PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP Instituto Geofísico del Perú

PERÚ Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA

(Provincia de Canta, Región Lima)

Informe Técnico n.° 014-2026/IGP CIENCIAS DE LA TIERRA SÓLIDA



Lima-Perú
Julio, 2026

CRÉDITOS

Nelly Paredes del Castillo
Ministra del Ambiente

Hernando Tavera
Jefe institucional del IGP

Juan Carlos Gómez
Director de la Dirección de Ciencias de la Tierra Sólida del IGP

Zonificación geofísica-geotécnica de suelos en el área urbana del distrito de Canta (provincia de Canta, región Lima)
Informe técnico

Isabel Bernal
Wilfredo Sulla
Juan Carlos Gómez
Hernando Tavera
Autores

Evaluación geofísica: Wilfredo Sulla, Isabel Bernal, César Huayhua, Fabiola Rosado, Jonathan Díaz, Jorge Salas, Franco Saavedra, Jesús Huarachi
Cartografía: Juan Carlos Ramírez
Evaluación geodinámica-geotécnica: Pilar Vivanco, Yordi Gloria, Gina Cutipa, Juan Carlos Gómez
Apoyo logístico: Juan Carlos Aguilar, Roberth Yupanqui
Apoyo administrativo: Marisol Enríquez, Susana Huaccachi
Participantes

Hernando Tavera
Jorge Concha
Edición de contenido

Jorge Concha
Diseño y diagramación

Este informe ha sido elaborado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP)
Calle Badajoz 169, Mayorazgo, Ate, Lima
Teléfono: +5113172300

Accede libremente al Repositorio Geofísico Nacional (REGEN) para descargar este informe:
https://repositorio.igp.gob.pe/

REGEN

Lima, julio de 2026

Programa Presupuestal 068
REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS POR DESASTRES

ESTUDIOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Actividad
Desarrollo de estudios para establecer el riesgo a nivel territorial

ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA-GEOTÉCNICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA

(Provincia de Canta, región Lima)

Lima, Perú
Julio de 2026

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ **(IGP)**

RESUMEN

Mediante la aplicación de técnicas geofísicas y geotécnicas, se analizan y evalúan las características físicas, dinámicas y geodinámicas del área urbana del distrito de Canta. Los resultados evidencian el predominio de suelos medianamente rígidos a rígidos, con velocidades de ondas de corte Vs_{30} de 320 a 477 m/s. Estos suelos responden a periodos entre 0.1 y 0.3 s y, por sectores, muestran sensibilidad a periodos de 0.4 y 0.6 s. Asimismo, presentan una capacidad de carga portante que varía de muy baja a alta (<1.0 kg/cm^2 a >3.0 kg/cm^2), en función de las características físicas y mecánicas de los suelos y de sus condiciones de humedad. De acuerdo con estos resultados, en el área urbana de Canta predominan suelos tipo S2 (rígidos), S3 (medianamente rígidos) y S4 (blandos o con efectos topográficos), todos cubiertos por una capa delgada de material poco compacto. Ante la demanda sísmica, estos suelos podrían experimentar altos niveles de sacudimiento, lo que afectaría principalmente a las construcciones y a la infraestructura del área urbana.

CONTENIDO

5 Resumen

8 Introducción

8 Área de estudio

8 Expansión urbana

8 Norma Técnica E.030

12 Información previa

13 Aspectos geológicos y geotécnicos

13 Geomorfología

15 Geología local

17 Geodinámica superficial

22 Aspectos geotécnicos

31 Aspectos geofísicos

31 Método de razones espectrales-vibración ambiental

37 Métodos sísmicos

46 Método de tomografía eléctrica

52 Zonificación geofísica-geotécnica

52 Caracterización física y dinámica de los suelos

60 Mapa de zonificación geofísica-geotécnica

63 Conclusiones

64 Referencias

66 Anexos



Vista satelital del distrito de Canta, región Lima.

1. Introducción

En el marco del convenio específico de colaboración interinstitucional entre el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), se realizó el estudio «Caracterización geofísica-geotécnica de suelos en el área urbana de Canta», en la provincia de Canta, región Lima. De acuerdo con la historia sísmica del Perú, la región central ha sido afectada constantemente por eventos sísmicos de variada magnitud, los cuales han generado altos niveles de sacudimiento del suelo, evidenciados por los daños observados después de los sismos en la región Lima (Silgado, 1978; Tavera et al., 2014). Dado que los sismos son fenómenos recurrentes, es esperable que, en el futuro, las mismas ciudades o áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos de igual o mayor magnitud.

Durante los últimos años, el área urbana del distrito de Canta ha experimentado un importante crecimiento poblacional. En este contexto, algunas viviendas se han ubicado sobre suelos con rellenos, en quebradas con presencia de altos niveles de humedad o en zonas próximas a sectores de pendiente, lo que incrementa su vulnerabilidad ante una posible demanda sísmica.

El presente estudio tiene como objetivo determinar las características físicas y dinámicas de los suelos sobre los cuales se levanta la ciudad de Canta, así como de sus futuras áreas de expansión urbana, mediante la aplicación de estudios multidisciplinarios de geofísica, geología, geodinámica y geotecnia. Estos métodos permiten conocer parámetros como los periodos de respuesta del suelo, los factores de amplificación, el contenido de humedad, los espesores de las capas que conforman el subsuelo y las velocidades de las ondas sísmicas. La correlación de los resultados en cada estudio permite elaborar el mapa de zonificación geofísica-geotécnica de suelos del área urbana de Canta.

En general, se sabe que el tipo de suelo condiciona el diseño y la construcción de viviendas y estructuras apropiadas para cada zona; por ello, estos estudios constituyen una herramienta básica para la Gestión del Riesgo de Desastres.

1.1 Área de estudio

El área urbana de Canta se ubica en la región Lima, entre las coordenadas UTM 322771 E y 8731890 N (WGS84–18S), a una elevación media de 2835 m s. n. m. Limita por el norte con la quebrada Huayapa, por el oeste con el río Chillón y, por el sur y el este, con la quebrada Ayazura (Figura 1). Se emplaza sobre una superficie irregular, cuya mayor elevación se observa hacia el sureste (cerro Llunllun). Su población es de 1646 habitantes (INEI, 2018).

1.2 Expansión urbana

En la Figura 2 se compara el crecimiento del casco urbano entre el año 1955 y la actualidad. Esta comparación evidencia que la expansión urbana se produjo principalmente en dirección sureste. En la actualidad, el área urbana de Canta puede ser afectada por fenómenos naturales, como los sismos, que pueden generar altos niveles de sacudimiento del suelo, o por precipitaciones intensas. Ambos fenómenos, de manera conjunta o independiente, pueden ocasionar daños significativos a la población y a la infraestructura (Figura 3).

1.3 Norma Técnica E.030

En el Perú, la construcción de obras civiles de cualquier envergadura debe considerar lo establecido por la Norma Técnica E.030, «Diseño sismorresistente», del Reglamento Nacional de Edificaciones, actualizada mediante la Resolución Ministerial n.° 183–2026–Vivienda. Esta norma considera, principalmente, los perfiles de suelo en función de sus propiedades físicas y mecánicas, las velocidades de ondas de corte (Vs_{30}) y el periodo fundamental de vibración. En este estudio, la norma se adapta a la zona de estudio, tal como se muestra en la Tabla 1.



Figura 1. Mapa de ubicación del área urbana del distrito de Canta, provincia de Canta, región Lima.



Figura 2. Crecimiento del casco urbano del distrito de Canta para el año 1955 (a) y actual (b).



Figura 3. Daños estructurales en vivienda (a) y en la carretera Vencedores de Sángrar (b), como evidencia de la deformación del terreno.

Tabla 1. Clasificación de perfiles de suelos adaptados a la zona de estudio, a partir de lo establecido en la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (2026).

Perfil	Velocidades de ondas de corte (Vs_{30})	Periodos To (s)	Tipos de suelos	Simbología
S0	>800 m/s	–	Roca dura	
S1	550 a 800 m/s	0.1–0.2	Suelos muy rígidos o roca fracturada	
S2	350 a 550 m/s	0.2–0.4	Suelos rígidos	
S3	200 a 350 m/s	0.4–0.6	Suelos intermedios (medianamente rígidos)	
S4	<200 m/s	–	Suelos blandos	
	Condiciones excepcionales	–	Suelos inestables por su composición	
			Suelos inestables por topografía	
	Zonas con factor de amplificación relativa >3.0 veces			

La velocidad de propagación de ondas de corte en los primeros 30 metros (Vs_{30}) se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Vs30 = \frac{\sum_{i=1}^{n} d_i}{\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{d_i}{Vs_i} \right)}$$

Donde:

di = espesor de cada uno de los estratos n.
Vs_i = velocidad de ondas de corte (m/s).

Esta zonificación condiciona el tipo de estructura que se debe construir, incluidos el material, la geometría y el número de pisos. Se debe evitar que el periodo fundamental de la estructura coincida con el del suelo, a fin de prevenir resonancia o doble amplificación sísmica. En general, para cualquier estudio se deberá considerar el tipo de suelo que mejor describa las condiciones locales.

1.4 Información previa

En 2025, la Municipalidad Provincial de Canta elaboró el informe «Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres ante movimientos en masa e inundaciones 2025-2030». En este documento, con la asistencia técnica del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (Cenepred), se evalúan los peligros de origen natural, considerando las características geológicas y geográficas de la zona de estudio. Estos eventos están vinculados con precipitaciones intensas que afectan terrenos inestables identificados en las proximidades de la quebrada Huayapa, así como en microcuencas circundantes al entorno urbano.

En 2020, el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (Ingemmet) elaboró el boletín «Peligro geológico en la región Lima», donde se identifica la zona crítica 30 (322700 E, 8731600 N), ubicada en la localidad de Canta. En dicho documento se describe que el área está sujeta a deslizamientos, erosión de laderas y huaicos. Los deslizamientos se producen en la margen izquierda del río Chillón, en la parte baja de Canta, y afectan 3 km de la vía Lima-Canta y 6 ha de terrenos de cultivo. De continuar el retroceso, podrían verse afectados el área urbana de Canta, terrenos de cultivo, el Colegio Agropecuario, viviendas y la vía Canta-Cerro de Pasco. La zona también es afectada por erosión en cárcavas, que en época de lluvias puede generar huaicos (Luque et al., 2020).

En 2014, en el marco de un proyecto de cooperación con el Banco Mundial, el Instituto Geofísico del Perú (IGP) publicó el estudio «Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú» (Tavera et al., 2014). Los resultados indican que, para un periodo de retorno de 500 años, el distrito de Canta podría registrar aceleraciones máximas del suelo de hasta 320 Gal (0.32 g).

2. Aspectos geológicos y geotécnicos

En este capítulo se describen la geomorfología, la geología, los eventos geodinámicos que afectan la seguridad del área urbana de Canta y los aspectos geotécnicos de sus suelos.

2.1 Geomorfología

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre, denominadas geoformas, así como los procesos que las generan. A continuación, se describen las unidades geomorfológicas identificadas en el área urbana del distrito de Canta, sobre la base de sus características físicas y de los procesos que las han originado.

- **Pendientes**

Este parámetro, expresado en grados, influye en la formación de los suelos y condiciona los procesos erosivos. A medida que aumenta la pendiente, se incrementa la velocidad de la escorrentía superficial, lo que favorece la erosión y reduce el tiempo disponible para la infiltración del agua en el suelo (Beláustegui, 1999).

El mapa de pendientes del área urbana de Canta fue elaborado a partir de un modelo digital de elevación (MDE) de alta resolución, generado mediante levantamiento fotogramétrico con vehículo aéreo no tripulado (dron), ejecutado por especialistas del IGP durante las campañas de campo. Asimismo, se utilizaron herramientas de geoprocesamiento para diferenciar gráficamente los ángulos de inclinación del relieve en el área de estudio. Para la clasificación se emplearon los rangos de pendientes propuestos por Fidel et al. (2006), que se presentan en la Tabla 2.

La mayor parte del área urbana del distrito de Canta se encuentra asentada sobre una llanura con pendientes menores de 20°. Hacia el norte y el sur, el terreno corresponde a colinas, donde la pendiente se incrementa entre 20° y 50° (Figura 4).

Tabla 2. Rangos de clasificación de pendientes del terreno.

PENDIENTE EN GRADOS (°)	CLASIFICACIÓN
<5	Muy baja
5–20	Baja
20–35	Media
35–50	Fuerte
>50	Muy fuerte

2.1.1 Unidades geomorfológicas

Las principales unidades geomorfológicas delimitadas en el área de estudio, sobre la base de sus características físicas y de los procesos que las han originado, se describen a continuación:

- **Llanura**

Se ubica en la zona central del área de estudio, donde se emplazan infraestructuras como el estadio Municipal, diversas instituciones educativas y la carretera principal que atraviesa el área urbana de Canta (Figura 5).

- **Cauce de quebrada**

Corresponde al canal natural por donde discurren flujos estacionales o corrientes de agua de caudal variable. Se delimitaron dos cauces de quebrada: uno al noreste del área de estudio, correspondiente a la quebrada Huayapa, que atraviesa la carretera Canta–Obrajillo; y otro al sur, ubicado detrás del estadio Municipal, cuyas aguas discurren en dirección este-oeste (Figura 5).

- **Colina**

Geoforma constituida por laderas de pendiente moderada a alta. Esta unidad geomorfológica está conformada por depósitos aluviales que cubren rocas volcánicas pertenecientes al Grupo Calipuy. Abarca gran parte del área de estudio y sobre ella se asienta parte del área urbana de Canta (Figura 6).

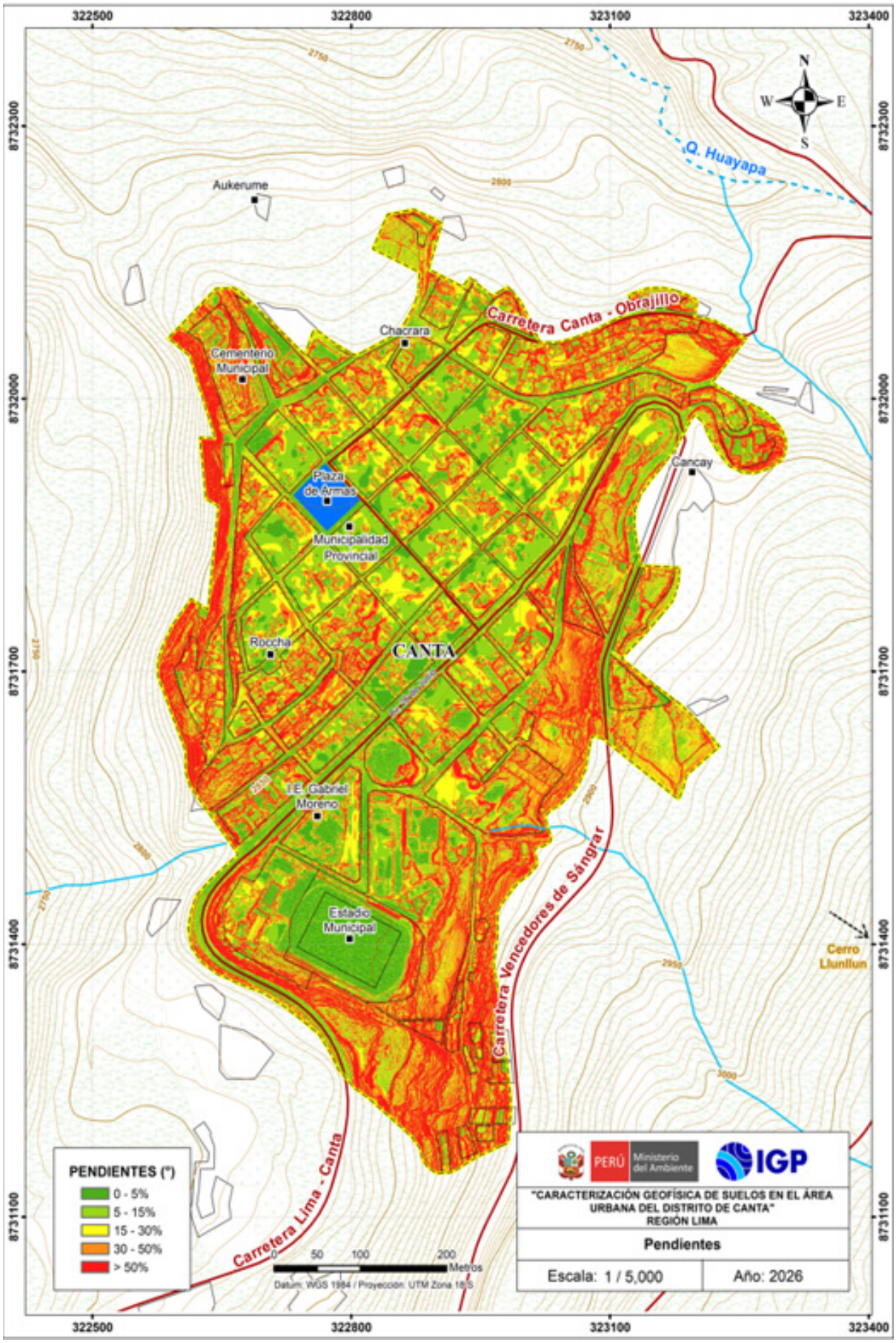


Figura 4. Mapa de pendientes del área urbana de Canta.



Figura 5. Colina delimitada por la línea blanca. De forma adyacente se desarrolla una llanura, delimitada con polígono amarillo, la cual es bifurcada por el cauce de una quebrada.



Figura 6. Colina de pendiente entre 15° y 30° donde se asienta parte del área urbana de Canta.

Finalmente, en la Figura 7 se presenta el mapa de geomorfología del área urbana de Canta, elaborado con la información recolectada en campo.

2.2 Geología local

La geología local que caracteriza la zona de estudio se desarrolló tomando como base el mapa geológico del cuadrángulo de Canta, hoja 23-j, a escala 1:100 000 (Cobbing et al., 1973), actualizado a escala 1:50 000 (De la Cruz & Jaimes, 2003). Esta información se complementó con el cartografiado realizado en campo. De acuerdo con estos resultados, se identificaron las siguientes unidades geológicas:

- Grupo Calipuy (PN-c/s)

Está conformado por tobas de cristales, dispuestas en una secuencia de aspecto masivo y débil estratificación, de color gris a gris claro, con tonalidades blanquecinas, fracturamiento irregular y textura granoblástica tobácea. De acuerdo con

las dataciones y los estudios disponibles, se le atribuye una edad correspondiente al Paleógeno-Neógeno (De la Cruz & Jaimes, 2003). Aflora al noreste del área de estudio, donde presenta una disposición en forma de arco y se encuentra parcialmente cubierto por vegetación y suelo (Figura 8). Asimismo, hacia el sureste se observan pequeños afloramientos disgregados o fracturados.

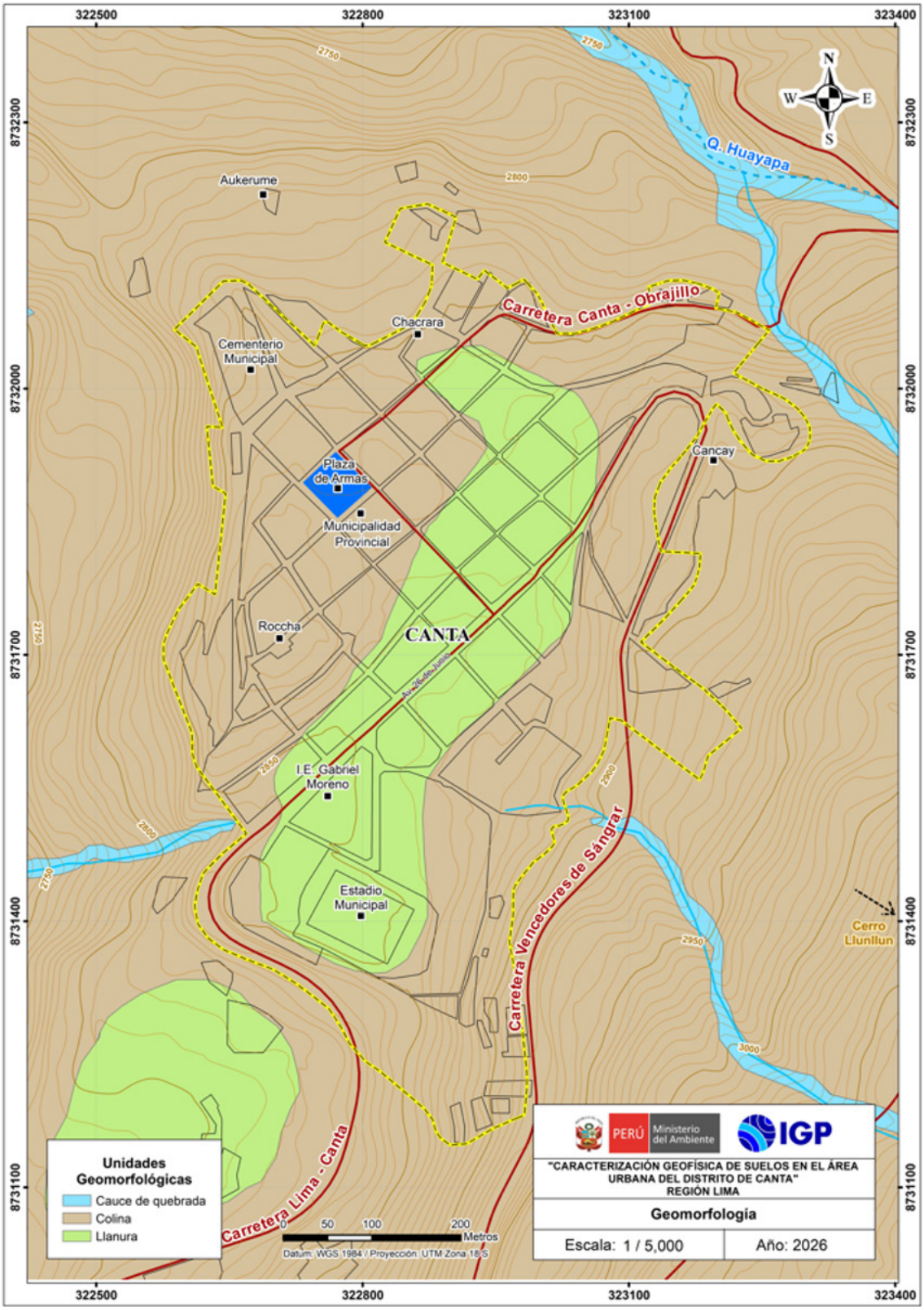


Figura 7. Mapa geomorfológico del área urbana de Canta.



Figura 8. Afloramiento fracturado de rocas volcánicas pertenecientes al Grupo Calipuy.

- Depósito aluvial (Qh-al)

Está constituido por materiales heterogéneos de origen aluvial que forman una cobertura superficial. Comprende clastos angulosos, subangulosos y subredondeados de rocas volcánicas, contenidos en una matriz de arena, limo y arcilla (Figura 9). Este depósito abarca la mayor parte del área de estudio.



Figura 9. Depósitos aluviales en corte de carretera a la salida del área urbana de Canta. Se observa la cantidad de matriz areno limosa con presencia de clastos.

Finalmente, en la Figura 10 se presenta el mapa de geología del área urbana de Canta, elaborado con la información recolectada en campo.

2.3 Geodinámica superficial

La geodinámica estudia los procesos geológicos que provocan modificaciones en la superficie terrestre, producto de la interacción de procesos internos y externos que originan cambios físicos, químicos o morfológicos y alteran el relieve actual. Los eventos geodinámicos identificados en el área de estudio se describen a continuación:

2.3.1 Movimientos en masa

Los movimientos en masa son desplazamientos que, por efecto de la gravedad, trasladan ladera abajo rocas, detritos o tierras (Cruden, 1991). Para su evaluación se emplean las clasificaciones de Varnes (1978) y Hutchinson (1988), que consideran el tipo de movimiento —caídas, volcamientos, deslizamientos, flujos y propagación lateral— y el tipo de material —rocas y suelos—. El trabajo de campo realizado en el distrito de Canta y sus alrededores permitió identificar deslizamientos, derrumbes, reptación y flujos de detritos, además de zonas susceptibles a deslizamientos y flujos de detritos.

- Deslizamientos

En el área de estudio se identificaron tres deslizamientos contiguos al área urbana (Figura 11). El primero se ubica entre el estadio Municipal de Canta y el Instituto de Educación Superior Tecnológico Público Canta. El cuerpo del deslizamiento presenta una longitud aproximada de 37 m y un ancho de 56 m, mientras que la escarpa principal alcanza una longitud de 83 m. Asimismo, se observan saltos o desniveles de entre 0.5 y 1.4 m, así como suelos saturados en la parte inferior. Como consecuencia de este evento, los muros del cerco perimétrico presentan fracturas y, en algunos sectores, colapso parcial.

El segundo deslizamiento se ubica en la vía de salida de Canta, a lo largo de la carretera Vencedores de Sángrar. Presenta una longitud aproximada de 88 m y un ancho de 57 m, mientras que la escarpa principal alcanza una longitud de 56 m. Este deslizamiento ocasionó el agrietamiento y descenso parcial de la plataforma vial (Figura 12). Además, desplazó parte de un gavión de contención aproximadamente 5 m respecto de su posición original e interrumpió un

canal de regadío. Actualmente, el canal presenta un caudal reducido; sin embargo, el agua continúa discurriendo e infiltrándose en la ladera.

Además, en la zona baja derecha del deslizamiento principal se encuentra un escarpe secundario de 65 m de longitud, con un desnivel aproximado de 1.8 m (Figura 13). En esta ladera y sus alrededores se evidenció afloramiento de agua, posiblemente asociada a filtraciones del canal ubicado cuesta arriba, lo que ha generado la presencia de suelos húmedos.

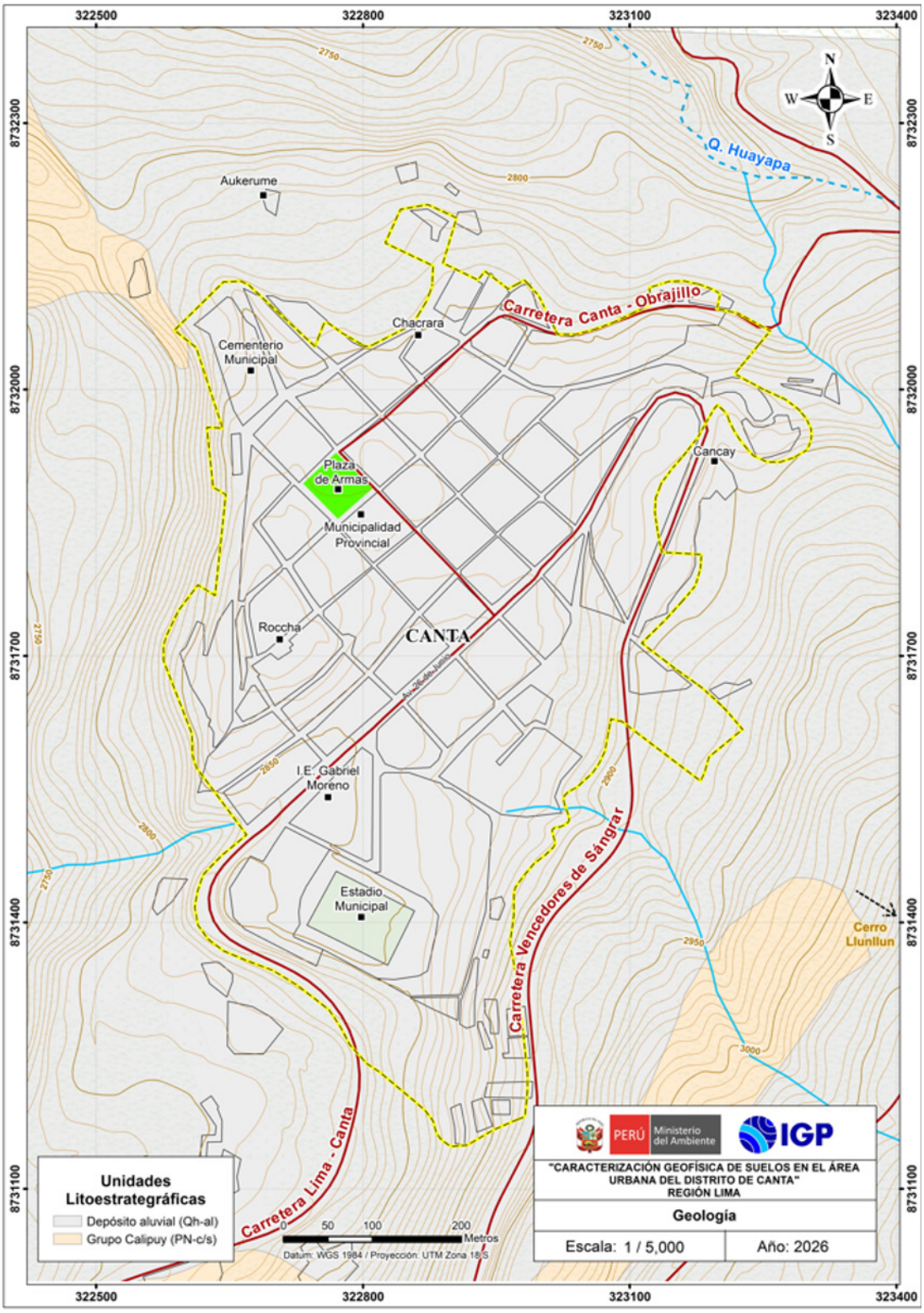


Figura 10. Mapa geológico del área urbana de Canta.



Figura 11. A y B) Vista en planta y perfil del deslizamiento, respectivamente. a, b y c) Detalles de distintos sectores, donde se observan suelos saturados y saltos o desniveles asociados al movimiento.



Figura 12. A) Vista en planta del deslizamiento. a) Escarpa y desplazamiento de gavión. b) Agrietamientos en el cuerpo de deslizamiento.

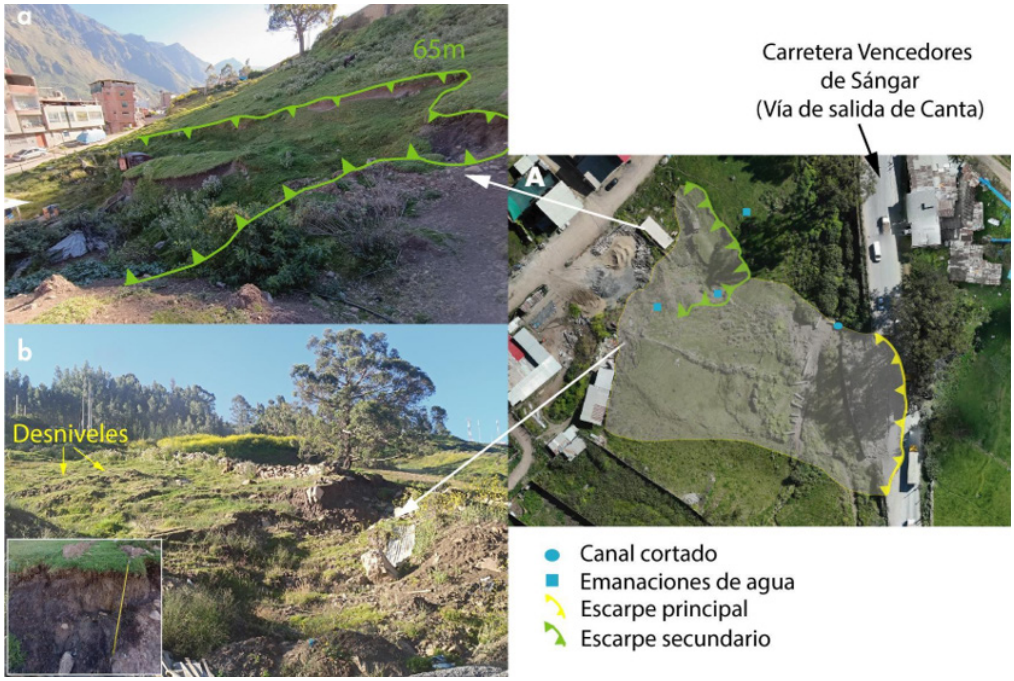


Figura 13. Evidencias del deslizamiento ubicado en la carretera Vencedores de Sángrar: desniveles del terreno y ubicación del canal cortado, los afloramientos de agua y el escarpe secundario.

El último deslizamiento antiguo fue descrito por Fidel et al. (2006). Presenta una longitud de 800 m y una escarpa de 400 m, y es atravesado por la carretera Lima-Canta. Además, dichos autores mencionan la presencia de saltos y agrietamientos. Sin embargo, durante la inspección de campo no se evidenció la presencia de grietas ni saltos en el terreno, aunque aún conserva una forma cóncava. Asimismo, a partir del análisis multitemporal de imágenes satelitales de los años 1955, 1973 y la actualidad, no se observan cambios significativos de actividad en esta zona (Figura 14).

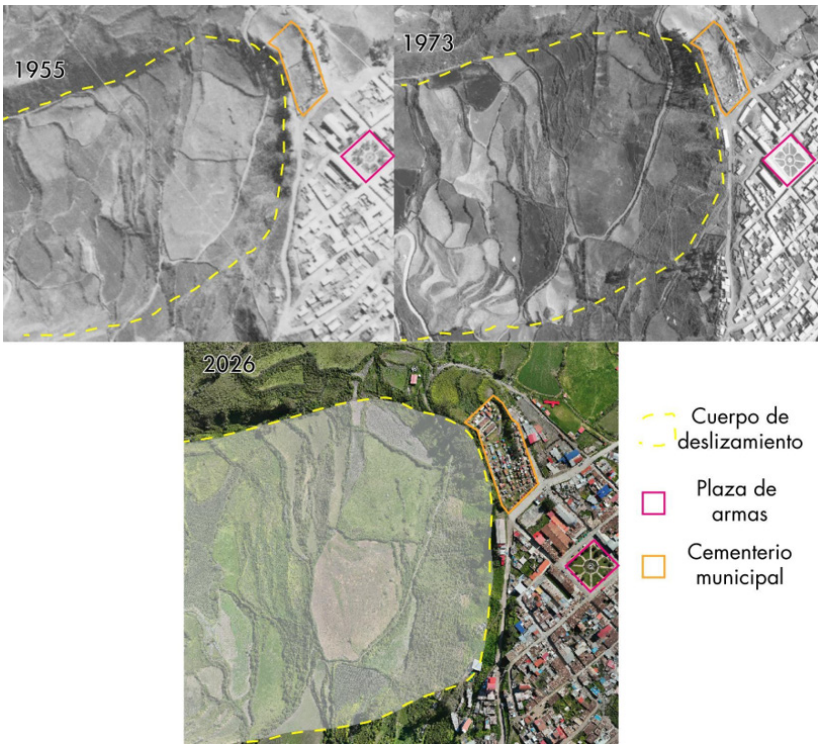


Figura 14. Análisis multitemporal del deslizamiento antiguo identificado al oeste del área urbana de Canta, a partir de imágenes de los años 1955, 1973 y la actualidad.

Finalmente, en el cementerio Municipal de Canta se observó la presencia de agrietamientos en el suelo, asentamientos de grutas y ruptura de los muros que delimitan el recinto (Figura 15), lo que sugiere el desarrollo de asentamientos o movimientos en masa.

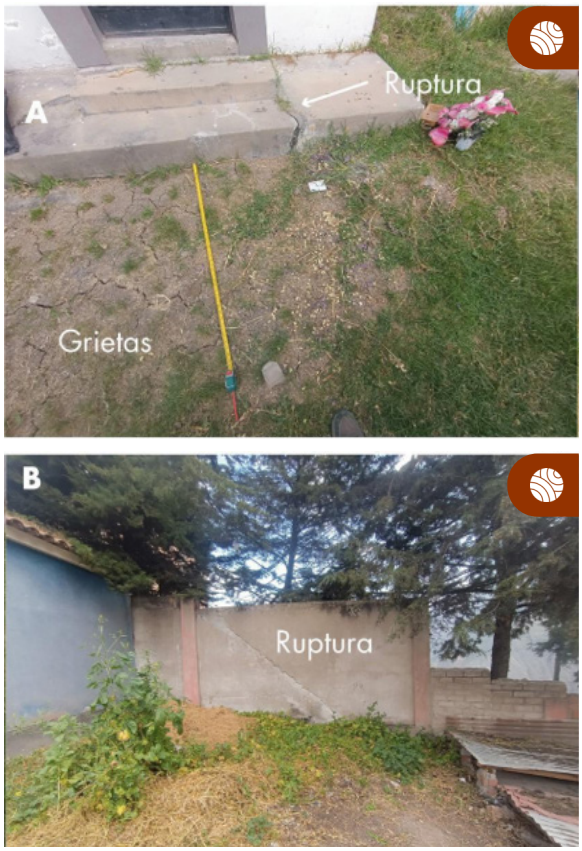


Figura 15. Evidencias de agrietamientos en suelo y paredes del cementerio Municipal.

• Derrumbes

Este tipo de movimiento en masa se identifica en la margen derecha de la vía de ingreso a Canta, donde se observan desprendimientos de material hacia la quebrada (Figura 16). El sector presenta pendientes superiores a 50°, condición que favorece la ocurrencia de estos procesos.

• Reptación

Corresponde al movimiento lento y continuo del suelo pendiente abajo. Este proceso se evidencia en las laderas contiguas a los deslizamientos, donde se observaron pequeñas grietas y la inclinación de varios árboles (Figura 17).



Figura 16. Derrumbe ubicado en la margen derecha de la quebrada.



Figura 17. Árbol ligeramente inclinado hacia la pendiente.

• Flujo de detritos

Corresponde a un movimiento en masa rápido, constituido por una mezcla saturada de agua, suelo y fragmentos de roca que se desplaza a través de un cauce. Este proceso se habría producido en la quebrada Huayapa y habría afectado un tramo de la vía que conecta Canta con Obrajillo (Fidel et al., 2006). Actualmente, la quebrada presenta un caudal reducido que no interrumpe la circulación vehicular (Figura 18).

2.3.2 Zonas de susceptibilidad

• Zonas susceptibles a deslizamientos

Corresponden a sectores con condiciones favorables para la ocurrencia de deslizamientos,



Figura 18. Vista de la quebrada Huayapa y de las zonas donde los flujos afectan la carretera Canta-Obrajillo.

debido a la saturación de los suelos, la presencia de materiales poco consolidados y la identificación de pequeños asentamientos. Aproximadamente 100 m al norte de Cancay se reconoció un sector con nivel freático a 0.6 m de profundidad y pendientes superiores a 30° (Figura 19). Asimismo, a 260 m al sureste de Cancay se observaron agrietamientos en laderas con pendientes mayores de 30°. Por otro lado, a 200 m de la plaza de Canta se identificó el vertimiento de aguas de uso doméstico sobre la ladera, condición que favorece la saturación del suelo. En este sector también se observó un poste de alumbrado público inclinado.

