de la información, campo, y gabinete. Este flujograma permite ordenar los pasos para realizar el estudio geológico, geomorfológico y geodinámico del área de estudio. A continuación, se muestra el esquema del desarrollo de esta investigación (Ver Figura 1).

### 2.1. Recopilación de información

La investigación se apoya en trabajos previos realizados por el equipo del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, liderado por López Avilés et al. (1996), quienes describieron la geología del cuadrángulo de Huanta; también en el análisis de riesgos geológicos en centro político del distrito de Chincho realizado por Luza Huilca & Sosa Senticala (2016), y finalmente, también en los estudios de análisis de riesgo geológico por movimientos en masa en el sector de Chalaypampa, realizado por la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico del Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2019).

### 2.2. Etapa de campo

#### 2.2.1. Reconocimiento de unidades geológicas y estructuras.

Los macizos rocosos examinados en el sector se encuentran con intensa meteorización y fracturamiento conformando la parte oriental del Sinclinal de Pacopata que va entre los poblados de Marcas y Chincho. De acuerdo con López Avilés et al. (1996, p. 98), se describen las formaciones observadas:

**Formación Acobamba (PN-s/s):** El perfil geológico que presenta el área de estudio, se muestra formando un suave y amplio sinclinal. La formación presenta intercalaciones de areniscas de granulometría gruesa a media, de color gris, intercaladas con conglomerados. Mayormente el material que conforman esta secuencia es volcánico (piroclástico). Se considera que las rocas pertenecen al Mioceno superior alto.

**Cuaternario:** La secuencia inconsolidada está conformada por materia orgánica saturada, esta se produce a raíz de la transformación de una roca preexistente debido por los factores atmosféricos que desgasta, moviliza y sedimenta este material conformando una capa reciente de diversa naturaleza y litología.

