

Informe Técnico Nº A 6759

CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS Y EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS ASENTAMIENTO HUMANO 9 DE OCTUBRE

AA.HH. 9 de Octubre
Distrito El Agustino
Provincia Lima
Región Lima



POR:

WALTER PARI PINTO
SEGUNDO NUÑEZ JUÁREZ
ESTIBEN VÁSQUEZ CHOQUE

MAYO
2017

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	2
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA CRÍTICA.....	2
4. PELIGROS GEOLÓGICOS	6
5. INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS.....	10
5.1 MÉTODO DE TOMOGRAFÍA - RESISTIVIDAD-2D	10
5.1.1 Equipo empleado.....	12
5.2 PERFILES Y LINEAS GEOFÍSICAS	14
5.3 PROCESAMIENTO Y RESULTADOS GEOFÍSICOS	14
5.4 PERFILES GEOFÍSICOS	15
5.4.1 Perfil de tomografía eléctrica LT-1.....	16
5.4.2 Perfil de tomografía eléctrica LT-2.....	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	22
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

CARACTERÍSTICAS GEOFÍSICAS EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS ASENTAMIENTO HUMANO 9 DE OCTUBRE EL AGUSTINO - LIMA

1. INTRODUCCIÓN

La Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-DGAR del INGEMMET, dentro del marco de la Actividad **“Asistencia técnica a los gobiernos locales, regionales y nacional y estandarización”**, realiza evaluaciones de peligros geológicos. Para el caso del Agustino se ha realizado una evaluación para determinar la existencia de socavones, en el sector de 9 de Octubre.

El alcalde de la Municipalidad Distrital El Agustino, mediante Carta N° 001-ALC-2017/MDEA, de fecha 11 enero 2017, solicita un estudio Técnico de Sondeo Eléctrico del Asentamiento Humano 9 de Octubre - El Agustino. Para dicho trabajo el Director de Geología Ambiental y Riesgo Geológico asignó a los profesionales Ingenieros Walter Pari Pinto, Segundo Nuñez Juárez y Estibene Vásquez Choque.

Los trabajos de campo se realizaron el día 27 de enero del 2017; se contó con el acompañamiento del Sr. Subprefecto de El Agustino y representantes de la zona del AA. HH. “9 de Octubre” del distrito El Agustino.

El trabajo de gabinete, se realizó en dos etapas:

- a) Recopilación de información de la zona de trabajo
- b) Procesamiento y análisis de datos obtenidos en campo, preparación de láminas e ilustraciones y redacción del informe final.

Los resultados y conclusiones se ponen a consideración de la autoridad municipal.

El levantamiento geofísico realizado en las calles colindantes al área crítica del A.A.H.H. “9 de Octubre”, se completó dentro de la programación establecida, y los regímenes estándares de seguridad del área de trabajo.

2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El área de estudio se ubica políticamente en el distrito El Agustino, provincia y región Lima (figura 1).

El trabajo se realizó en la zona del A.A.H.H. 09 de Octubre, entre el Jirón José Olaya y Pasaje Alfonso Ugarte. En el primero se encuentra el Lote 7 - Manzana F- declarado como inhabitable (foto 1).

Se accede desde el centro de Lima tomando la Av. Nicolás Ayllón hasta llegar a la calle Sicaya, donde se toma la Av. Andrés Avelino Cáceres para luego seguir por el Pasaje Tulipanes, que nos lleva finalmente al Pasaje José Olaya.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA CRÍTICA

El predio, Lote 7 - Manzana F, ubicado en el Pasaje José Olaya, está asentado sobre un socavón.

El túnel, se localiza por debajo de uno de los ambientes del lote en mención, el cual se observó a través de una abertura¹ del piso (foto 2). Es observable, desde interior de la vivienda; se aprecia un vacío con una altura de 8 m aproximadamente.

Según los estudios geológicos en la zona (León *et al.*, 2002), en el sector se tienen afloramientos de rocas sedimentarias (calcáreas y limolitas) pertenecientes a la Formación Atocongo (foto 3).

La roca se encuentra mediana a muy fracturada², ligeramente a moderadamente meteorizada.

¹ La apertura tenía un diámetro hasta de 35 cm.

² Según la tabla de fracturamiento, el espaciamiento entre facturas en la categoría de mediana está comprendido entre 1.00 a 0.30 m. y muy fracturada entre 0.30 a 0.05 m.

