DAUCH

REPORTE DEMO

ANÁLISIS GEORADAR

Levantamiento geofísico con Radar de Penetración Terrestre (GPR) para detección de infraestructura subterránea

Reporte demostrativo — información del cliente reservada

Presentado por: DAUCH

Documento de muestra

PROPIEDAD DE DAUCH · Documento demostrativo · Prohibida su reproducción

ÍNDICE

CONTROL DEL DOCUMENTO
Información del proyecto 3
Datos clave del proyecto 3
Metodología Técnica 3

OBJETO Y ANTECEDENTES
Condición que define el alcance 4

METODOLOGÍA APLICADA
Estructura del procedimiento técnico 4

IMAGENES DE OPERACIONES EN CAMPO
Operación en campo 5

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RADARGRAMA
Ejemplo de análisis 7
Observaciones y notas técnicas 8

CONCLUSIONES
Recomendaciones técnicas 9
Planimétricos de infraestructura subterránea detectada en cuadrantes 10

DAUCH

CONTROL DEL DOCUMENTO

Información del proyecto

CÓDIGO DEL PROYECTO	DEMO-GPR-000
NOMBRE DEL PROYECTO	Detección de infraestructura subterránea a profundidad ≤ 1.0 m sobre el trazo del nuevo cerramiento perimetral
CLIENTE	CONFIDENCIAL

Datos clave del proyecto

UBICACIÓN	Instalación industrial (ubicación confidencial)
COORDENADAS	XX.XXXXXX, -XX.XXXXXX
LONGITUD CUBIERTA	200m
ZONA ANALIZADA	Transformador TR-A, Transformador TR-B, Subestación SE-C
FECHA DE LEVANTAMIENTO	DD de MM del AAAA

Metodología Técnica

TIPO DE LEVANTAMIENTO	GPR
RESOLUCIÓN HORIZONTAL	4 cm
RESOLUCIÓN VERTICAL (PROFUNDIDAD)	± 10% de la profundidad
RECOLECCIÓN DE DATOS	US RADAR Triple-Canal Quantum Imager + GNSS
PARÁMETROS DEL EQUIPO	256 Samples PS / Time Range: 26ns, 51ns, 102ns / Single Line

PROPIEDAD DE DAUCH · Documento demostrativo · Prohibida su reproducción

Objeto y antecedentes

El cliente sustituirá el cerramiento perimetral existente (malla ciclónica) por un cerramiento de malla de acero con postes anclados al terreno, en tres cuadrantes de una **planta industrial**: los **transformadores TR-A y TR-B** y la **subestación SE-C**. Previo a la colocación de los postes, se requiere confirmar la ausencia (o ubicación) de infraestructura subterránea —tubería, ductos, cableado o líneas de puesta a tierra— a lo largo del trazo, hasta una profundidad máxima de 1.0 m, para evitar daños a servicios existentes durante el hincado o anclaje.

Detectar, ubicar planimétricamente y estimar la profundidad de cualquier infraestructura enterrada en los ≈ 200 metros lineales de barrido distribuidos en los tres cuadrantes, y entregar el marcado físico y un plano georreferenciado que permita definir las zonas seguras para la instalación de los postes del nuevo cerramiento de acero.

Metodología aplicada

- **Posicionamiento y Georreferenciación.** Establecimiento de control geodésico mediante un par de antenas GNSS Emlid en modo RTK (Base y Rover), registrando las coordenadas de inicio y fin de cada transecto en el perímetro de los tres cuadrantes (transformadores TR-A, TR-B y subestación SE-C).
- **Levantamiento GPR.** Exploración geofísica perimetral a lo largo del trazo del nuevo cerramiento mediante equipo USRADAR Triplecanal. Se ejecutaron de 1 a 2 pasadas por línea para validación en tiempo real y aseguramiento del registro de datos hasta una profundidad de interés de 1.0 m.
- **Marcado en Campo.** Identificación inmediata in situ de infraestructura subterránea (tuberías, ductos, cableado o líneas de puesta a tierra) mediante marcado físico con aerosol sobre el terreno en los puntos de intersección observados en el radargrama.
- **Procesamiento e Interpretación.** Análisis de los radargramas de las tres frecuencias simultáneas para la confirmación de respuestas hiperbólicas, filtro de ruido, estimación de la profundidad de las interferencias y discriminación de falsos positivos.



Imagen 1. *Ejecución de levantamiento GPR en transformador TR-A*



Imagen 1.1. *Marcado de infraestructura detectada en transformador TR-A*

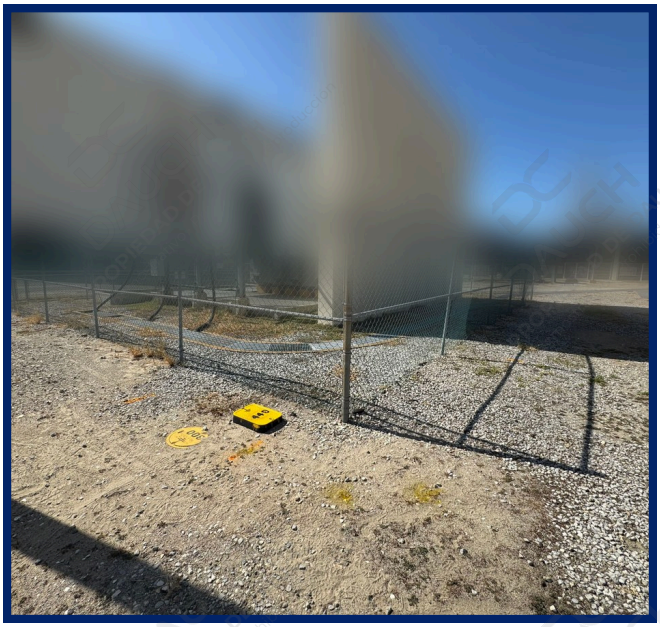


Imagen 1.2. *Marcado de infraestructura detectada en transformador TR-B*



Imagen 1.3. *Marcado de infraestructura detectada en subestación SE-C.*

Análisis e interpretación de Radargrama (Ejemplo análisis en sitio)