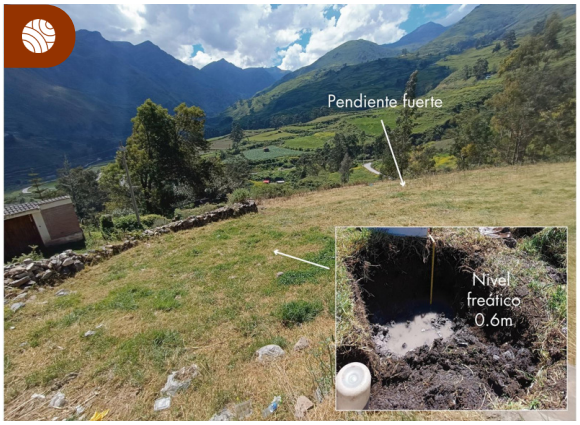


Figura 19. Ladera de pendiente fuerte con presencia de nivel freático a 0.6 m.

- ## Zonas susceptibles a flujos de detritos

Corresponden a sectores ubicados en cauces de quebradas que, debido a sus características geomorfológicas, pueden transportar agua y acumular materiales. Durante periodos de precipitaciones intensas o anómalas, podrían generarse flujos de detritos capaces de afectar el área urbana y las vías de acceso. Al este del área de estudio, cerca de la construcción del nuevo Hospital de Canta, se identifica una quebrada parcialmente encauzada y sin caudal permanente. Ante la ocurrencia de un flujo de detritos, este podría alcanzar y afectar las instalaciones del hospital (Figura 20).

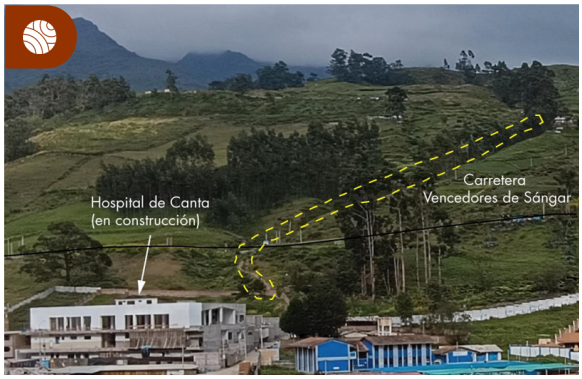


Figura 20. Zona susceptible a flujos (polígono amarillo).

Finalmente, en la Figura 21 se presenta el mapa de geodinámica de Canta, elaborado con la información recolectada en campo.

2.4 Aspectos geotécnicos

Los suelos son materiales no consolidados producto de la meteorización y erosión de la roca madre. Están compuestos por minerales, materia orgánica, agua y aire, y forman depósitos de espesor variable en las partes bajas de las cuencas, sobre los cuales se asientan las áreas urbanas.

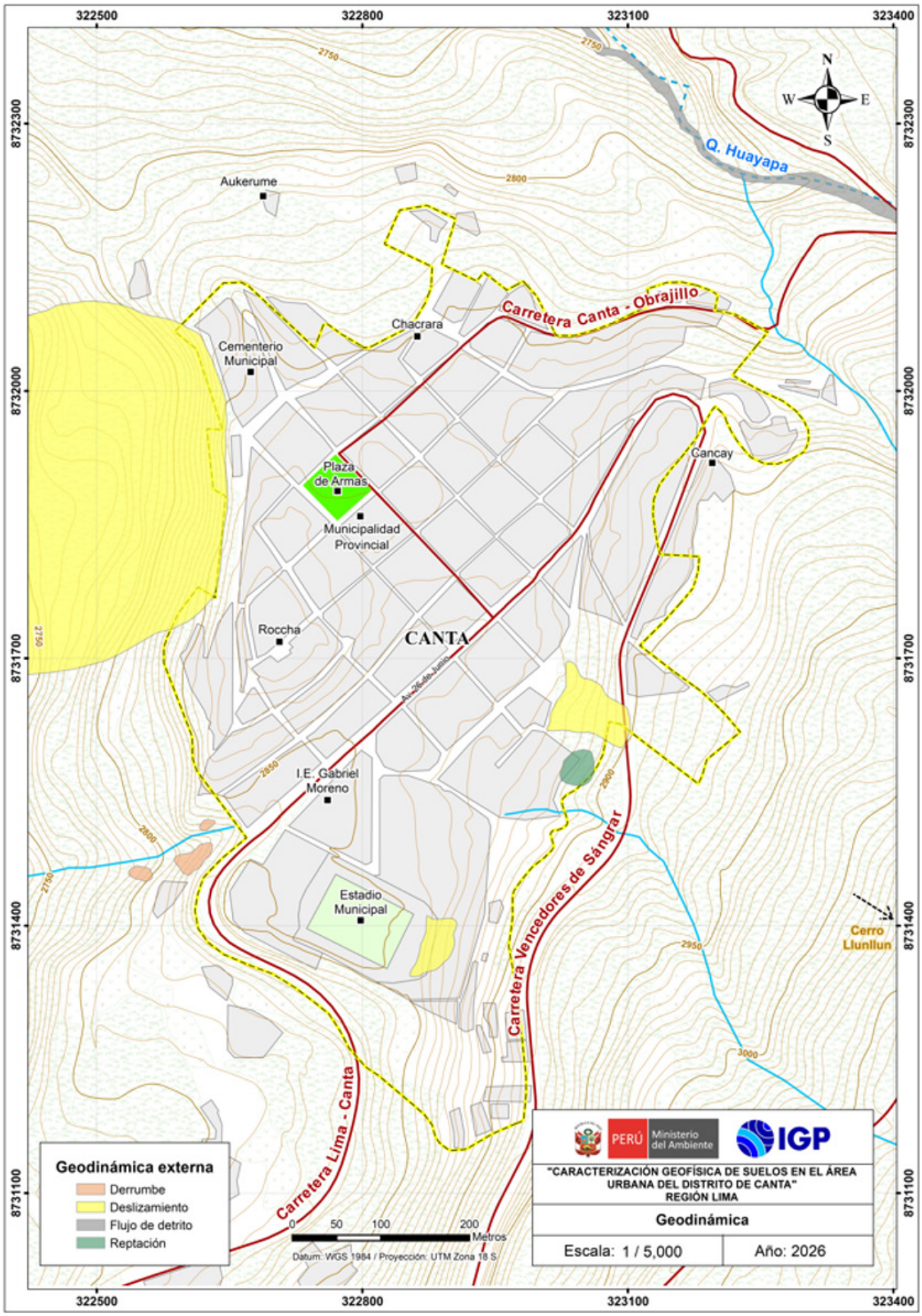


Figura 21. Mapa geodinámico del distrito de Canta.

Para el análisis geotécnico de los suelos de cimentación en Canta se realizaron seis exploraciones a cielo abierto (calicatas), trece posteos y cinco ensayos de penetración dinámica ligera (DPL), indicados en la Figura 22, cuyos registros se describen en el Anexo I. Las muestras extraídas fueron analizadas en laboratorio con el fin de realizar ensayos de granulometría, límites de consistencia y corte directo, y estimar la capacidad portante.

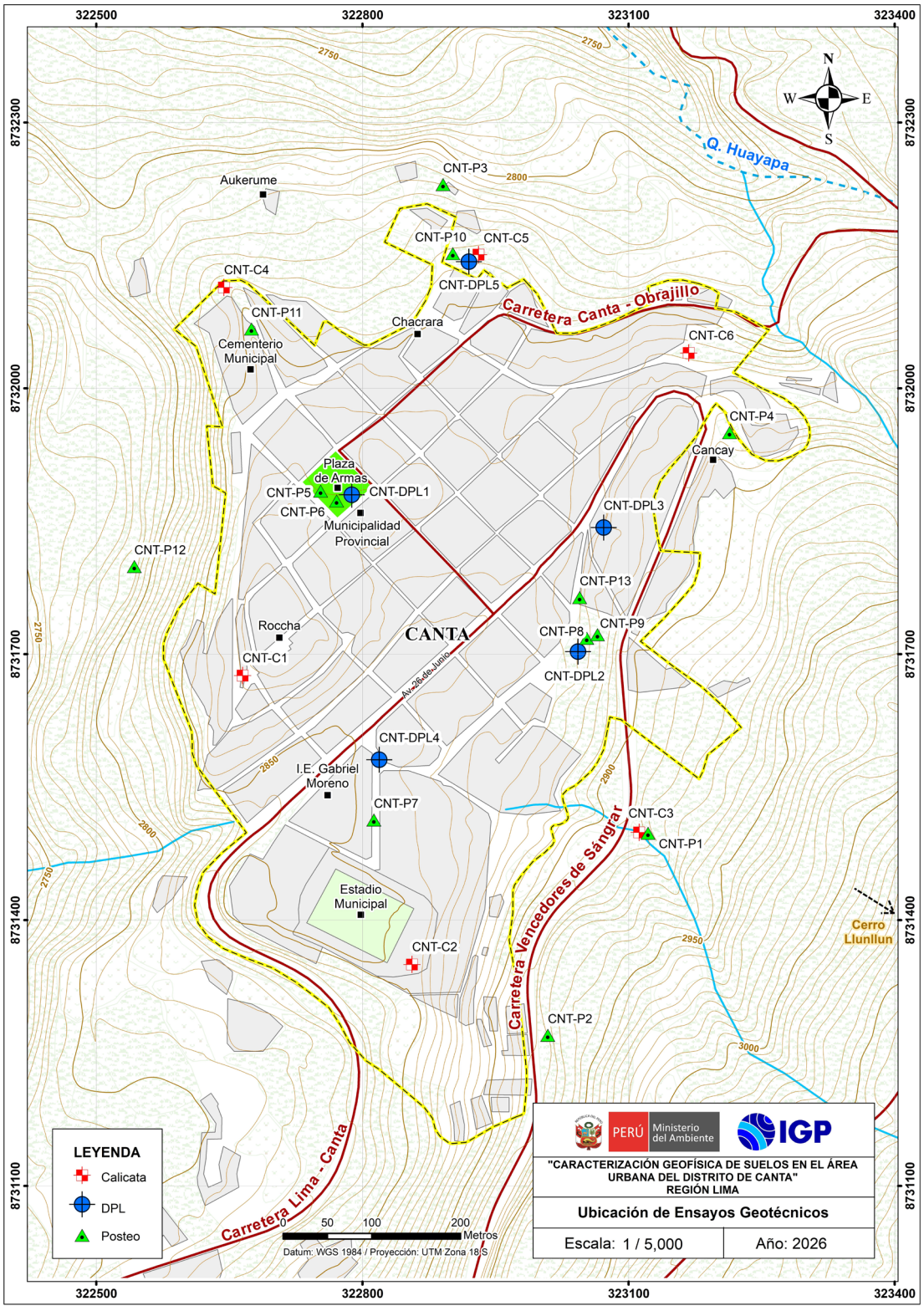


Figura 22. Mapa de ubicación de ensayos geotécnicos.

• Exploraciones a cielo abierto (calicatas, norma ASTM D420)

En el área de estudio se excavaron seis calicatas hasta una profundidad de 3.0 m. De estas se extrajeron muestras de suelo, que fueron almacenadas en bolsas herméticas con capacidad de 5 kg. Las características de las calicatas se presentan en la Tabla 3. La exploración geotécnica permitió identificar suelos constituidos por gravas, arcillas y limos, así como sectores con material de relleno.

• Exploraciones con posteadora manual

Se realizaron sondeos exploratorios en suelos blandos, principalmente arcillas y arenas, hasta profundidades de entre 5 y 6 m. En cada sondeo se describieron los tipos de suelo identificados y sus condiciones de humedad. La ubicación y los resultados de los posteos se presentan en la Tabla 4, mientras que los registros y análisis correspondientes se incluyen en el Anexo I.

Tabla 3. Ubicación de calicatas.

CÓDIGO DE CALICATA	COORDENADAS UTM-WGS84		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREÁTICO (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)			
CNT-C1	322665	8731676	2826	1.75	N. P.
CNT-C2	322856	8731350	2813	2.50	N. P.
CNT-C3	323112	8731499	2851	1.60	N. P.
CNT-C4	322644	8732114	2827	1.50	N. P.
CNT-C5	322931	8732151	2768	2.00	N. P.
CNT-C6	323168	8732040	2790	0.60	0.6

Donde N. P. = No Presenta

Tabla 4. Ubicación de posteos y clasificación de suelos SUCS.

CÓDIGO DE POSTEO	COORDENADAS UTM-WGS84		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE SUELO	NIVEL FREÁTICO (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)				
CNT-P1	323122	8731498	2875	8.00	SC	N. P.
CNT-P2	323009	8731270	2889	7.00	GC-Ct	N. P.
CNT-P3	322891	8732230	2799	1.80	GC-Bq	N. P.
CNT-P4	323214	8731950	2865	2.00	SC	N. P.
CNT-P5	322771	8731873	2854	1.20	GP	N. P.
CNT-P6	322753	8731884	2854	0.98	GP	N. P.
CNT-P7	322813	8731513	2839	0.45	GP-Ct	N. P.
CNT-P8	323053	8731718	2860	0·70	GP-Ct	N. P.
CNT-P9	323065	8731722	2869	0.55	GP-Ct	N. P.
CNT-P10	322902	8732152	2829	0.90	GP-Ct	N. P.
CNT-P11	322675	8732067	2812	7.20	GP-Ct	N. P.
CNT-P12	322543	8731799	2781	6.50	SC	N. P.
CNT-P13	323045	8731764	2847	4.50	GM	N. P.

Donde Bq = bloques; Ct = cantos rodados; N. P. = No Presenta

- ## Ensayo de penetración dinámica ligera (DPL) (NTP 339.159/DIN 4094-3)

Es un ensayo de campo de registro continuo que consiste en contabilizar el número de golpes necesarios para lograr una penetración de 10 cm. Para ello, se utiliza un martillo de 10 kg que cae por gravedad desde una altura de 0.50 m sobre el sistema de varillas, cuyo extremo inferior está provisto de una punta cónica de 60°. Los resultados del ensayo permiten estimar, mediante correlaciones empíricas, el ángulo de fricción interna y las condiciones de compacidad de los suelos. Estos parámetros contribuyen a estimar su capacidad portante.

En la Tabla 5 se indica la ubicación de los ensayos DPL realizados en el área de estudio, el número de golpes y el ángulo de fricción interna calculado a partir de los parámetros de compacidad y densidad relativa, según la fórmula de Meyerhof (1956).

$$\Phi = 25° + 0.15 * Dr$$

Donde:

Φ = Ángulo de fricción interna
Dr = Densidad relativa

El ensayo CNT-DPL3 alcanzó una profundidad máxima de 1.40 m, debido a que el suelo ofreció resistencia a la varilla al alcanzar los 45 golpes; probablemente se trata de un suelo constituido por cantos rodados o bloques. Todos los ensayos se realizaron considerando una profundidad de cimentación superficial de 1.50 m, establecida en la Norma Técnica Peruana E.050 Suelos y Cimentaciones (2018).

2.4.1 Clasificación de suelos SUCS

Con base en la información recopilada mediante calicatas, posteos y ensayos DPL, y en la aplicación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se identificaron dos tipos de suelos (Figura 23).

Tabla 5. Ubicación de ensayos de penetración dinámica ligera (DPL) y parámetros obtenidos.

CÓDIGO DE DPL	COORDENADAS UTM-WGS84		ELEVACIÓN (m s. n. m.)	PROFUNDIDAD (m)	NÚMERO DE GOLPES	Φ (°)
	Este (m)	Norte (m)				
CNT-DPL1	322888	8731880	2803	3.90	12	27.0
CNT-DPL2	323043	8731703	2803	3.90	21	29.7
CNT-DPL3	323072	8731843	2843	1.40	45	32.5
CNT-DPL4	322819	8731581	2833	2.80	5	19.2
CNT-DPL5	322920	8732143	2832	2.90	6	21.4

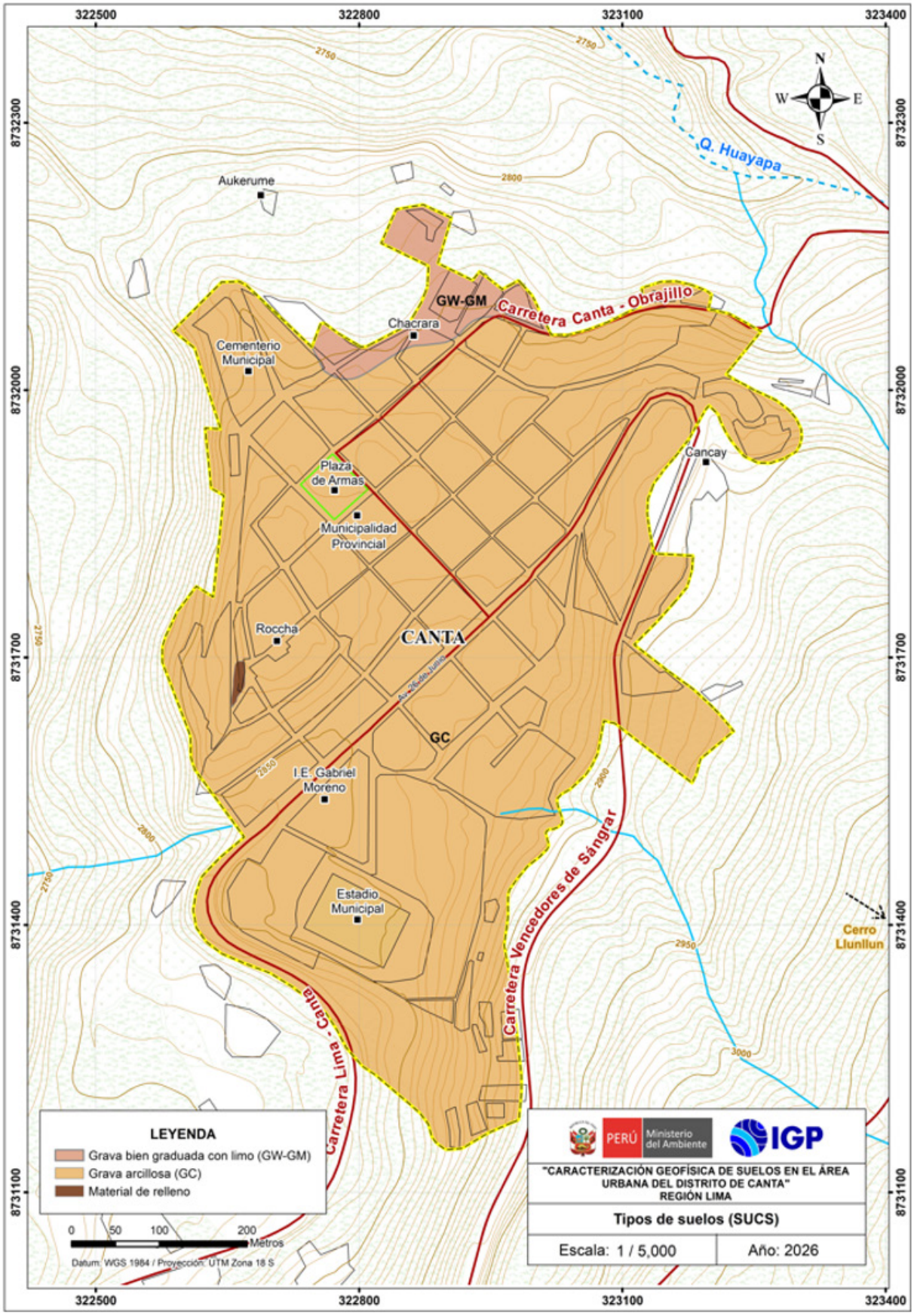


Figura 23. Mapa de clasificación de suelos SUCS en el área urbana del distrito de Canta.

- Suelos tipo GW-GM

Corresponden a gravas bien graduadas con limo, con un contenido de humedad de 7.1 %. Presentan una compacidad de media a alta. Este tipo de suelo se identificó hacia el extremo noreste del área urbana de Canta, específicamente en la calicata CNT-C5, y representa aproximadamente el 3 % del área de estudio.

- Suelos tipo GC

Corresponden a gravas arcillosas, con contenidos de humedad que varían entre 10.5 % y 12.1 %. Presentan una compacidad media. Este tipo de suelo se identificó en las calicatas CNT-C2, CNT-C3 y CNT-C6; en los posteos CNT-P5, CNT-P6, CNT-P7, CNT-P8, CNT-P9 y CNT-P11; y en los ensayos CNT-DPL1, CNT-DPL2, CNT-DPL3 y CNT-DPL4. Representa aproximadamente el 96 % del área de estudio.

2.4.2 Capacidad de carga del suelo

Con base en la información obtenida de las calicatas y en los resultados de los ensayos de corte directo, se estimó la capacidad portante del suelo.

- Ensayo de corte directo (norma ASTM D3080)

Este ensayo tiene como finalidad determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo sometida a esfuerzos normales y cortantes que simulan las condiciones de carga existentes o futuras en el terreno. La resistencia al corte está determinada por dos parámetros: la cohesión, asociada principalmente a la interacción entre las partículas finas, y el ángulo de fricción interna, relacionado con el rozamiento y el entrelazamiento entre las partículas del suelo.

Los valores finales de la capacidad de carga portante de los suelos del área urbana de Canta se basan en datos de laboratorio de mecánica de suelos (Anexo I), corroborados con datos teóricos de los parámetros de ángulo de fricción y cohesión de Terzaghi et al. (1996), así como con información de los ensayos DPL realizados en campo. Para ello se emplearon las fórmulas de falla general o local, según el tipo de suelo.

- Capacidad de carga portante

Para estimar la capacidad portante de los suelos, se emplearon los valores del ángulo de fricción interna y de la cohesión obtenidos mediante los ensayos de corte directo. Los resultados correspondientes a las cuatro muestras de suelo analizadas se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Capacidad de carga portante en el área urbana de Canta.

CÓDIGO DE MUESTRA	CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (kg/cm^2)	CAPACIDAD DE CARGA PORTANTE (kg/cm^2)	FALLA DE CORTE
CNT-C2	5.84	1.95	Falla de corte general
CNT-C3	6.68	2.23	Falla de corte general
CNT-C5	14.52	4.84	Falla de corte general
CNT-C6	0.76	0.25	Falla de corte general
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m | Ancho: 1.50 m		

Tabla 7. Capacidad portante según el criterio de falla general, calculada con base en el ángulo de fricción interna corregido mediante la correlación entre los valores N-DPL y N-SPT, y la cohesión obtenida mediante el ensayo de corte directo.

CÓDIGO DE ENSAYO	CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA (kg/cm²)	CAPACIDAD DE CARGA PORTANTE (kg/cm²)	FALLA DE CORTE
CNT-DPL1	5.59	1.86	Falla de corte general
CNT-DPL2	4.47	1.49	Falla de corte general
CNT-DPL4	4.88	1.63	Falla de corte general
CNT-DPL5	4.88	1.63	Falla de corte general
DIMENSIONES DE CIMENTACIÓN	Profundidad: 1.50 m | Ancho: 1.50 m		

Según los valores del ángulo de fricción corregido a partir de la correlación del valor N del DPL con el SPT, y los datos de cohesión de los suelos obtenidos mediante el ensayo de corte directo realizado en el laboratorio de mecánica de suelos y la Tabla C (Anexo I), se determinaron las capacidades portantes de los suelos investigados para los DPL que alcanzaron una profundidad de cimentación de 1.50 m (Tabla 7).

Según los rangos de capacidad de carga indicados en la Tabla 8, se determinó que los suelos del área urbana de Canta presentan las siguientes características (Figura 24).

Tabla 8. Rango de capacidad de carga portante.

CAPACIDAD DE CARGA PORTANTE (kg/cm²)	DENOMINACIÓN
<1.0	Muy baja
1.0–2.0	Baja
2.0–3.0	Media
>3.0	Alta

- ## Capacidad de carga portante muy baja

Corresponde a suelos con capacidad de carga portante menor de 1.00 kg/cm², representados por grava arcillosa (GC). Se delimitó a 60 m al norte de Cancay y representa el 5 % del área de estudio.

- ## Capacidad de carga portante baja

Corresponde a suelos con capacidad de carga portante de 1.00 a 2.00 kg/cm², representados por grava arcillosa (GC). Se delimitó en las inmediaciones del estadio Municipal y de la I. E. Gabriel Moreno, y representa el 21 % del área de estudio.

- ## Capacidad de carga portante media

Corresponde a suelos con capacidad de carga portante de 2.00 a 3.00 kg/cm², representados por grava arcillosa (GC). Se extiende en dirección noroeste-sureste, en las inmediaciones del cementerio Municipal, el casco urbano y a 81 m del estadio Municipal. Representa el 70 % del área de estudio.

- ## Capacidad de carga portante alta

Corresponde a suelos con capacidad de carga portante mayor de 3.00 kg/cm², representados por grava bien graduada con limo (GW-GM). Se delimitó a 200 m al noreste de la plaza de Armas de Canta y representa el 3 % del área de estudio.

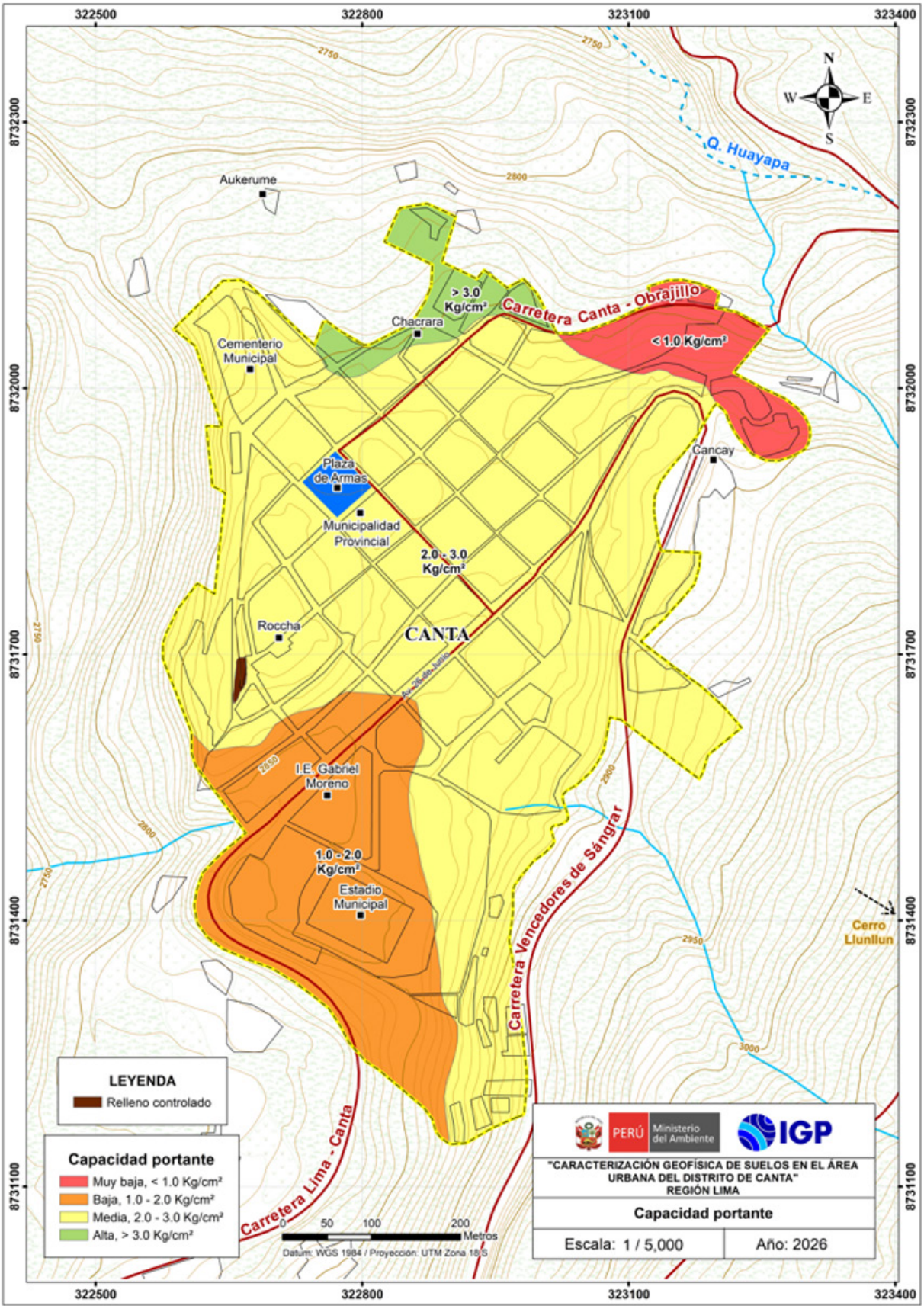


Figura 24. Mapa de capacidad portante de los suelos del área urbana de Canta.

3. Aspectos geofísicos

Con el fin de conocer los diferentes parámetros físicos que controlan el comportamiento dinámico de la estructura del suelo en el área urbana del distrito de Canta, se aplicaron distintos métodos geofísicos. Sus resultados se correlacionaron entre sí y con los aspectos geoambientales del área de estudio.

A continuación, se describe cada método aplicado y se presentan los resultados.

3.1 Método de razones espectrales-vibración ambiental

El método de razones espectrales (H/V) permite caracterizar la respuesta dinámica del suelo a partir de su periodo de respuesta y, en algunos casos, estimar su amplificación ante la ocurrencia de sismos. Este método utiliza registros de vibración ambiental que contienen información sobre las características físicas de los suelos en las primeras decenas de metros bajo la superficie (Nakamura, 1989; SESAME, 2004; Bernal, 2006). Asimismo, debe considerarse que la variación de las propiedades físicas de los suelos —tipo, espesor, geometría y composición litológica— condiciona la amplificación de las ondas sísmicas.

3.1.1 Adquisición de datos

Para la adquisición de los registros de vibración ambiental se utilizaron sensores sísmicos Lennartz y registradores CityShark II (Figura 25). Cada registro tuvo una duración de 15 minutos, lo que permitió disponer de una cantidad adecuada de datos para su posterior análisis. En el área urbana del distrito de Canta se recolectaron 50 registros de vibración ambiental en puntos distribuidos de manera equidistante, tal como se muestra en la Figura 26.



Figura 25. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales: sensor Lennartz (2N) y registrador CityShark II.

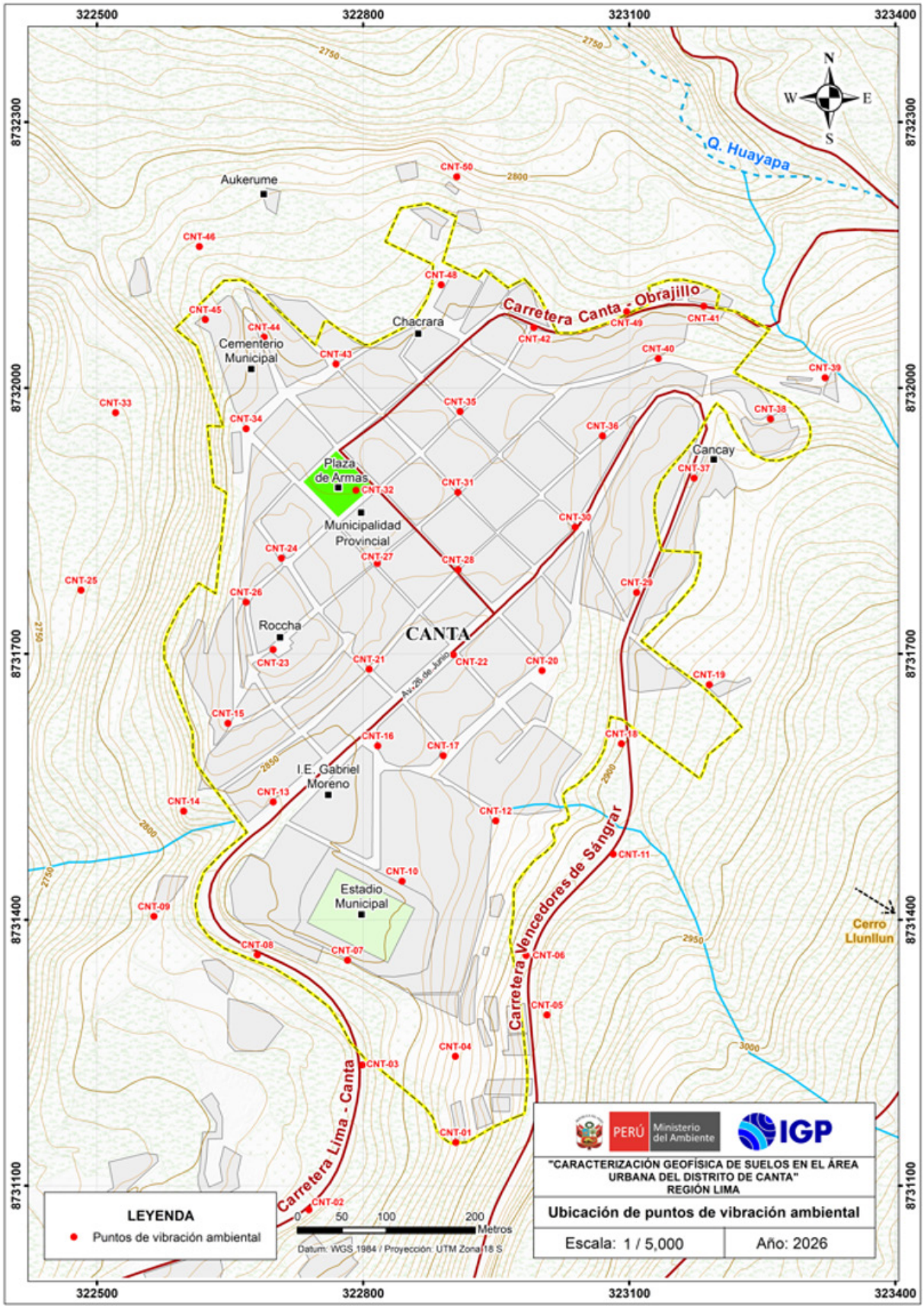


Figura 26. Distribución espacial de los puntos de registro de vibración ambiental en el área de estudio.

En la Figura 27 se muestran ejemplos de registros de vibración ambiental obtenidos en las inmediaciones del cementerio del distrito, donde se observa ruido de poca amplitud o saltos transitorios (CNT-34), y cerca de la I. E. Gabriel Moreno, donde la señal presenta mayor amplificación (CNT-16). La diferencia en el trazo de los registros se debe a que dichos puntos se ubican sobre suelos con distinta consistencia o rigidez, lo que permite clasificarlos y, a la vez, zonificar el área de estudio según la respuesta sísmica del suelo.

3.1.2 Procesamiento y análisis

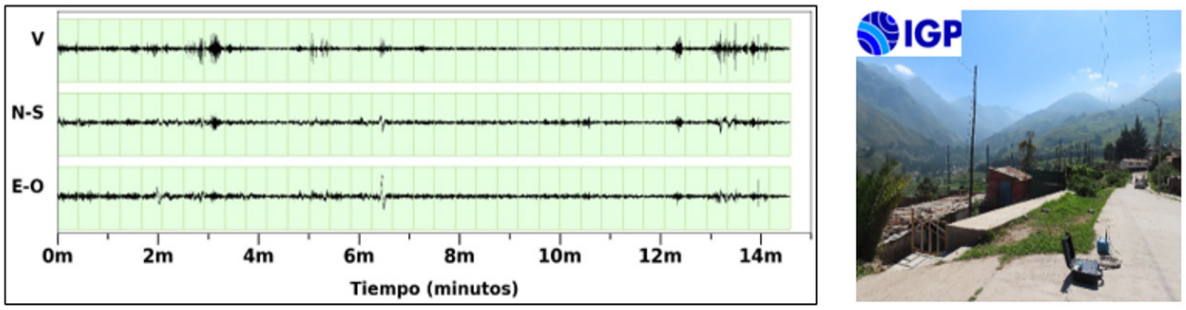
Para aplicar la técnica de razones espectrales H/V, los registros de vibración ambiental fueron tratados en ventanas de 20 s. Luego se calculó la transformada rápida de Fourier (FFT) para obtener los espectros de cada componente del registro y el cociente entre los espectros de la componente horizontal (H) y la componente vertical (V). Finalmente, en cada espectro H/V se identificó la frecuencia predominante, considerando un rango de interés entre 0.5 y 20 Hz, así como picos o rangos con amplificaciones relativas de al menos dos veces. En la Figura 28 se observan los resultados para el punto CNT-14.

3.1.3 Resultados e interpretación

Los suelos del área urbana del distrito de Canta responden a frecuencias Fo que fluctúan entre 1.6 y 10.0 Hz, es decir, a periodos (T = 1/F) To de 0.1 a 0.8 s. En la Figura 29 se presenta la distribución espacial de los periodos de respuesta del suelo (To). En ella se observa que, en el sector Chacrara, predominan suelos con periodos largos entre 0.5 y 0.6 s. En la zona céntrica —plaza de Armas— y en las inmediaciones de la carretera Vencedores de Sángrar predominan suelos con periodos entre 0.1 y 0.3 s; sin embargo, hacia el oeste del área urbana —cementerio Municipal y sector Roccha— se identifican suelos que responden a periodos largos entre 0.4 y 0.6 s. Puntualmente, en las inmediaciones del estadio Municipal y de la I. E. Gabriel Moreno, los suelos responden a periodos de 0.5 s. La respuesta en dos rangos de periodos se asocia a la presencia de suelos heterogéneos y dinámicamente complejos ante la demanda sísmica.

Las mayores amplificaciones del suelo se presentan en los extremos oeste, noreste y sur del área urbana, correspondientes al cementerio Municipal, el estadio Municipal y los sectores Roccha y Chacrara. Estos resultados sugieren la presencia de suelos de menor rigidez en dichos sectores.

CNT-34



CNT-16

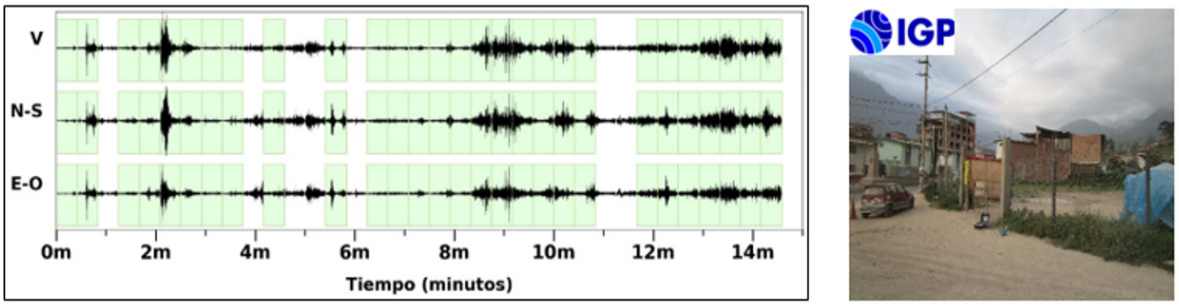
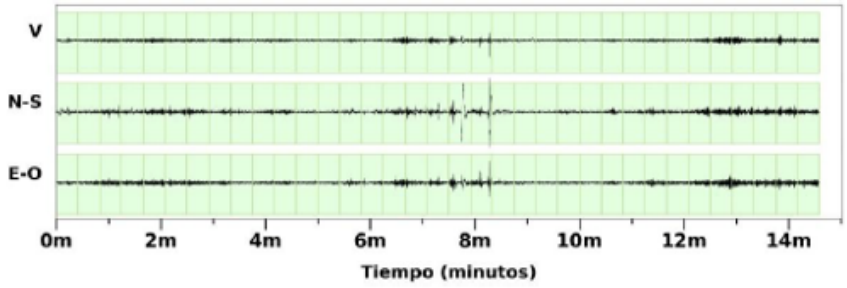


Figura 27. Ejemplos de registros de vibración ambiental correspondientes a los puntos CNT-34 y CNT-16.