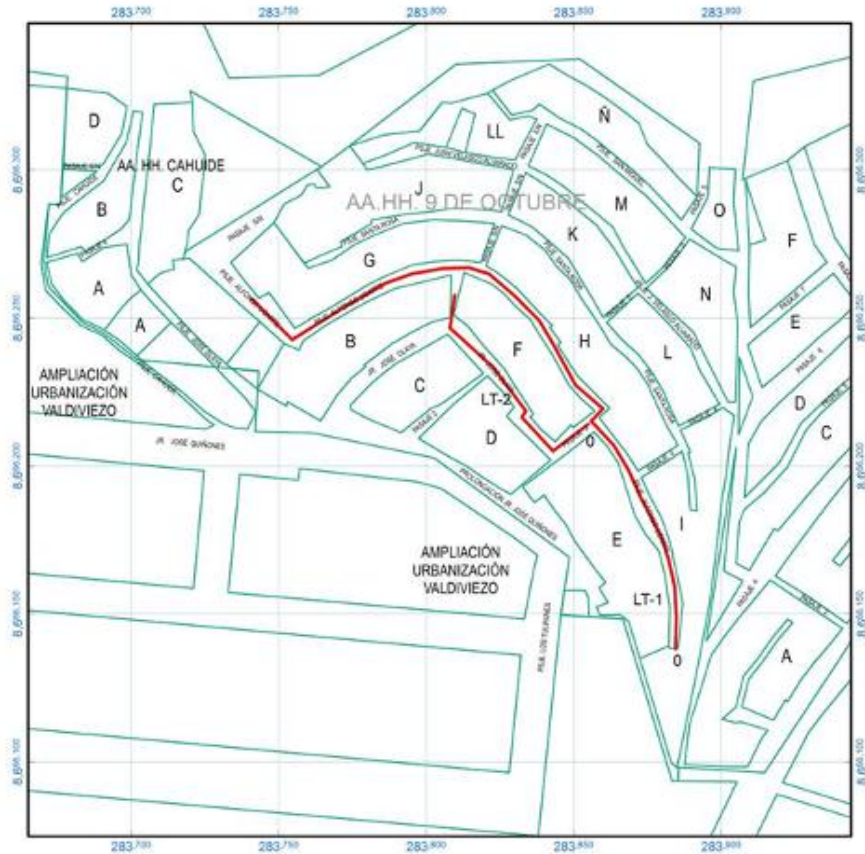
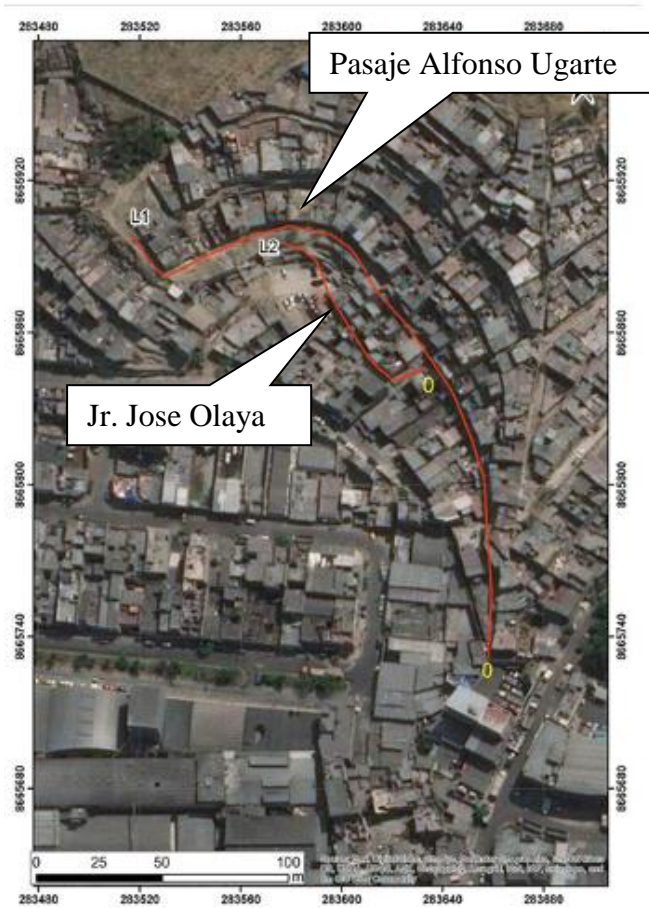


Figura 1. Ubicación del área de estudio



Foto 1. Vivienda clausurada por la municipalidad de El Agustino



Foto 2. Apertura en el piso por donde se divisó la galería subterránea.



Foto 3. Afloramiento de limolitas.

Geomorfológicamente, el área se encuentra sobre una colina sedimentaria, con ladera variable, esto se debe a la actividad antrópica (foto 4). Se presume que la pendiente natural es de 25° a 30° .



Foto 4. Muestra la ladera del cerro y la ocupación antrópica.



Foto 5. Muestra la pendiente de la ladera del cerro El Agustino.

4. PELIGROS GEOLÓGICOS

En el año 2003, este sector fue afectado por un hundimiento, afectó varias viviendas, las cuales fueron reubicadas.

Martínez y Vilchez. (2003), en el informe técnico “Inspección ingeniero-geológica al área de viviendas afectadas por hundimientos en el A.A.H.H. 09 de Octubre”, entre sus conclusiones y recomendaciones importantes mencionan:

- a) En las viviendas ubicadas en el A.A.H.H. 09 de Octubre, específicamente en el pasaje José Olaya y alrededores se ha producido el fenómeno de hundimiento del techo de un antiguo túnel minero.
- b) En el cerro El Agustino, se presentan labores mineras antiguas, sin catastro alguno. Sobre ellas se han construido viviendas.
- c) Las causas principales del hundimiento son el grado de fracturamiento de la roca y filtración de agua que ha mermado las propiedades de resistencia de las rocas.
- d) Construcción de viviendas, sin ningún tipo de dirección y estudio técnico.
- e) El crecimiento urbano sin ningún de planeamiento del uso del territorio conlleva a que ocupen zonas que no son aptas para vivienda.

- f) Demoler las viviendas que según la comisión del Colegio de Ingenieros del Perú se encuentran en mal estado, las cuales deberán ser reubicadas (labor realizada).
- g) Evitar en lo posible el riego de jardines en la parte de laderas del cerro, por la filtración de agua, para impedir que el terreno pierda estabilidad.
- h) En zonas donde se sospecha la existencia de socavones mineros sobre las cuales se ha construido viviendas mayores a 2 pisos incluido sótano, se deben hacer estudios geofísicos aplicando el método de georadar que permita determinar si debajo de ellas existe algún túnel o no.

Las viviendas afectadas en el 2003, fueron reubicadas, pudiendo apreciarse en el área restos de algunas paredes de estas viviendas (foto 6).

En la inspección realizada en enero del 2017, se identificó una vivienda (foto 7) a punto de colapsar, declarada como inhabitable, se observó paredes y piso agrietados, puertas y ventanas con asentamientos diferenciales (foto 7).

En una de las viviendas contiguas, se identificó agrietamientos en la pared, lo cual indica que el movimiento es continuo (foto 8).



Foto 6. Lugar donde se ubicaban las viviendas afectadas en el 2003.



Foto 7. Interior de vivienda afectada por el proceso de hundimiento, se aprecian paredes agrietadas y asentadas



Foto 8. Se aprecia que la vivienda contigua a la vivienda declara como inhabitable, su pared esta resanada, por presentar agrietamiento.