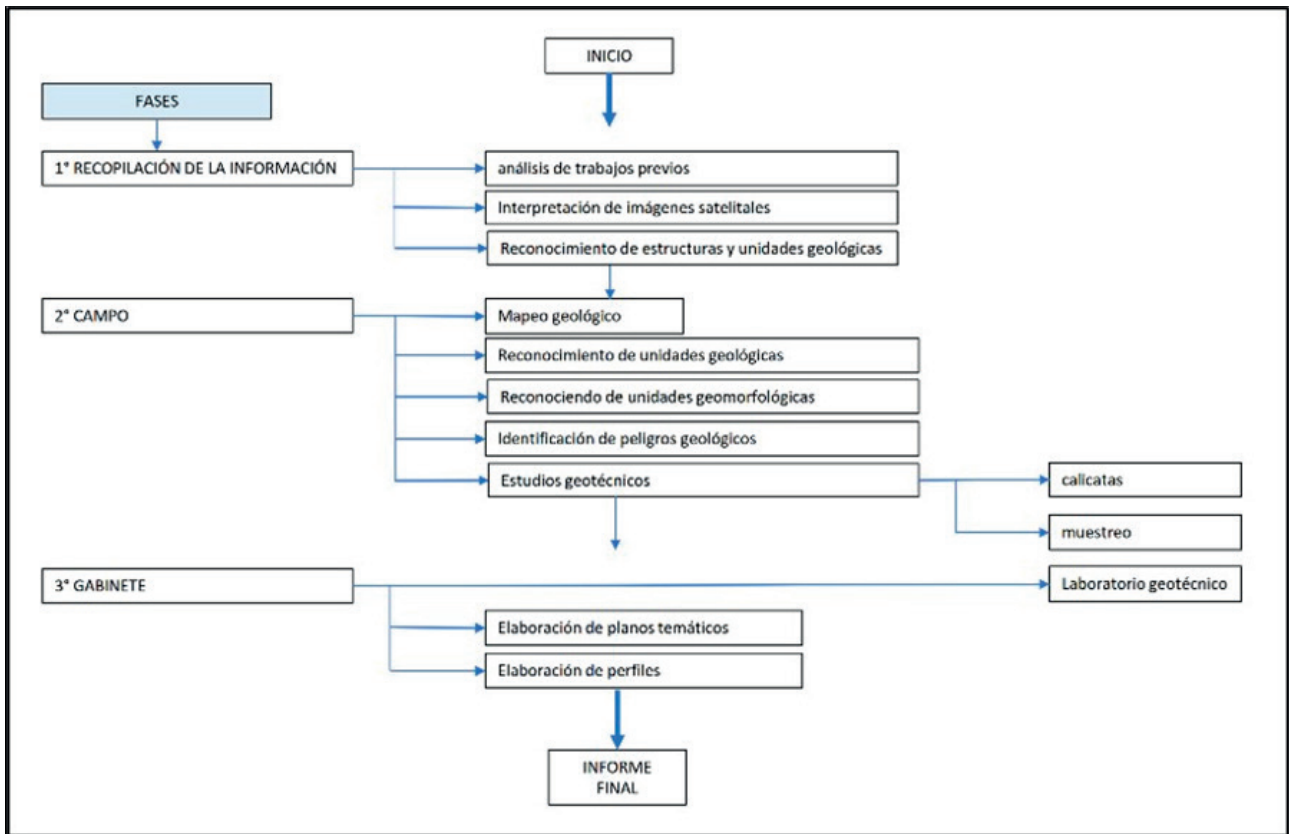


Figura 1. Flujograma para la elaboración del estudio geológico, geomorfológico y geodinámico de la zona de estudio.

El Sinclinal de Pacopata y su control estructural a establecido el grosor de la capa superficial y la profundidad del basamento rocoso concerniente a la Formación Acobamba, en cuanto se aproxima al eje del sinclinal mayor se presentará mayor material cuaternario, como se observó en los alrededores con la inclinación de los estratos sedimentarios.

**Depósitos Coluviales:** Forman el piedemonte de las colinas y se presentan en ambos taludes de las principales quebradas y ríos que la cruzan.

Desde el punto de vista litológico, están compuestas por bloques, bolonería y gravas, subangulosas a angulosas, con matriz limo arenoso, poco compacto, de permeabilidad alta.

**Depósitos Residuales:** Se considera a aquellos depósitos que ocupan la parte superficial del terreno y que proviene de la desintegración de la roca a la cual suprayace debido al efecto de la meteorización. Estos depósitos consisten mayormente limo a limos arcillosos con ocurrencia de gravas y bolonería. Dicho material tiene un espesor variable a lo largo de la superficie debido al talud del terreno, cuanto más vertical el talud menos cobertura residual posee.

La geología estructural a nivel local se encuentra bastante influencia por el sinclinal de Pacopata. La cual se forma durante la Fase Quechua, Subfase Quechua 3, (Soulas, 1975, como se citó en López Avilés et al., 1996, p.

126). La cual se caracteriza por tener discordancia angular suave entre las formaciones Acobamba y Rumihuasi, adicionalmente presenta pequeñas fallas y fracturas, que con el intenso período de erosión se ha deformado hasta obtener la forma que presenta.

En el cuadrángulo de Huanta se reconocieron 4 megaestructuras lineales en forma de bloques con rumbos NO-SE, y el área de estudio pertenece al bloque Ayacucho-Churcampa, el cual se caracteriza en el área de estudio por un sinclinal amplio, suave y de recorrido considerable y cuyos buzamientos tienen un promedio entre  $10^\circ$  y  $15^\circ$ . El área del estudio se encuentra en el flanco este del sinclinal de Pacopata.

### 2.2.2. Reconocimiento de unidades geomorfológicas.

Según la geomorfología a escala regional el área de estudio se asienta sobre las Laderas de Marcas-Chincho, en estratos volcano-sedimentarios que presentan intercalaciones de conglomerados con areniscas, limoarcillitas con areniscas y tobas de la Formación Acobamba, la cual presenta una topografía abrupta disectada por quebradas y por el río Urubamba.

A nivel local se han observado lomadas y pendientes.