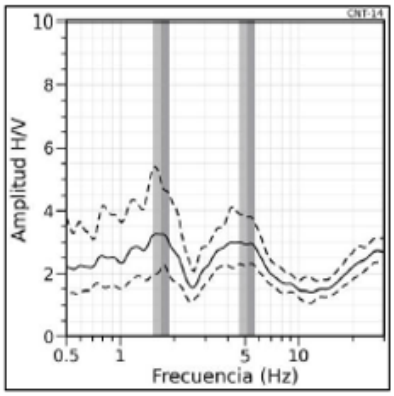
Razones espectrales (HV) - Registros de vibración ambiental

CNT-14

Señal registrada y ventanas seleccionadas para el procesamiento



Curva H/V



Recolección de datos



F0 (Hz)	1.70+/-0.26	T(s) = 0.2	Amp. relativa: 3.3 veces
F1 (Hz)	2.93+/-0.26	T(s) = 0.6	Amp. relativa: 3.0 veces

IGP		Caracterización geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Canta	DISTRITO:	Canta	DEPARTAMENTO:	Lima
		TIEMPO REGISTRO	15 minutos	DATUM	WGS 84	FECHA:	05/ 2026
		COORDENADAS UTM 18 S:	NORTE (m) : 8731523	ESTE (m) : 322597		COTA (m s.n.m) : 2821	
ELABORADO POR:	K. Pari	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

Figura 28. Resultados del método de razones espectrales (H/V) para el punto CNT-14. En la parte superior se muestra la señal registrada y, en la parte inferior, la curva promedio de las razones espectrales (H/V), representada por una línea gruesa, junto con su desviación estándar, indicada mediante líneas discontinuas. Las barras grises delimitan la frecuencia predominante.

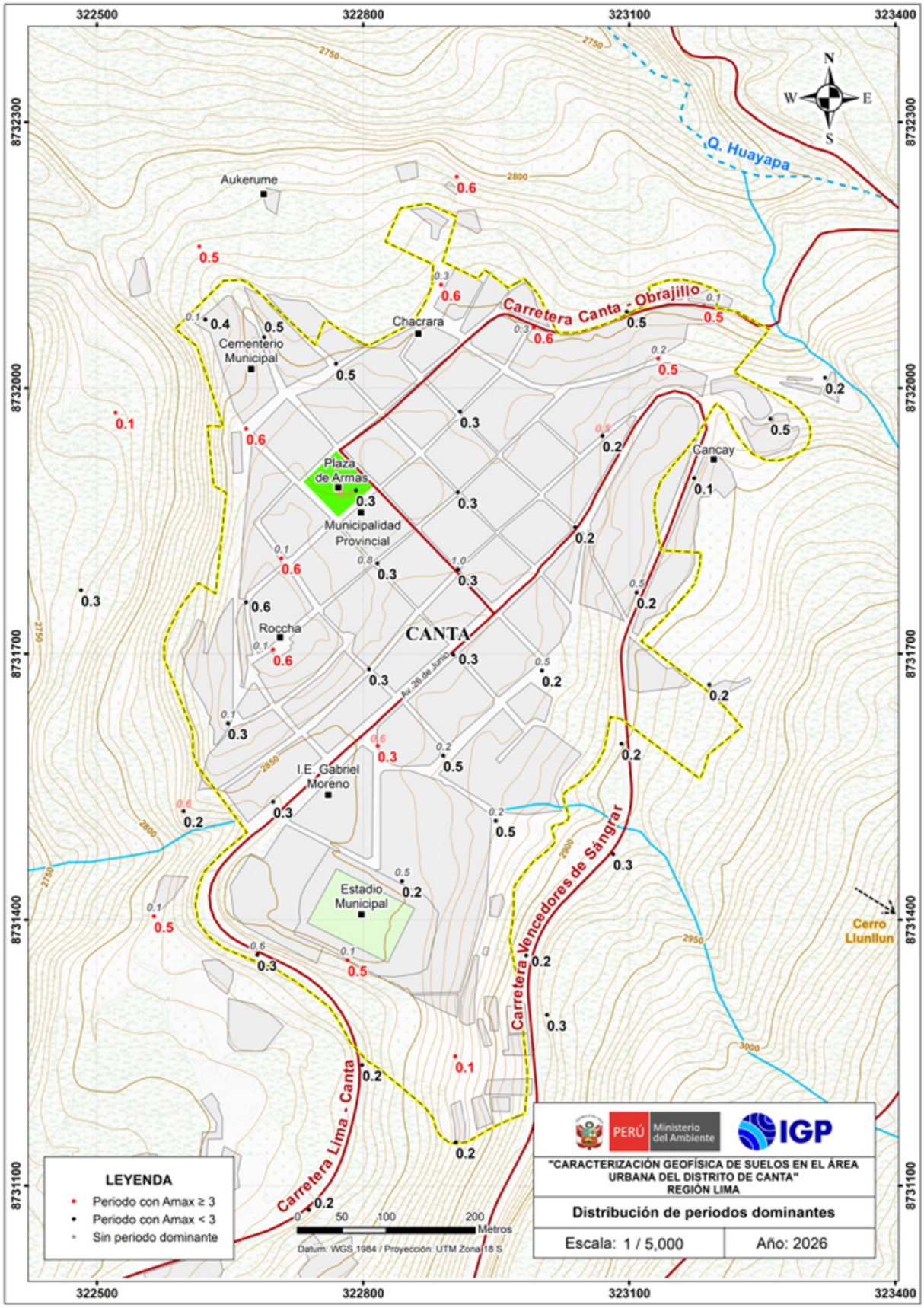


Figura 29. Distribución espacial de los periodos predominantes del suelo de Canta. Los valores en rojo corresponden a puntos con amplificaciones mayores a 3 veces.

En la Figura 30 se muestra, para el área de estudio, la distribución de las curvas de razones espectrales (H/V) representativas de dos sectores, cuyas características se detallan a continuación:

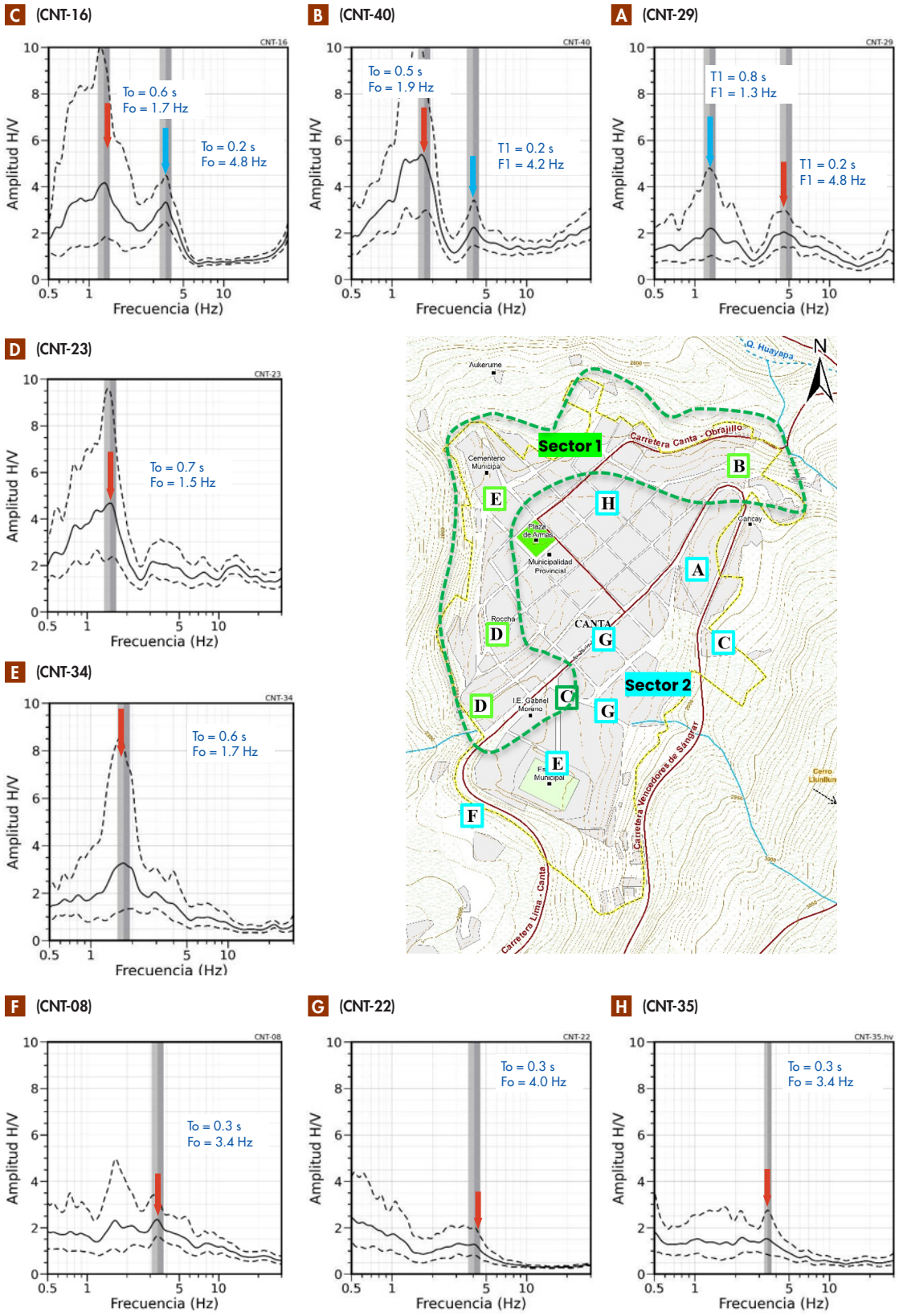


Figura 30. Razones espectrales obtenidas para los puntos A a H, distribuidas en el área de estudio. Las flechas en color rojo indican el periodo fundamental del suelo.

- **Sector 1**

Considera los extremos noroeste y oeste del distrito. Aquí los suelos responden a periodos largos entre 0.4 y 0.6 s con amplificaciones moderadas a altas. Asimismo, en algunos puntos, presentan sensibilidad a periodos entre 0.1 y 0.3 s. La forma de las curvas H/V (gráficos B, C, D, F) evidencia que el suelo responde a dos picos de periodos, asociados a suelos de mayor espesor y con comportamiento dinámico complejo ante la demanda sísmica.

- **Sector 2**

Considera la zona céntrica (plaza de Armas), por la avenida 26 de Junio y en inmediaciones de la carretera Vencedores de Sángrar. Los suelos responden a periodos entre 0.2 y 0.3 s con amplificaciones moderadas. La forma de las curvas H/V (gráficos F, G, H) evidencia que el suelo responde a un único pico asociado a la presencia de una capa de suelo más homogénea y de menor espesor. Las curvas H/V (gráfico A) evidencian que el suelo responde a dos picos de periodos asociados a suelos heterogéneos con un comportamiento dinámico complejo ante la demanda sísmica.

3.2 Métodos sísmicos

El ensayo de análisis multicanal de ondas superficiales (MASW), o sísmica activa (Park, 2013), permite determinar la estratigrafía del suelo bajo un punto, es decir, conocer la velocidad de propagación de las ondas de corte Vs en el subsuelo, a partir del análisis de la dispersión de ondas superficiales generadas por una fuente de energía impulsiva y registradas mediante arreglos lineales de sensores sísmicos.

El ensayo de análisis multicanal de microtremores (MAM), o sísmica de microtremores (Louie, 2001), permite conocer la estructura del suelo a partir de la velocidad de ondas de corte mediante registros de ruido sísmico —vibración generada por la actividad humana—, cuya contribución se concentra principalmente en bajas frecuencias, lo que permite investigar a mayores profundidades. La combinación de los métodos MASW y MAM permite obtener información del suelo tanto en niveles superficiales como en profundidad.

El ensayo de análisis multicanal de ondas superficiales en dos dimensiones (MASW 2D) permite obtener un perfil bidimensional de velocidades de ondas de corte (Vs) a lo largo de un perfil en superficie, en lugar de un único punto. Al generar una caracterización continua de la rigidez del suelo, permite identificar cambios en los materiales del terreno y evaluar sus condiciones geotécnicas y sísmicas.

3.2.1 Adquisición de datos

Para la aplicación de los ensayos sísmicos se utilizó un sismómetro digital modelo GEODE, con 24 geófonos de baja frecuencia (4.5 Hz). En los métodos MASW y MASW 2D se empleó como fuente de impacto, para generar las ondas sísmicas, un martillo de 20 lb (Figura 31); para el método MAM se utilizó el ruido ambiental. La geometría del tendido fue variable, en función de la geomorfología y de la accesibilidad a la zona de estudio.

Se realizaron 15 líneas sísmicas: MASW (10) y MASW 2D (5). Las coordenadas y características de cada línea se describen en las Tablas 9 y 10, y su distribución espacial en la Figura 32.

3.2.2 Procesamiento y análisis

Para los ensayos MASW-MAM, los datos sísmicos recolectados fueron procesados con el *software* SeisImager. En este procedimiento se aplicó la transformada rápida de Fourier (FFT) para



Figura 31. Equipos utilizados en la toma de datos por el método de MASW.

Tabla 9. Coordenadas y características de las líneas sísmicas MASW-MAM realizadas en el área urbana del distrito de Canta, codificadas como CNT-LS1 al CNT-LS10.

Línea sísmica	Coordenadas UTM-WGS84		Cota (m s. n. m.)
	Este (m)	Norte (m)	
MASW-MAM			
CNT-LS1	322986	8731265	2889
CNT-LS2	322695	8731351	2795
CNT-LS3	322813	8731542	2823
CNT-LS4	322990	8731665	2832
CNT-LS5	322887	8731771	2832
CNT-LS6	322664	8731744	2836
CNT-LS7	322790	8731874	2837
CNT-LS8	323146	8731862	2857
CNT-LS9	322994	8732077	2820
CNT-LS10	322693	8732031	2815

Tabla 10. Coordenadas y características de las líneas sísmicas MASW 2D realizadas en el área urbana del distrito de Canta, codificadas desde CNT-MW1 hasta CNT-MW5.

Línea sísmica	Coordenadas UTM-WGS84		Cota (m s. n. m.)	Distancia entre geófonos	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
CNT-MW1	322590.7	8731432.7	2820	4	176
	322722.4	8731550.4	2846		
CNT-MW2	323328.8	8731987.2	2867	4	176
	323154.7	8732030.3	2872		
CNT-MW3	322886.9	8732168.5	2836	4	92
	322868.2	8732079.0	2849		
CNT-MW4	322768.1	8732027.5	2835	4	176
	322630.3	8732141.3	2853		
CNT-MW5	323043.8	8731611.9	2878	4	92
	323065.7	8731701.2	2879		

obtener la curva de dispersión, que relaciona la velocidad de fase de las ondas superficiales con la frecuencia. Posteriormente, cada curva de dispersión perteneciente a un mismo arreglo (MASW y MAM) fue sometida a un proceso de inversión, con el fin de obtener los perfiles Vs en una dimensión (1D) para el punto central de la línea (Figura 33).

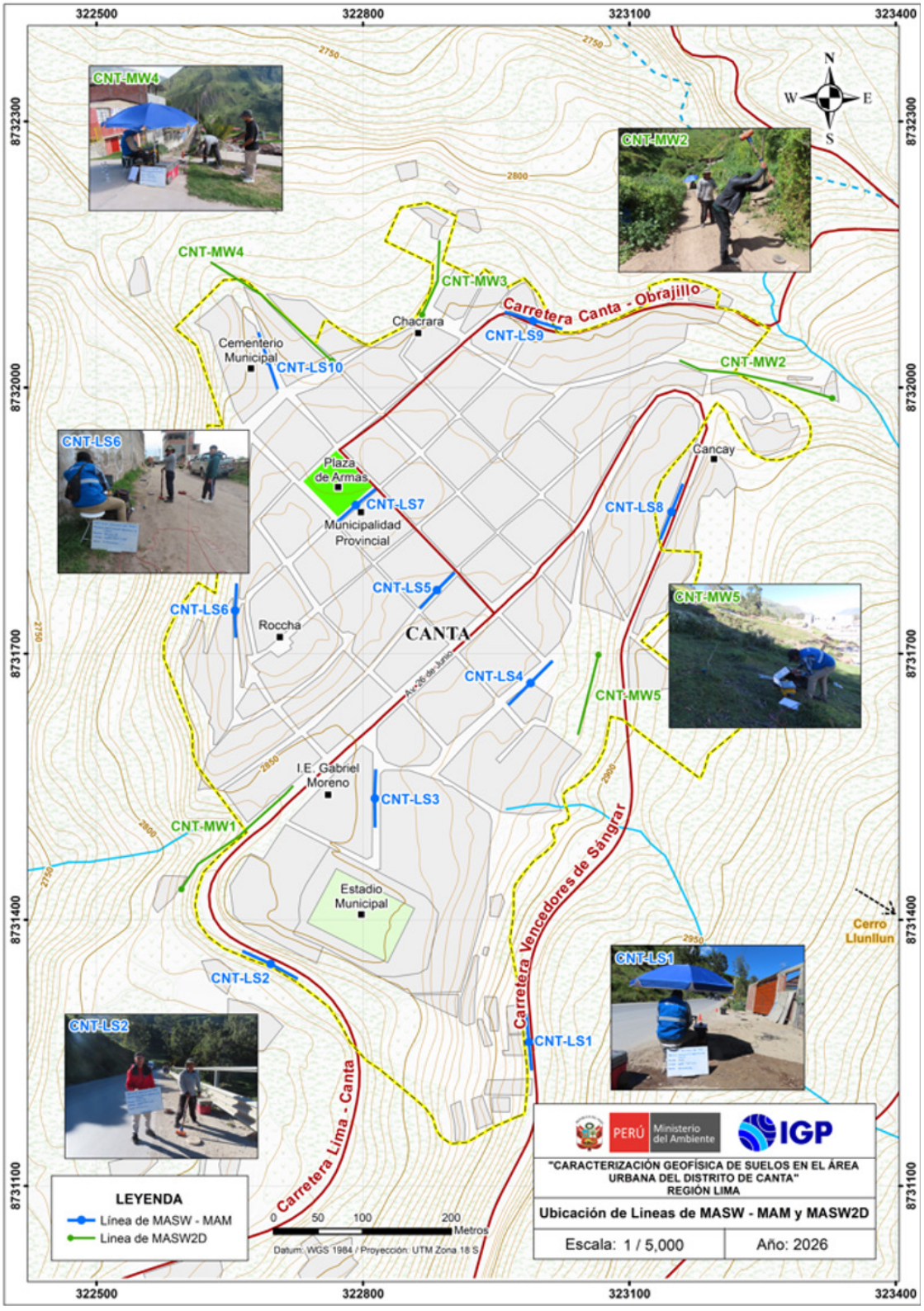


Figura 32. Distribución espacial de las líneas sísmicas MASW, representadas en color azul y codificadas desde CNT-LS1 hasta CNT-LS10, y de las líneas MASW 2D, representadas en color verde y codificadas desde CNT-MW1 hasta CNT-MW5.

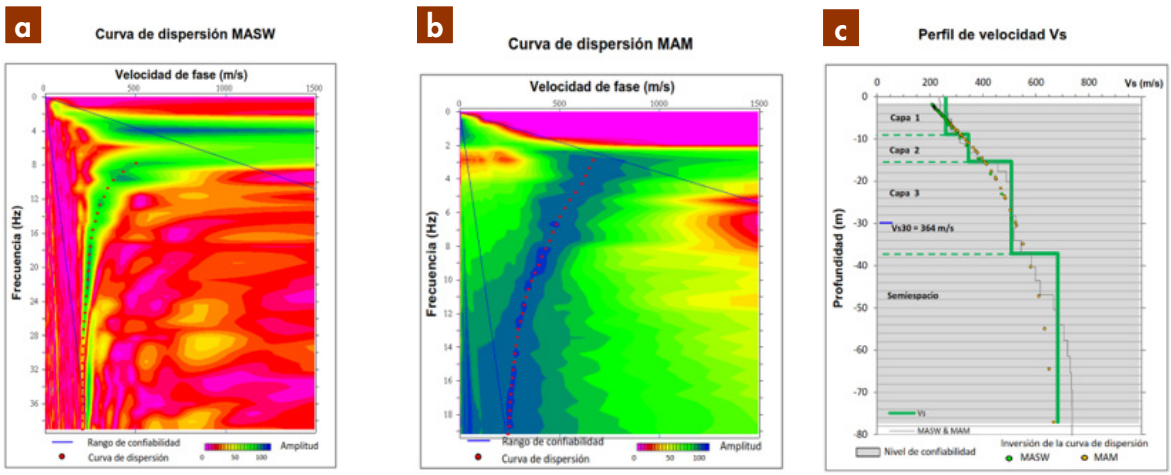


Figura 33. Curvas de dispersión obtenidas con los métodos de MASW (a) y MAM (b) y el perfil de velocidad obtenido a partir de la combinación de ambos métodos (c).

Para el ensayo MASW 2D, cada curva de dispersión fue sometida a un proceso de inversión, con el fin de obtener perfiles Vs en dos dimensiones (2D), como se muestra en la Figura 34.

Para el análisis de los resultados, se considera la clasificación de suelos adaptada a partir de la Norma Técnica de Diseño Sismorresistente E.030 (2026), tal como se muestra en la Tabla 11.

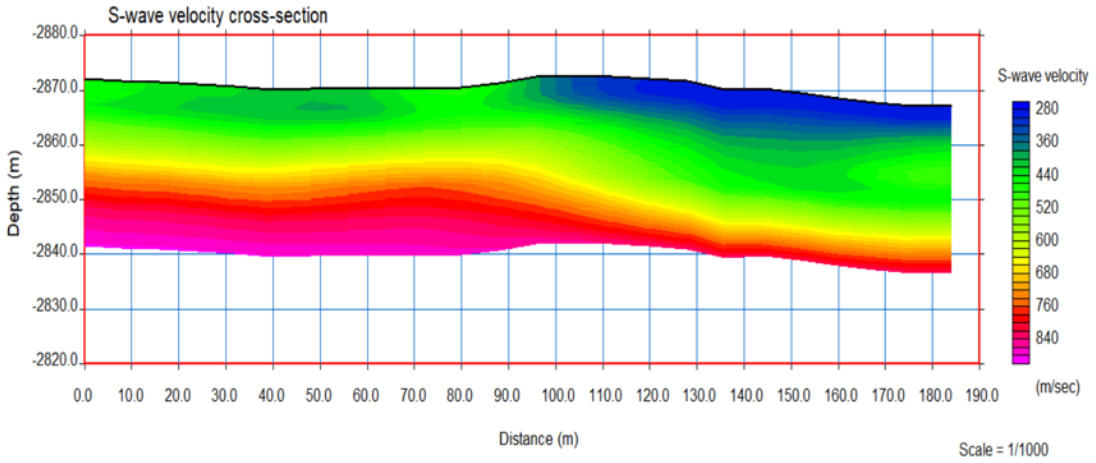


Figura 34. Perfil de velocidad de ondas de corte en dos dimensiones.

Tabla 11. Clasificación de los suelos en función de las velocidades de ondas de corte (Vs), según la Norma Técnica E.030 (2026) adaptada para el área de estudio.

Clasificación de los perfiles de suelo			
n.°	Vs (m/s)	Adaptación al área de estudio	
1	<200	Material suelto	
2	200 a 350	Material suelto a medianamente compacto	
3	350 a 550	Material medianamente compacto	
4	550 a 800	Material compacto	
5	800 a 1500	Material muy compacto	
6	>1500	Roca	

3.2.3 Resultados e interpretación MASW-MAM

A continuación, se describen las características observadas en los perfiles de velocidad de ondas de corte (Vs) obtenidos con los métodos sísmicos MASW. En la Figura 35 se presenta el modelo de perfil sísmico obtenido para la línea CNT-LS1; los resultados de las líneas restantes se muestran en el Anexo II.

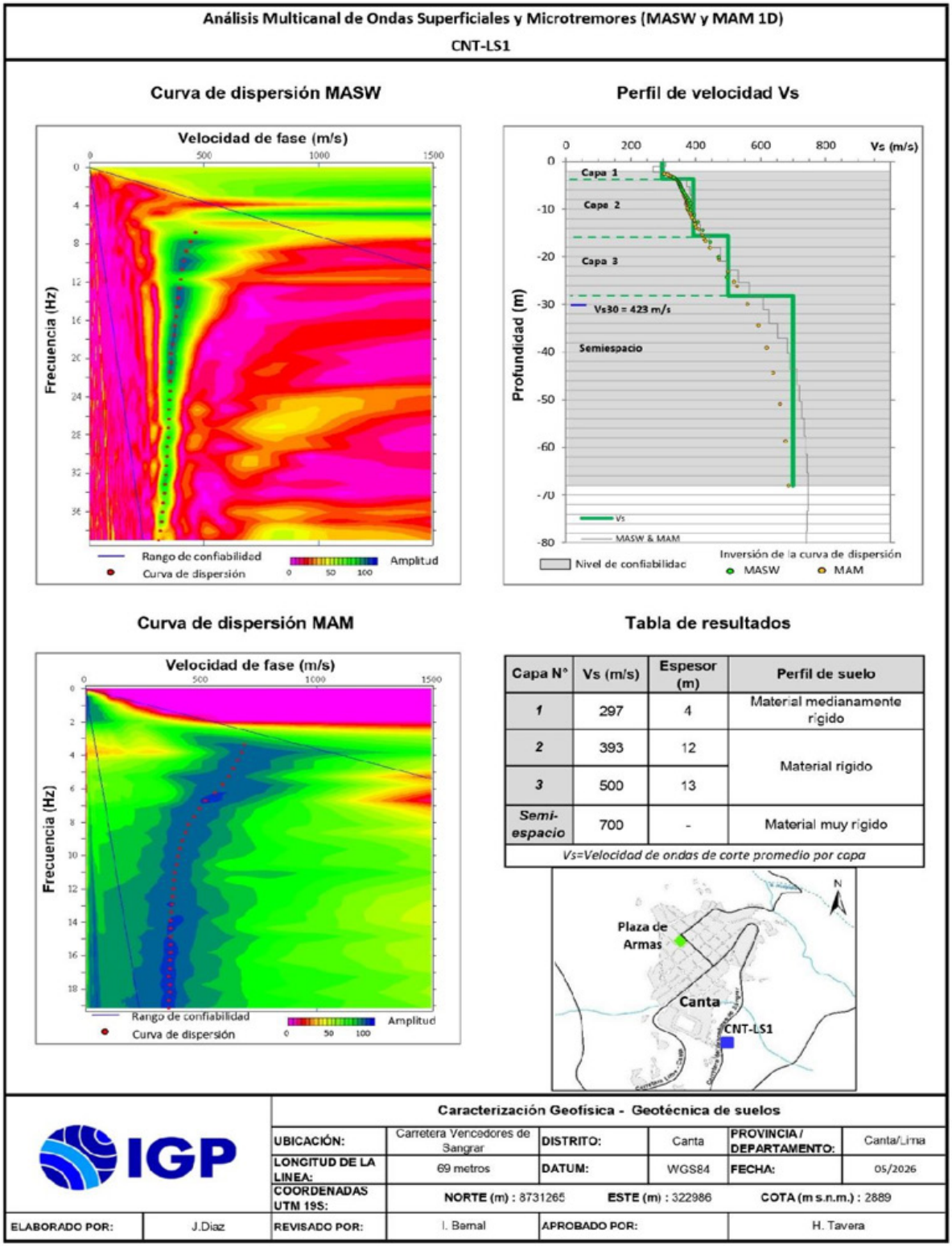


Figura 35. Resultados con las técnicas MASW-MAM para la línea sísmica CNT-LS1.

• Línea sísmica CNT-LS1

Fue realizada en la carretera Vencedores de Sángrar, con una profundidad de resolución promedio de 68 m. Este perfil permitió identificar tres capas sísmicas: la primera, de 4 m de espesor y velocidades Vs de 297 m/s, correspondiente a suelos medianamente rígidos; la segunda, de 12 m de espesor y velocidades Vs de 393 m/s; y la tercera, de 13 m de espesor y velocidades Vs de 500 m/s, ambas correspondientes a suelos rígidos. Estas capas se emplazan sobre un semiespacio con velocidades Vs > 700 m/s, que define la presencia de suelos muy rígidos.

En la Tabla 12 se resumen los valores de velocidad de ondas de corte (Vs) para cada uno de los perfiles de suelo obtenidos en el área de estudio.

Los suelos del área urbana del distrito de Canta presentan dos capas sísmicas principales. En conjunto, ambas corresponden a suelos medianamente rígidos (Vs = 214 a 345 m/s) y rígidos (Vs = 393 a 528 m/s), con espesores que varían entre 16 y 62 m. Los mayores espesores se presentan en las inmediaciones del estadio Municipal, el cementerio Municipal, la I. E. Gabriel Moreno y el sector Cancay, en dirección a la quebrada Huayapa (Figura 36). Es importante remarcar que la primera capa, compuesta por suelos medianamente rígidos y espesores de hasta 23 m, solo está presente cerca de la I. E. Gabriel Moreno, sobre el trayecto de la quebrada que atraviesa el extremo sur del área de estudio.

En este contexto, los suelos que caracterizan el área urbana de Canta corresponden a depósitos aluviales de variada rigidez, definida por las velocidades de las ondas de corte (Vs_{30}): velocidades entre 355 y 477 m/s corresponden a suelos tipo S2; velocidades entre 320 y 343 m/s definen suelos tipo S3; y, a mayor profundidad, se presentan velocidades superiores a 550 m/s, correspondientes a suelos muy rígidos. En conclusión, en el área urbana de Canta predominan suelos rígidos y medianamente rígidos. En toda el área de estudio, ambas capas se sobreponen a suelos muy rígidos.

Tabla 12. Valores de espesor y Vs de los perfiles sísmicos obtenidos para el área de estudio.

Superficie → Profundidad									
Línea Sísmica	n.° de capa								Vs_{30} (m/s)
	1		2		3		Semiespacio		
	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	Vs (m/s)	Esp. (m)	
CNT-LS1	297	4	393	12	500	13	700	-	423
CNT-LS2	318	4	395	16	528	40	737	-	412
CNT-LS3	300	23	466	21	596	-	-	-	320
CNT-LS4	260	9	345	6	507	22	683	-	364
CNT-LS5	226	7	301	6	449	12	568	-	343
CNT-LS6	262	4	417	12	595	28	740	-	442
CNT-LS7	214	9	412	11	669	-	-	-	355
CNT-LS8	318	4	404	12	462	25	518	-	418
CNT-LS9	213	4	318	5	445	19	711	-	373
CNT-LS10	347	7	547	33	650	-	-	-	477

Material blando (Vs < 200 m/s)
Material medianamente rígido (200–350 m/s)
Material rígido (350–550 m/s)
Material muy rígido (550–800 m/s)
Roca moderadamente dura a dura (Vs > 800 m/s)

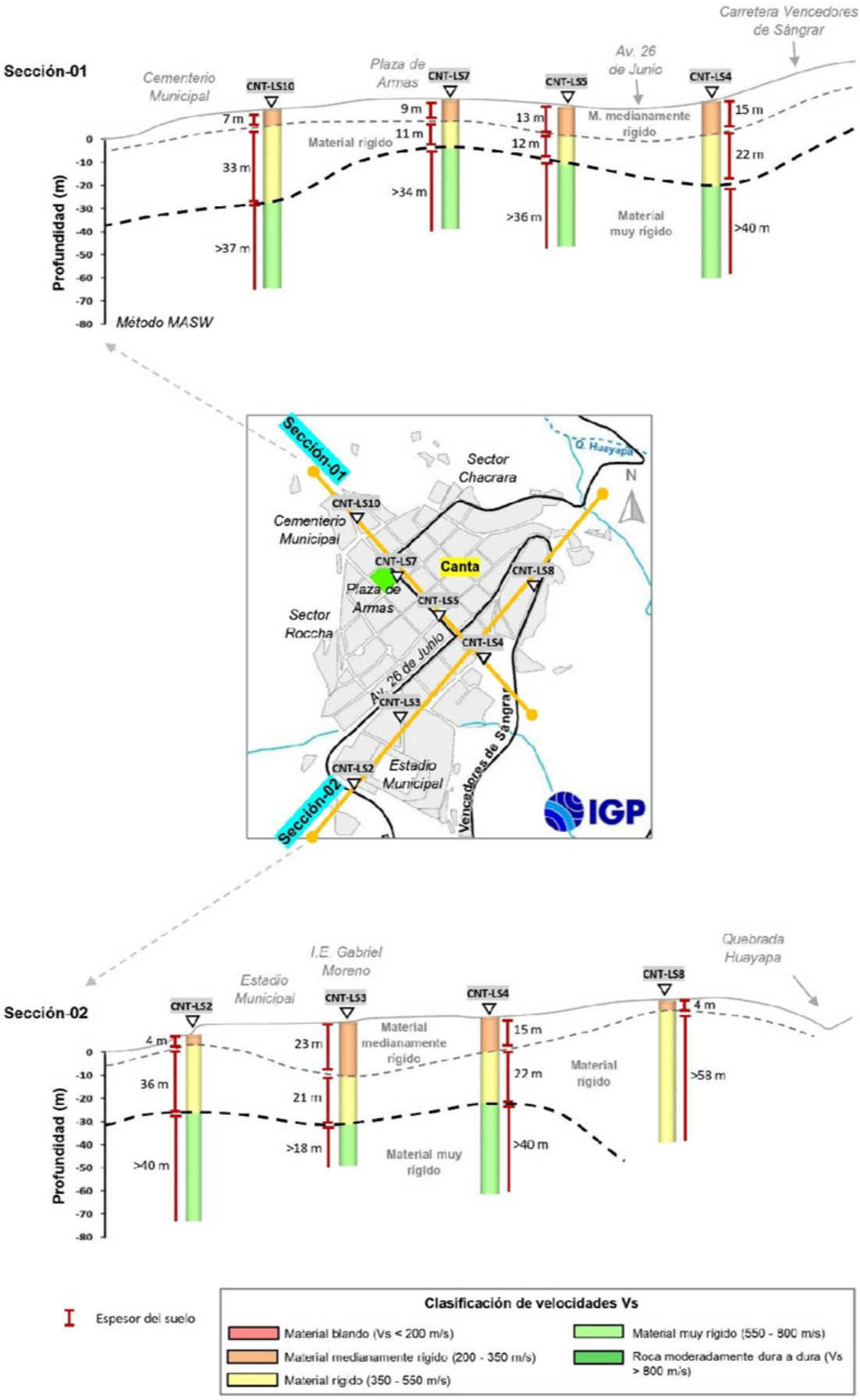


Figura 36. Resultados de los ensayos MASW y MAM ubicados a lo largo de las secciones 1 y 2.

3.2.4 Resultados e interpretación MASW 2D

En la Tabla 13 se resumen los valores obtenidos para las velocidades Vs en cada uno de los perfiles de suelo. En la Figura 37 se presenta el modelo de perfil sísmico para la línea CNT-MW1, mientras que los resultados de las líneas restantes se incluyen en el Anexo II.

Tabla 13. Descripción de las capas sísmicas obtenidas para el área de estudio.

Perfil	Capa	Profundidad (m)	Velocidad Vs (m/s)	Descripción
CNT-MW1	1	0.0–7.8	232–350	Material aluvial medianamente compacto
	2	7.8–18.5	350–550	Roca muy meteorizada.
	3	18.5–30 +	550–580	Roca moderadamente meteorizada a competente
CNT-MW2	1	0.0–11.0	301–350	Material aluvial
	2	11.0–13.7	350–550	Roca muy meteorizada
	3	13.7–30+	550–654	Roca moderadamente meteorizada a competente
CNT-MW3	1	0.0–7.9	209–350	Material aluvial medianamente compacto
	2	7.9–30+	350–538	Roca muy meteorizada
CNT-MW4	1	0.0–7.9	243–350	Material aluvial
	2	7.9–30.0	350–550	Roca muy meteorizada
	3	30.0–30+	550–564	Roca moderadamente meteorizada
CNT-MW5	1	0.0–5.2	178–200	Material blando superficial (relleno o aluvial suelto)
	2	5.2–11.4	200–350	Material aluvial
	3	11.4–24.8	350–550	Roca muy meteorizada
	4	24.8–30+	550–569	Roca moderadamente meteorizada

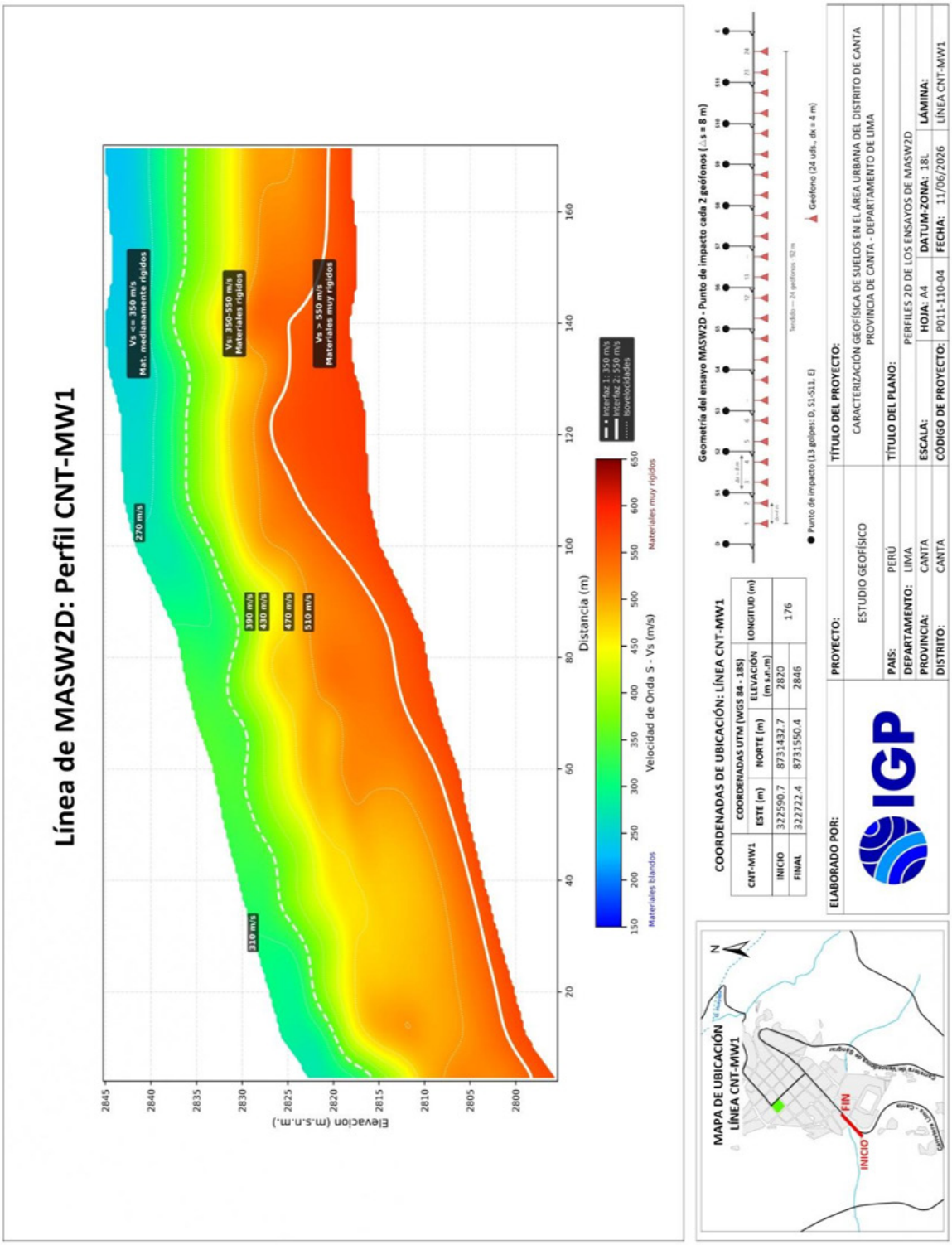


Figura 37. Resultados con la técnica MASW 2D para la línea sísmica CNT-MW1.