Las causas del hundimiento:

- Antiguas labores mineras, que por encima de su techo han sido ocupadas por viviendas en forma informal.
- Filtraciones de agua, proveniente de las tuberías de agua potable y desagüe, en mal estado, han permitido que la roca se humedezca, por lo tanto, pierda sus propiedades, esto afectó al escaso “encampane”³. Esto ha conllevado a generación de desprendimientos de roca o derrumbes en el interior de la galería.
- Roca poca a medianamente fracturada, las fracturas, están rellenas con limo-arcillitas de fácil remoción (foto 9).
- Vivienda de dos pisos de material noble, el peso de la vivienda genera presión sobre el techo del túnel, que hace que pierda estabilidad.
- En la vivienda afectada, el túnel tiene un encampane mayor de 50 cm.

De presentarse un asentamiento brusco en el sector del lote 7, vivienda declarada inhabitable, es muy probable que las viviendas contiguas sean afectadas también.



Foto 9. Roca poco a medianamente fracturada. Se muestra ligeramente a moderadamente meteorizada. Hacia la parte superior se observa una tubería de desagüe

Encampane: Es el grosor que existe entre la superficie y el techo del túnel.

5. INVESTIGACIONES GEOFÍSICAS

5.1 MÉTODO DE TOMOGRAFÍA - RESISTIVIDAD-2D

Este método se basa en la existencia de variaciones en las propiedades eléctricas, en especial la resistividad de las distintas formaciones del subsuelo, teniendo como objetivo determinar la distribución en profundidad (resistividades y espesores) de los niveles geoelectrónicos presentes.

Esta técnica, proporciona información lateral y en profundidad. El sistema consta de un resistímetro o unidad básica con diez canales y 48 canales correspondientes a las salidas de los electrodos y un juego de dos cables multiconectores que permiten utilizar hasta 48 electrodos conmutables de forma totalmente automática y controlada por la unidad básica de control. Estos equipos también permiten realizar medidas de la resistividad utilizando dispositivos más simples, como los sondeos eléctricos verticales (S.E.V.- Vertical Electrical Sounding V.E.S.) o las calicatas eléctricas (resistivity profiling).

La Tomografía Eléctrica-2D se caracteriza por el estudio de las variaciones de parámetros físicos de las rocas o de los suelos, que dependen de factores que afectan la resistividad de los materiales como la porosidad, resistividad por agua en los poros y conductividad en los granos minerales.

El método dispone de diferentes configuraciones y para el presente estudio se aplicó la configuración Wenner – 2D (figura 3), con emplazamientos de 48 electrodos, espaciados de 5 m entre los electrodos, con una longitud total de datos en una corrida de 48 m que ofrecen ventajas como:

- Alcanzan mejor resolución en profundidad y su penetración es levemente más profunda.
- Colecta datos de resistividad en 2D, usando un sistema de múltiples electrodos.

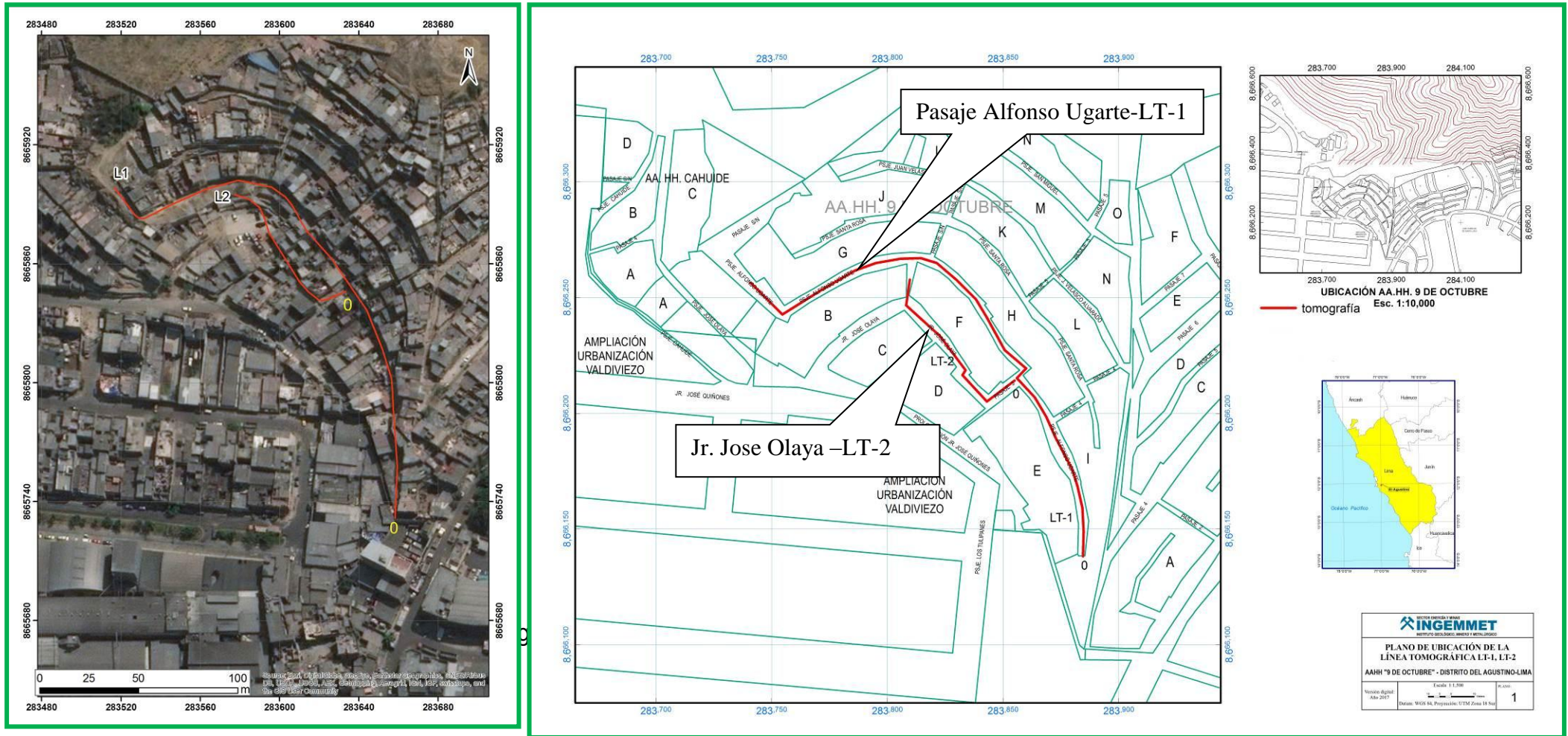


Figura 2. Ubicación de las líneas de Tomografía Eléctrica- Pasaje Alfonso Ugarte y el Jr. Jose Olaya del AAHH. 9 de Octubre – Distrito El Agustino.