**Lomada:** Viene a ser una elevación del terreno de poca altura con cima semiplanas y pendientes por debajo de  $15^\circ$ . El área de estudio se encuentra en una lomada en la parte superior de la montaña, que viene a ser parte de un sinclinal amplio. Se caracterizan por presentar procesos

fluvio-erosionales que permiten a aparición de quebradas profundas. Los alrededores del área de estudio están asociados a deslizamientos, derrumbes, caída de rocas y flujos.

**Pendientes:** Las pendientes en el área de estudio y alrededores son variables, suaves ( $1^{\circ}$ - $5^{\circ}$ ), moderados ( $5^{\circ}$ - $15^{\circ}$ ) y fuertes ( $15^{\circ}$ - $25^{\circ}$ ), que corresponde al talud del sinclinal de Pacopata, estos han sido formados por la intensa erosión, deslizamientos y derrumbes (Ver Figura 2).

### 2.2.3. Reconocimiento geodinámico externo.

Los movimientos en masa son parte de los procedimientos de degradación que moldean la topografía del terreno. Se basa en una variedad de procesos geológicos, mecánicos, hidrometeorológicos y químicos que se dan en la capa externa de la Tierra. Los sismos, la meteorización, las lluvias, la actividad antrópica y otros eventos ejercen su accionar sobre los taludes desestabilizándolos y cambian la superficie a un estado más plano. A continuación, se describen conceptos propios de los procesos de remoción en masa:

Según el Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas (2007, p. 9), en la publicación *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la Evaluación de amenazas, el 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”*.

De acuerdo con el desarrollo de movimientos en masa, caracterizando la forma de los deslizamientos, geológica y geomorfológicamente, se han identificado deslizamientos con actividades geodinámicas, los antecedentes de los deslizamientos datan del cuaternario; esta evolución se ha reconocida mediante las escarpas, morfología con variación de superficies escarpadas y materiales desplazados, los cuales fueron constatados en campo.

Los factores asociados a la estabilidad de taludes se describen a continuación, dichos mecanismos intervienen en los sucesos de los movimientos en masa del sector:

### 2.2.3.1 Factores condicionantes

**Litología y depósitos Cuaternarios:** Los tipos de rocas predominantes en el área del estudio están conformados por areniscas de granos gruesos y medio intercalados con conglomerados. Estos estratos forman sucesiones fracturadas, poco compactas y muy erosionadas, que con influencia del agua pierden cohesión y por tanto estabilidad.

La capa Cuaternaria está formada por materiales granulares compuestos de gravas, bolonería y bloques, subangulosos y angulosos, con matriz limo arenoso, con bajo porcentaje de arcillas, estos estratos conforman un medio permeable por donde transcurre el agua y sobresa los materiales por debajo de estos.

**Pendientes:** El sector de estudio presenta topografía con pendientes leve a moderadamente inclinadas ( $1^{\circ}$  -  $15^{\circ}$ ), los procesos de movimientos en masa pueden transformar la topografía original, modificando la geomorfología.

La evaluación actual de los alrededores del estudio presenta que, los taludes muy fuertes se encuentran en los escarpes, producto de los deslizamientos y en los alrededores a ellos; y los taludes fuertes se reparten en superficies onduladas con posible ocurrencia a nuevos procedimientos de movimientos en masa.

### 2.2.3.2. Factores desencadenantes

**Precipitaciones pluviales:** Los procedimientos de movimientos en masa suscitaron desde el cuaternario con las intensas precipitaciones en el tiempo geológico y que continúan hasta la actualidad, llegando a incrementarse durante los meses de lluvia, estos ocasionan la saturación de los materiales, originando la erosión de las laderas, la reactivación de los derrumbes y deslizamientos.

Se debe indicar que se observó la existencia de una fuente de agua en el sector noreste de Chalaypampa (parte baja del sector), la cual da un indicativo de acuífero y podría manifestarse de manera negativa en la estabilidad de los terrenos (Ver Figura 3).