Los perfiles evidencian tres unidades sísmicas principales. En el perfil CNT-MW5 se distingue, además, una capa superficial de material blando o relleno, con velocidades Vs entre 178 y 200 m/s y un espesor aproximado de 5 m. La primera unidad principal está constituida por material aluvial o suelo residual, con velocidades Vs entre 200 y 350 m/s y espesores que varían entre 6 y 11 m. La segunda unidad, predominante en todos los perfiles, presenta velocidades Vs entre 350 y 550 m/s, correspondientes a rocas muy meteorizadas, y constituye la unidad de mayor continuidad lateral. La tercera unidad se identifica a profundidades variables de entre 14

y 30 m, con velocidades superiores a 550 m/s, correspondientes a rocas fracturadas o con bajo grado de meteorización.

Específicamente, los perfiles CNT-MW2 y CNT-MW4, ubicados en el sector Cancay y en las proximidades del cementerio Municipal, muestran la mayor heterogeneidad lateral, con transiciones abruptas entre capas a lo largo del perfil, lo que sugiere la posible presencia de deformaciones tectónicas en profundidad. Los perfiles CNT-MW1 y CNT-MW3 exhiben capas con geometría más regular, consistentes con depósitos aluviales y coluviales sobre el sustrato rocoso. El perfil CNT-MW5 registra las velocidades más bajas, con un Vs_{30} promedio de 338 m/s, lo que refleja la naturaleza alterada de los suelos en el sector frecuentemente afectado por movimientos en masa.

3.3 Método de tomografía eléctrica

El método de tomografía eléctrica (ERT) (Loke, 2010; Urbieta, 2001) permite determinar las variaciones de resistividad y conductividad eléctrica de rocas y suelos, con el fin de conocer su contenido de humedad o el nivel freático en su estructura. En general, los materiales que conforman el suelo muestran diversos rangos de resistividad (ρ), que dependen principalmente de la porosidad del suelo, la conductividad de las partículas y el contenido de agua o de sales disueltas en las fracturas de las rocas.

3.3.1 Adquisición de datos

Los datos recolectados en campo corresponden al registro de valores de resistividad obtenidos en seis líneas de ERT, mediante un equipo de resistividad/IP Syscal Pro (Figura 38). En la Figura 39 se presenta la distribución espacial de cada línea y, en la Tabla 14, las características de los tendidos realizados en el área urbana del distrito de Canta.

3.3.2 Procesamiento y análisis

Para el procesamiento de los datos recolectados en campo fue necesario realizar la corrección por efectos de topografía usando algoritmos de inversión propios de métodos geoeléctricos y de procesamiento de imágenes.

Asimismo, para la interpretación de los resultados se debe tener en cuenta que son varios los factores que influyen en las propiedades físicas de los suelos (grado de saturación, porosidad y forma del poro, salinidad del fluido, tipo y composición de la roca, temperatura, procesos geológicos que afectan a los materiales), es decir, el incremento de fluidos en el terreno se verá reflejado por una disminución en los valores de resistividad. En la Tabla 15 se presentan algunos valores de resistividad relacionados con los diferentes tipos de suelos y rocas.



Figura 38. Equipos utilizados en la adquisición de datos ERT.

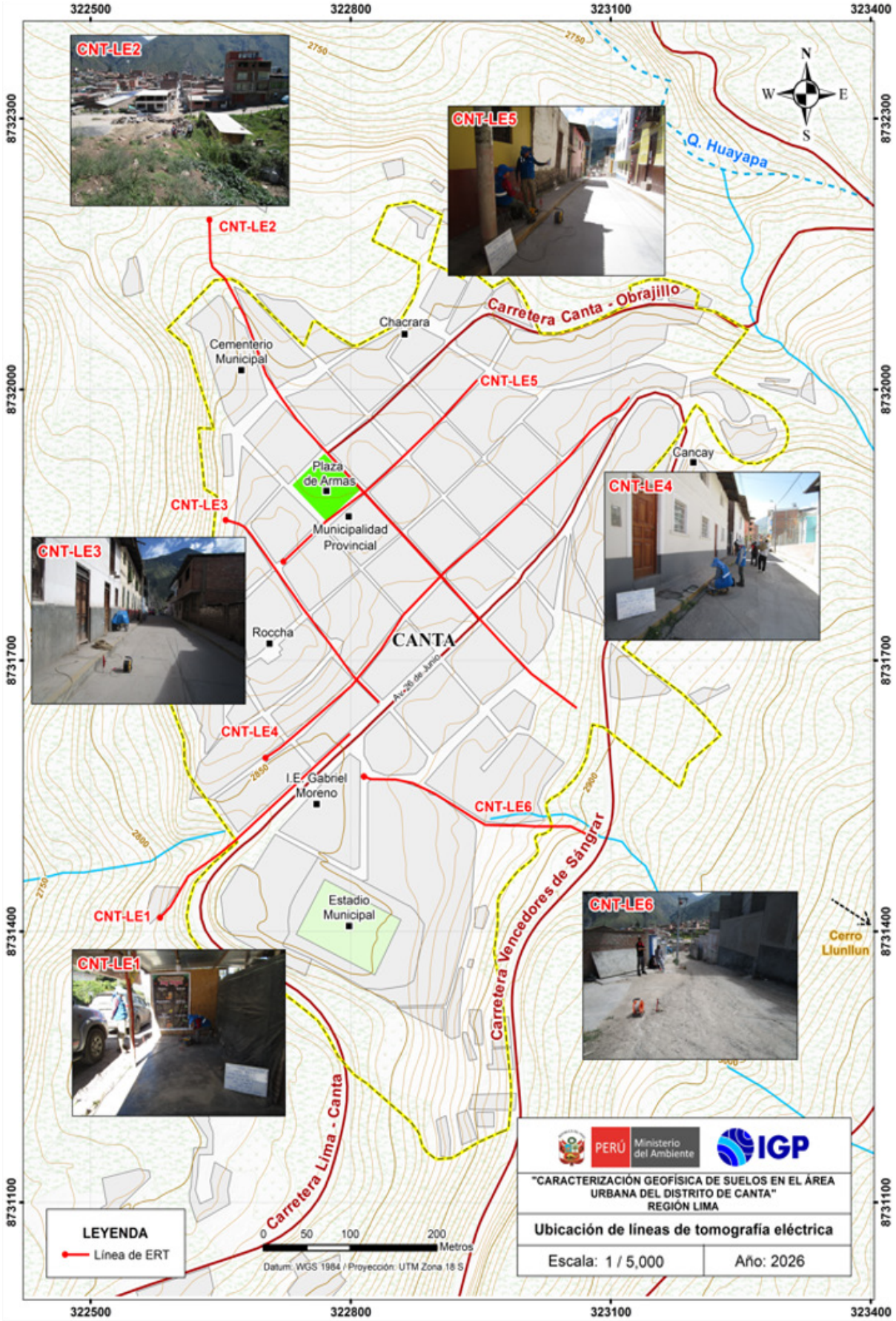


Figura 39. Distribución espacial de las líneas de tomografía de resistividad eléctrica (ERT), codificadas desde CNT-LE1 hasta CNT-LE6.

Tabla 14. Coordenadas y características de los ensayos ERT realizados en Canta.

Línea Eléctrica	Coordenadas UTM-WGS84		Cota (m s. n. m.)	Espaciamiento entre electrodos (m)	Longitud total (m)
	Este (m)	Norte (m)			
CNT-LE1	322577.74	8731412.81	2815.05	10	310
	322799.27	8731618.92	2850.61		
CNT-LE2	322637.06	8732191.35	2819.21	10	730
	323060.87	8731647.28	2883.22		
CNT-LE3	322652.41	8731856.36	2856.23	10	300
	322833.01	8731653.40	2852.33		
CNT-LE4	322698.83	8731590.37	2851.98	10	590
	323121.78	8731991.87	2877.33		
CNT-LE5	322719.97	8731807.08	2872.13	10	310
	322946.22	8732010.68	2856.77		
CNT-LE6	322812.08	8731572.87	2852.78	10	300
	323084.50	8731499.85	2905.09		

Tabla 15. Valores representativos de resistividad (modificado de Universidad Nacional de Colombia, 2000).

MATERIAL	RESISTIVIDAD (Ω·m)
Arcillas saturadas	5–20
Arcillas no saturadas	20–40
Limos saturados	20–100
Limos no saturados	100–200
Arenas saturadas	100–200
Arenas no saturadas	400–700
Grava saturada	300–500
Grava no saturada	500–2000
Roca fracturada saturada	100–2000
Roca fracturada	1500–5000

3.3.3 Resultados e interpretación

Para el análisis de los resultados se realizó una interpretación basada en rangos de resistividad, según lo indicado en la Tabla 16. A continuación, se describen las características observadas en cada una de las secciones geoeléctricas (Anexo II) y sus interpretaciones en la Figura 40.

- **Sección geoeléctrica CNT-LE1**

El rasgo más relevante es la presencia de lineamientos superficiales (Figura 40), los cuales pueden estar asociados a sistemas de agrietamientos que favorecen la infiltración y circulación del agua hacia niveles más profundos. Asimismo, en el extremo izquierdo de la sección se identifica una zona de alta resistividad, interpretada como un cuerpo rocoso de mayor competencia y menor grado de alteración.

- **Sección geoeléctrica CNT-LE2**

Se evidencia la presencia de anomalías de alta resistividad que se extienden en profundidad, lo cual se interpreta como la presencia de un cuerpo rocoso de mayor competencia o menor grado de alteración (Figura 40). En los demás sectores de la sección se identifican zonas de menor resistividad, asociadas a la presencia de agua y a procesos de filtración. Esta distribución espacial refleja una marcada heterogeneidad en las condiciones hidrogeológicas y en la composición de los materiales que conforman el subsuelo.

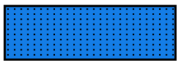
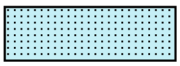
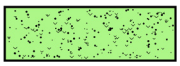
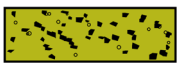
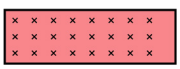
- **Secciones geoeléctricas CNT-LE3, CNT-LE4 y CNT-LE5**

Presentan predominio de suelos con alta humedad a lo largo de la sección. Asimismo, se identifica la presencia de pequeños sectores de comportamiento semipermeable a impermeable, distribuidos de forma discontinua, los cuales corresponderían a materiales de menor permeabilidad. Sin embargo, en profundidad, por las dimensiones de estos sectores impermeables, podrían actuar como barreras parciales al flujo subterráneo (Figura 40).

- **Sección geoeléctrica CNT-LE6**

Evidencia una marcada discontinuidad en la distribución de los valores de resistividad, interpretada como la posible presencia de una discontinuidad en el estrato, tal como se observa en la Figura 40. Asimismo, las zonas con mayor contenido de agua se concentran en el sector derecho del perfil, correspondiente a la ladera de montaña, lo que sugiere la existencia de procesos de infiltración.

Tabla 16. Interpretación por sectorización de rangos de resistividad.

Interpretación de zonas		
Símbolo	Valores (Ω·m)	Descripción
	0.0–25.0	Materiales con muy alto contenido de humedad o presencia de sales
	25.0–120.0	Materiales con alto contenido de humedad
	120.0–270.0	Materiales con contenido moderado de humedad
	270.0–800	Materiales con bajo contenido de humedad o roca con alteración
	>800	Materiales compactos o roca impermeable
	De acuerdo con la escala de colores	Lineamiento asociado a fracturas en roca o suelo, contactos litológicos o filtraciones

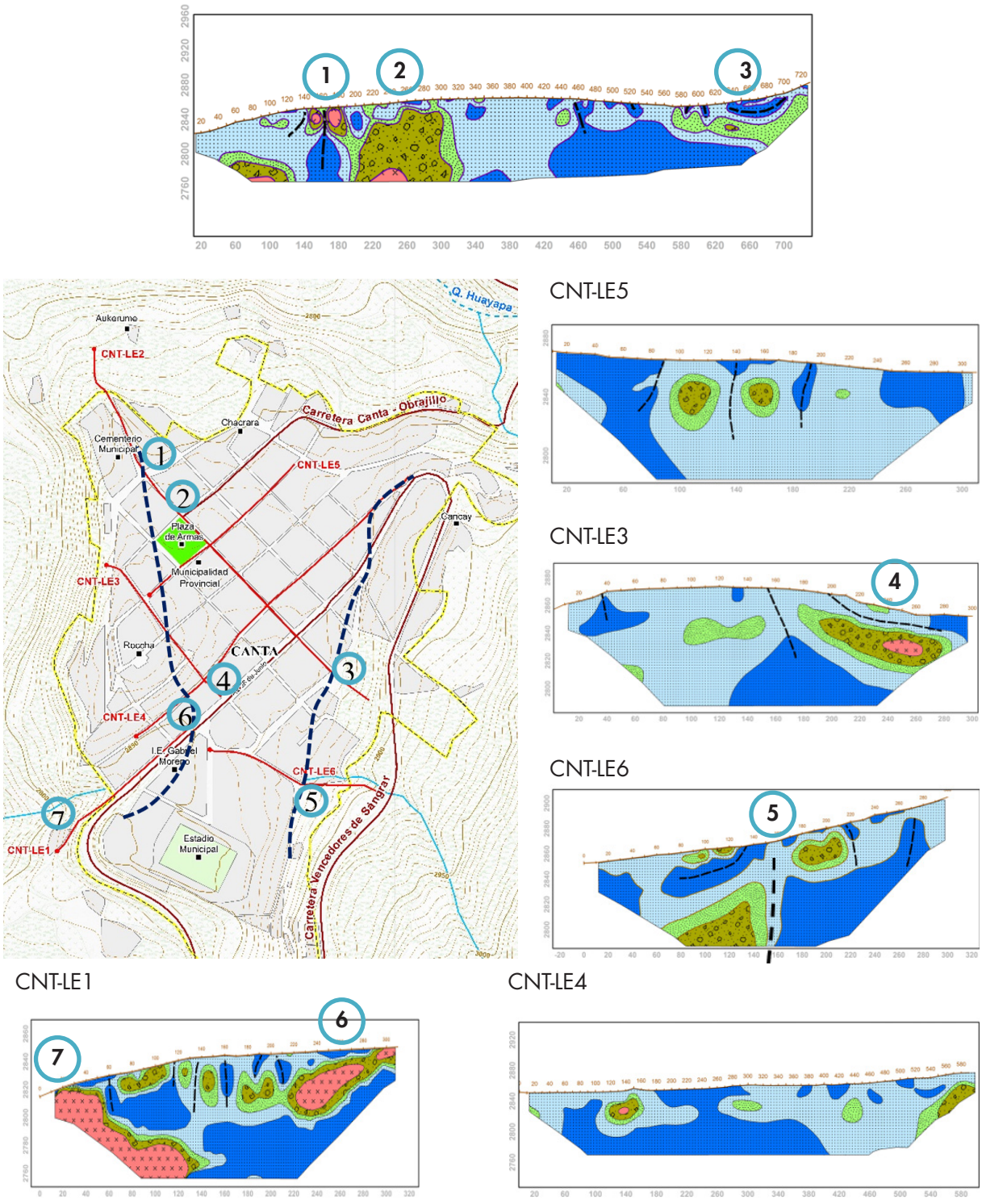


Figura 40. Ubicación, orientación e interpretación de las secciones geoeléctricas realizadas en el área urbana de Canta.

En términos generales, los resultados con tomografía eléctrica evidencian el proceso de alteración de la roca en profundidad. Entre las líneas CNT-LE2, CNT-LE4 y CNT-LE6 se reconoce la presencia de lineamientos de baja resistividad, representados por líneas discontinuas en color negro, con orientación noreste-suroeste, lo que permite inferir la posible presencia de una discontinuidad tectónica. Como parte del análisis estructural, se propone una segunda correlación de lineamientos de baja resistividad entre las líneas CNT-LE2, CNT-LE3, CNT-LE4 y CNT-LE5, tal como se muestra en la Figura 41. Esta correlación podría corresponder a una discontinuidad

tectónica o geológica con orientación noroeste-sureste, cuya disposición resulta subparalela al primer lineamiento descrito. La distribución espacial y la coherencia geométrica de estas anomalías refuerzan la interpretación de un importante control estructural sobre la distribución de las resistividades en el área de estudio.

En general, el método de tomografía eléctrica permitió identificar lineamientos de baja resistividad asociados a discontinuidades tectónicas o geológicas, que habrían condicionado tanto la alteración de las formaciones rocosas como la distribución de las zonas de mayor fracturamiento evidenciadas en la morfología del distrito de Canta (Figura 41). Estas estructuras tectónicas o geológicas actuarían como elementos de control para la circulación y acumulación de agua subterránea, favoreciendo el desarrollo de zonas de roca alterada y la ocurrencia de procesos de filtración a través de fracturas. En consecuencia, constituyen un factor fundamental para la interpretación hidrogeológica y geotécnica del área de estudio.

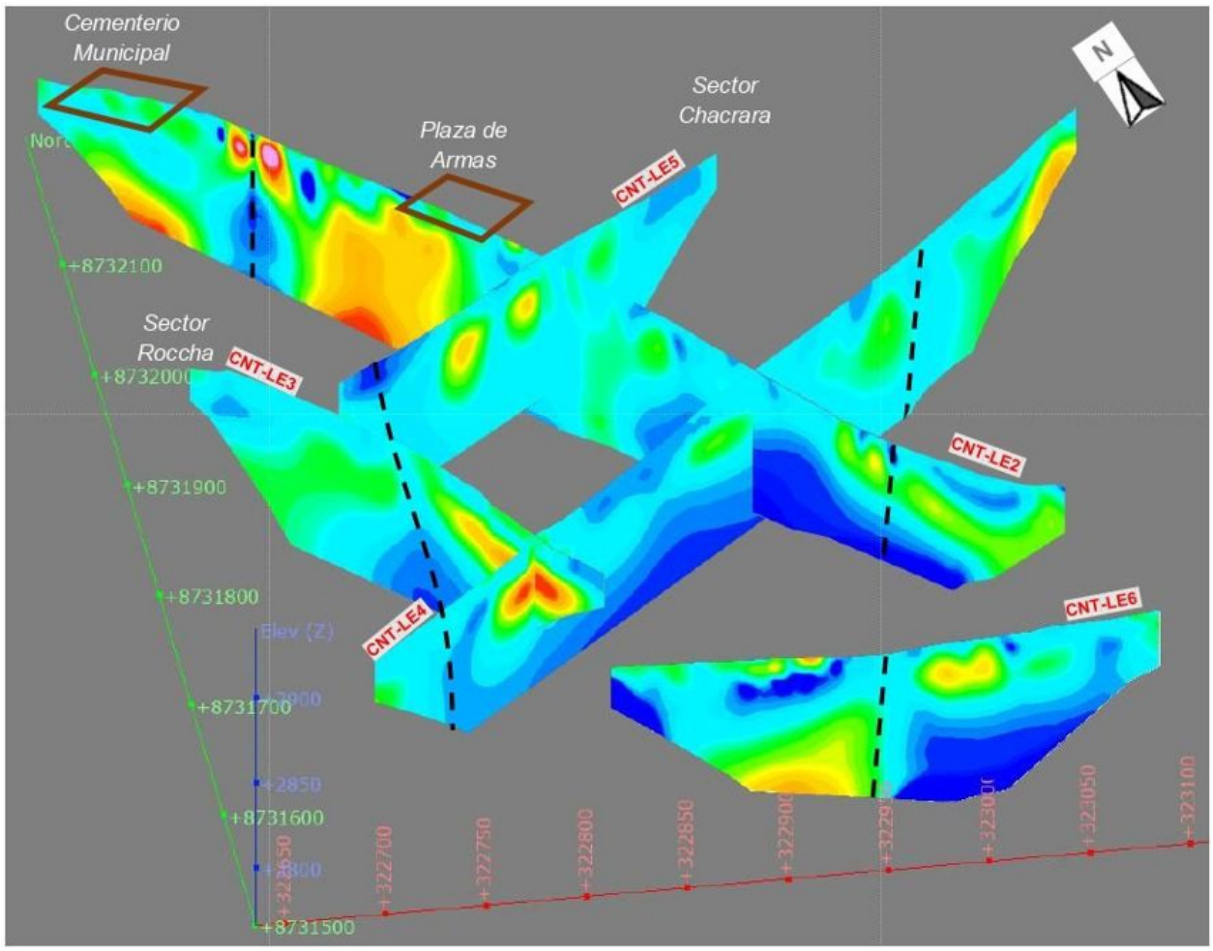


Figura 41. Visualización 3D de lineamientos de baja resistividad asociados a probables discontinuidades geológicas.

4. Zonificación geofísica-geotécnica

La caracterización física y dinámica de los suelos del área urbana del distrito de Canta se realizó a partir de la información obtenida mediante la aplicación de métodos geofísicos y su correlación con información geológica y geotécnica. Los resultados se discuten a continuación.

4.1 Caracterización física y dinámica de los suelos

En el área urbana del distrito de Canta, la zona céntrica —plaza de Armas— se emplaza sobre una llanura con pendiente moderada que desemboca en el cauce de la quebrada existente en el sector Roccha (Figura 42). Asimismo, gran parte del área urbana se ubica sobre colinas con laderas de moderada a alta pendiente, entre las que destaca la pendiente pronunciada (>50°) próxima al sector Roccha, donde habrían ocurrido deslizamientos. En el área de Canta, el suelo está compuesto principalmente por acumulaciones de fragmentos redondeados que habrían sido transportados por los cauces de quebradas. Estos materiales cubren rocas de origen volcánico que afloran hacia los extremos noroeste y sureste del área de estudio.

Por otro lado, los suelos del área urbana de Canta responden a periodos fundamentales entre 0.1 y 0.6 s. Según el mapa de isoperiodos (Figura 43), hacia el centro del área urbana —plaza de Armas— predominan periodos entre 0.2 y 0.3 s con bajas amplificaciones, que se extienden hacia el extremo sureste de la plaza de Armas, por la avenida 26 de Junio y la carretera Vencedores de Sángrar. Sin embargo, hacia los extremos norte —carretera Canta-Obrajillo y sector Chacrara— y oeste —sector Roccha, estadio Municipal y cementerio Municipal—, el suelo responde a dos rangos de periodos que fluctúan entre 0.1–0.3 s y 0.4–0.6 s, y con amplificaciones que superan tres veces la amplitud de referencia. Estos valores se asocian con la presencia de zonas de agrietamientos del suelo que afectaron la infraestructura física del área urbana (Figura 44).

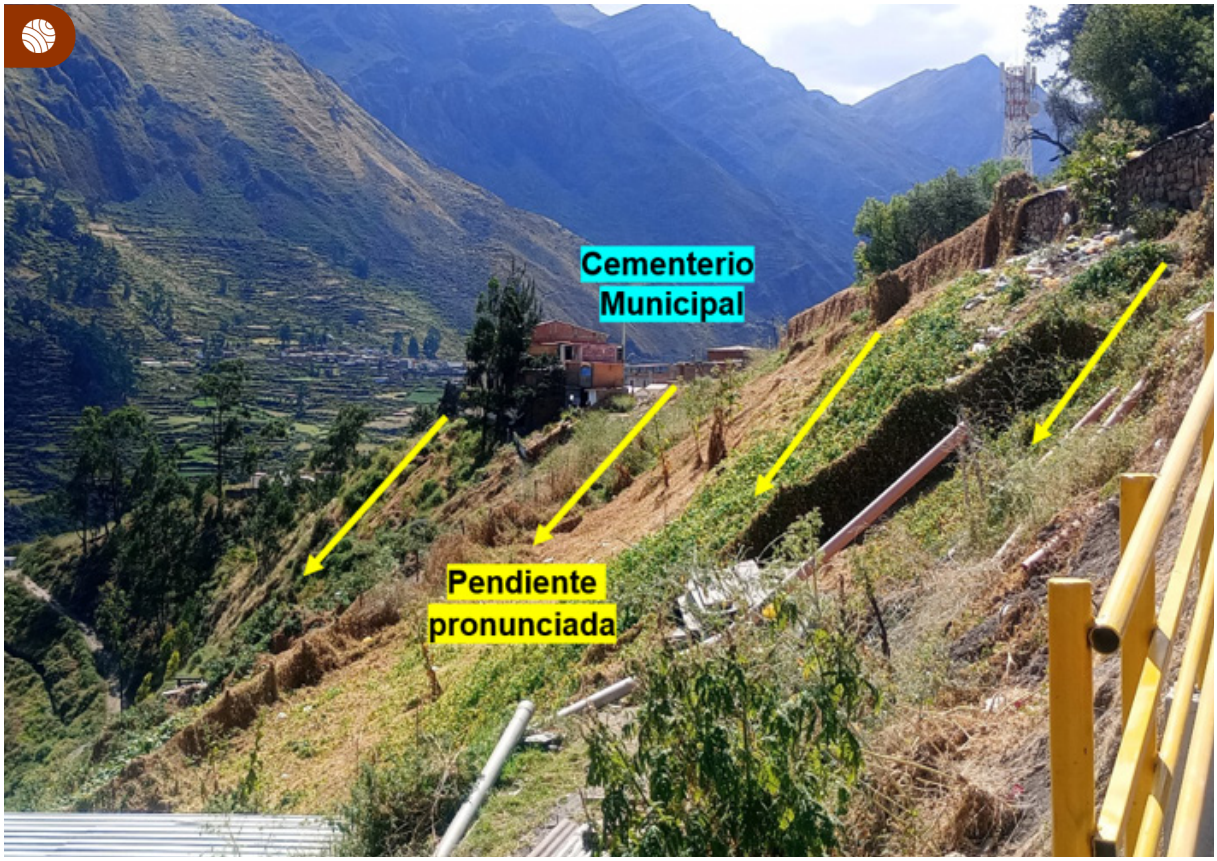


Figura 42. Vista de la pendiente pronunciada en el sector Roccha.

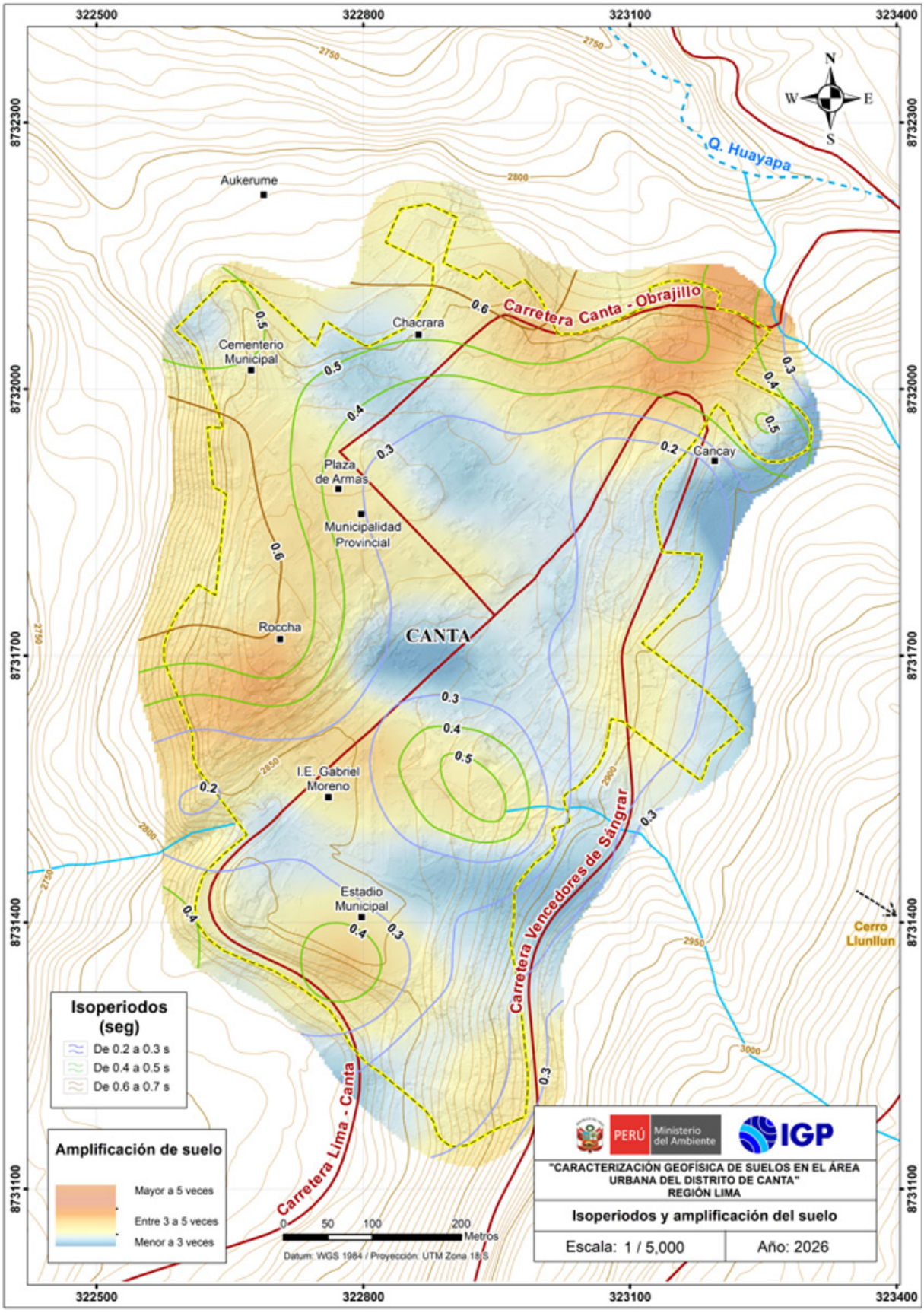


Figura 43. Mapa de isoperiodos y amplificación del suelo para el área de estudio.



Figura 44. Daños estructurales observados en el sector Roccha (a) y en el sector Chacrara (b).

Para facilitar el análisis de los resultados, el área de estudio se dividió en tres secciones, que se describen a continuación.

• Sección 01

Corresponde a una sección que atraviesa la zona céntrica del área de estudio, con una longitud de 800 m y orientación noroeste-sureste (Figura 45), desde el cementerio Municipal hasta la carretera Vencedores de Sángrar. Sus características son las siguientes:

» Presenta una capa superficial de suelos medianamente rígidos, con espesores que varían entre 7 y 15 m. A mayor profundidad, predomina una capa de material rígido. En conjunto, ambas capas alcanzarían espesores de hasta 40 m y estarían conformadas por rocas meteorizadas cubiertas por depósitos aluviales. Los mayores espesores se presentan hacia el cementerio Municipal, en el extremo noroeste, mientras que los menores se identifican hacia la plaza de Armas, donde alcanzan aproximadamente 20 m. Asimismo, hacia el sureste se reconocen indicios de fracturas o asentamientos superficiales, principalmente en la carretera Vencedores de Sángrar, ubicada en un sector geodinámicamente inestable.

» Los suelos presentan contenidos de humedad de moderados a altos, los cuales se incrementan en profundidad hacia el extremo sureste de la plaza de Armas. Entre el cementerio Municipal y la plaza de Armas se identifican anomalías de alta resistividad, tanto en superficie como en profundidad, representadas con colores de amarillo a rojo en la Figura 45, que estarían asociadas con materiales de baja permeabilidad o con escaso contenido de humedad. Por otro lado, las anomalías de baja resistividad podrían estar relacionadas con una discontinuidad tectónica o geológica que habría condicionado la configuración del terreno. Entre la avenida 26 de Junio y la carretera Vencedores de Sángrar también se identifican, a nivel superficial, valores de baja resistividad distribuidos sobre una superficie cóncava, los cuales podrían estar asociados con el deslizamiento que afectó la carretera (Figura 46). Estos sectores podrían constituir zonas de filtración y almacenamiento de agua subterránea.

• Sección 02

Corresponde a una sección que atraviesa la zona céntrica del área de estudio, con orientación suroeste-noreste (Figura 47), desde el sector Roccha hasta el sector Chacrara. Sus características son las siguientes:

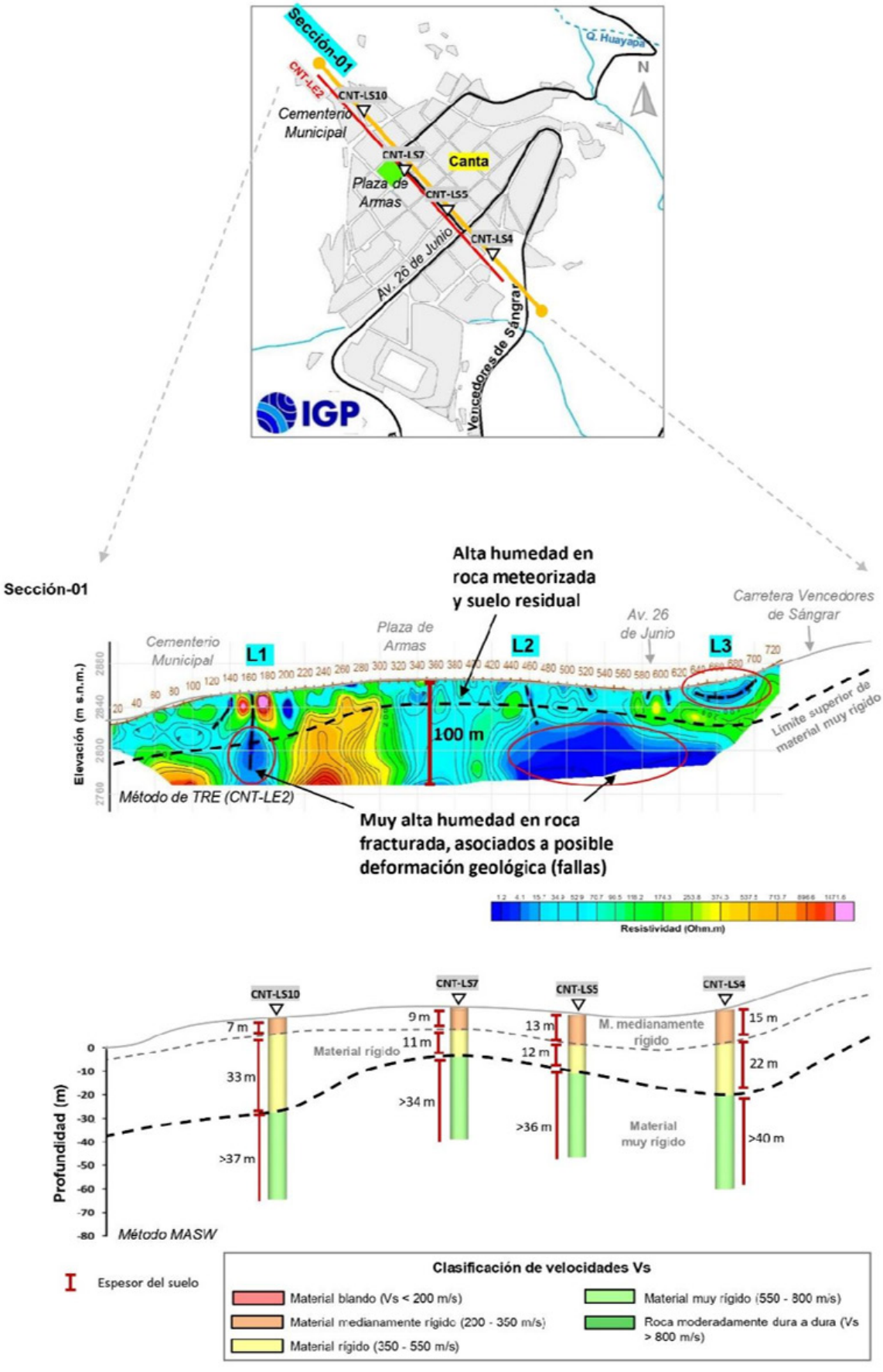


Figura 45. Correlación de los resultados mediante los métodos de tomografía de resistividad eléctrica y MASW a lo largo de la sección 1.



Figura 46. Escarpe generado por movimiento en masa en la carretera Vencedores de Sángrar.

» Presenta una capa superficial de suelos medianamente rígidos, con espesores que varían entre 4 y 9 m. A mayor profundidad, predomina una capa de material rígido. En conjunto, ambas capas presentan espesores de entre 16 y 28 m y estarían conformadas por rocas meteorizadas cubiertas por depósitos aluviales. Los mayores espesores se identifican hacia el sector Chacrara. Por debajo de estas capas se reconocen materiales muy rígidos, asociados con rocas de origen volcánico.

» Los suelos presentan un alto contenido de humedad, cuya presencia se extendería hasta profundidades superiores a 70 m. Hacia el sector Chacrara y entre el sector Roccha y la plaza de Armas se identifican anomalías superficiales de muy baja resistividad, que estarían asociadas con una mayor filtración y acumulación de agua. Estas condiciones podrían influir en los daños estructurales observados en las viviendas ubicadas en dichos sectores (Figura 48). Asimismo, se reconocen zonas de baja resistividad, denominadas L4, L5 y L6, que podrían estar relacionadas con posibles filtraciones de agua.

• Sección 03

Corresponde a una sección que atraviesa el extremo este del área de estudio, con orientación suroeste-noreste (Figura 49), desde el estadio Municipal hasta sectores próximos a la quebrada Huayapa. Sus características son las siguientes:

» Presenta una capa superficial de suelos medianamente rígidos, con espesores que varían entre 4 y 23 m. El mayor espesor se observa hacia el sector de la I. E. Gabriel Moreno, por donde aparentemente habría discurrido una antigua quebrada que actualmente se encuentra canalizada (Figura 50). A mayor profundidad, predomina una capa de materiales rígidos que alcanza espesores de entre 37 y 62 m; los mayores valores se identifican hacia el sector Cancay. Ambas capas estarían conformadas por depósitos aluviales y rocas meteorizadas. Por debajo de estas se reconocen materiales muy rígidos, asociados con rocas fracturadas de origen volcánico.