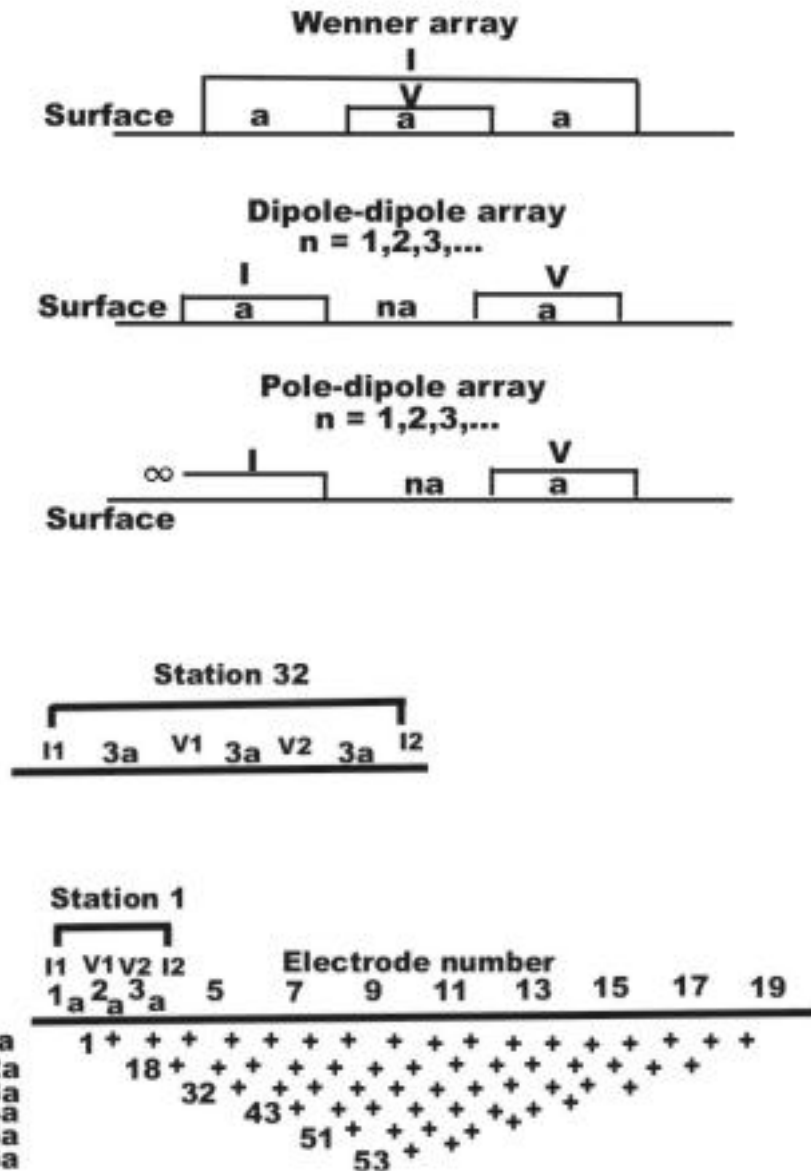


Figura 3. Configuración Wenner empleado en los trabajos de campo.

5.1.1 Equipo empleado

- Sistema Syscal Iris Pro Swicht 48 (Foto 10).
- 48 electrodos de potencial

Para el desarrollo de las actividades de prospección en campo se ha utilizado el siguiente equipo:

Resistímetro modelo PSYSCAL PRO 48 SWITCH de INSTRUMENTS IRIS digital. Con las siguientes especificaciones técnicas:

- Adquisición de datos con 10 canales simultáneos.
- Salida de Voltaje de entre 800 V a 1000 V.
- Intensidad de Corriente es de 2.5 A – 250W
- Máxima Fuerza: 250W
- Capacidad automática de conmutación para 24, 48, 72, 96 y 120 electrodos.
- 2 cables multicanales con espaciamentos de 5 m para 24 salidas/conexiones montados en un carrete metálico.
- 48 electrodos de acero con clips de conexiones
- 2 baterías internas recargables de 12 V - 7Ah
- Puede usar una batería externa de 12 V – 7 Ah.
- Duración de Pulso: 0.2 seg, 0.5 seg, 1 seg, 2seg, 4 seg, 8 seg.
- Rango de Temperatura de Equipo: -20°C a 70°C.
- Peso del SYSCAL PRO SWITCH 48: 13 K.
- Dimensiones del equipo: 31x23x36 cm.
- Peso del Cable Multicanal W/24: 23 K.



Foto 10. Se aprecia al Equipo Psyscal Pro 48 Swicht –Geoinstrumens Iris utilizado en el área de trabajo- AAHH. 9 de Octubre – El Agustino.

5.2 PERFILES Y LINEAS GEOFÍSICAS

Se realizaron dos perfiles o líneas geofísicas tomografía eléctrica de 48 m y espaciados cada 5 m, (Figura 2), aplicando la configuración Wenner, las mismas que se ubican en el sector accesible de Jr. José Olaya y el pasaje Alfonso Ugarte. Estas fueron previamente seleccionadas, con el fin de establecer y determinar la continuidad del túnel subterráneo localizado en el predio declarado inhabitable y asimismo definir otras zonas anómalas muy resistivas que estén relacionadas muy probablemente a socavones y/o túneles subterráneos. Las líneas ejecutadas fueron:

Cuadro N° 1 Resumen de Ensayos de los resultados de Tomografía Eléctrica.