**Figura 2.** Panorámico del sector Chalaypampa, donde se aprecian lomadas y pendientes próximas al sector.

### 2.3. Etapa de gabinete

#### 2.3.1 Elaboración de planos

Se ha realizado planos temáticos con la ayuda del software AutoCAD, plano de ubicación de la zona de estudio, planos topográficos, planos con imágenes satelitales (Google Earth), y planos de ubicación de calicatas y secciones.

#### 2.3.2 Elaboración de perfiles

Del análisis geológico realizado se ha correlacionado la estratigrafía del sector de Chalaypampa para conformar un perfil generalizado de la zona de estudio (Ver Figura 4).

### III. RESULTADOS

El proceso de evaluación geológico geomorfológico para el sector de Chalaypampa, dentro del área de estudio (27 ha), se encuentra sobre rocas de la Formación Huanta y presenta rocas volcano-sedimentarias, de color rojizo a beige, presenta estratos laminares con un buzamiento suave perteneciente a un amplio sinclinal.

El área de estudio se presenta sobre una lomada con material areno arcilloso, de coloración marrón claro, no se observan macizos rocosos y se muestra una

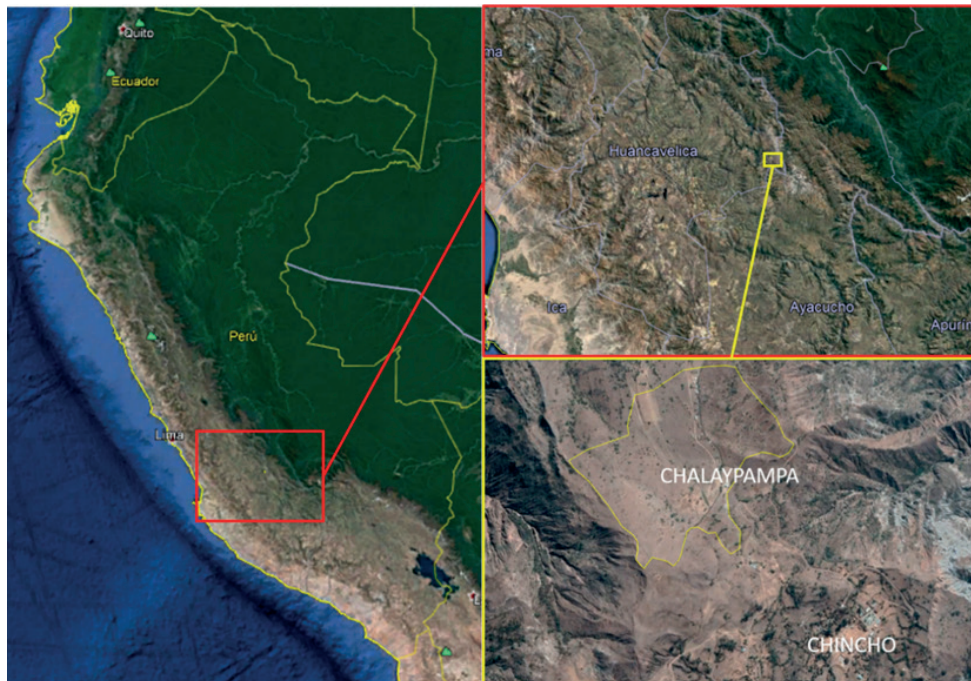


Figura 3. Ubicación del sector Chalaypampa, se puede apreciar los bordes del sector marcado por quebradas.