» En general, los suelos presentan un alto contenido de humedad, cuya presencia se extendería hasta profundidades superiores a 90 m. Se identifican zonas con mayor contenido de humedad en el estadio Municipal, entre 10 y 20 m de profundidad, y en el sector Cancay, por debajo de los 50 m, desde donde se prolongan a lo largo de la sección. Asimismo, a nivel superficial se reconocen anomalías de baja resistividad, señaladas mediante líneas de color negro e identificadas como L7, L8 y L9, que podrían estar asociadas con zonas de filtración y acumulación de humedad en profundidad.

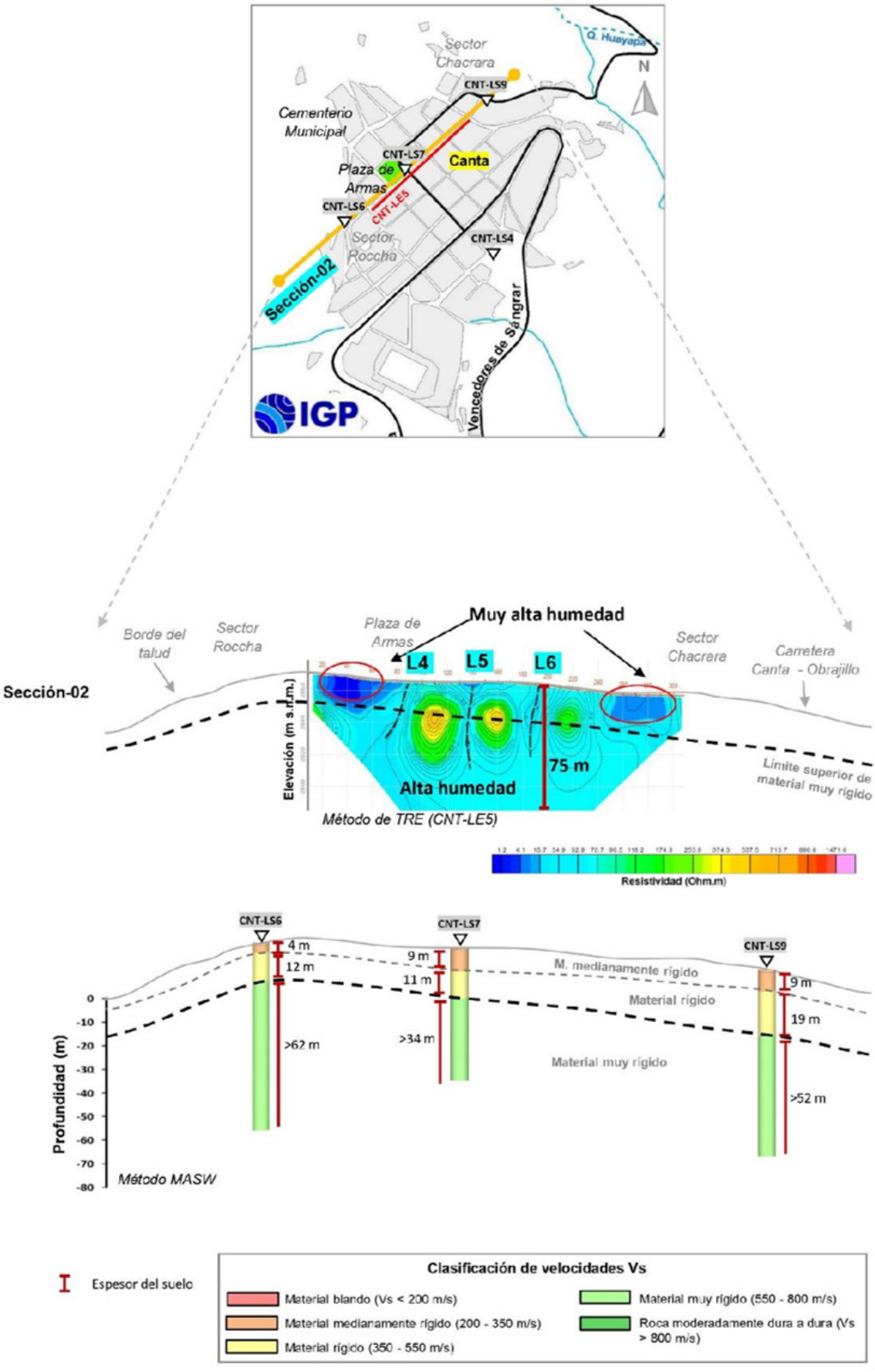


Figura 47. Correlación de los resultados mediante los métodos de tomografía de resistividad eléctrica y MASW a lo largo de la sección 2.



Figura 48. Daños estructurales observados en viviendas del sector Chacrara, ubicadas a lo largo de la carretera Canta–Obrajillo.

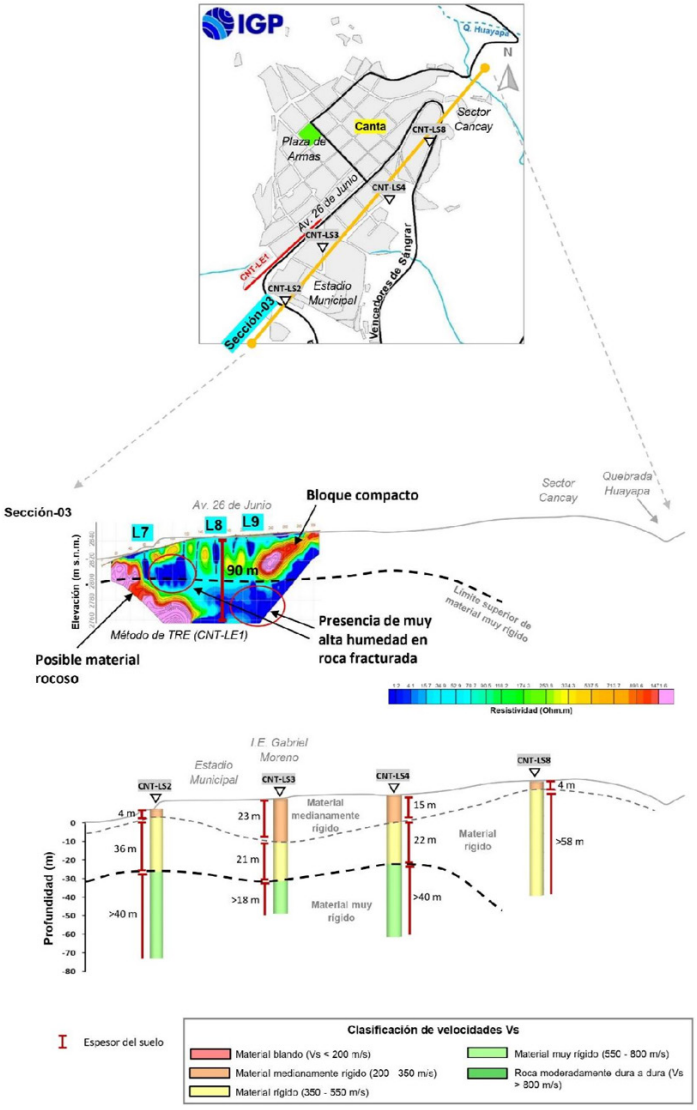


Figura 49. Correlación de los resultados de los métodos de tomografía de resistividad eléctrica y MASW a lo largo de la sección 3.

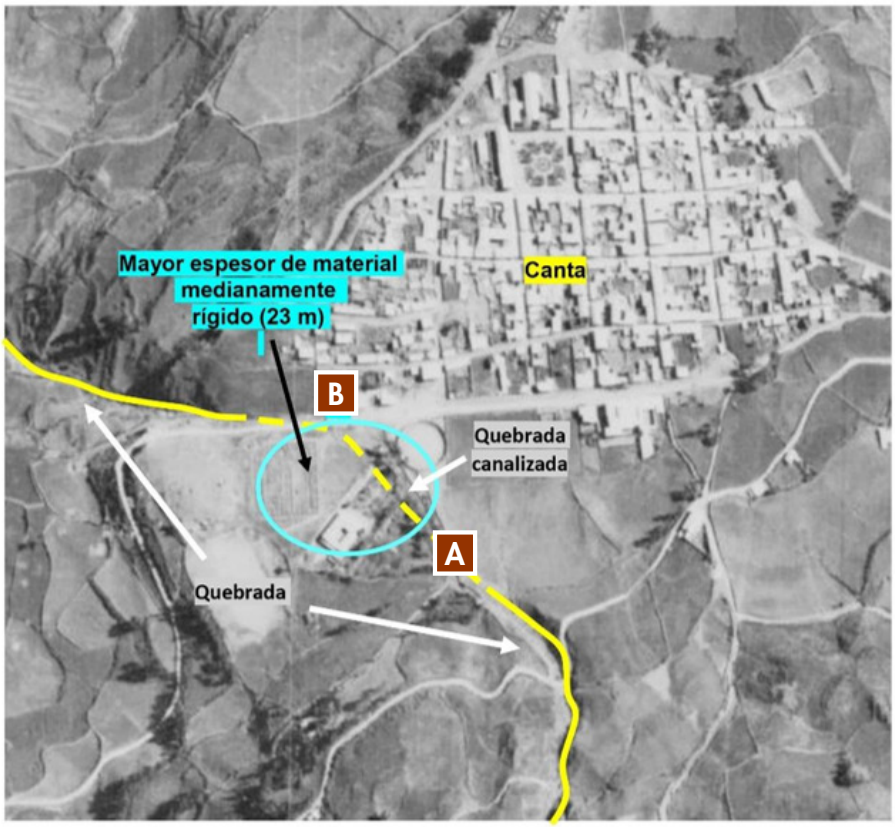






Figura 50. Proyección del cauce de una antigua quebrada, actualmente canalizada, en el sector de la I. E. Gabriel Moreno.

En el área urbana de Canta, los suelos presentan rigidez variable, particularmente hacia los extremos noreste, oeste y suroeste. Esta condición, sumada a la concentración de humedad y a los cambios bruscos en el espesor de las capas compuestas por suelos medianamente rígidos a rígidos, podría contribuir, ante una demanda sísmica, al desarrollo de movimientos en masa

del terreno. Sin embargo, en la zona céntrica del área urbana —plaza de Armas— predomina la presencia de suelos conformados por materiales de mayor consistencia, asociados a rocas meteorizadas a pocos metros de la superficie, cubiertas por depósitos aluviales de poco espesor.

Asimismo, en profundidad se observa la presencia de dos lineamientos de baja resistividad que podrían asociarse a discontinuidades tectónicas o geológicas: el primero, con orientación norte-sur (F1), y el segundo, con orientación noroeste-sureste (F2), paralelo al borde del talud (Figura 51). La disposición espacial de estas anomalías refuerza la interpretación de la existencia de un control estructural significativo que podría influir en el comportamiento dinámico del área urbana de Canta ante una demanda sísmica.

4.2 Mapa de zonificación geofísica-geotécnica

La zonificación geofísica-geotécnica de los suelos en el área urbana del distrito de Canta se realiza a partir de la integración de los resultados mediante los diferentes métodos geofísicos y geotécnicos aplicados en el área de estudio. Se delimitaron zonas cuyos suelos presentan características físicas y dinámicas similares. De acuerdo con la Norma Técnica E.030, el área urbana del distrito de Canta se encuentra sobre suelos tipo S2, S3 y S4, es decir, suelos rígidos, medianamente rígidos y blandos. Para el área de estudio se propone la siguiente zonificación geofísica-geotécnica de suelos (Figura 52).

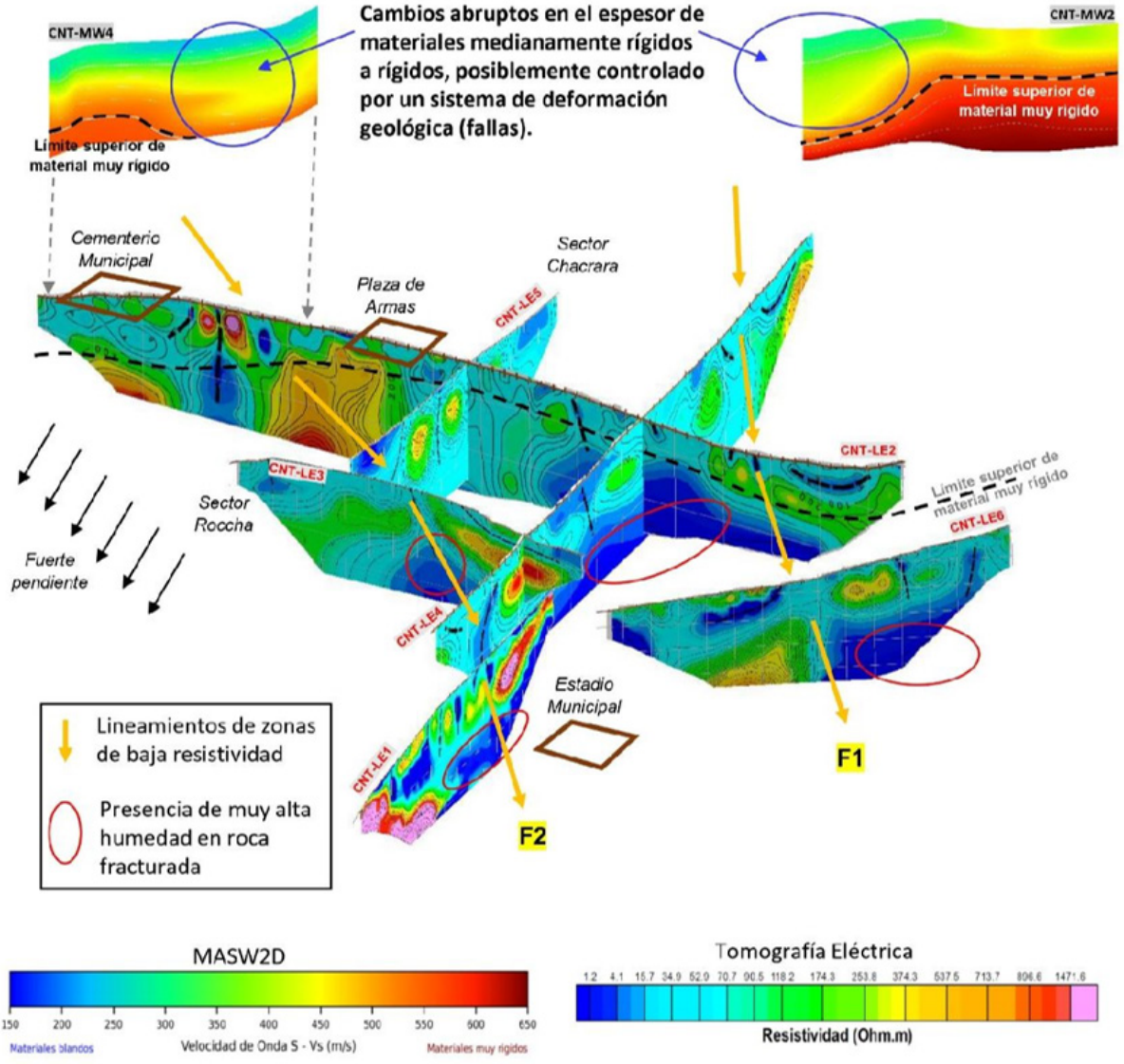


Figura 51. Interpretación de los resultados con métodos geofísicos.

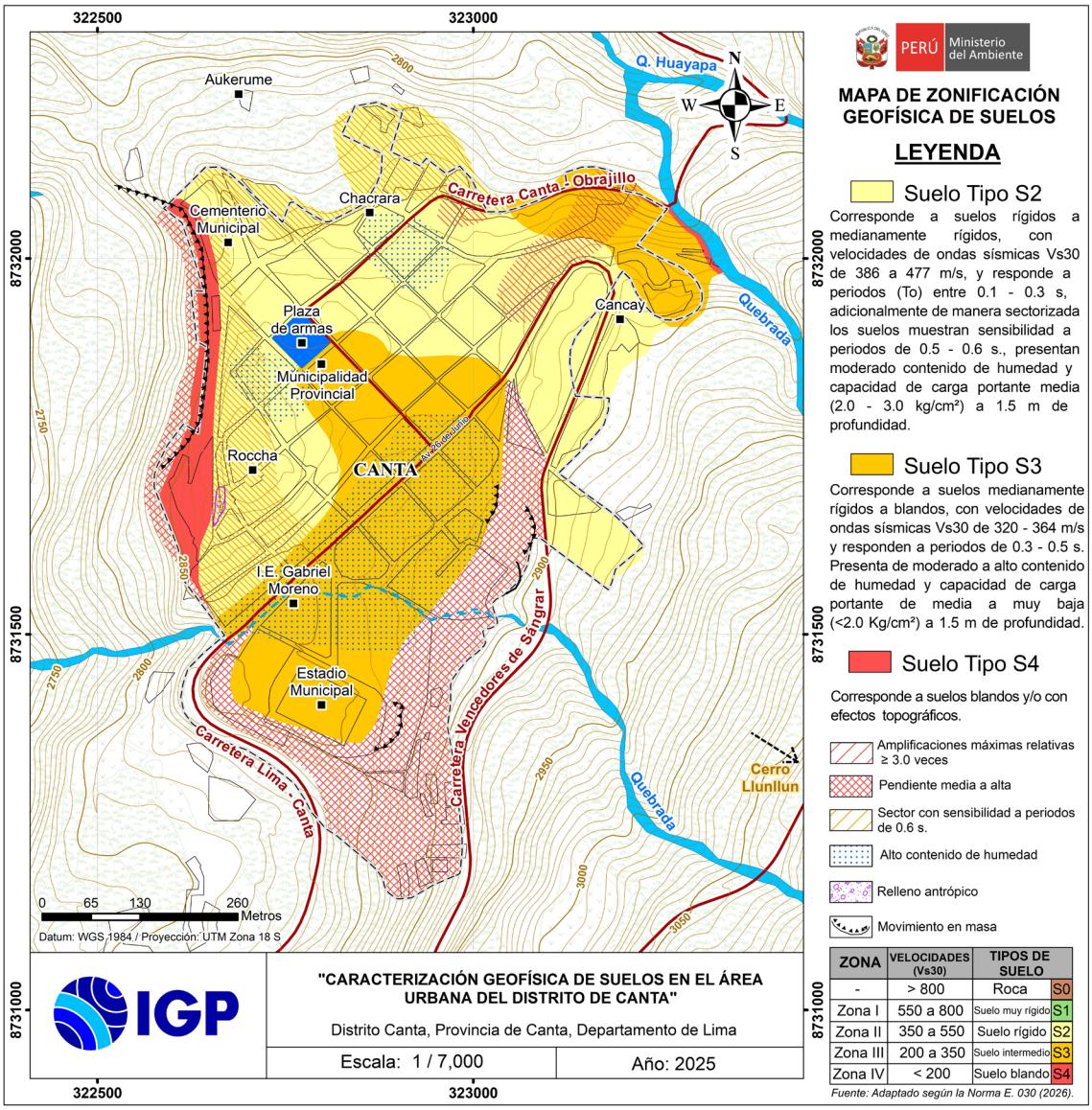


Figura 52. Mapa de zonificación geofísica-geotécnica de suelos para el área urbana del distrito de Canta.

- Zona I

Corresponde a suelos tipo S1, es decir, suelos muy rígidos. Esta zona no fue identificada en el área de estudio.

- Zona II

Considera suelos conformados por gravas y arcillas. Presentan velocidades de ondas de corte Vs_{30} de 355 a 477 m/s y responden a periodos de vibración natural entre 0.2 y 0.3 s. Adicionalmente, se identifica la presencia de sectores donde los suelos muestran sensibilidad a periodos de 0.5–0.6 s. En esta zona, los suelos presentan contenido de humedad de moderado a alto y una capacidad de carga portante media (2.0 a 3.0 kg/cm², a 1.5 m de profundidad). Estos parámetros corresponden a suelos tipo S2, es decir, suelos con comportamiento rígido, identificados en en los sectores Roccha, Chacrara, Cancay y en el tramo noreste de la carretera Vencedores de Sángrar.

- Zona III

Considera suelos conformados por limos, arcillas y gravas. Presentan velocidades de ondas de corte Vs_{30} de 320 a 342 m/s. Los suelos responden a periodos de 0.3 a 0.5 s y, adicionalmente, en algunos sectores muestran sensibilidad a periodos

cortos (<0.4 s). En esta zona, los suelos presentan alto contenido de humedad y una capacidad de carga portante de media a muy baja (<2.0 kg/cm², a 1.5 m de profundidad). Estos parámetros corresponden a suelos tipo S3, es decir, suelos medianamente rígidos, identificados en el centro del área urbana —en las inmediaciones de la Municipalidad de Canta—, a lo largo de la avenida 26 de Junio, entre la I. E. Gabriel Moreno y el estadio Municipal, y en sectores próximos tanto a la quebrada canalizada ubicada en el extremo sur del área de estudio como a la quebrada Huayapa.

- Zona IV

Considera suelos blandos o zonas inestables, correspondientes a suelos tipo S4. Esta zona presenta una marcada irregularidad topográfica asociada a pendientes fuertes, favorables para el desarrollo de movimientos en masa. Se identificó a lo largo del borde del área de pendiente alta presente en el extremo oeste del área urbana, en los sectores Roccha y cementerio Municipal.

Asimismo, en el mapa de zonificación geofísica-geotécnica, las líneas en rojo delimitan las áreas donde los suelos presentan amplificaciones relativas iguales o superiores a 3.0 veces el valor de referencia, mientras que las líneas en naranja, delimitan áreas donde los suelos, adicionalmente, muestran sensibilidad a periodos entre 0.5–0.6 s. Ante la ocurrencia de sismos que generen altos niveles de sacudimiento del suelo o lluvias extremas, los suelos poco compactos y con alto contenido de humedad podrían experimentar deslizamientos o movimientos en masa —líneas punteadas en color negro—, afectando las estructuras construidas sobre ellos y, por consiguiente, a la población.

Finalmente, en la Figura 53 se presenta un esquema 3D del área de estudio. Sobre este, con líneas discontinuas, se proyectan los lineamientos asociados a filtraciones de agua a través de fracturas debido a la presencia de discontinuidades tectónicas o geológicas: la primera, con orientación norte-sur (F1), paralela al borde del talud de pendiente pronunciada; y la segunda, con orientación noroeste-sureste (F2), paralela a un cambio topográfico. La distribución espacial de estas anomalías refuerza la interpretación de un control estructural significativo que podría influir en la respuesta dinámica del área urbana de Canta, delimitada, a su vez, por quebradas hacia sus extremos norte y sur. Asimismo, en la Figura 53 se observa una clara correspondencia entre el contexto geomorfológico local y los resultados del presente estudio, representándose con flechas amarillas las áreas donde han ocurrido y podrían volver a ocurrir movimientos en masa ante una demanda sísmica o lluvias intensas.

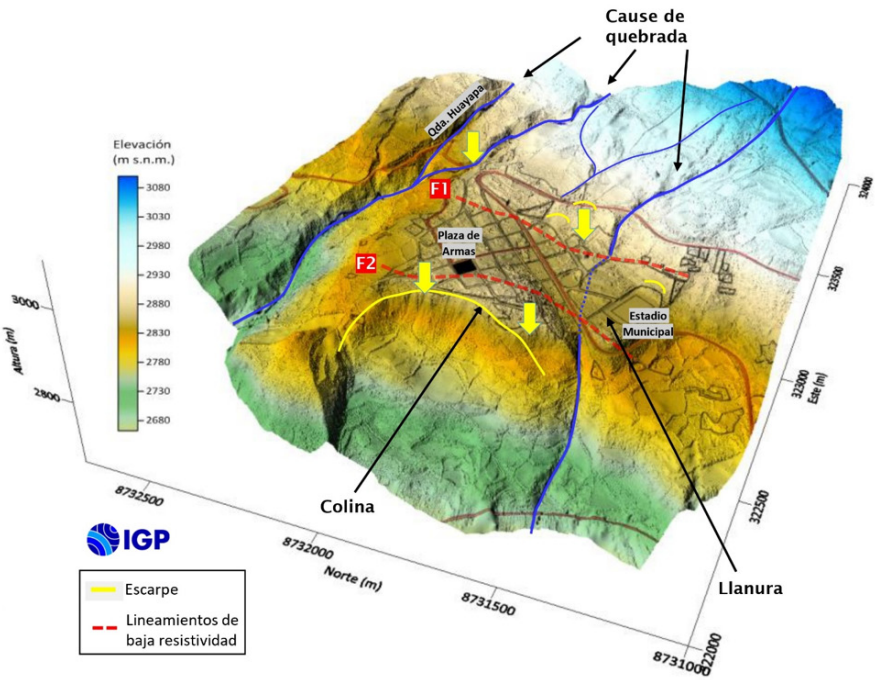


Figura 53. Vista 3D de la morfología del terreno del área urbana de Canta.

Conclusiones

El estudio de zonificación geofísica-geotécnica desarrollado en el área urbana del distrito de Canta permitió establecer las siguientes conclusiones:

- Desde el punto de vista geomorfológico, el área urbana de Canta se emplaza principalmente sobre dos unidades: llanuras, ubicadas en la zona central del área de estudio, y colinas con pendientes de moderadas a altas, que condicionan la estabilidad del terreno en determinados sectores.

- Los principales eventos geodinámicos identificados en el área de estudio corresponden a deslizamientos, derrumbes, reptación de suelos y flujos de detritos. Estos últimos se asocian principalmente con la quebrada Huayapa, ubicada hacia el extremo norte. Asimismo, hacia el extremo sur se reconoce una quebrada parcialmente encauzada y sin caudal permanente; sin embargo, ante lluvias intensas, podría generar flujos de detritos capaces de afectar a la población y ocasionar daños en la infraestructura construida a lo largo de su trayecto.

- En el área urbana de Canta se identificaron dos tipos principales de suelos: gravas bien graduadas con limo (GW-GM) y gravas arcillosas (GC). Los suelos con capacidad de carga portante muy baja (<1.00 kg/cm^2) se ubican en el sector Cancay, donde se identificaron niveles freáticos superficiales a 0.60 m de profundidad. Los suelos con capacidad de carga portante baja (1.00 a 2.00 kg/cm^2) se localizan en las inmediaciones del estadio Municipal; los de capacidad portante media (2.00 a 3.00 kg/cm^2), en el casco urbano y en las inmediaciones del cementerio Municipal; y los de capacidad portante alta (>3.00 kg/cm^2), a 200 m al noreste de la plaza de Armas.

- Según su comportamiento dinámico, los suelos del área urbana del distrito de Canta responden predominantemente a periodos de 0.1 a 0.3 s en gran parte del área evaluada. De manera sectorizada, también presentan sensibilidad a periodos de 0.4 a 0.6 s hacia los extremos norte —carretera Canta-Obrajillo y sector Chacrara— y oeste — sector Roccha y cementerio Municipal— del área de estudio.

- Los resultados sísmicos evidencian que los suelos del área urbana del distrito de Canta están conformados por dos capas principales y presentan una marcada heterogeneidad lateral en los depósitos superficiales. La primera capa corresponde a suelos medianamente rígidos (Vs = 214 a 345 m/s), mientras que la segunda está asociada a suelos rígidos (Vs = 393 a 528 m/s). En conjunto, ambas capas alcanzan espesores que varían entre 16 y 62 m. A mayor profundidad predominan suelos muy rígidos (Vs > 550 m/s), presentes en toda el área de estudio.

- Los resultados de tomografía eléctrica indican que los suelos del área urbana de Canta presentan contenido de humedad de moderado a alto. De manera puntual, se identificaron zonas de baja resistividad asociadas a filtraciones de agua a través de fracturas y a su posterior concentración en la roca fracturada. Además, la distribución de los valores de resistividad permitió reconocer posibles sistemas de filtración vinculados a probables planos de deslizamiento superficial, especialmente en sectores cercanos a laderas, lo que evidencia condiciones potencialmente inestables.

- De acuerdo con la Norma Técnica E.030, en el área urbana de Canta se identifican suelos tipo S2, S3 y S4, es decir, suelos rígidos, medianamente rígidos y blandos o con efectos topográficos. Esta clasificación debe ser considerada en la planificación urbana, el diseño de infraestructura y la gestión del riesgo de desastres en el distrito.

Referencias

- ASTM International. (2011). *Standard test method for direct shear test of soils under consolidated drained conditions* (ASTM D3080/D3080M-11).
- ASTM International. (2018). *Standard guide for site characterization for engineering design and construction purposes* (ASTM D420-18).
- Beláustegui, S. (1999). *Pendientes del terreno y fundamentos del caudal máximo no erosivo* (Hoja técnica n.° 7).
- Bernal Esquia, Y. I. (2006). *Microzonificación sísmica de la ciudad de Tlaxcala, México* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Institucional de la UNAM. https://hdl.handle.net/20.500.14330/TES01000608034
- Cobbing, E. J., Pitcher, W. S., & Garayar, J. (1973). *Geología de los cuadrángulos de Barranca, Ámbar, Oyón, Huacho, Huaral y Canta: Hojas 22-h, 22-i, 22-j, 23-h, 23-i y 23-j* (Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, n.° 26). Servicio de Geología y Minería.
- Cruden, D. M. (1991). A simple definition of a landslide. *Bulletin of the International Association of Engineering Geology, 43*(1), 27–29. https://doi.org/10.1007/BF02590167
- De la Cruz Bustamante, N. S., & Jaimes Salcedo, F. (2003). *Memoria descriptiva de la revisión y actualización del cuadrángulo de Canta (23-j): Cuadrante II, escala 1:50 000*. Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Deutsches Institut für Normung. (2002). *Baugrund—Felduntersuchungen—Teil 3: Rammsondierungen* (DIN 4094-3:2002-01).
- Fidel, L., Zavala, B., Núñez, S., & Valenzuela, G. (2006). *Estudio de riesgos geológicos del Perú: Franja n.° 4* (Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n.° 29). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Hutchinson, J. N. (1988). General report: Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology. En C. Bonnard (Ed.), *Landslides: Proceedings of the 5th International Symposium on Landslides* (Vol. 1, pp. 3–35). A. A. Balkema.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Región Lima: Resultados definitivos de los Censos Nacionales* 2017 (Tomo I).
- Loke, M. H. (2010). *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Geotomo Software.
- Louie, J. N. (2001). Faster, better: Shear-wave velocity to 100 meters depth from refraction microtremor arrays. *Bulletin of the Seismological Society of America, 91*(2), 347–364. https://doi.org/10.1785/0120000098
- Luque, G., Rosado, M., Pari, W., Peña, F., & Huamán, M. (2020). *Peligro geológico en la región Lima* (Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, n.° 76). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Meyerhof, G. G. (1956). Penetration tests and bearing capacity of cohesionless soils. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, 82*(SM1), 1–19. https://doi.org/10.1061/JSFEAQ.0000001
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones* (Resolución Ministerial n.° 406-2018-VIVIENDA).
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2026). *Norma Técnica E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones* (Resolución Ministerial n.° 183-2026-VIVIENDA).
- Municipalidad Provincial de Canta. (2025). *Plan de prevención y reducción del riesgo de desastres ante movimientos en masa e inundaciones de la provincia de Canta 2025–2030*.
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremors on the ground surface. *Quarterly Report of the Railway Technical Research Institute, 30*(1), 25–33.
- Park, C. B. (2013). MASW for geotechnical site investigation. *The Leading Edge, 32*(6), 656–662. https://doi.org/10.1190/tle32060656.1
- SESAME European Research Project. (2004). *Guidelines for the implementation of the H/V spectral ratio technique on ambient vibrations: Measurements, processing and interpretation* (WP12, Deliverable D23.12). European Commission.

- Silgado, E. (1978). *Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513–1974)* (Boletín Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, N.° 3). Instituto de Geología y Minería.

- Tavera, H., Bernal Esquia, Y. I., Condori Quispe, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2014). *Reevaluación del peligro sísmico probabilístico para el Perú*. Instituto Geofísico del Perú.

- Terzaghi, K., Peck, R. B., & Mesri, G. (1996). *Soil mechanics in engineering practice* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

- Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. (2000). *Investigación de aguas subterráneas en la región Valles de San Nicolás: Fase II.*

- Urbieta Gómez, J. (2001). *La tomografía eléctrica en los métodos de corriente continua* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio de la Universidad Nacional Autónoma de México.

- Varnes, D. J. (1978). Slope movement types and processes. En R. L. Schuster y R. J. Krizek (Eds.), *Landslides: Analysis and control* (Special Report 176, pp. 11–33). Transportation Research Board, National Research Council.

Anexos

- **Anexo I:** Información geológica-geotécnica

Registro de calicatas

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT- C1			
	UBICACIÓN:	A 216 m al suroeste de la plaza de armas de Antioquia			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	1.75	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8731676	**ESTE (m):**	322665	**COTA (m s.n.m):** 2826
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 1.75								Material de relleno no controlado. Presenta cantos angulosos de 20 cm de diámetro. Contiene restos orgánicos (raices), plásticos, entre otros.
1.90 – 3.00								

OBSERVACIONES: Se evidenció la presencia de material de relleno que continua a profundidad.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C1



El ensayo se realizó al suroeste de Antioquia.



El tipo de suelo reconocido corresponde a material de relleno no controlado.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - C2			
	UBICACIÓN:	En las inmediaciones del estadio de Canta			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	2.50	**NIVEL FREÁTICO (m)**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8731350	**ESTE (m):**	322856	**COTA (m s.n.m):** 2813
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m)	PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
	0.00								
	0.10								
	0.20								
	0.30								Arcilla arenosa, humedad media. Contiene clastos aislados de 6 cm de diámetro y restos orgánicos (raíces). Compacidad media.
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.90								
	1.00								
	1.10								
	1.20						SC		Arcilla arenosa, humedad baja a media. Contiene clastos aislados de 4 cm de diámetro. Compacidad media.
	1.30								
	1.40								
	1.50	MCNT-2							
	1.60								
	1.70								
	1.80						GP-GC-Ct		Cantos angulosos, humedad media a alta. Matriz arcillo arenosa. Contiene bloques de 20 cm de diámetro. Compacidad media.
	1.90								
	2.00								
	2.10								
	2.20								
	2.30								
	2.40								
	2.50								
	2.60								
	2.70								
	2.80								
	2.90								
	3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques de 20 Cm de diámetro no se logra contiuar con la excavación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C2



El ensayo se realizó en el extremo sur del estadio.



El tipo de suelo reconocido corresponde a arcilla arenosa con presencia de clastos aislados y bloques de 20 cm de diámetro a profundidad. Ensayo de densidad.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - C3				
UBICACIÓN:	A 196 m al sur del nuevo hospital de Canta				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	1.60	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731499	ESTE (m):	323112	COTA (m s.n.m):	2851
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30								Material de relleno no controlado. Contiene restos orgánicos (raices), plásticos, entre otros.
0.40 – 1.20						SC		Arcilla arenosa, humedad media. Compacidad media. Contiene clastos subangulosas de 5 cm de diámetro.
1.30 – 1.60	MCNT-3					GP-GC-Ct		Grava angulosa. Matriz areno arcillosa. Compacidad media. Contiene cantos rodados de 25 a 30 cm de diámetro.
1.70 – 3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques mayores a 25 cm de diámetro no se logra continuar con la excavación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C3



El ensayo se realizó en terrenos de cultivo ubicados al sur de Canta.



El tipo de suelo reconocido corresponde a arcilla arenosa, grava, cantos rodados y bloques de 20 cm a 30 cm de diámetro. Ensayo de densidad.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - C4			
	UBICACIÓN:	A 13 m al norte del cementerio de Canta			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	1.50	**NIVEL FREÁTICO (m)**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8732114	**ESTE (m):**	322644	**COTA (m.s.n.m):** 2827
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.25						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Contiene restos orgánicos (raíces). Compacidad media. Presenta cantos angulosos de 15 cm de diámetro y de forma aislada.
0.40 – 1.50	MCNT-4					GP-Ct		Grava subangulosa, humedad media a baja. Matriz arcillosa. Compacidad media. Presenta cantos rodados de 40 cm a 60 cm de diámetro.
1.60 – 3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques mayores a 40 cm de diámetro no se logra continuar con la excavación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C4



El ensayo se realizó al norte del área urbana de Canta.



El tipo de suelo reconocido corresponde a arcilla, cantos y bloques subangulosos de 40 a 60 cm de diámetro.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - C5			
	UBICACIÓN:	A 285 m al noreste de la plaza de armas de Canta			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	2.00	**NIVEL FREÁTICO (m)**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8732151	**ESTE (m):**	322931	**COTA (m s.n.m):** 2768
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.90						SC		Arena arcillosa, sin humedad. Presencia de clastos de 10 cm de diámetro. Compacidad media. Contiene restos orgánicos (raíces).
1.00 – 1.60	MCNT-5					GC-Ct		Grava subangulosa a subredondeada. Matriz areno arcillosa. Compacida media. Presencia de cantos de 20 cm de diámetro.
1.70 – 2.00								Grava subangulosa. Matriz areno arcillosa. Compacidad media a alta. Presencia de cabtos de 13 cm de diámetro.
2.10 – 3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques mayores a 1.5 m de diámetro no se logra continuar con la excavación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C5



El ensayo se realizó al noroeste del área urbana de Canta.



El tipo de suelo reconocido corresponde a arena arcillosa y en profundidad cantos subangulosos.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE CALICATAS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - C6			
	UBICACIÓN:	A 164 m al norte del hotel Cancay			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	0.60	**NIVEL FREÁTICO (m)**	0.60	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8732040	**ESTE (m):**	323168	**COTA (m s.n.m):** 2790
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30						SC		Arena arcillosa, humedad media. Compacidad media. Presencia de clastos de 3 cm de diámetro, de forma aislada. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.40 – 0.60	MCNT-6							Arena arcillosa, humedad alta a muy alta. Compacidad baja. Presencia de clastos de 6 cm de diámetro, de forma aislada. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.70 – 3.00								Nivel freático superficial.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de nivel freático superficial no se logra continuar con la excavación.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- C6



El ensayo se realizó en las periferias del área urbana de Canta.



El tipo de suelo reconocido corresponde a arena arcillosa con grava de 6 cm de diámetro.