LINEA	Pasaje y/o Jr.	CÓDIGO	LONGITUD (m)
Línea LT. 01	Pasaje Alfonso Ugarte	LT - 01	230
Línea LT. 02	Jr. Jose Olaya	LT - 02	115
TOTAL			345

Cuadro N° 2: Coordenadas de Ensayos de Tomografía Eléctrica

Línea	Ubicación	Coordenadas UTM			
		Punto Inicio		Punto Final	
		Norte	Este	Norte	Este
LT-1	AA. HH. "9 de Octubre"	8665732	283658	8665900	283516
LT-2	AA. HH. "9 de Octubre"	8665850	283633	8665898	283574

5.3 PROCESAMIENTO Y RESULTADOS GEOFÍSICOS

La información fue procesada utilizando software especializados de inversión de Resistividades – Tomografía Eléctrica, RES2INV, con conocimiento de los parámetros geo resistivos y la geología; con un amplio sustento teórico, y experiencia para su interpretación, siendo esta etapa, la más compleja para llegar a resultados óptimos. Como producto final se obtiene una sección y/o perfil representando a las zonas anómalas de interés y/o la geometría subterránea del corte geológico del área estudiada.

Los datos obtenidos en campo, fueron registrados y guardados en la memoria interna del equipo, los cuales fueron posteriormente procesados en gabinete.

Posteriormente, estos son llevados a secciones de tomografía eléctrica para su interpretación final.

La información obtenida, como las características físicas de las rocas, fue correlacionada con la formación geológica.

La siguiente interpretación está basada en la totalidad de la base de datos tomada durante el trabajo de campo, para las líneas LT-1 y LT-2 de tomografía Eléctrica. Asimismo, se muestran dos láminas de la resistividad y la interpretación respectiva.



Foto 11. Se aprecia el tendido de la línea de Tomografía LT-01 en el Pasaje Alfonso Ugarte en el tramo de los electrodos del 24 a 48 puntos.

5.4 PERFILES GEOFÍSICOS

El estudio geofísico consistió en obtener una sección geo-eléctrica con el fin de elaborar una imagen espacial de la distribución 2D de resistividad eléctrica con la profundidad (Geotomo Software,2003). Este parámetro físico, está determinado por factores tales como la naturaleza de las rocas, el contenido de elementos conductivos, alteración, humedad, etc. En consecuencia, a partir de sus valores es posible deducir parámetros importantes que permiten entender la naturaleza del subsuelo.

5.4.1 Perfil de tomografía eléctrica LT-1

LINEA LT-01.- Línea con rumbo SE-NO. Se ubica a lo largo del pasaje Alfonso Ugarte y se ha determinado zonas de baja, moderada, alta y muy alta resistividad. (figura 4 y foto 11).

(A) Baja Resistividad (Capa celeste):

Presenta valores de entre $\rho_a=0,2$ Ohm-m a $\rho_a=5$ Ohm-m, representan zonas húmedas de carácter antrópico se presentan entre 43 m a 50 m y el amplio entre 80 m a 125 m.

(B) Moderada Resistividad (Capa amarilla)

Presenta valores de entre $\rho_a=5$ Ohm-m a $\rho_a=180$ Ohm-m, corresponden al material rocoso de calidad media con cierto grado de meteorización y/o fracturamiento, se localiza a lo largo de todo el perfil donde se han determinado las anomalías descritas en las unidades A, C y D.

(C) Alta Resistividad (Capa verde)

Con valores de entre $\rho_a=180$ Ohmio-m a $\rho_a=300$ Ohmio corresponden a una zona de relleno antrópico o roca removida (Foto 13).

(D) Muy alta Resistividad (Color rojo)

Valores máximos de entre $\rho_a=300$ Ohm-m a $\rho_a=2000$ Ohm-m, corresponden a la zona anómala (Anomalía 2), que está relacionada a la presencia de un Relleno Antrópico. Dada las obras que actualmente están trabajando, puede también estar relacionada a la presencia de un vacío, que se localiza entre los puntos 160 a 178 m (figura 4).

Cuadro Nº 3: Resistividades de la Línea de Tomografía Eléctrica LT-1

Unidad	Resistividad (ρ_a) Ohmio-m	Observaciones
(A)	0,2 a 5	Baja resistividad, corresponde a Zonas húmedas Roca con cierto grado de humedad
(B)	5 a 180	Corresponden a un material Rocoso de calidad media con cierto grado de Alteración y/o Fracturamiento– Resistividad Moderada.
(C)	180 a 300	Corresponden a una zona de Roca Removida–Alta resistividad.
(D)	300 a 2000	Muy alta Resistividad corresponde a la zona anómala relacionada a Relleno Antrópico y/o vacío.