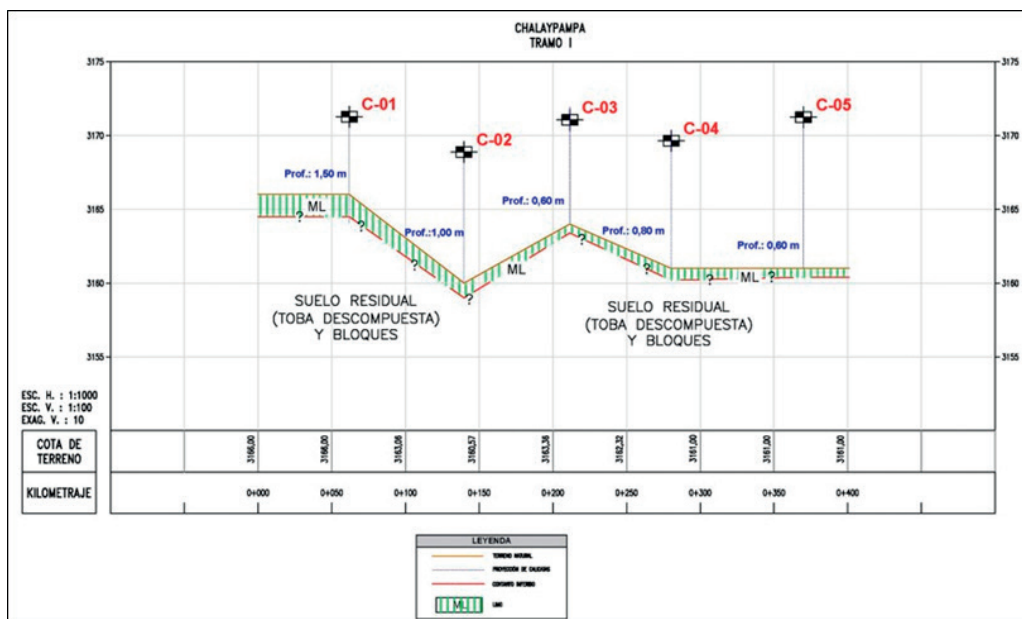


Figura 4. Perfil estratigráfico del tramo I.

suave ondulación con un talud de pendiente media de 5°, incrementándose hacia el suroeste hasta 25°.

Presenta vegetación superficial, conformada por arbustos y pastizales, las áreas de cultivos se alimentan por precipitaciones pluviales. El sector de estudio presenta precipitaciones pluviales intensas entre los meses de noviembre a abril, mientras que entre los meses de mayo a octubre se presentan mañanas soleadas y tardes con fuertes vientos, sensaciones de frío intenso mayormente entre los meses de julio a octubre.

Los materiales no consolidados se presentan formados por materia orgánica, minerales, agua y aire en los vacíos formados por el contacto entre los granos, estos se producen debido a la alteración de la roca original causado por agentes físico-químicos que descomponen estos materiales generando una nueva capa de diversa naturaleza y litología.

#### IV. DISCUSIÓN

El material inconsolidado superficial permite la percolación de aguas proveniente de precipitaciones pluviales hacia el nivel freático a profundidad; si a dichos aportes se le adiciona aguas por filtración efecto del regadío de cultivos de los futuros pobladores, el suelo podría sufrir agrietamientos superficiales y asentamientos a futuro, en función de la carga.

La presencia de un pozo artesanal en la parte baja del sector Chalaypampa presume que el subsuelo donde se asentará la futura zona urbana está saturado o quizás se presenta un acuífero el cual deberá ser caso de estudio de otras investigaciones, puesto que la sobresaturación y/o la sobreexplotación podrá generar asentamiento en la zona afectando la infraestructura civil.

Los estudios realizados se deben complementar con estudios geofísicos como de resistividad eléctrica para analizar la profundidad del posible acuífero y la ubicación de las posibles grietas que permitan la filtración de las aguas pluviales (y futuras aguas residuales) que generen la sobresaturación del subsuelo que pudiesen encontrarse. Además de estudio geotécnicos que permitan establecer los parámetros de resistencia para las profundidades de fundación y asentamientos para las futuras estructuras civiles. Adicionalmente no se ha encontrado información que pueda detallar la cantidad de fuentes de agua en el sector y sus condiciones.

En los estudios de peligro geológico realizados por INGEMMET (2019, p. 21), en el sector de Chalaypampa se indica que en el área de estudio no se identificaron riesgos por peligros geológicos debido a remoción en masa que alerten la estabilidad física, pero establece que los alrededores existen presencia de deslizamientos rotacionales y procedimientos de erosión de laderas, entonces podemos afirmar luego de nuestras investigaciones que la zona de Chalaypampa permite al reubicación de la capital del distrito de Chincho, bajo una serie de condiciones para no poner en riesgo a la población ni a la estructuras.