- Información geológica-geotécnica

Registro de posteos

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - P1			
	UBICACIÓN:	A 312 m al este del estadio Municipal de Canta			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	8.00	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8731498	**ESTE (m):**	323122	**COTA (m s.n.m):** 2875
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.50						SC		Arena limoarcillosa, humedad baja. Compacidad media. Contiene raíces. Contiene gravas angulosas de 4 cm de diámetro y bloques aislados de 11 cm de diámetro.
0.60 – 3.50						SC		Arena arcillosa, humedad baja. Compacidad media. Presencia de clastos de 3 mm de diámetro y bloques aislados de 25 cm de diámetro.
4.00 – 8.00						GC-Bq		Grava subangulosa a angulosa, humedad baja. Matriz areno arcillosa. Compacidad media. Presencia de clastos menores a 1 cm de diámetro y bloques de 50 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P1



El ensayo se realizó al este del estadio Municipal de Canta.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a arena arcillosa en la parte superior, gravas y bloques subredondeados a profundidad.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P2				
UBICACIÓN:	A 269 m al sur del estadio Municipal de Canta				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	7.00	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731270	ESTE (m):	323009	COTA (m s.n.m):	2889
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.10 – 0.20						CL		Arcilla, humedad media. Compacidad media. Contiene restos orgánicos (raíces)
0.30 – 0.40 – 0.50 – 0.60 – 0.70 – 0.80 – 0.90 – 1.00						ML		Limo arenoso, humedad media. Compacidad media. Presencia de cantos aislados de 10 cm de diámetro.
1.20 – 1.40 – 1.60 – 1.80 – 2.00 – 2.20 – 2.40 – 2.60 – 2.80 – 3.00						GC-Ct		Grava subredondeada, sin humedad. Matriz areno arcillosa. Compacidad baja a media. Presencia de cantos rodados aislados de 20 cm de diámetro.
3.20 – 3.40 – 3.60 – 4.00 – 4.50 – 5.00 – 5.50 – 6.00 – 6.50 – 7.00						GC-Bq		Bloques subangulosos. Matriz areno arcillosa. Compacidad baja a media. Presencia de bloques aislados de 50 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P2



El ensayo se realizó al sur del estadio de Canta, en el corte de carretera Vencedores de Sángrar.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a gravas y bloques subredondeados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P3				
UBICACIÓN:	A 294 m al este del estadio Municipal de Canta				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	1.80	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731510	ESTE (m):	323104	COTA (m s.n.m):	2799
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30						SC		Arcilla arenosa, humedad media. Compacidad media. Presencia de gravilla. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.40 – 1.20						GC-Bq		Bloques subangulosos a angulosos, humedad baja. Compacidad media. Presencia de bloques de 30 cm de diámetro. Contiene restos orgánicos (raíces).
1.30 – 3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P3



El ensayo se realizó al este del estadio, colindante con la carretera Vencedores de Sángrar.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a bloques subangulosos.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P4				
UBICACIÓN:	A 57 m al este del hotel Cancay				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	2.00	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731950	ESTE (m):	323214	COTA (m s.n.m):	2865
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.10 – 0.20						CL		Arcilla, humedad media a alta. Compacidad baja. Contiene restos orgánicos (raices).
0.20 – 0.30 – 0.40 – 0.45 – 0.60 – 0.65						SC		Arcilla arenosa, humedad media a alta. Compacidad baja a media. Presencia de gravas angulosas de 3 cm de diámetro.
0.65 – 0.80 – 0.90 – 1.00 – 1.10 – 1.20 – 1.30 – 1.40 – 1.50								Arcilla arenosa, humedad media. Compacidad media. Presencia de clastos angulosos de 1 cm de diámetro.
1.50 – 1.60 – 1.70 – 1.80 – 1.90 – 2.00								Arcilla arenosa, humedad media a alta. Compacidad media. Contiene clastos menores a 1 cm de diámetro.
2.00 – 2.10 – 2.20 – 2.30 – 2.40 – 2.50 – 2.60 – 2.70 – 2.80 – 2.90 – 3.00						GP		Grava subangulosa, mayores a 2 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 2 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P4



El ensayo se realizó en terrenos de cultivo.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a arena arcillosa y grava subangulosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P5				
UBICACIÓN:	Plaza de armas de Canta				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	1.20	NIVEL FREÁTICO (m):	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731873	ESTE (m):	322771	COTA (m s.n.m):	2854
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10 – 0.20						Relleno		Relleno no controlado.
0.30 – 0.40 – 0.45 – 0.60 – 0.70 – 0.80 – 0.90 – 1.00 – 1.10 – 1.20						SC		Arcilla arenosa, humedad media. Compacidad baja a media.
1.30 – 1.40 – 1.50 – 1.60 – 1.70 – 1.80 – 1.90 – 2.00 – 2.10 – 2.20 – 2.30 – 2.40 – 2.50 – 2.60 – 2.70 – 2.80 – 2.90 – 3.00						GP		Grava subangulosa, mayores a 2 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 2 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P5



El ensayo se realizó en las inmediaciones de la plaza de armas de Canta.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a arcilla arenosa y grava subredondeada.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P6				
UBICACIÓN:	Plaza de armas de Canta				
DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m):	0.98	**NIVEL FREÁTICO (m)**	N.P.	**FECHA:**	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731884	**ESTE (m):**	322753	**COTA (m s.n.m):**	2854
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.20								Arcilla, humedad media. Compacidad baja. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.30 – 0.70						CL		Arcilla, humedad media. Compacidad baja.
0.80 – 1.00						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Presencia de clastos menores a 6 cm de diámetro.
1.20 – 3.00						GP		Grava subangulosa, mayores a 2 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 2 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P6



El ensayo se realizó en las inmediaciones de la plaza de plaza de armas de Canta.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a arcilla y grava subangulosa.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P7				
UBICACIÓN:	A 66 m al norte del estadio Municipal de Canta				
DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m):	0.45	**NIVEL FREÁTICO (m)**	N.P.	**FECHA:**	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731513	**ESTE (m):**	322813	**COTA (m s.n.m):**	2839
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.10 – 0.20						CL		Arcilla, sin humedad. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.20 – 0.30 – 0.40 – 0.45						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Compacidad media. Presencia de clastos de 3 cm de diámetro 3 cm.
0.45 – 0.60 – 0.70 – 0.80 – 0.90 – 1.00 – 1.10 – 1.20 – 1.30 – 1.40 – 1.50 – 1.60 – 1.70 – 1.80 – 1.90 – 2.00 – 2.10 – 2.20 – 2.30 – 2.40 – 2.50 – 2.60 – 2.70 – 2.80 – 2.90 – 3.00						GP-Ct		Cantos rodados, subredondeados, mayores a 5 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 5 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P7



El ensayo se realizó en la calle acceso principal al estadio.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a grava subredondeada.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P8				
UBICACIÓN:	A 248 m al sur del hotel Cancay				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	0.70	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731718	ESTE (m):	323053	COTA (m s.n.m):	2860
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00								
0.10						SC		Arena arcillosa, sin humedad. Compacidad baja. Contiene restos orgánicos (raices).
0.20						GC-Ct		Cantos rodados, humedad media. Matriz arcillosa. Compacidad media. Presencia de clastos aislados menores a 10 cm de diámetro.
0.30								
0.40								
0.45								
0.60								
0.70								
0.80						GP-Ct		Cantos rodados mayores a 10 cm de diámetro.
0.90								
1.00								
1.10								
1.20								
1.30								
1.40								
1.50								
1.60								
1.70								
1.80								
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 10 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P8



El ensayo se realizó en las inmediaciones de terrenos de cultivo.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a cantos rodados subredondeados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P9				
UBICACIÓN:	A 256 m al sur del hotel Cancay				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	0.55	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731722	ESTE (m):	323065	COTA (m s.n.m):	2869
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.55						GC		Grava subredondeada, sin humedad. Matriz arcillo-limosa. Compaciadad baja a media. Presencia de clastos de 3 cm hasta 8 cm de diámetro.
0.70 – 3.00						GP-Ct		Cantos rodados mayores a 10 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 10 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P9



El ensayo se realizó al sur del hotel Cancay.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a cantos rodados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA	**POSTEO:**	CNT - P10			
	UBICACIÓN:	A 292 m al noreste de la plaza de armas de Canta			
	DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:** Lima
	PROFUNDIDAD (m):	0.90	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:** Mayo 2026
	COORDENADAS UTM				
	NORTE (m):	8732152	**ESTE (m):**	322902	**COTA (m s.n.m):** 2829
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.10 – 0.20 – 0.30 – 0.40 – 0.45 – 0.60								Relleno no controlado.
0.70 – 0.80 – 0.90						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Compacidad baja a media. Presencia de clastos subangulosos a redondeados de 1 cm de diámetro.
1.00 – 1.10 – 1.20 – 1.30 – 1.40 – 1.50 – 1.60 – 1.70 – 1.80 – 1.90 – 2.00 – 2.10 – 2.20 – 2.30 – 2.40 – 2.50 – 2.60 – 2.70 – 2.80 – 2.90 – 3.00						GP-Ct		Cantos rodados mayores a 12 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de clastos mayores a 12 cm de diámetro no se logra recuperar muestra.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P10



El ensayo se realizó en las inmediaciones de terrenos de cultivo.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a cantos rodados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

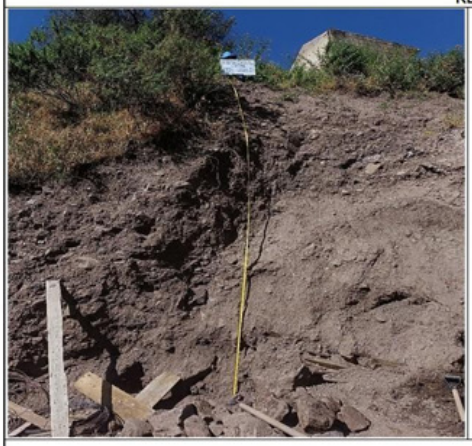
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P11				
UBICACIÓN:	A 201 m al norte de la plaza de armas de Canta				
DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m):	7.20	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8732067	**ESTE (m):**	322675	**COTA (m s.n.m):**	2812
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.70						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Compacidad baja a media. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.80 – 2.50						GC-Ct		Cantos rodados, subangulosos a angulosos, humedad baja. Matriz de arcilla arenosa. Compacidad media. Presencia de clastos de 8 cm a 15 cm de diámetro.
3.00 – 7.20						SC		Arcilla arenosa, humedad baja. Compacidad media. Presencia de clastos subangulosos de 6 cm de diámetro.

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P11



El ensayo se realizó en un corte al norte del área urabana de Canta.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a arcilla arenosa y cantos rodados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P12				
UBICACIÓN:	A 245 m al este de la plaza de Armas de Canta				
DISTRITO:	Canta	PROVINCIA:	Canta	REGIÓN:	Lima
PROFUNDIDAD (m):	6.50	NIVEL FREÁTICO (m)	N.P.	FECHA:	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731799	ESTE (m):	322543	COTA (m s.n.m):	2781
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	REVISADO POR:	Juan Carlos Gómez A.	RESPONSABLE DEL PROYECTO:	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRÁFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 2.50						SC		Arcilla arenosa, sin humedad. Compacidad baja. Presencia de gravas de forma angulosa, diámetro 6 cm. Contiene restos orgánicos (raíces). Intercalaciones de estratos de arcilla de baja plasticidad de 1 cm de espesor.
2.60 – 3.00						ML		Limo arenoso, sin humedad. Compacidad baja a media.
3.50 – 6.50						GC-Bq		Cantos rodados, subangulosos, sin humedad. Matriz arcilla arenosa. Compacidad media a baja. Presencia de clastos 9 cm de diámetro y bloques aislados de 15 cm de diámetro.
7.00 – 9.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P12



El ensayo se realizó hacia el este del área urbana de Canta.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a limo arenoso, cantos rodados y bloques subredondeados.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

REGISTRO DE POSTEOS

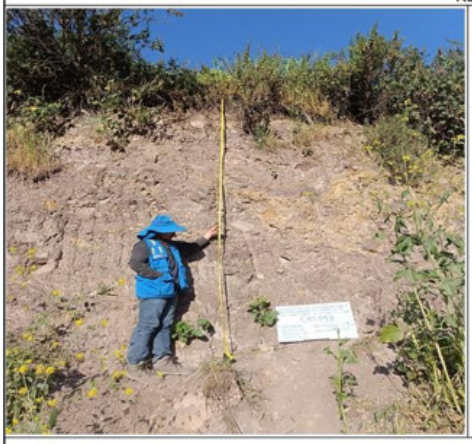
CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

POSTEO:	CNT - P13				
UBICACIÓN:	A 213 m al sur del hotel Cancay				
DISTRITO:	Canta	**PROVINCIA:**	Canta	**REGIÓN:**	Lima
PROFUNDIDAD (m):	4.50	**NIVEL FREÁTICO (m):**	N.P.	**FECHA:**	Mayo 2026
COORDENADAS UTM					
NORTE (m):	8731764	**ESTE (m):**	323045	**COTA (m s.n.m):**	2847
ELABORADO POR:	Pilar Vivanco L.	**REVISADO POR:**	Juan Carlos Gómez A.	**RESPONSABLE DEL PROYECTO:**	Hernando Tavera

(m) PROF.	MUESTRAS	HUMEDAD (%)	DENSIDAD (gr/cm3) Dh	DENSIDAD (gr/cm3) Ds	GRÁFICO	SUCS	REGISTRO FOTOGRAFICO DE PERFIL	DESCRIPCIÓN
0.00 – 0.30						CL		Arcilla, humedad baja. Compacidad baja a media. Presencia de clastos subredondeados de 1 cm de diámetro. Contiene restos orgánicos (raíces).
0.40 – 0.60						ML		Limo arenoso, sin humedad. Presencia de gravas subredondeadas y subangulosas de 5 cm diámetro y bloques aislados de 25 cm diámetro.
0.70 – 4.50						GM		Grava subangulosa, sin humedad. Matriz limo arcillosa. Compacidad media. Presencia de clastos de 6 cm de diámetro. Lentes de limo en la parte central del estrato.
5.00 – 7.00								

OBSERVACIONES: Debido a la presencia de bloques que impiden realizar el ensayos se consideró la descripción de un corte de talud.

REGISTRO FOTOGRÁFICO CNT- P13



El ensayo se realizó en un corte de carretera al sur del hotel Cancay.



El tipo de suelo reconocido mediante el ensayo de posteo corresponde a grava subangulosa en matriz limo arcillosa.

- Información geológica-geotécnica

Ensayos de penetración dinámica ligera

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

UBICACIÓN:

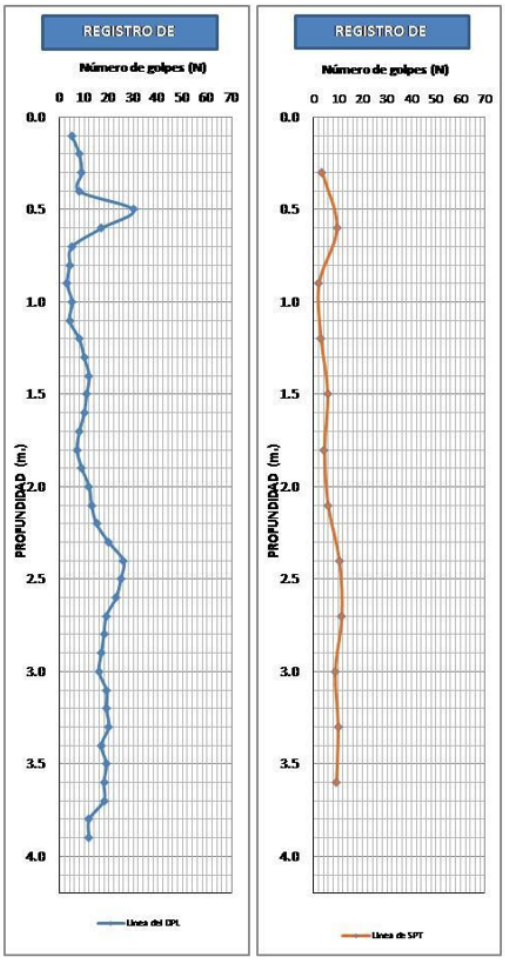
PROFUNDIDAD (m): 3.90
COORDENADAS (m): 322788 E
8731880 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 2803
FECHA: Mayo, 2026
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR: Juan C. Gómez
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

ENSAYO: **CNT-DPL1**
HOJA: 1/5

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C' spt (Tn/m^2)	Ø' spt (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	5				
0.20	8	3.45	0.0	23.3	Muy Suelta
0.30	9				
0.40	8				
0.50	30	9.50	0.0	28.8	Suelta
0.60	17				
0.70	5				
0.80	4	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
0.90	3				
1.00	5				
1.10	4	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
1.20	8				
1.30	10				
1.40	12	5.70	0.0	25.7	Suelta
1.50	11				
1.60	10				
1.70	8	4.32	0.0	24.3	Suelta
1.80	7				
1.90	9				
2.00	12	5.87	0.0	25.8	Suelta
2.10	13				
2.20	15				
2.30	20	10.53	0.0	29.5	Media
2.40	26				
2.50	25				
2.60	23	11.57	0.0	30.2	Media
2.70	19				
2.80	18				
2.90	17	8.81	0.0	28.3	Suelta
3.00	16				
3.10	19				
3.20	19	10.01	0.0	29.2	Media
3.30	20				
3.40	17				
3.50	19	9.32	0.0	28.7	Suelta
3.60	18				
3.70	18				
3.80	12	7.25	0.0	27.0	Suelta
3.90	12				
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES:

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

UBICACIÓN:

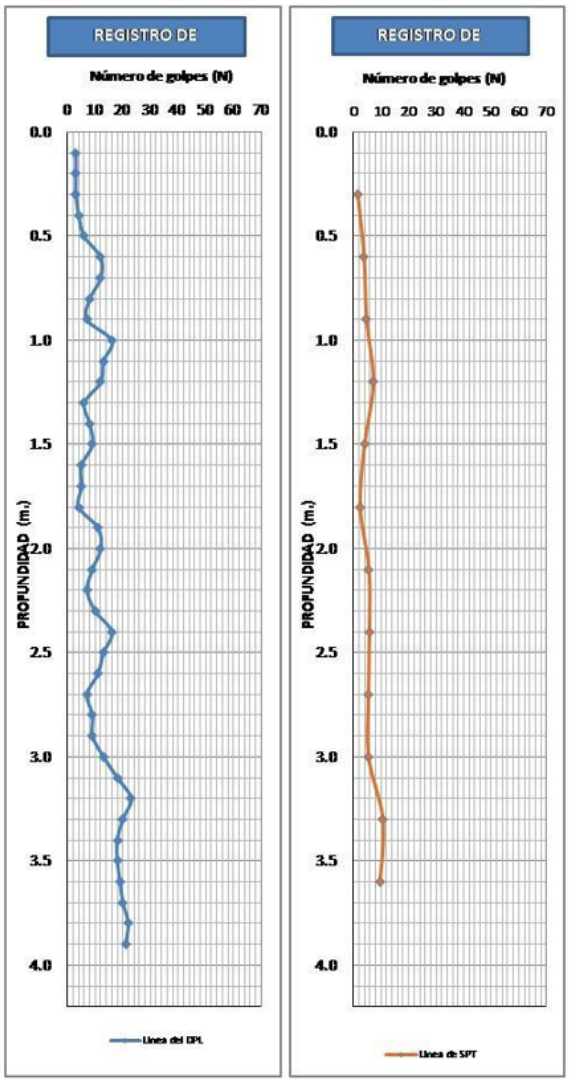
PROFUNDIDAD (m): 3.90
COORDENADAS (m): 323043 E
8731703 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 2803
FECHA: Mayo, 2026
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR: Juan C. Gómez
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

ENSAYO: **CNT-DPL2**
HOJA: 2/5

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	3				
0.20	3	1.55	0.0	20.6	Muy Suelta
0.30	3				
0.40	4				
0.50	6	3.80	0.0	23.7	Muy Suelta
0.60	12				
0.70	12				
0.80	8	4.66	0.0	24.7	Suelta
0.90	7				
1.00	16				
1.10	13	7.08	0.0	26.9	Suelta
1.20	12				
1.30	6				
1.40	8	3.97	0.0	23.9	Muy Suelta
1.50	9				
1.60	5				
1.70	5	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
1.80	4				
1.90	11				
2.00	12	5.53	0.0	25.5	Suelta
2.10	9				
2.20	7				
2.30	10	5.70	0.0	25.7	Suelta
2.40	16				
2.50	13				
2.60	11	5.35	0.0	25.3	Suelta
2.70	7				
2.80	9				
2.90	9	5.35	0.0	25.3	Suelta
3.00	13				
3.10	18				
3.20	23	10.53	0.0	29.5	Media
3.30	20				
3.40	18				
3.50	18	9.50	0.0	28.8	Suelta
3.60	19				
3.70	20				
3.80	22	10.88	0.0	29.7	Media
3.90	21				
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES:

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

UBICACIÓN:

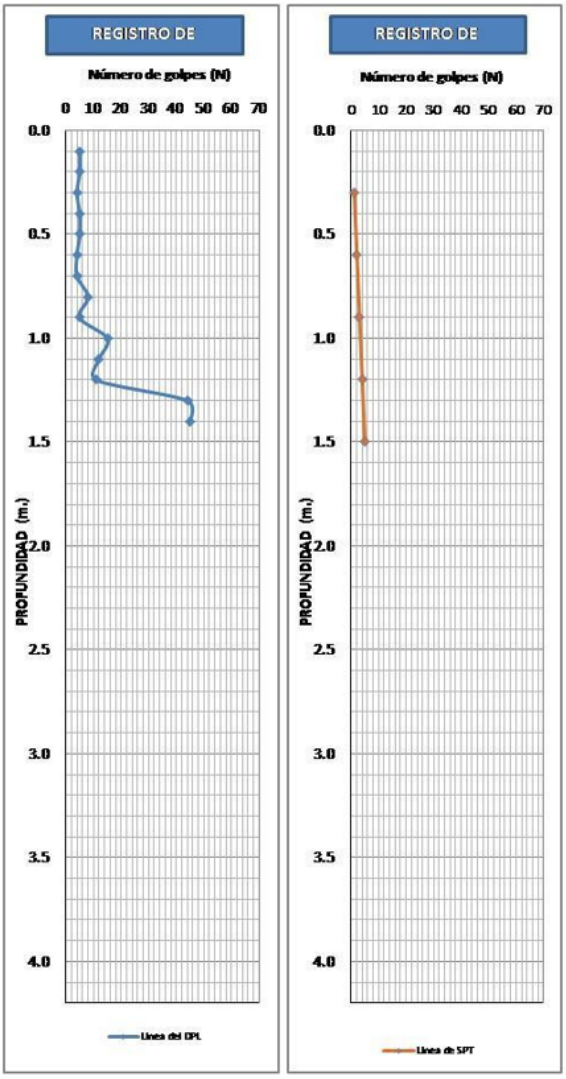
PROFUNDIDAD (m): 1.40
COORDENADAS (m): 323072 E
8731843 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 2843
FECHA: Mayo, 2026
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR: Juan C. Gómez
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

ENSAYO: **CNT-DPL3**
HOJA: 3/5

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	5				
0.20	5	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
0.30	4				
0.40	5				
0.50	5	2.42	0.0	22.0	Muy Suelta
0.60	4				
0.70	4				
0.80	8	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
0.90	5				
1.00	15				
1.10	12	6.56	0.0	26.5	Suelta
1.20	11				
1.30	44				
1.40	45	15.37	0.0	32.5	Media
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					
4.30					
4.40					
4.50					
4.60					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES: El ensayo se detiene a 1.40 m de profundidad debido que la punta no penetra en el suelo y alcanza el máximo número de golpes.

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

UBICACIÓN:

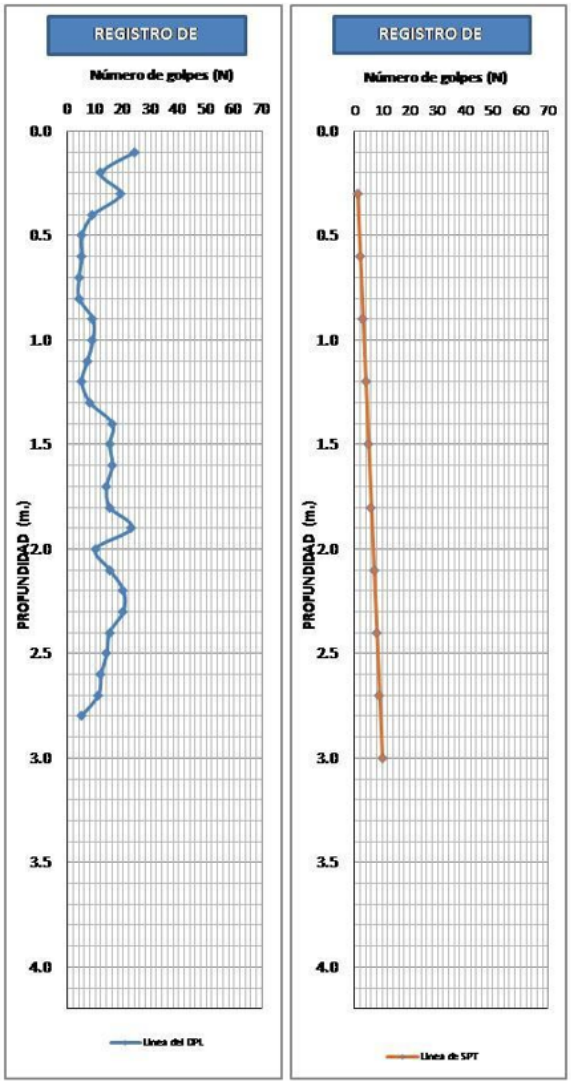
PROFUNDIDAD (m): 2.80
COORDENADAS (m): 322819 E
8731581 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 2833
FECHA: Mayo, 2026
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR: Juan C. Gómez
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

ENSAYO: **CNT-DPL4**
HOJA: 4/5

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	24				
0.20	12	5.87	0.0	25.8	Suelta
0.30	19				
0.40	9				
0.50	5	3.28	0.0	23.1	Muy Suelta
0.60	5				
0.70	4				
0.80	4	2.94	0.0	22.7	Muy Suelta
0.90	9				
1.00	9				
1.10	7	3.63	0.0	23.5	Muy Suelta
1.20	5				
1.30	8				
1.40	16	6.73	0.0	26.6	Suelta
1.50	15				
1.60	16				
1.70	14	7.77	0.0	27.5	Suelta
1.80	15				
1.90	23				
2.00	10	8.29	0.0	27.9	Suelta
2.10	15				
2.20	20				
2.30	20	9.50	0.0	28.8	Suelta
2.40	15				
2.50	14				
2.60	12	6.39	0.0	26.3	Suelta
2.70	11				
2.80	5				
2.90		0.86	0.0	19.2	Muy Suelta
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES:

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

ENSAYO DE PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERA
(NORMA DIN - 4094)

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA, PROVINCIA CANTA, DEPARTAMENTO LIMA

UBICACIÓN:

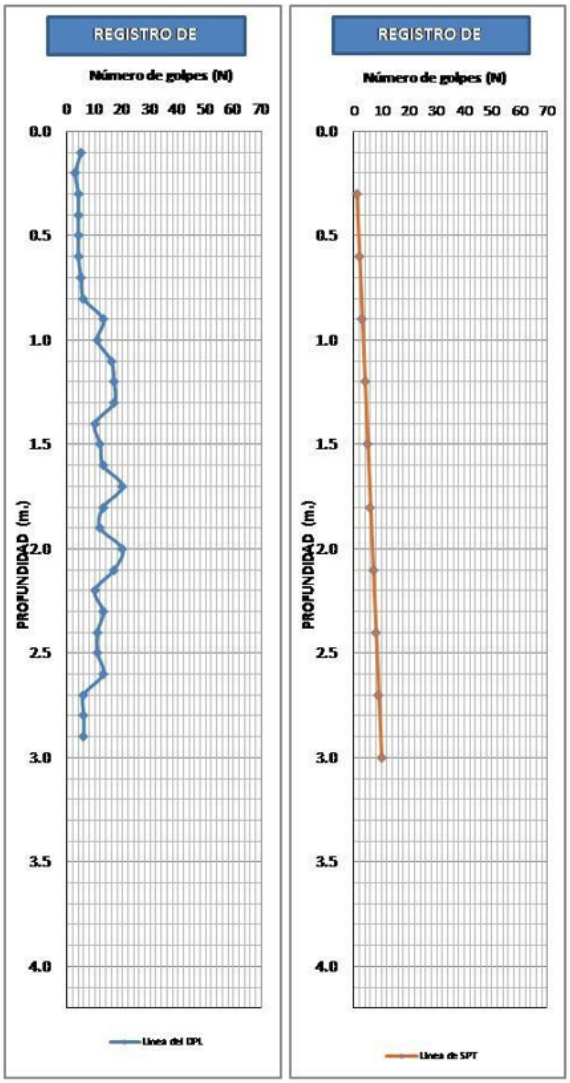
PROFUNDIDAD (m): 2.90
COORDENADAS (m): 322920 E
8732143 N
ELEVACIÓN (m s.n.m.) 2832
FECHA: Mayo, 2026
ELABORADO POR: Pilar Vivanco
APROBADO POR: Juan C. Gómez
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

ENSAYO: **CNT-DPL5**
HOJA: 5/5

N.F: NO presenta nivel freático

PROF. (m.)	N_{dpl} (golpes)	N_{spt} (golpes)	C'_{spt} (Tn/m²)	$Ø'_{spt}$ (°)	Compacidad Relativa
0.00					
0.10	5				
0.20	3	1.73	0.0	20.9	Muy Suelta
0.30	4				
0.40	4				
0.50	4	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
0.60	4				
0.70	5				
0.80	6	4.14	0.0	24.1	Suelta
0.90	13				
1.00	11				
1.10	16	7.60	0.0	27.3	Suelta
1.20	17				
1.30	17				
1.40	10	6.73	0.0	26.6	Suelta
1.50	12				
1.60	13				
1.70	20	7.94	0.0	27.6	Suelta
1.80	13				
1.90	12				
2.00	20	8.46	0.0	28.0	Suelta
2.10	17				
2.20	10				
2.30	13	5.87	0.0	25.8	Suelta
2.40	11				
2.50	11				
2.60	13	5.18	0.0	25.2	Suelta
2.70	6				
2.80	6				
2.90	6	2.07	0.0	21.4	Muy Suelta
3.00					
3.10					
3.20					
3.30					
3.40					
3.50					
3.60					
3.70					
3.80					
3.90					
4.00					
4.10					
4.20					

Correlación teórica entre DPL y SPT



OBSERVACIONES:

PERÚ Ministerio del Ambiente

IGP

CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE USANDO PARÁMETROS DE RESISTENCIA ADQUIRIDOS DEL ENSAYO DE DPL

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS DEL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA

UBICACIÓN: Canta Provincia Canta Región Lima

ENSAYO: **Varios**

HOJA: 1/1

FECHA: Junio, 2026

ELABORADO POR: Pilar Vivanco.

APROBADO POR: Juan Carlos Gómez A.

RESPONSABLE DEL PROYECTO: Hernando Tavera

Número	Muestra	Υ_{nat}	Υ_{seca}	Nivel Freático	D_f	B	C	Φ	Factor de	Criterio	Factores de carga			Capacidad de Carga (kg/cm^2)	
		(gr/cm^3)	(gr/cm^3)	(m)	(m)	(m)	(kg/cm^2)	(°)	seguridad	Terzaghi	N_c	N_q	N_γ	q_{ult}	q_a
1	CNT-DPL1	2.02	2.02		1.50	1.50	0.000	25.70	3.00	Falla general	26.50	13.76	9.39	5.59	1.86
2	CNT-DPL2	2.02	2.02		1.50	1.50	0.000	23.90	3.00	Falla general	23.20	11.28	6.97	4.47	1.49
4	CNT-DPL4	1.95	1.95		1.50	1.50	0.000	26.60	3.00	Falla general	28.38	11.22	10.90	4.88	1.63
5	CNT-DPL5	1.95	1.95		1.50	1.50	0.000	26.60	3.00	Falla general	28.38	11.22	10.90	4.88	1.63
									Falla General			Falla local			

D_f	Profundidad de cimentación	Φ (°)	Angulo de fricción interna del suelo
Υ_{nat}	Densidad natural	C (kg/cm^2)	Cohesión
Υ_{seca}	Densidad seca	Nc, Nq, Nγ	Factores de carga
B (m)	Ancho de cimiento continuo	q_{ult}	Capacidad de carga última
		q_a	Capacidad de carga admisible

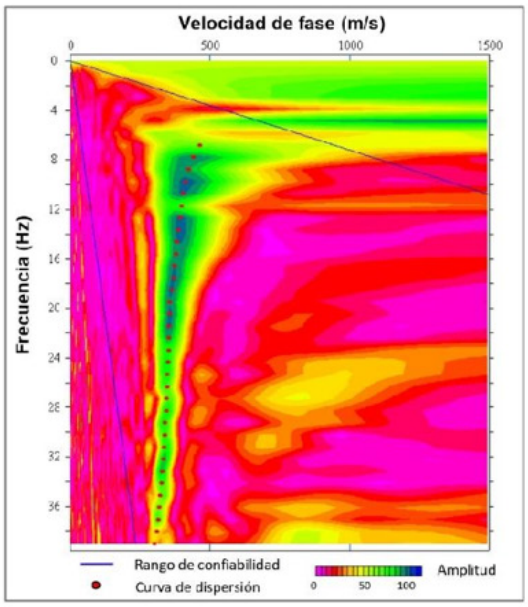
- **Anexo II:** Información geofísica

Perfiles sísmicos MASW-MAM

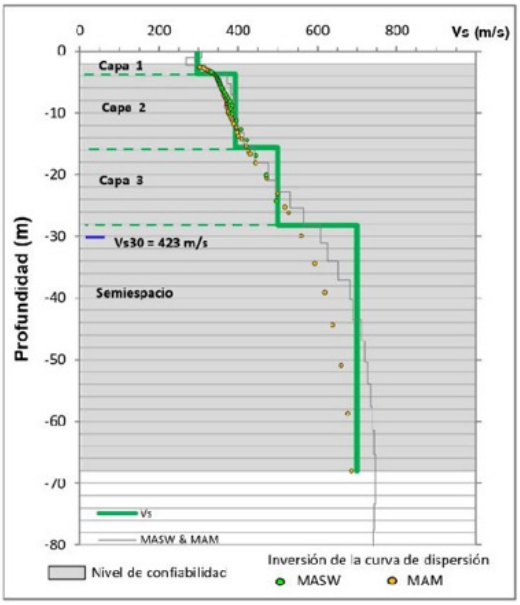
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS1

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

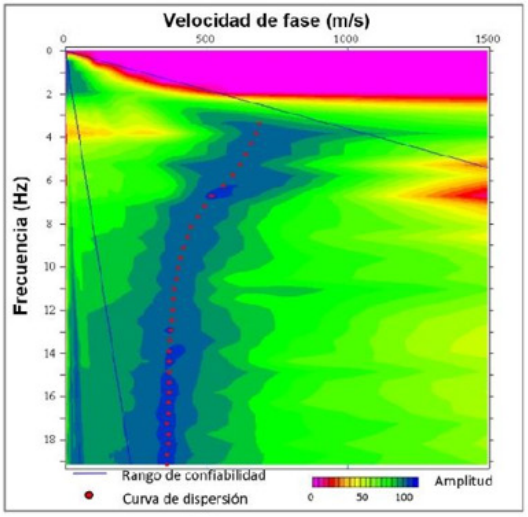
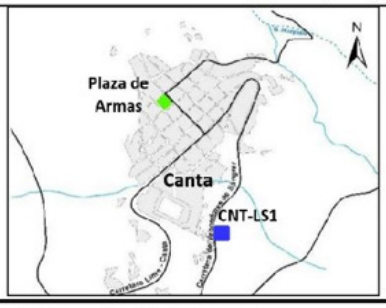


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	297	4	Material medianamente rígido
2	393	12	Material rígido
3	500	13	
Semi-espacio	700	-	Material muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

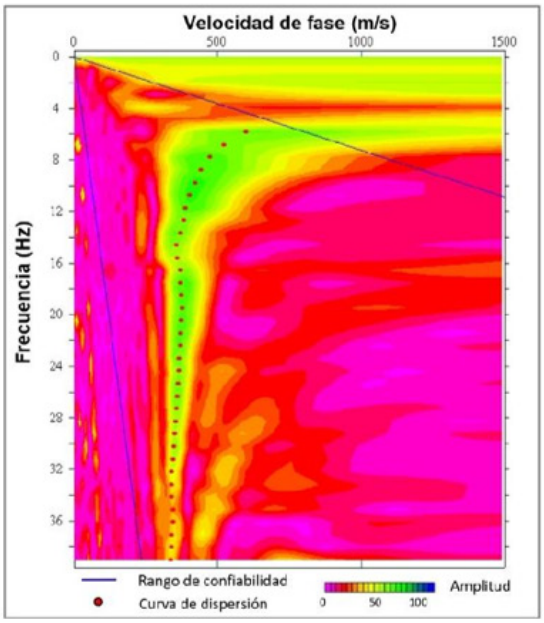


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	Carretera Vencedores de Sangrar	**DISTRITO:**	Canta	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	**NORTE (m) :** 8731265	**ESTE (m) :** 322986		**COTA (m s.n.m.) :** 2889
ELABORADO POR:	J.Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

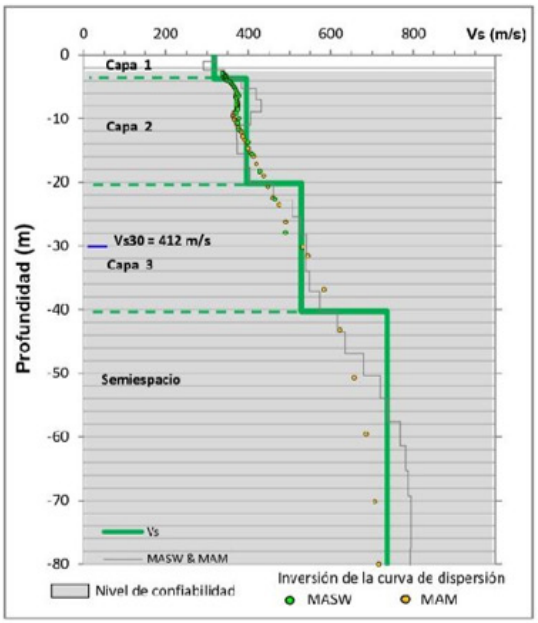
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS2

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

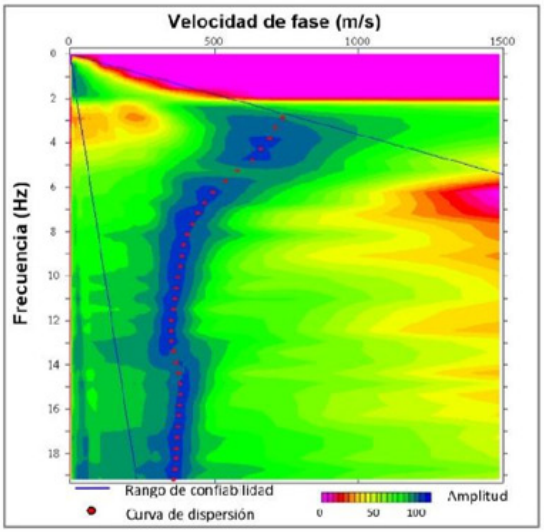
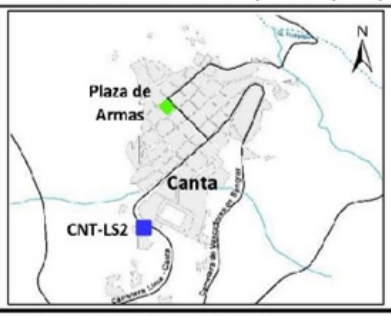