LÍNEA LT-01 - PASAJE ALFONSO UGARTE A.A.H.H. 9 DE OCTUBRE

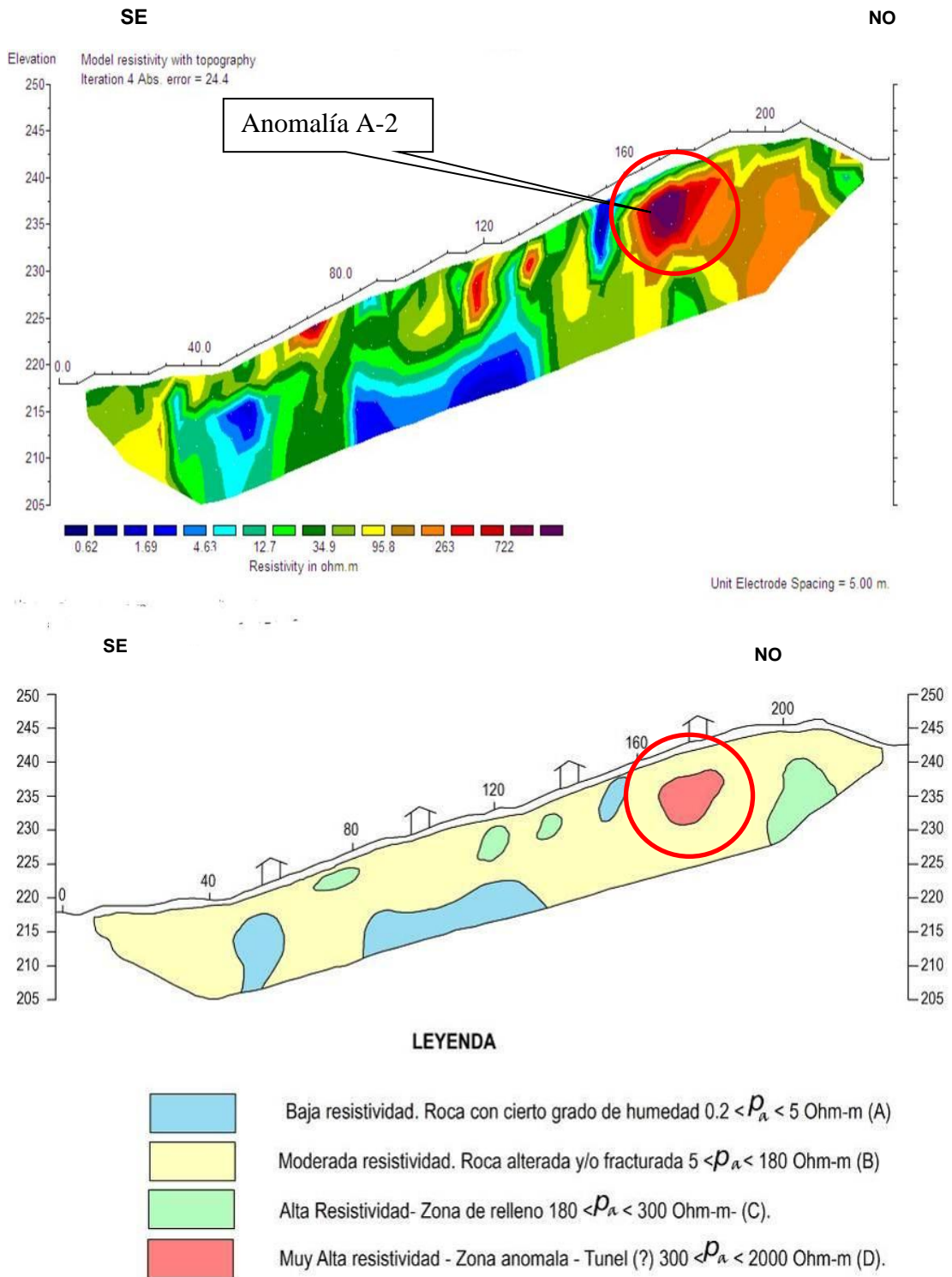


Figura 4. Muestra en la parte superior el perfil de Tomografía Eléctrica LT-1 y en la parte inferior con su correspondiente interpretación litológica.

5.4.2 Perfil de tomografía eléctrica LT-2

LINEA LT-02.- Línea con rumbo SE-NW. Se ubica a lo largo del Jr. José Olaya y se ha determinado las siguientes zonas (figura 5 y foto12):

A) Baja resistividad (Color celeste)

Presenta valores de entre $\rho_a=0,2$ Ohm-m a $\rho_a=5$ Ohm-m, representan zonas húmedas de carácter antrópico se presentan entre los puntos 65 m a 86 m ;

B) Moderada resistividad (Color amarillo).

Valores de entre $\rho_a=5$ Ohm-m a $\rho_a=180$ Ohm-m, corresponden al material rocoso de calidad media con cierto grado de meteorización y/o fracturamiento, se localiza a lo largo de todo el perfil donde se han determinado las anomalías descritas en las unidades A, C y D.

C) Alta resistividad (Color verde).

Valores de entre $\rho_a=180$ Ohmio-m a $\rho_a=300$ Ohmio corresponden a una zona de Relleno antrópico y/o a roca removida.

D) Muy alta resistividad (Color rojo).

Valores máximos de entre $\rho_a=300$ Ohm-m a $\rho_a=2000$ Ohm-m, corresponden a la zona anómala relacionada a la presencia de un túnel y/o vacío, puede también estar relacionada a la presencia de un relleno antrópico, en el perfil se muestra de color rojo, se localiza entre los puntos 43 a 51 m aproximadamente, la misma que coincide con el sector de la casa declarada en peligro, por lo que se deberá de tener muy en cuenta esta anomalía muy importante (Fig.4).

Cuadro N° 4: Resistividades de la Línea de Tomografía Eléctrica LT-2

Unidad	Resistividad (ρ_a) Ohmio-m	Observaciones
(A)	0,2 a 5	Baja resistividad, corresponde a Zonas húmedas Roca con cierto grado de humedad
(B)	5 a 180	Corresponden a un material Rocosos de calidad media con cierto grado de Alteración y/o Fracturamiento– Resistividad Moderada.
(C)	180 a 300	Corresponden a una zona de Roca Removida y/o zona de relleno –Alta resistividad.
(D)	300 a 2000	Muy alta Resistividad corresponde a la zona anómala relacionada a la presencia de un túnel y/o vacío.