#### V. CONCLUSIONES

La evaluación realizada muestra el sector de Chalaypampa sin ocurrencias o afectaciones de remoción en masa que generen riesgos en su estabilidad física, sin embargo, a los alrededores, sectores cercanos al área de estudio tanto al este como al oeste se identifican peligros geológicos que corresponden a deslizamientos, derrumbes y erosión de laderas.

Contemplar la construcción de canales para derivas las aguas pluviales y evitar problemas de estabilidad. Además, un sistema de drenaje de aguas servidas para evitar infiltración de aguas al subsuelo, así como establecer la utilización de un sistema de riego por goteo para disminuir la saturación del suelo.

El plan de ordenamiento urbano debe considerar una distancia prudente no menor de 100 m del borde de las pendientes pronunciadas que forman parte de las quebradas alrededor del sector Chalaypampa. Se debe contemplar la forestación en las laderas alrededor del sector de Chalaypampa.

#### VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Municipalidad del Distrito de Chincho, a Sr. Orlando Paucar gerente de la empresa Geoandes Perú S.A.C.

#### VII. REFERENCIAS

- INGEMMET. (2019). Evaluación de peligro geológico por movimiento en masa en el sector de Chalaypampa. Región Huancavelica, provincia Angaraes, distrito Chincho. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2539>
- López Avilés, J. C., Cerrón Zeballos, F., Carpio Ronquillo, M., & Morales Reyna, M. del C. (1996). Geología del cuadrángulo de Huanta, Hoja 26-ñ. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET, Boletín A 72*, 1–96. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/195>
- Luza Huilca, C. A., & Sosa Senticala, N. L. (2016). Evaluación de peligros geológicos en la capital del distrito de Chincho. Región de Huancavelica, provincia de Angaraes, distrito de Chincho. *Instituto Geológico Minero y Metalúrgico. Informe Técnico N° A6995*, 1–23. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/1285>
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las Comunidades Andinas. (2007). Movimientos en masa en la región andina: una guía para la evaluación de amenazas. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET*. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2830>
- Sánchez Carlessi, H., & Reyes Meza, Carlos. (2015). *Metodología y diseño de la investigación científica*. Segundo de Educación Inicial. [https://www.academia.edu/40361917/Metodologia\\_y\\_dise%C3%B1o\\_de\\_la\\_investigacion\\_cientifica\\_Hugo\\_S%C3%A1nchez\\_CARLESSI\\_pdf](https://www.academia.edu/40361917/Metodologia_y_dise%C3%B1o_de_la_investigacion_cientifica_Hugo_S%C3%A1nchez_CARLESSI_pdf)

### **Contribución de autoría**

Conceptualización: Christian León Ruiz

Curación de datos: Christian León Ruiz

Análisis de fondos: Jair Alfredo Garay Vásquez, Henry Edinson Garay Vera, Odilfo Goicochea Chávez, Christian León Ruiz, Tony Mendoza Rosales

Adquisición de fondos: Jair Alfredo Garay Vásquez, Henry Edinson Garay Vera, Odilfo Goicochea Chávez, Christian León Ruiz, Tony Mendoza Rosales

Investigación: Christian León Ruiz

Metodología: Jair Alfredo Garay Vásquez, Henry Edinson Garay Vera, Christian León

Administración del proyecto: Christian León Ruiz

Recursos: Jair Alfredo Garay Vásquez, Henry Edinson Garay Vera, Odilfo Goicochea Chávez, Christian León Ruiz, Tony Mendoza Rosales

Software: Christian León Ruiz

Supervisión: Jesús Alberto Torres Guerra

Validación: Christian León Ruiz

Visualización: Christian León Ruiz

Redacción – borrador original: Christian León Ruiz

Redacción – revisión y edición: Christian León Ruiz, Jesús Alberto Torres Guerra