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	318	4	Material medianamente rígido
2	395	16	Material rígido
3	528	20	
Semi-espacio	737	-	Material muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

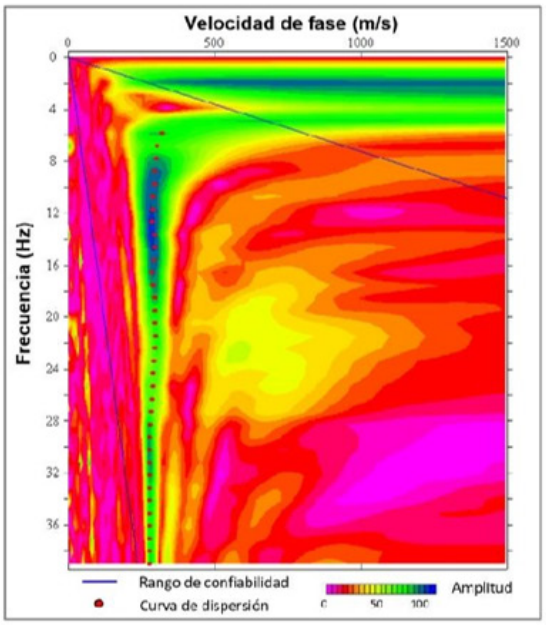


		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos					
IGP		UBICACIÓN:	Carretera Lima - Canta	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731351	ESTE (m) : 322695		COTA (m s.n.m.) : 2795	
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

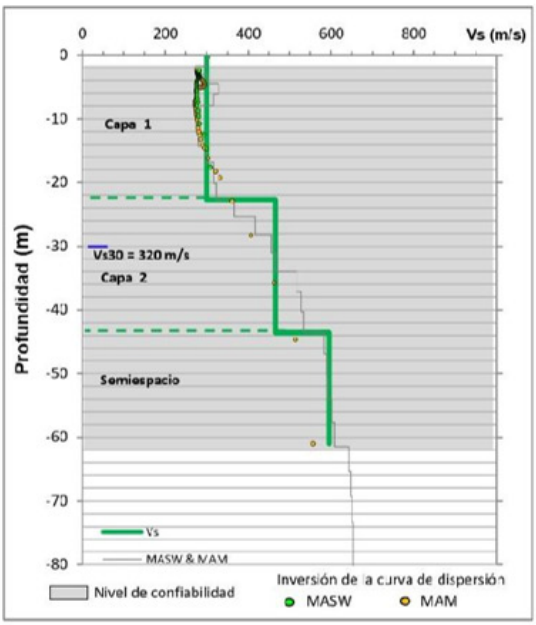
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS3

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

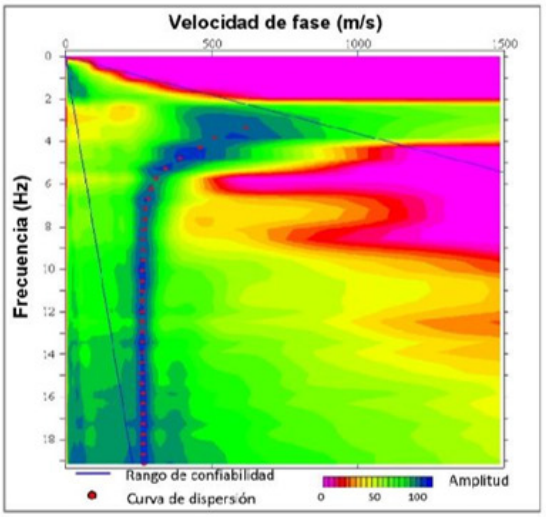


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	300	23	Material medianamente rígido
2	466	21	Material rígido
Semi-espacio	596	-	Material muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

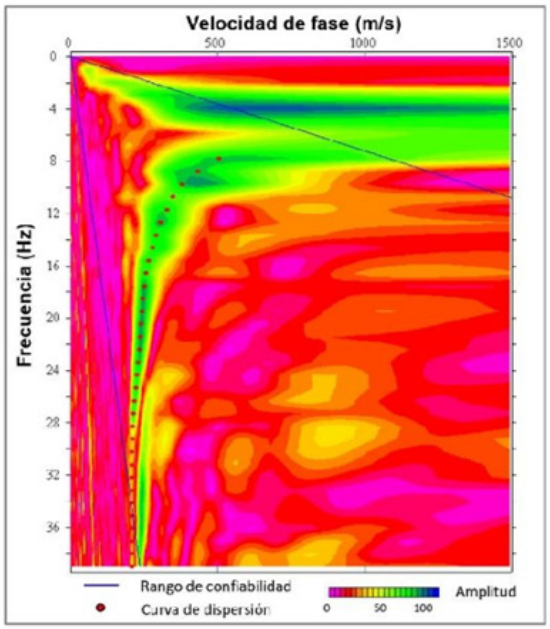


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	I.E. Gabriel Moreno	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731542	ESTE (m) : 322813		COTA (m s.n.m.) : 2823
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

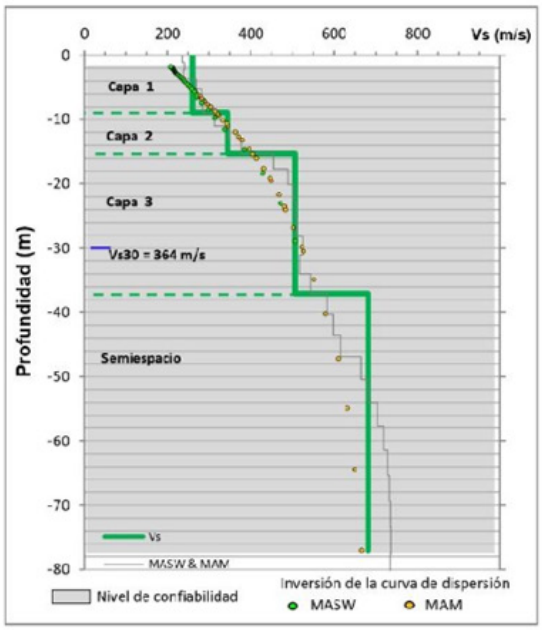
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS4

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

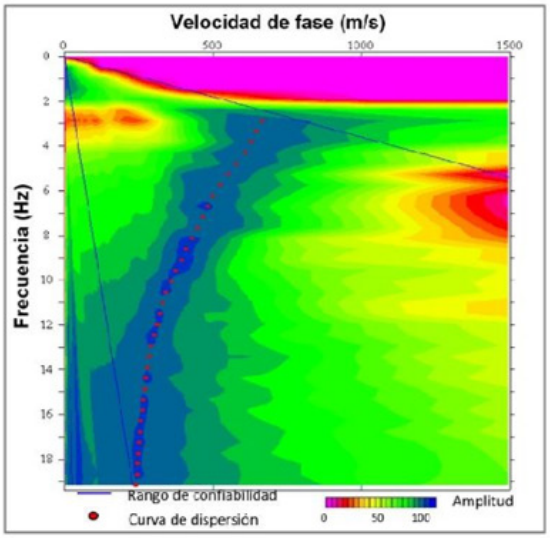


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	260	9	Material medianamente rígido
2	345	6	
3	507	22	Material rígido
Semi-espacio	683	-	Material muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

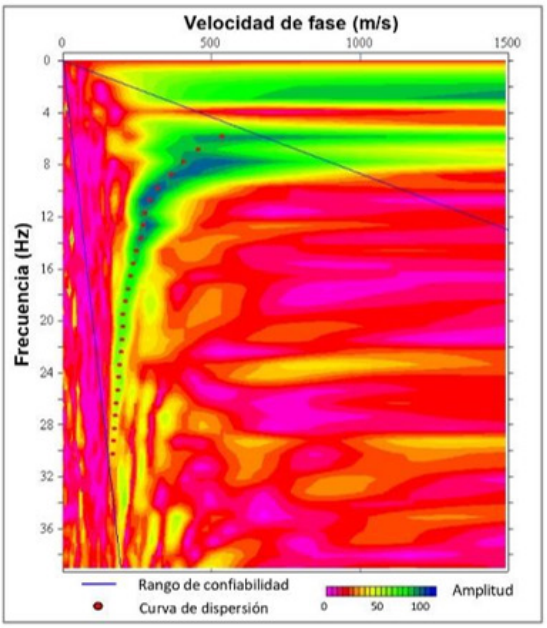


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Al noreste de la I.E. Gabriel Moreno	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731865	ESTE (m) : 322990		COTA (m s.n.m.) : 2832
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

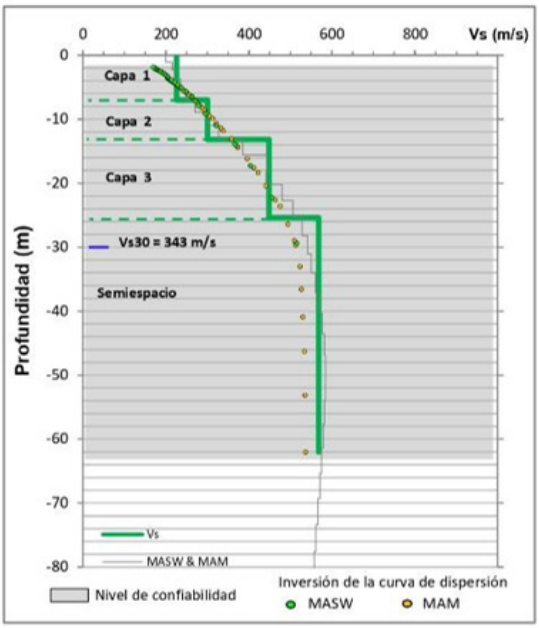
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS5

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

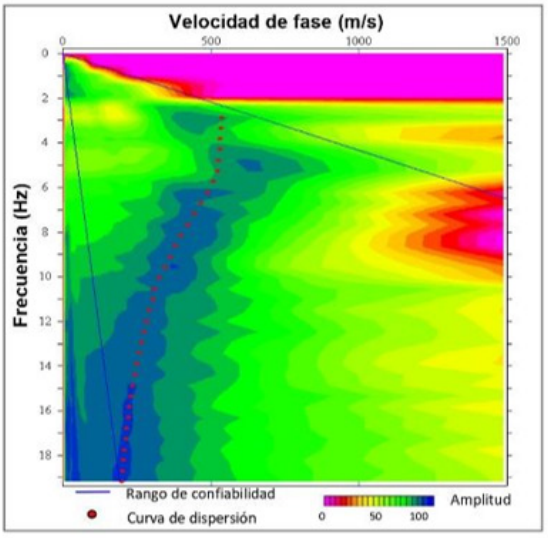
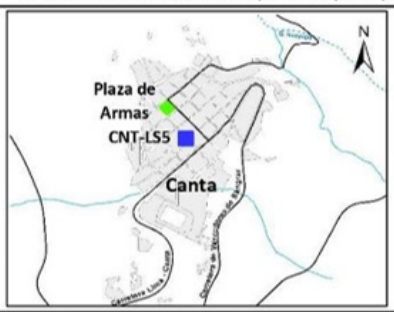


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	226	7	Material medianamente rígido
2	301	6	
3	449	12	Material rígido
Semi-espacio	568	-	Material muy rígido
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

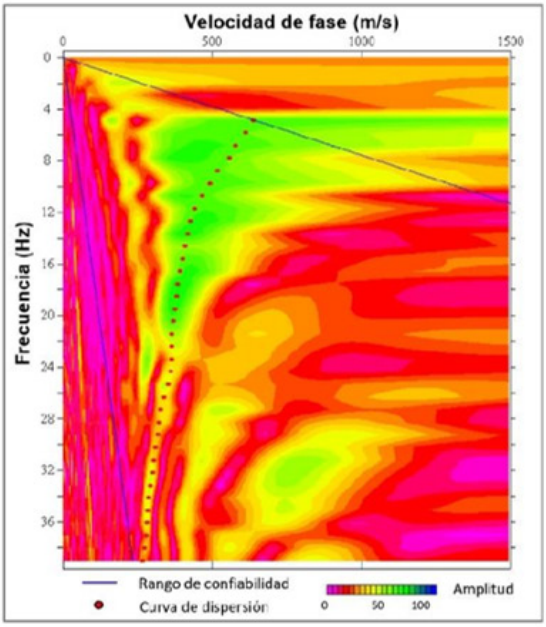


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Al sureste de la Plaza de Armas	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	57.5 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731771	ESTE (m) : 322887		COTA (m s.n.m.) : 2832	
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

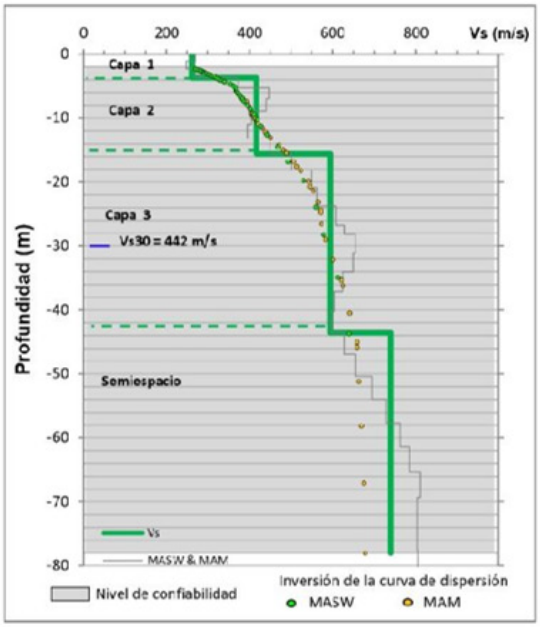
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS6

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

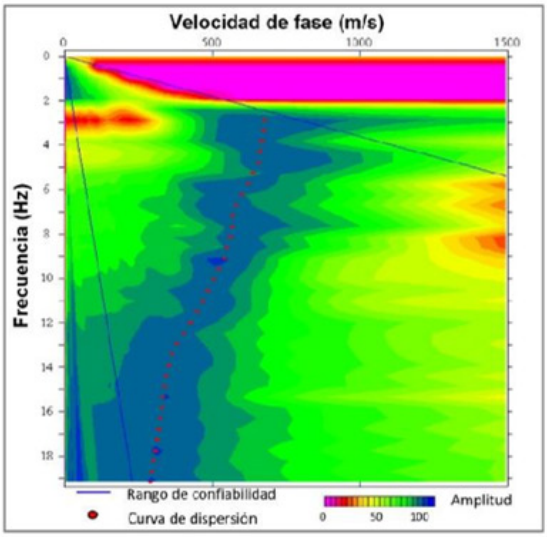
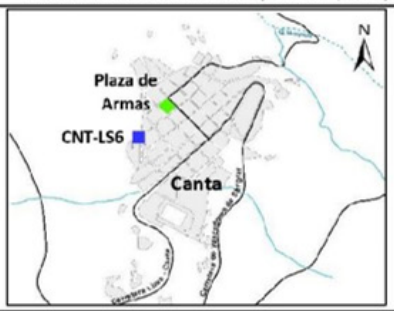


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	262	4	Material medianamente rígido
2	417	12	Material rígido
3	595	28	Material muy rígido
Semi-espacio	740	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

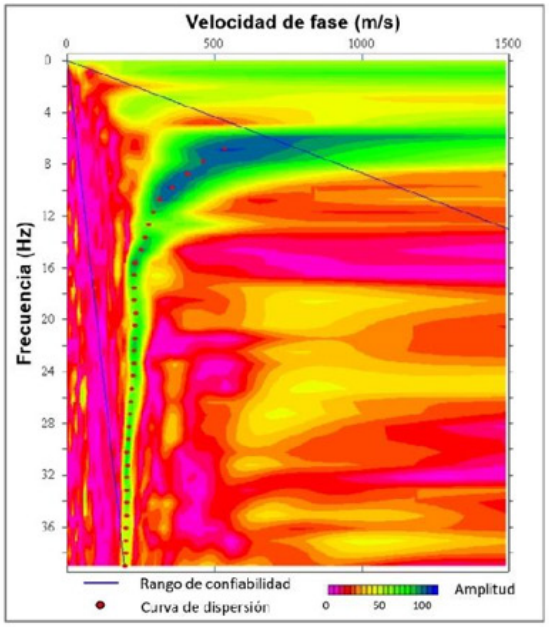


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Sector Rocha	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731744	ESTE (m) : 322864		COTA (m s.n.m.) : 2836
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

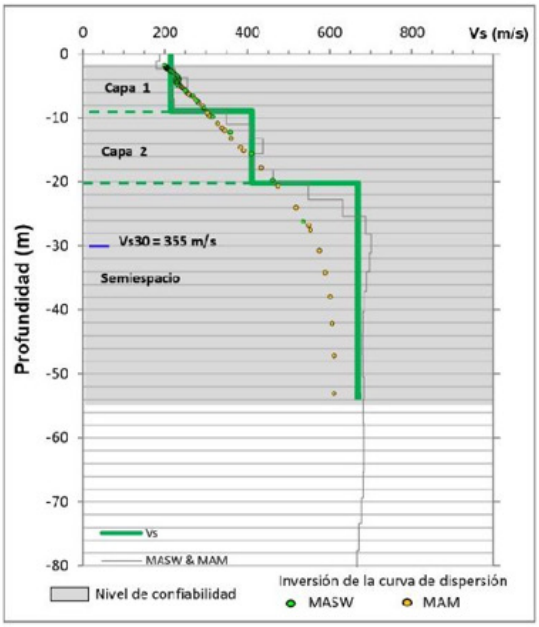
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS7

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

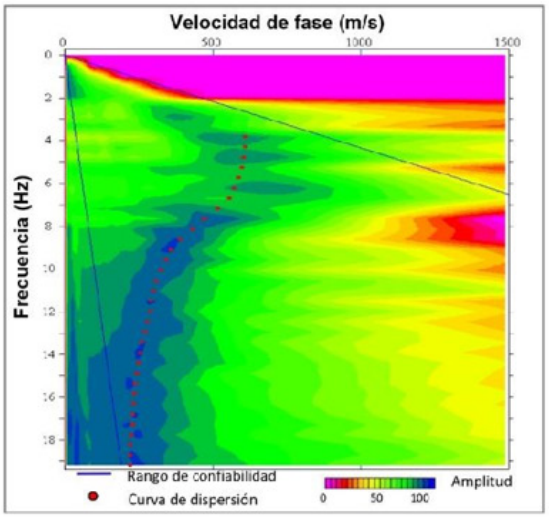
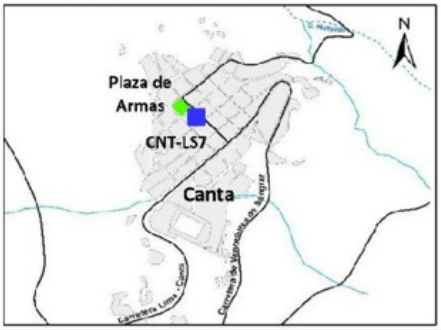


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	214	9	Material medianamente rígido
2	412	11	Material rígido
Semi-espacio	669	-	Material muy rígido
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

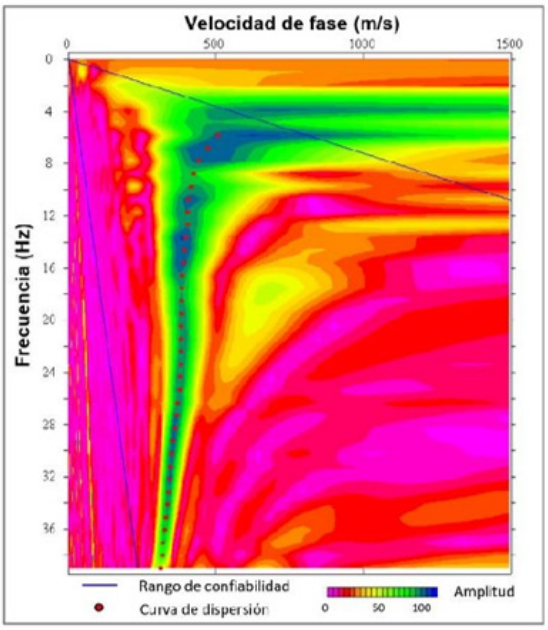


IGP		**Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos**				
		UBICACIÓN:	Plaza de Armas	**DISTRITO:**	Canta	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:** Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	57.5 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:** 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	**NORTE (m) :** 8731874	**ESTE (m) :** 322790		**COTA (m s.n.m.) :** 2837
ELABORADO POR:	J.Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**		H. Tavera

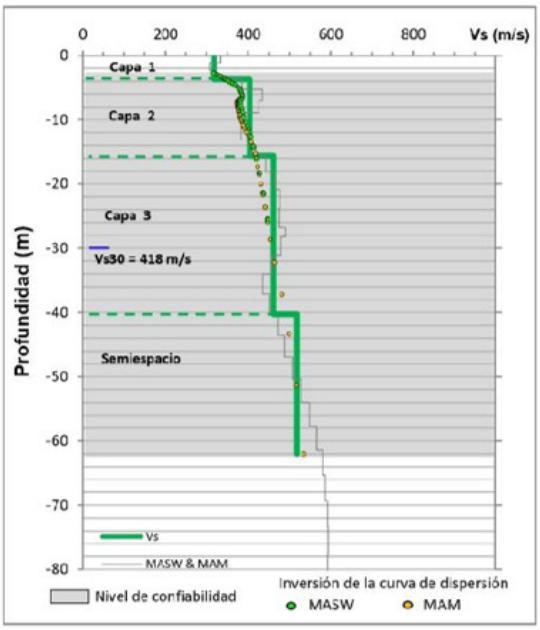
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS8

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

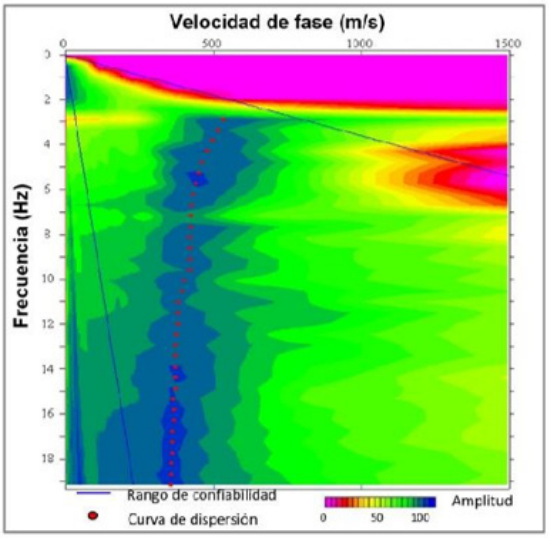


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	318	4	Material medianamente rígido
2	404	12	Material rígido
3	462	25	
Semi-espacio	518	-	

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa



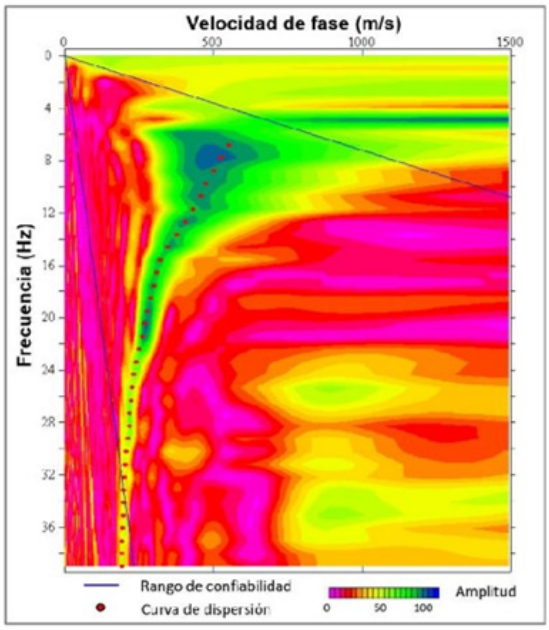
Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

UBICACIÓN:	Sector Cancay	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO:	Canta/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA:	05/2026
COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8731862	ESTE (m) : 323146		COTA (m s.n.m.) : 2857	
ELABORADO POR: J.Diaz	REVISADO POR: I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera	

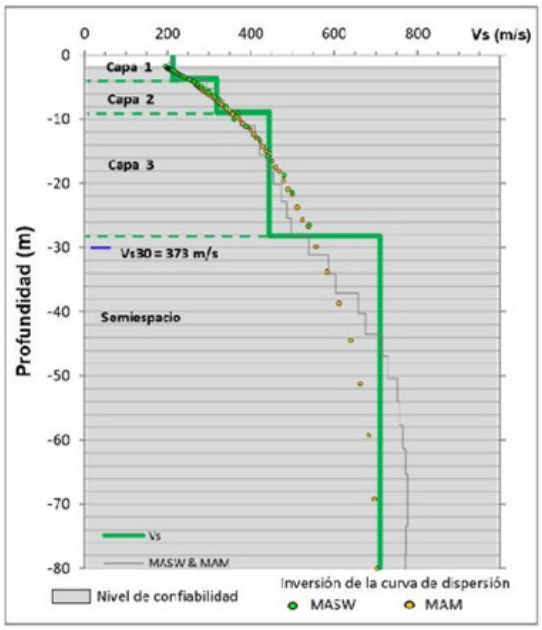
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS9

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

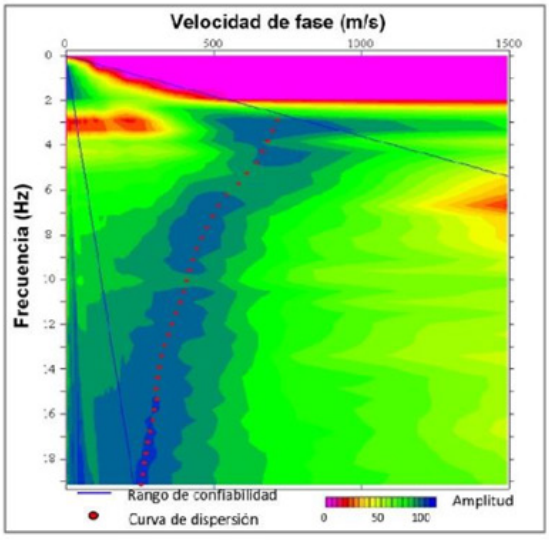
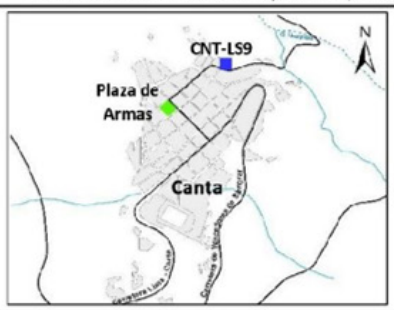


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	213	4	Material medianamente rígido
2	318	5	
3	445	19	Material rígido
Semi-espacio	711	-	Material muy rígido
Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa			

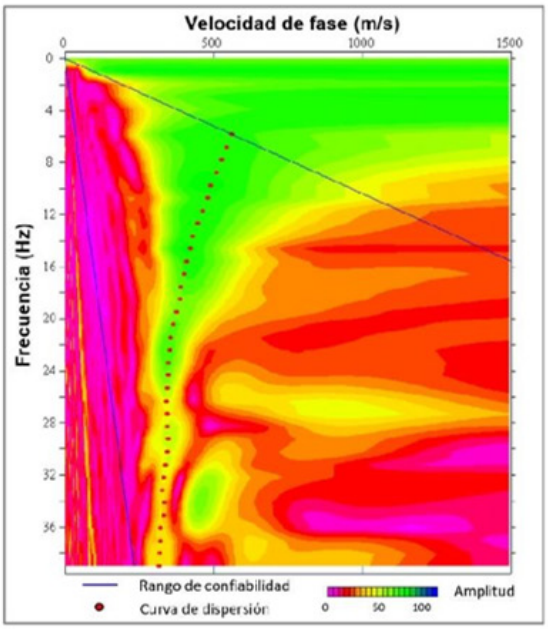


IGP		Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos				
		UBICACIÓN:	Sector Chacrera	DISTRITO:	Canta	PROVINCIA / DEPARTAMENTO: Canta/Lima
		LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	DATUM:	WGS84	FECHA: 05/2026
		COORDENADAS UTM 19S:	NORTE (m) : 8732077	ESTE (m) : 322994		COTA (m s.n.m.) : 2820
ELABORADO POR:	J.Diaz	REVISADO POR:	I. Bernal	APROBADO POR:		H. Tavera

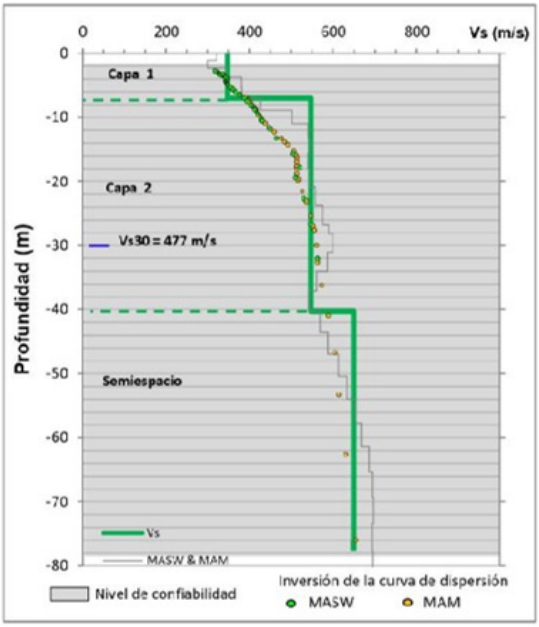
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

CNT-LS10

Curva de dispersión MASW



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM

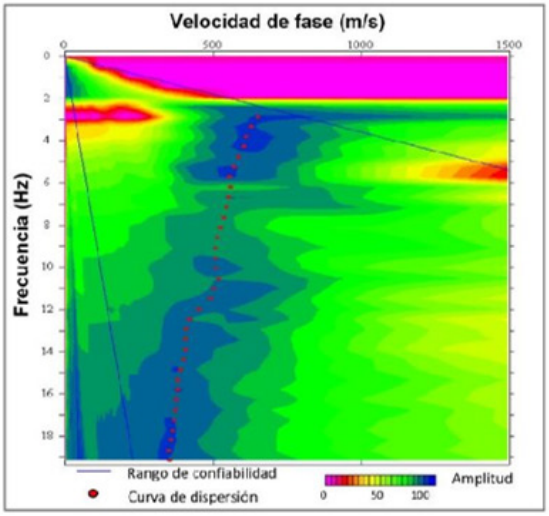
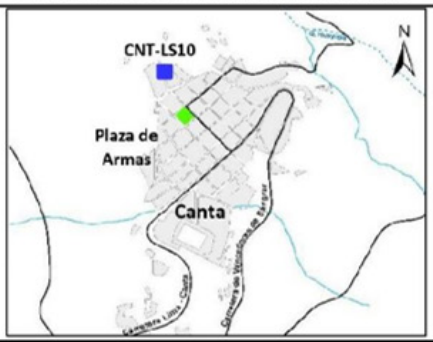


Tabla de resultados

Capa N°	Vs (m/s)	Espesor (m)	Perfil de suelo
1	347	7	Material medianamente rígido
2	547	33	Material rígido
Semi-espacio	650	-	Material muy rígido

Vs=Velocidad de ondas de corte promedio por capa

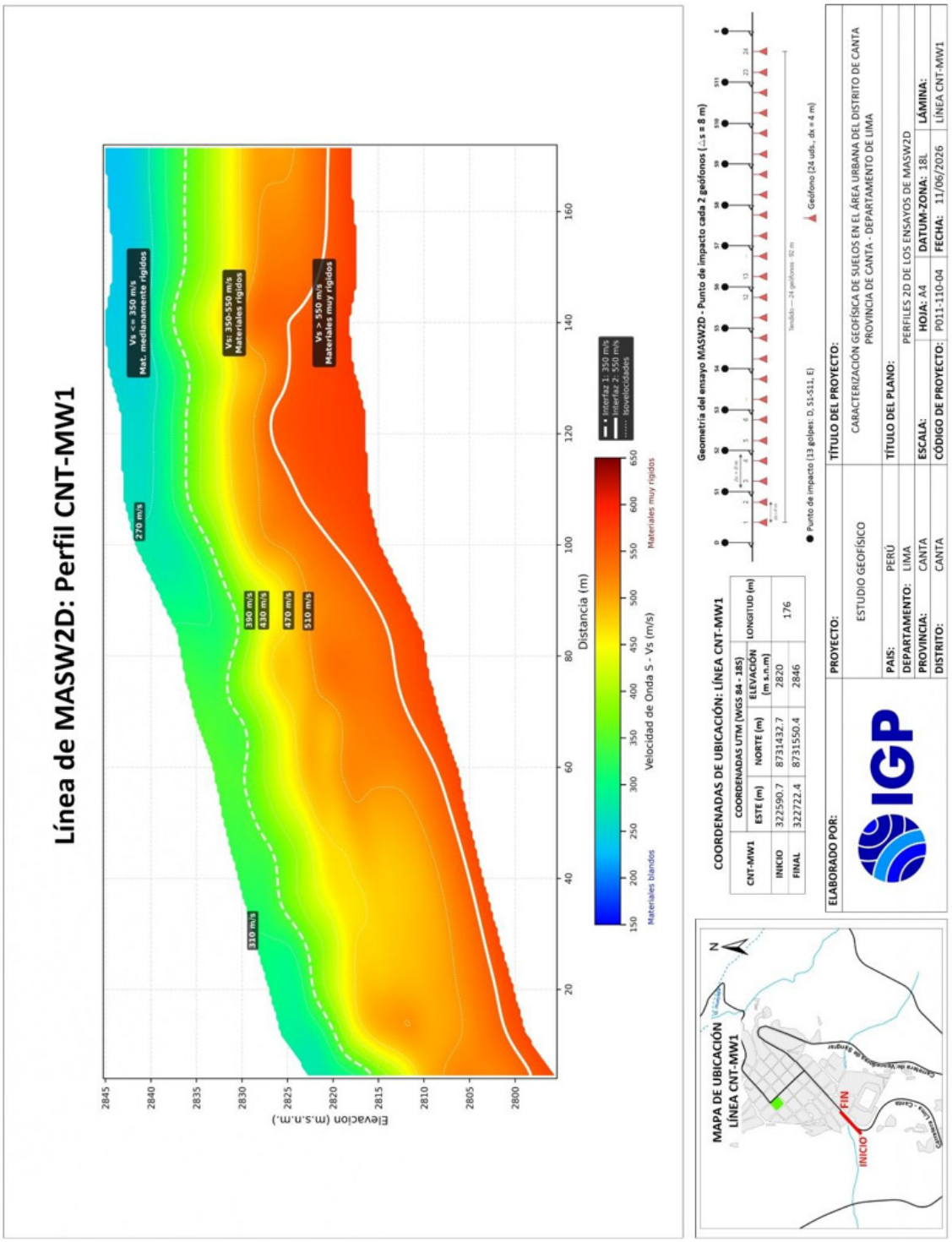


Caracterización Geofísica - Geotécnica de suelos

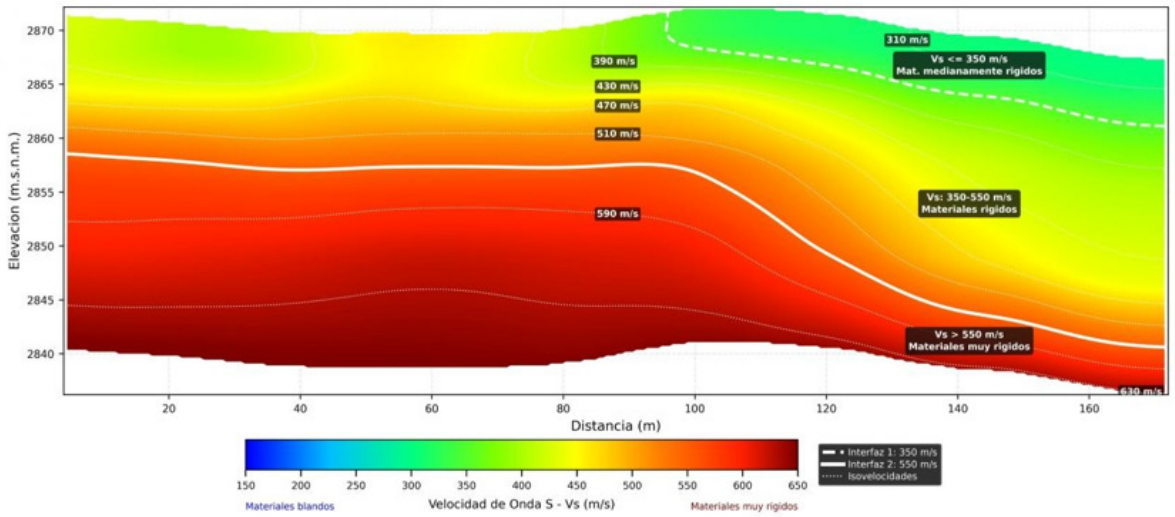
UBICACIÓN:	Cementerio Municipal	**DISTRITO:**	Canta	**PROVINCIA / DEPARTAMENTO:**	Canta/Lima
LONGITUD DE LA LINEA:	69 metros	**DATUM:**	WGS84	**FECHA:**	05/2026
COORDENADAS UTM 19S:	**NORTE (m) :** 8732031	**ESTE (m) :** 322693		**COTA (m s.n.m.) :** 2815	
ELABORADO POR: J.Diaz	**REVISADO POR:**	I. Bernal	**APROBADO POR:**	H. Tavera	

- Información geofísica

Perfiles MASW 2D



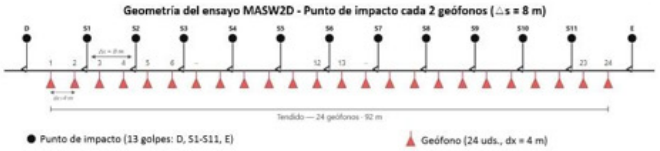
Línea de MASW2D: Perfil CNT-MW2





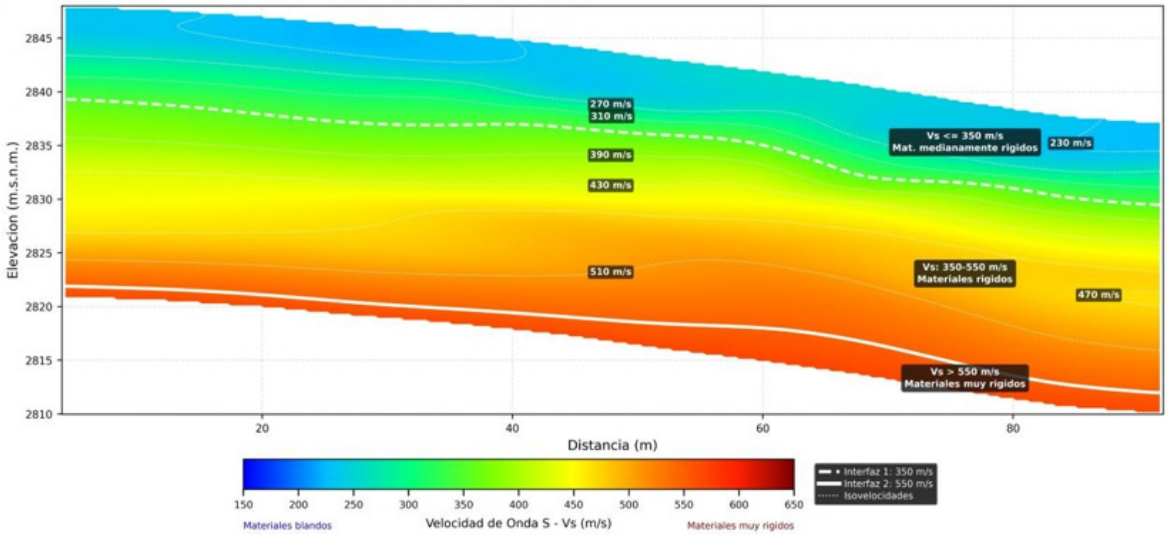
COORDENADAS DE UBICACIÓN: LÍNEA CNT-MW2

CNT-MW2	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m)	
INICIO	323328.8	8731987.2	2872	176
FINAL	323154.7	8732030.3	2867	