LÍNEA LT-2-JR. JOSE OLAYA- "AA HH 9 DE OCTUBRE"

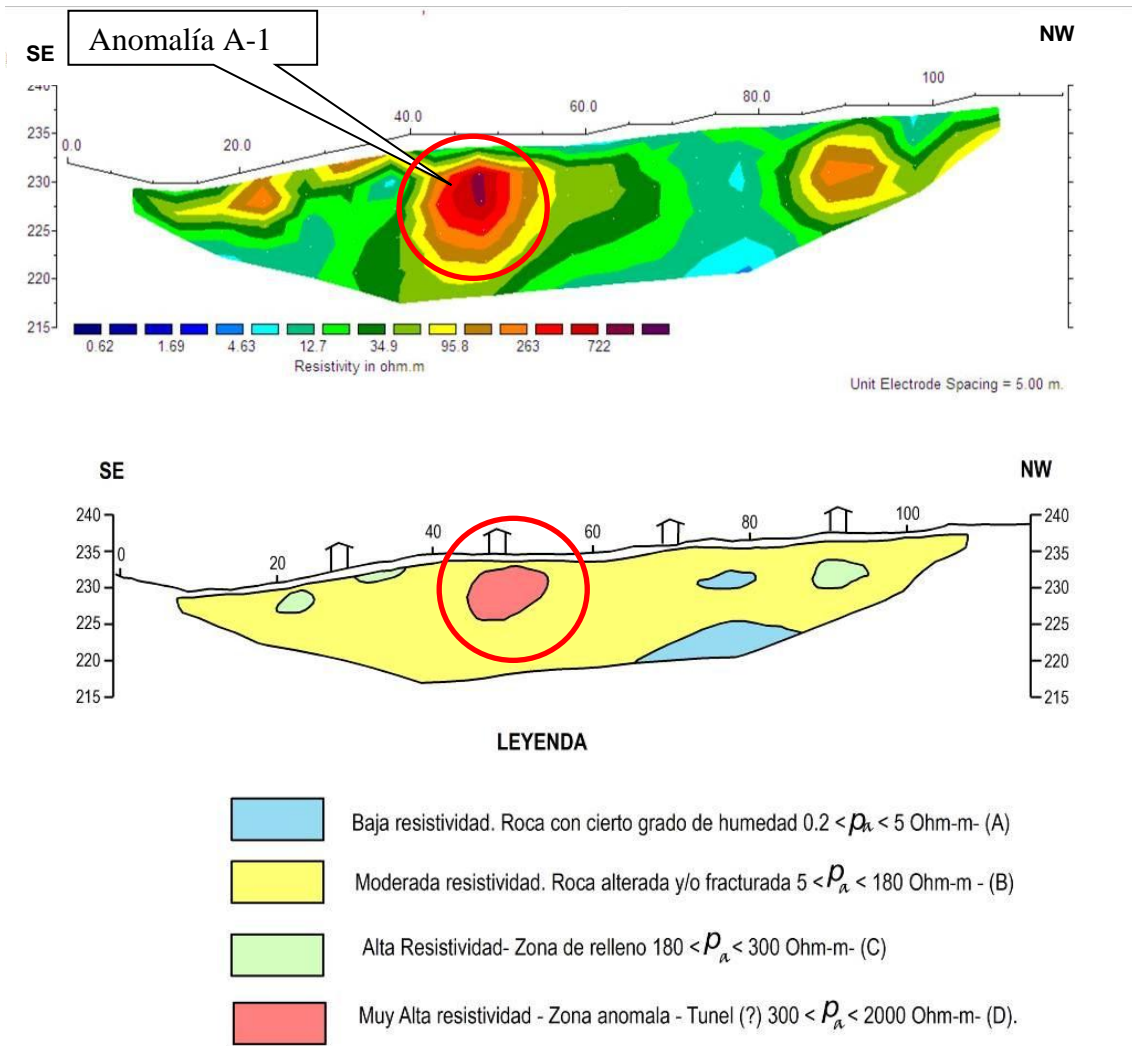


Figura 5. Muestra en la parte superior el perfil de Tomografía Eléctrica LT-2 y en la parte inferior con su correspondiente interpretación litológica.



Foto 12. Se aprecia el tendido de la línea de Tomografía LT-2 en el Jr. Jose Olaya, trayectoria contigua a la vivienda declarada como inhabitable.

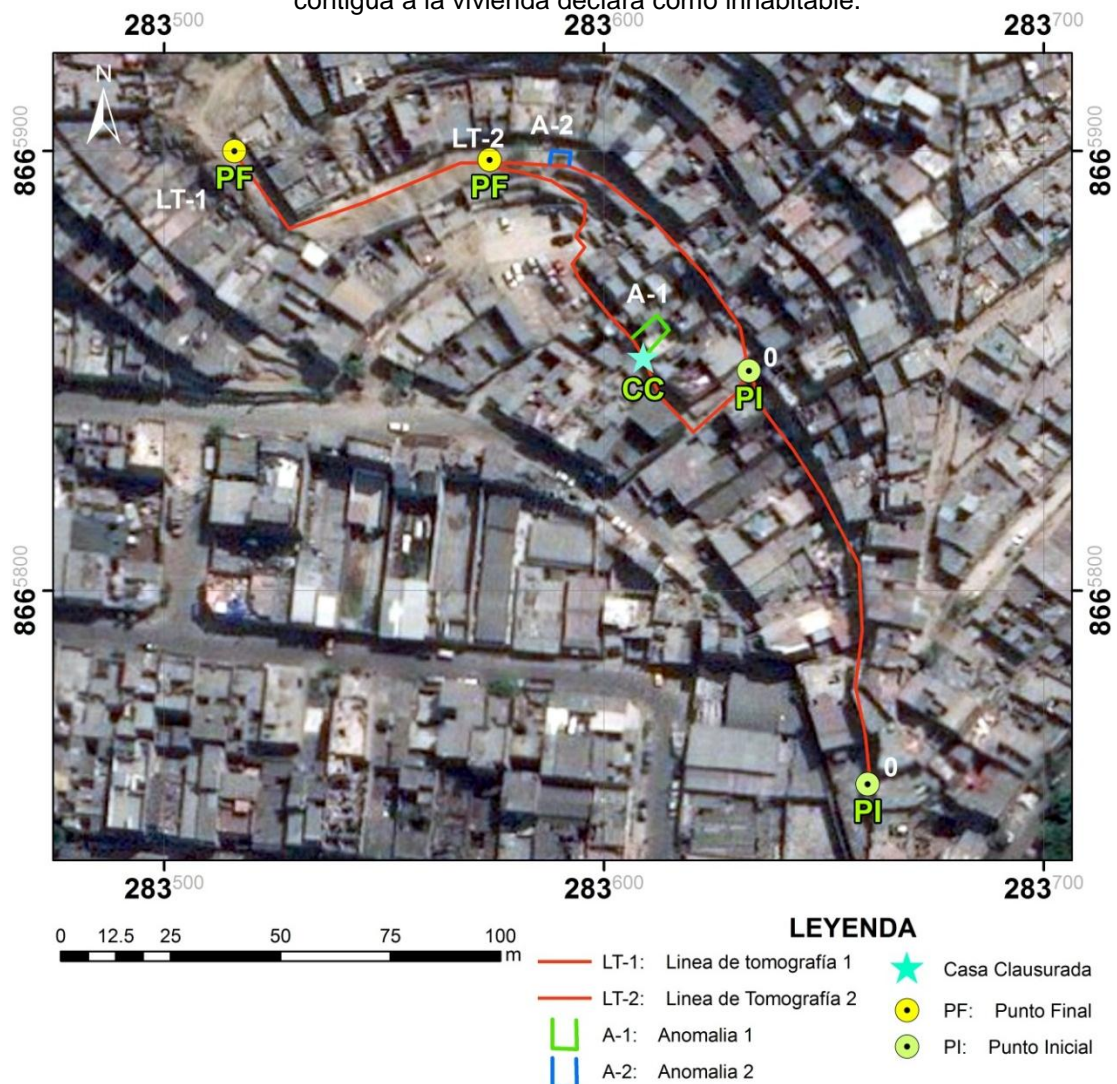


Figura 4. Muestra la ubicación de las Anomalías A-1 y A-2.



Foto 13. Se aprecia los trabajos de muros de contención y rellenos. El tendido de la línea LT-1 se desplaza por el Pasaje Alfonso Ugarte en la parte superior de las obras.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En el año 2003, se presentaron hundimientos en el A.A.H.H. 9 de Octubre, por colapso del techo de túnel que se encuentra por las inmediaciones del lugar.
- En el lote 7 del Jr. José Olaya, se identificó un túnel que presenta una altura hasta de 8 m, con encampane mayor de 50 cm, sobre la cual se encuentra una vivienda que presenta asentamientos. De colapsar la vivienda, también afectaría las viviendas colindantes, se observó que una de ellas su pared frontal ha presentado agrietamientos. Por lo tanto, es necesario que el lote 7 del mencionado sector y las viviendas colindantes sean reubicadas, labor que debe realizar la Municipalidad del Agustino.
- Evitar los riegos de jardines, para impedir que el techo del túnel, se humedezca y pierda estabilidad.
- El estudio Geofísico de Tomografía Eléctrica del sector El Cerro El Agustino del AA HH “9 de Octubre”, ha permitido determinar, cuatro sectores:
 - 1) Sector (A): Resistividad baja: Zonas húmedas Roca con cierto grado de humedad;
 - 2) Sector (B): Resistividad Moderada: Material Rocoso de calidad media con cierto grado de meteorización y/o fracturamiento;
 - 3) Sector (C) Resistividad Alta: Zona de Relleno y/o Roca Removida.
 - 4) Sector (D) Muy Alta resistividad: Zona anómala relacionada a la presencia de un túnel y/o vacío y/o a Relleno identificables por su extensión, morfología y por el contraste entre los parámetros físicos.
- Por razones de conformación fundamental de una anomalía de Tomografía Eléctrica, debemos de considerar que los valores mayores a $\rho_a > 300$ Ohm-m, Sector (D), son de resistividades altos a muy altos dentro del background, lo que correspondería sectores con presencia de vacíos u oquedades el mismo que coincide con la casa declarada en peligro del Jr. José Olaya donde existe un hueco en uno de sus ambientes.
- De la interpretación Geofísica de las dos Líneas de Tomografía eléctrica Lt-1 y LT-2, se ha determinado dos Anomalías, la más importante es la Anomalía A-1 ubicada en la Línea LT-2 con valores máximos de resistividades entre $\rho_a = 300$ Ohm-m a $\rho_a = 2000$ Ohm-m, que está relacionada a la presencia de un túnel y/o vacío, en el perfil se muestra de color rojo, se localiza entre los puntos 43 a 51 m aproximadamente, la misma que coincide con el sector de la vivienda declarada inhabitable, por lo que se deberá de tener muy en cuenta esta anomalía (Fig.4). La Anomalía A-2 se correlaciona con un Relleno Antrópico dada a las obras que actualmente están trabajando, puede también estar relacionada a la presencia de un vacío, se localiza entre los puntos 160 a 178 m. (Figura 4).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GEOTOMO SOFTWARE (2003) “Rapid 2D Resistivity & Inversion using the least Squares Method Wenner, Dipolo-Dipolo, Schlumberger. P.129.
- Guzman, A. (2003) & Vilchez, M. (2003). Inspección Ingeniero Geológica al área de viviendas afectadas por hundimiento en el A.A:H.H. 09 de Octubre. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental. Informe Técnico. 19 P.
- PARI P.,W. (2014). “Prospección Geofísica aplicando el Método de Tomografía Eléctrica en el área del distrito de el agustino, Lima” – Informe Técnico de la DGAR del INGEMMET. Lima. 2014. P.17.
- PALACIOS M.,O. , CALDAS V.,J.,VELA V., CH. (1992) “Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, chancay y Chosica” del Boletín N°14 – Serie “A”: Carta Geológica nacional- INGEMMET-p.137.
- IRIS INSTRUMENTS (2006). “Resistivity Imaging Magnetic Resonance, Induced Polarization, Electromagnetics, Data Loggers” in Catalog Environment engineering groundwater mineral exploration. Orleans. France. p 45.