ELABORADO POR:	PROYECTO:		TÍTULO DEL PROYECTO:			
IGP	ESTUDIO GEOFÍSICO		CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA DE CANTA - DEPARTAMENTO DE LIMA			
	PAIS:	PERÚ	TÍTULO DEL PLANO:			
	DEPARTAMENTO:	LIMA	PERFILES 2D DE LOS ENSAYOS DE MASW2D			
	PROVINCIA:	CANTA	ESCALA:	HOJA: A4	DATUM-ZONA: 18L	LÁMINA:
	DISTRITO:	CANTA	CÓDIGO DE PROYECTO:	P011-110-04	FECHA: 11/06/2026	LÍNEA CNT-MW2

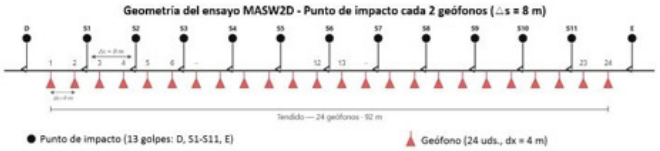
Línea de MASW2D: Perfil CNT-MW3





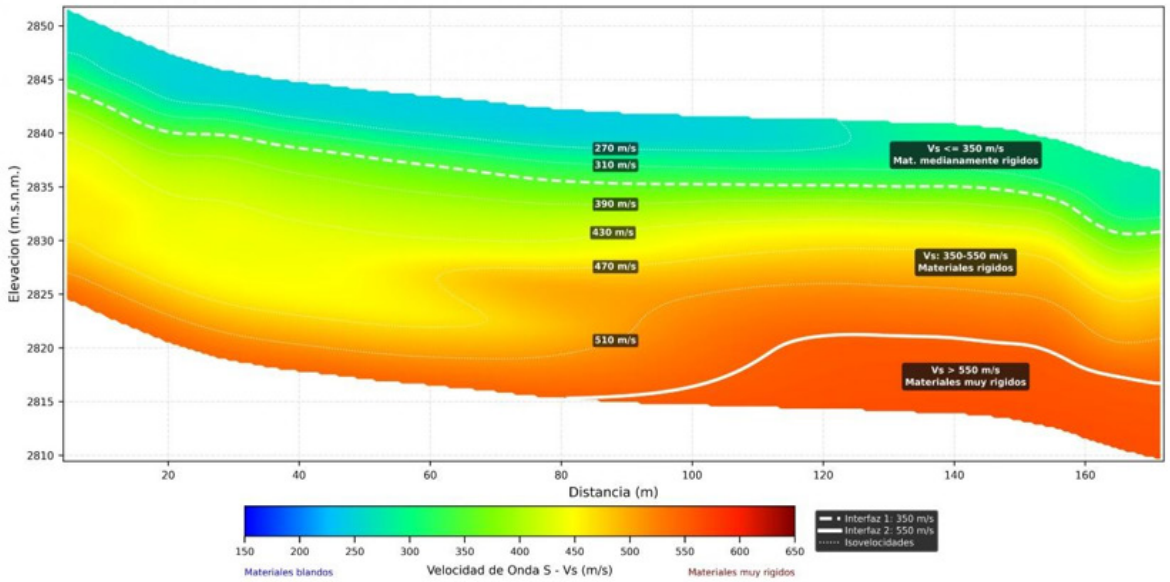
COORDENADAS DE UBICACIÓN: LÍNEA CNT-MW3

CNT-MW3	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m)	
INICIO	322886.9	8732168.5	2849	92
FINAL	322868.2	8732079.0	2836	



ELABORADO POR:	PROYECTO:		TÍTULO DEL PROYECTO:			
IGP	ESTUDIO GEOFÍSICO		CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA DE CANTA - DEPARTAMENTO DE LIMA			
	PAIS:	PERÚ	TÍTULO DEL PLANO:			
	DEPARTAMENTO:	LIMA	PERFILES 2D DE LOS ENSAYOS DE MASW2D			
	PROVINCIA:	CANTA	ESCALA:	HOJA: A4	DATUM-ZONA: 18L	LÁMINA:
	DISTRITO:	CANTA	CÓDIGO DE PROYECTO:	P011-110-04	FECHA: 11/06/2026	LÍNEA CNT-MW3

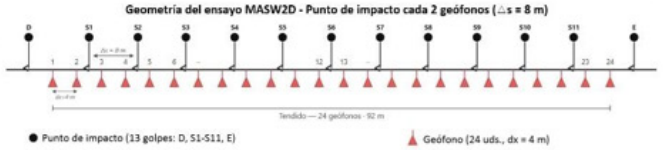
Línea de MASW2D: Perfil CNT-MW4





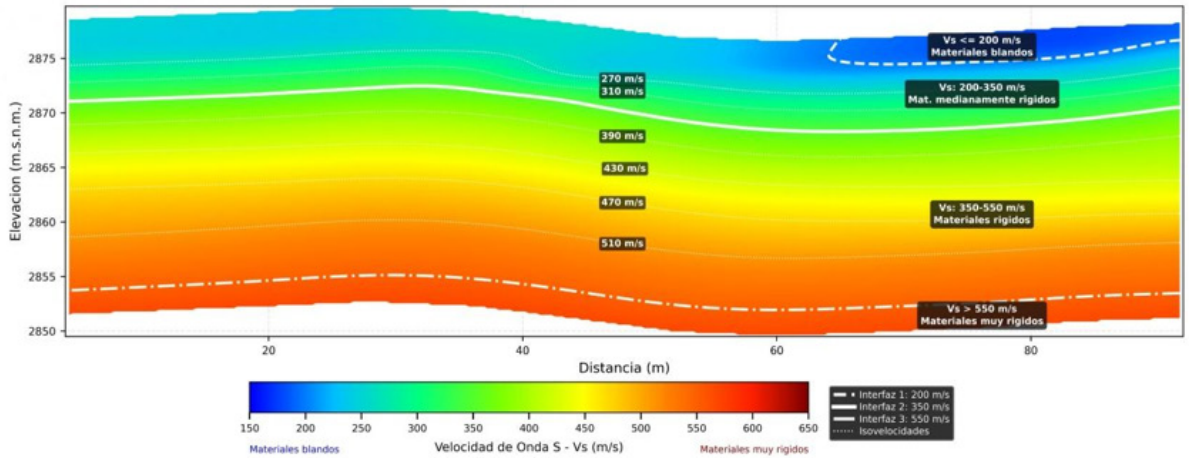
COORDENADAS DE UBICACIÓN: LÍNEA CNT-MW4

CNT-MW4	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m)	
INICIO	322768.1	8732027.5	2853	176
FINAL	322630.3	8732141.3	2835	



ELABORADO POR:	PROYECTO:		TÍTULO DEL PROYECTO:			
IGP	ESTUDIO GEOFÍSICO		CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA DE CANTA - DEPARTAMENTO DE LIMA			
	PAIS:	PERÚ	TÍTULO DEL PLANO:			
	DEPARTAMENTO:	LIMA	PERFILES 2D DE LOS ENSAYOS DE MASW2D			
	PROVINCIA:	CANTA	ESCALA:	HOJA: A4	DATUM-ZONA: 18L	LÁMINA:
	DISTRITO:	CANTA	CÓDIGO DE PROYECTO:	P011-110-04	FECHA: 11/06/2026	LÍNEA CNT-MW4

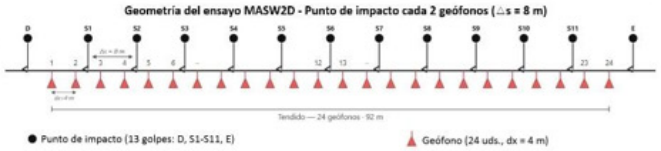
Línea de MASW2D: Perfil CNT-MW5





COORDENADAS DE UBICACIÓN: LÍNEA CNT-MW5

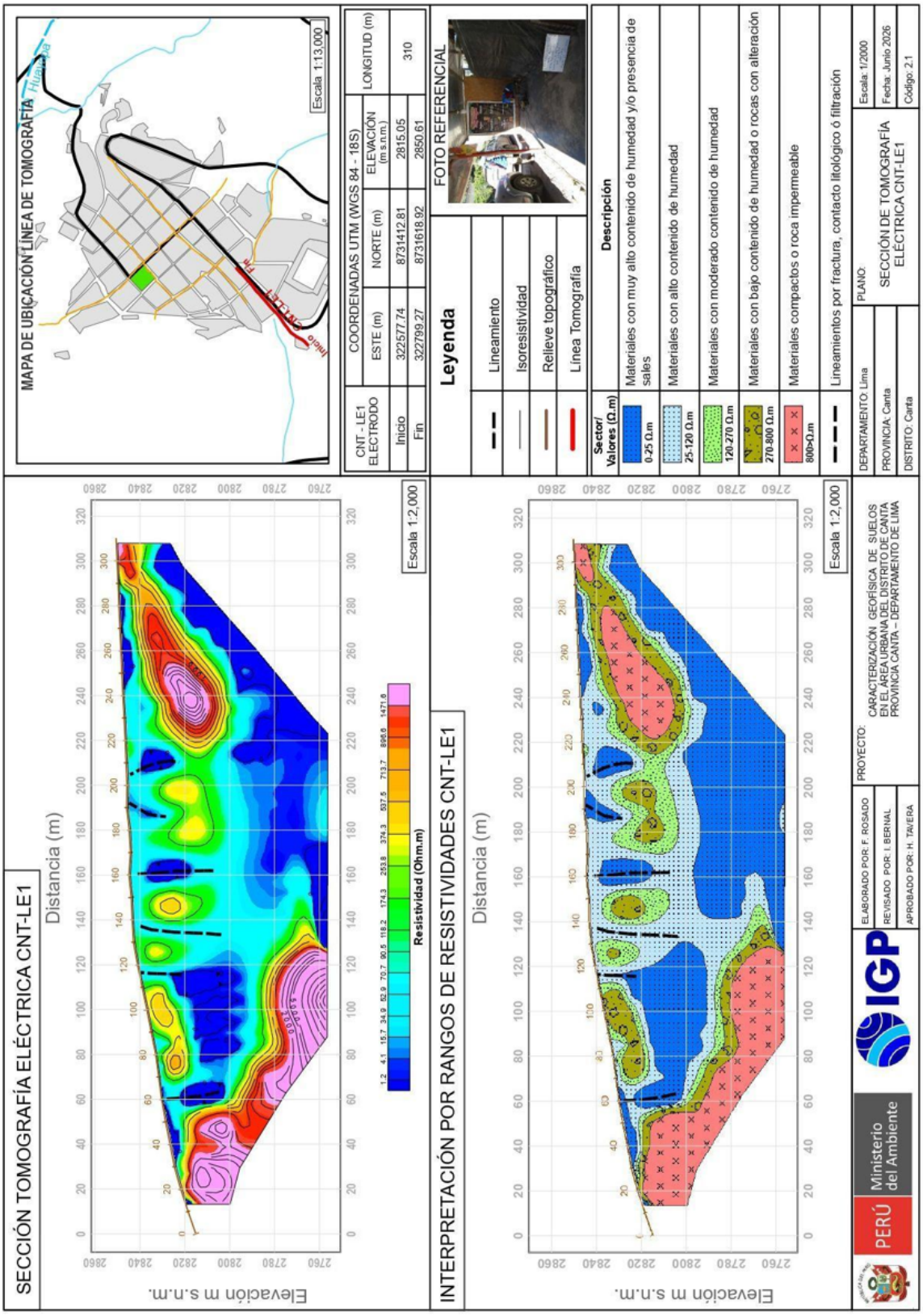
CNT-MW5	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m)	
INICIO	323043.8	8731611.9	2878	92
FINAL	323065.7	8731701.2	2879	



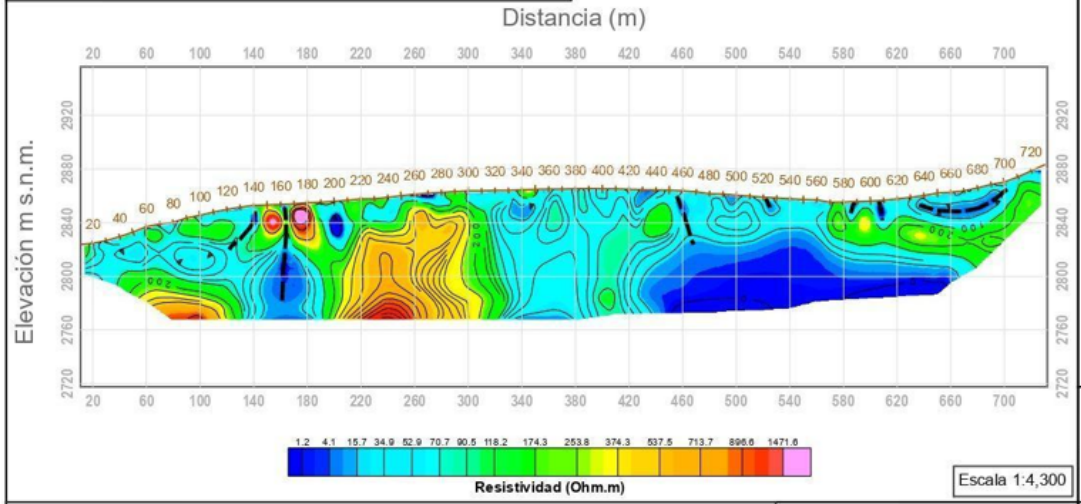
ELABORADO POR:	PROYECTO:		TÍTULO DEL PROYECTO:			
IGP	ESTUDIO GEOFÍSICO		CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA DE CANTA - DEPARTAMENTO DE LIMA			
	PAIS:	PERÚ	TÍTULO DEL PLANO:			
	DEPARTAMENTO:	LIMA	PERFILES 2D DE LOS ENSAYOS DE MASW2D			
	PROVINCIA:	CANTA	ESCALA:	HOJA: A4	DATUM-ZONA: 18L	LÁMINA:
	DISTRITO:	CANTA	CÓDIGO DE PROYECTO:	P011-110-04	FECHA: 11/06/2026	LÍNEA CNT-MW5

- Información geofísica

Secciones de tomografía eléctrica



SECCIÓN TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE2

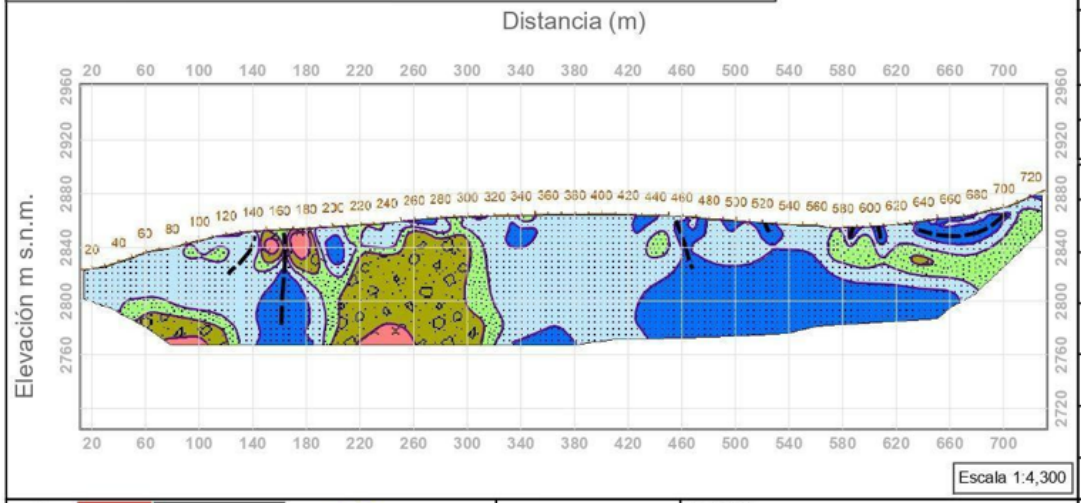


MAPA DE UBICACIÓN LÍNEA DE TOMOGRAFÍA



CNT - LE2 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m.)	
Inicio	322637.06	8732191.35	2819.21	730
Fin	323060.87	8731647.28	2883.22	

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES CNT-LE2



Leyenda

	Lineamiento
	Isoresistividad
	Relieve topográfico
	Línea Tomografía

FOTO REFERENCIAL

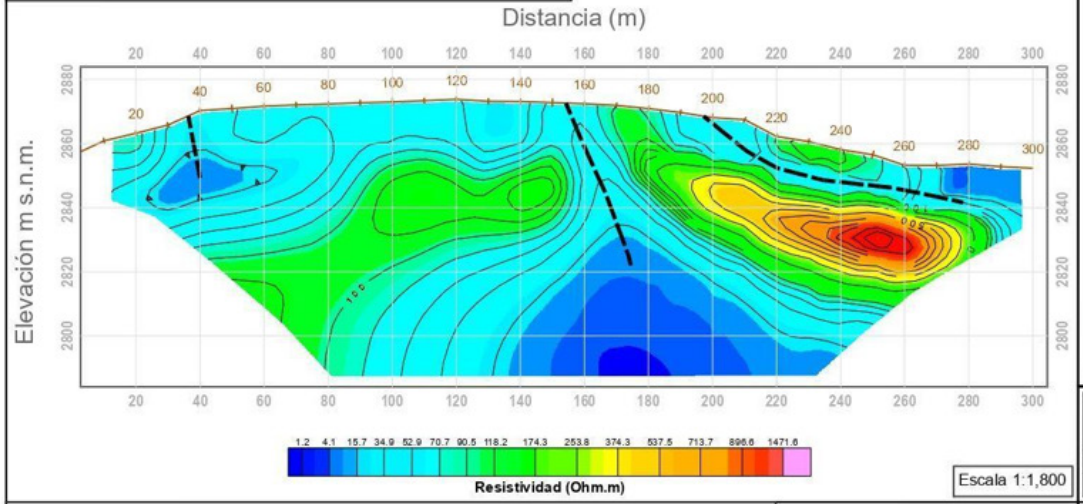


Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0-25 Ω.m	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
25-120 Ω.m	Materiales con alto contenido de humedad
120-270 Ω.m	Materiales con moderado contenido de humedad
270-800 Ω.m	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800>Ω.m	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamientos por fractura, contacto litológico ó filtración

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

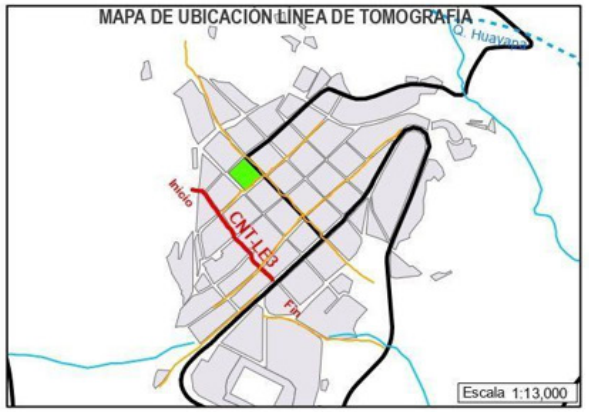
ELABORADO POR: F. ROSADO	PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA CANTA – DEPARTAMENTO DE LIMA	DEPARTAMENTO: Lima	PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE2
REVISADO POR: I. BERNAL		PROVINCIA: Canta	Escala: 1/4300
APROBADO POR: H. TAVERA		DISTRITO: Canta	Fecha: Junio 2026
			Código: 2.2

SECCIÓN TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE3



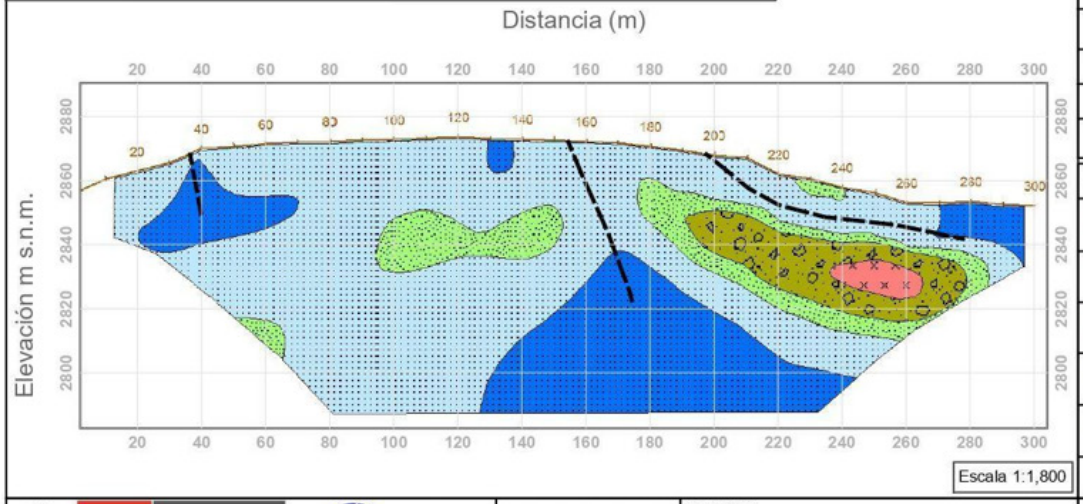
Escala 1:1,800

MAPA DE UBICACIÓN LINEA DE TOMOGRAFÍA



CNT - LE3 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m.)	
Inicio	322652.41	8731856.36	2856.23	300
Fin	322833.01	8731653.40	2852.33	

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES CNT-LE3



Escala 1:1,800

Leyenda

	Lineamiento
	Isoresistividad
	Relieve topográfico
	Línea Tomografía

FOTO REFERENCIAL

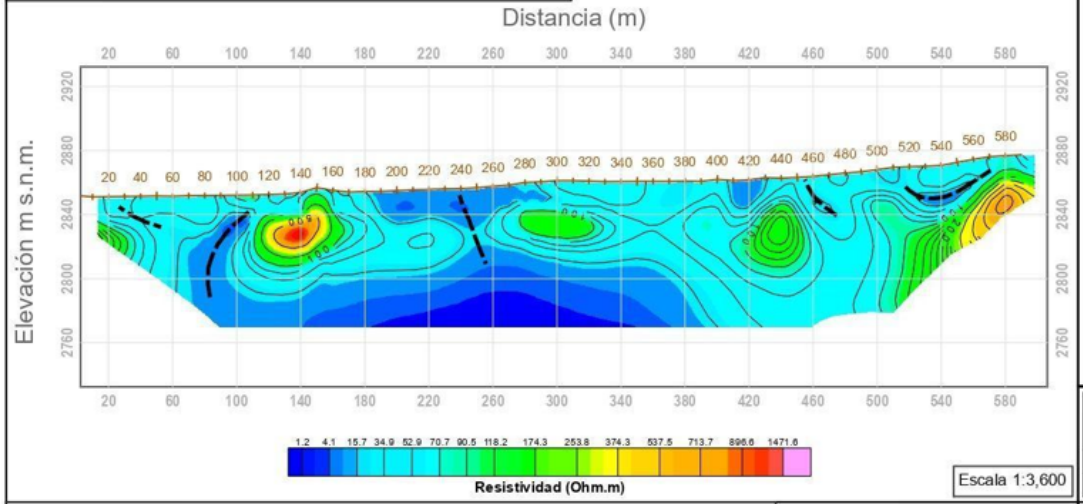


Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0-25 Ω.m	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
25-120 Ω.m	Materiales con alto contenido de humedad
120-270 Ω.m	Materiales con moderado contenido de humedad
270-800 Ω.m	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800>Ω.m	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamientos por fractura, contacto litológico ó filtración

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

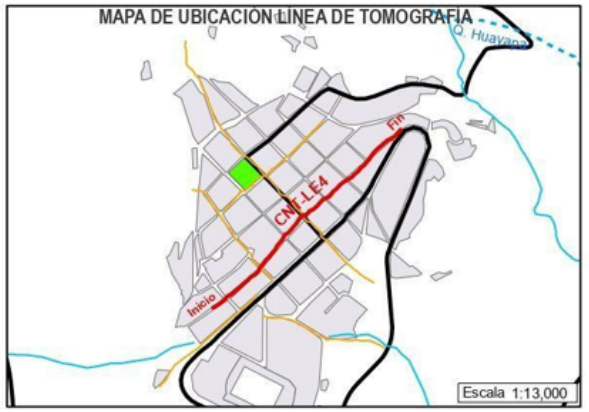
ELABORADO POR: F. ROSADO	PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA CANTA – DEPARTAMENTO DE LIMA	DEPARTAMENTO: Lima	PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE3
REVISADO POR: I. BERNAL		PROVINCIA: Canta	Escala: 1/1800
APROBADO POR: H. TAVERA		DISTRITO: Canta	Fecha: Junio 2026
			Código: 2.3

SECCIÓN TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE4



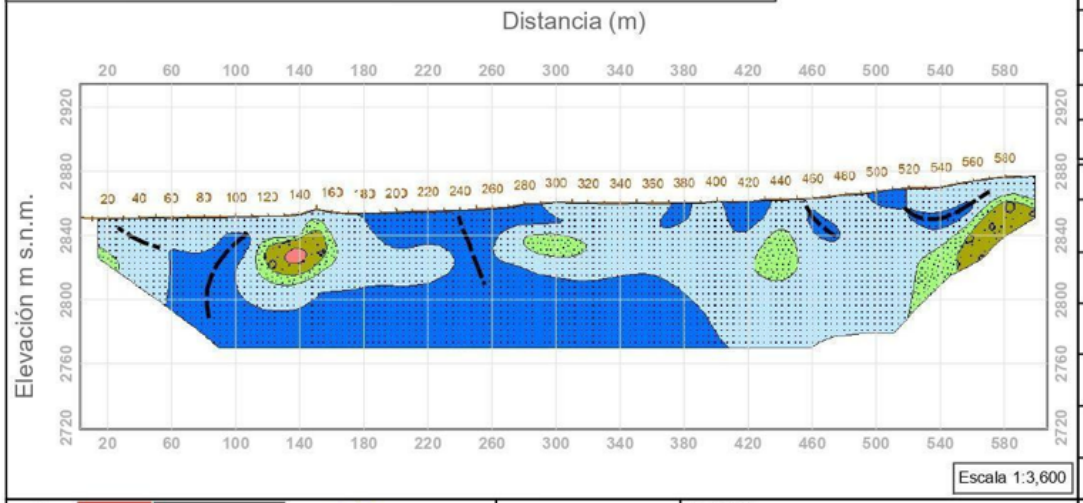
Escala 1:3,600

MAPA DE UBICACIÓN LINEA DE TOMOGRAFÍA



CNT - LE4 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m.)	
Inicio	322698.83	8731590.37	2851.98	590
Fin	323121.78	8731991.87	2877.33	

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES CNT-LE4



Escala 1:3,600

Leyenda

	Lineamiento
	Isoresistividad
	Relieve topográfico
	Línea Tomografía

FOTO REFERENCIAL



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0-25 Ω.m	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
25-120 Ω.m	Materiales con alto contenido de humedad
120-270 Ω.m	Materiales con moderado contenido de humedad
270-800 Ω.m	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800>Ω.m	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamientos por fractura, contacto litológico ó filtración

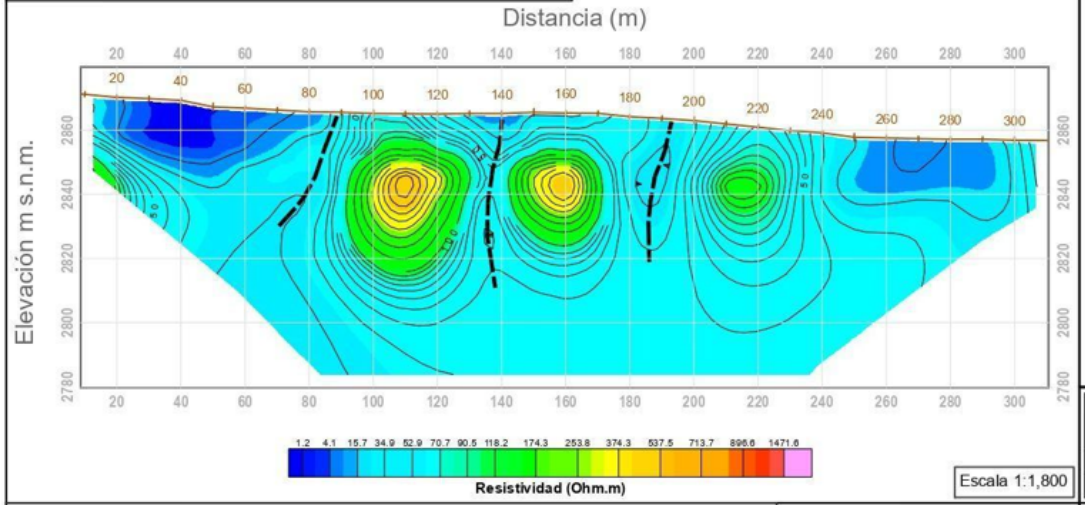
PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO	
REVISADO POR: I. BERNAL	
APROBADO POR: H. TAVERA	

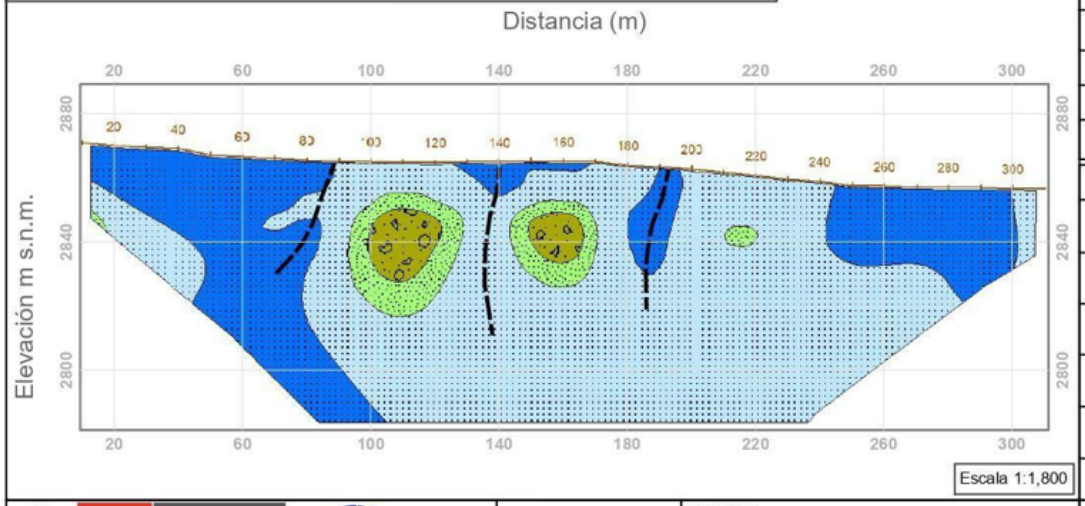
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA CANTA – DEPARTAMENTO DE LIMA

DEPARTAMENTO: Lima	PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE4	Escala: 1/3600
PROVINCIA: Canta		Fecha: Junio 2026
DISTRITO: Canta		Código: 2.4

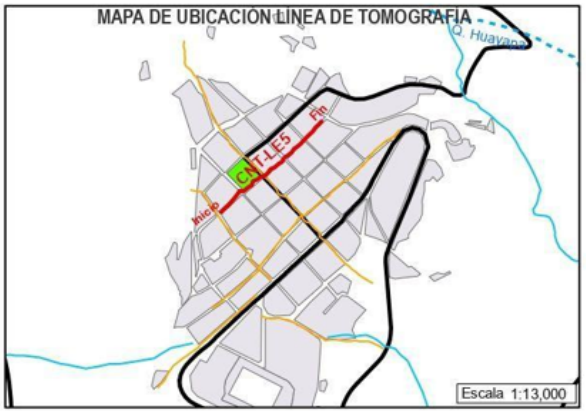
SECCIÓN TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE5



INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES CNT-LE5



MAPA DE UBICACIÓN LÍNEA DE TOMOGRAFÍA



CNT - LE5 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m.)	
Inicio	322719.97	8731807.08	2872.13	310
Fin	322946.22	8732010.68	2856.77	

Leyenda

	Lineamiento
	Isoresistividad
	Relieve topográfico
	Línea Tomografía

FOTO REFERENCIAL



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0-25 Ω.m	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
25-120 Ω.m	Materiales con alto contenido de humedad
120-270 Ω.m	Materiales con moderado contenido de humedad
270-800 Ω.m	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800>Ω.m	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamientos por fractura, contacto litológico ó filtración

PERÚ Ministerio del Ambiente — IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

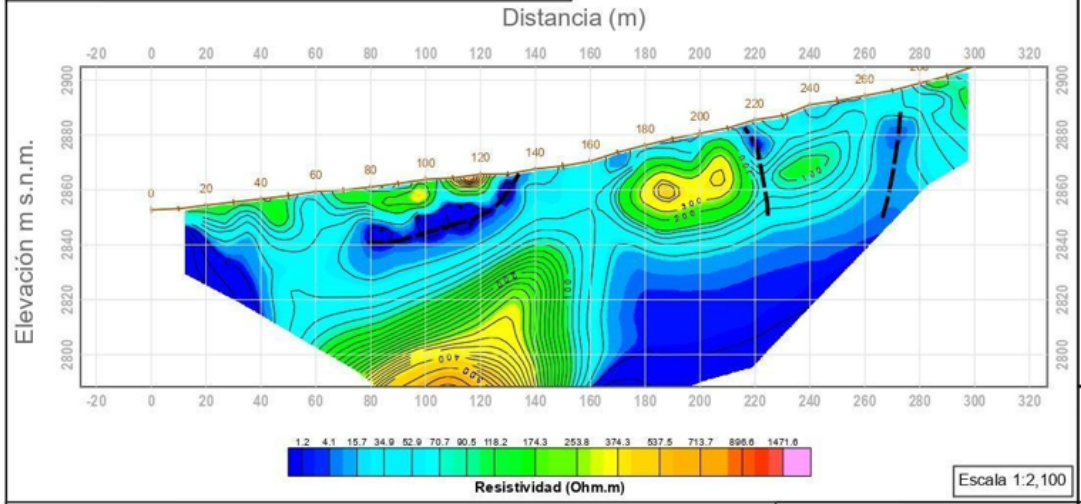
PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA CANTA – DEPARTAMENTO DE LIMA

DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Canta
DISTRITO: Canta

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE5

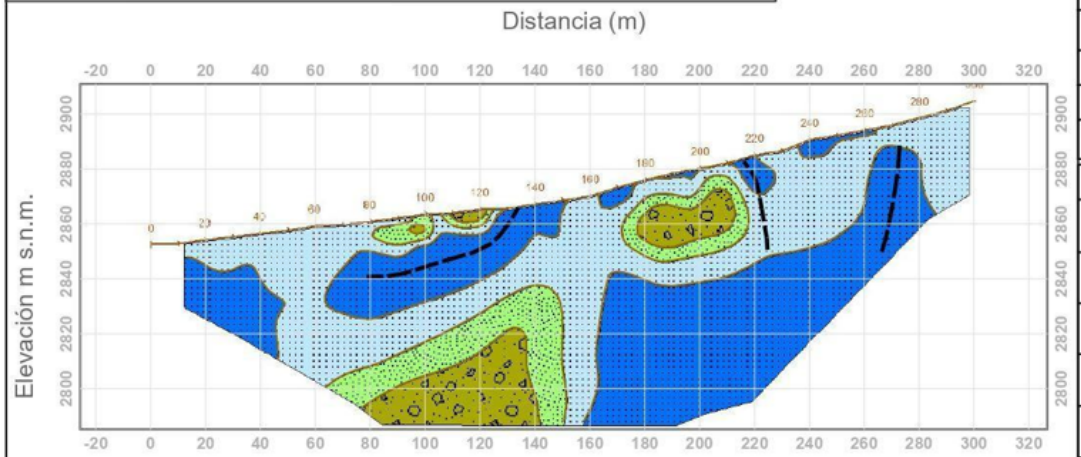
Escala: 1/1800
Fecha: Junio 2026
Código: 2.5

SECCIÓN TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE6



Escala 1:2,100

INTERPRETACIÓN POR RANGOS DE RESISTIVIDADES CNT-LE6



Escala 1:2,100

MAPA DE UBICACIÓN LINEA DE TOMOGRAFÍA



CNT - LE6 ELECTRODO	COORDENADAS UTM (WGS 84 - 18S)			LONGITUD (m)
	ESTE (m)	NORTE (m)	ELEVACIÓN (m s.n.m.)	
Inicio	322812.08	8731572.87	2852.78	300
Fin	323084.50	8731499.85	2905.09	

Leyenda

	Lineamiento
	Isoresistividad
	Relieve topográfico
	Línea Tomografía

FOTO REFERENCIAL



Sector/ Valores (Ω.m)	Descripción
0-25 Ω.m	Materiales con muy alto contenido de humedad y/o presencia de sales
25-120 Ω.m	Materiales con alto contenido de humedad
120-270 Ω.m	Materiales con moderado contenido de humedad
270-800 Ω.m	Materiales con bajo contenido de humedad o rocas con alteración
800>Ω.m	Materiales compactos o roca impermeable
	Lineamientos por fractura, contacto litológico ó filtración

PERÚ Ministerio del Ambiente | IGP

ELABORADO POR: F. ROSADO
REVISADO POR: I. BERNAL
APROBADO POR: H. TAVERA

PROYECTO: CARACTERIZACIÓN GEOFÍSICA DE SUELOS EN EL ÁREA URBANA DEL DISTRITO DE CANTA PROVINCIA CANTA – DEPARTAMENTO DE LIMA

DEPARTAMENTO: Lima
PROVINCIA: Canta
DISTRITO: Canta

PLANO: SECCIÓN DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA CNT-LE6

Escala: 1/2100
Fecha: Junio 2026
Código: 2.6

Información clave para ti

Puedes consultar, descargar y compartir desde el Repositorio Geofísico Nacional (REGEN) los diferentes **reportes**, **boletines** e **informes** que genera el IGP.

RECUERDA: La Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) se fundamenta en la investigación científica. El IGP es una entidad líder en la generación de conocimiento científico en el país.

REGEN



Sede central del Instituto Geofísico del Perú (IGP)


IGP
Instituto
Geofísico
del Perú