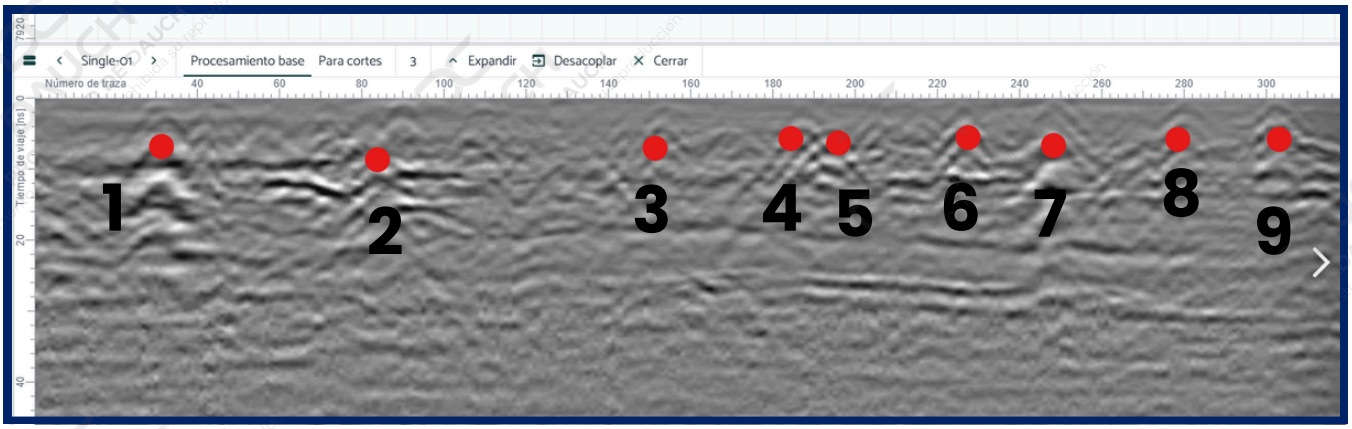


Figura 1. *Radargrama de transecto realizado en el transformador TR-B*

Interpretación

En la Figura 1 se presenta una sección del radargrama correspondiente al perfil inspeccionado en el área del transformador TR-B, procesado in situ para la identificación y marcado inmediato de la infraestructura subterránea.

Para optimizar la relación señal-ruido y resaltar los eventos reflectivos de interés, se aplicó una cadena de procesamiento estándar que incluyó un filtro de remoción de fondo (Background Removal) para eliminar reflexiones horizontales coherentes y variaciones continuas del terreno, ajustes manuales de ganancia (SEC/TCG) para compensar la atenuación de la señal electromagnética en profundidad, y un filtro paso alto (High-Pass) para suprimir componentes de baja frecuencia y ruido de fondo.

Como resultado, las infraestructuras presentes en el subsuelo se manifiestan mediante difracciones de geometría hiperbólica (señaladas con puntos rojos del 1 al 9). La anomalía identificada con el número 1 presenta una marcada amplitud de reflexión y reverberación vertical, característica típica de elementos metálicos continuos o conducciones energizadas con alto contraste dieléctrico (tales como cableado eléctrico en ducto o líneas de puesta a tierra). Los eventos 2 al 9 exhiben hiperbolas bien definidas dentro del primer metro de profundidad, asociadas a servicios subterráneos secundarios o canalizaciones.

Observaciones y Notas Técnicas del Radargrama

- **Sombreado / Atenuación bajo la Hipérbola 1:** Inmediatamente debajo del vértice de la hipérbola 1, la señal de fondo se oscurece (*efecto shadowing*). Esto confirma la presencia de un material con muy alta reflectividad (metal) que impide la propagación de la onda a mayor profundidad.
- **Efecto Multi-Camino / Reverberaciones Verticales:** Las repeticiones en sentido vertical observadas en la hipérbola 1 son causadas por múltiple reflexión dentro del propio conductor o conducto, lo cual ratifica que se trata de una infraestructura metálica de alto contraste y no de una variación litológica.
- **Filtro de Interferencia por Aire (Air Wave):** Si bien se identifican reflejos más tenues atribuibles a acoplamiento o ruido ambiental en superficie (líneas de transmisión aéreas o la propia malla ciclónica cercana), se priorizó el marcado exclusivo del ápice/vértice de las hipérbolas con respuesta electromagnética congruente dentro del rango de exploración de *0.0 m a 1.0 m.*
- **Profundidad de Interés:** Todos los ápices (puntos 1 a 9) se ubican dentro del rango de tiempo de viaje de ida y vuelta equivalente al primer metro de profundidad, coincidiendo exactamente con la zona crítica de hincado de postes.

Conclusiones y Recomendaciones Técnicas

Como resultado del levantamiento geofísico realizado mediante Radar de Penetración Terrestre (GPR) y georreferenciación GNSS-RTK en los tres cuadrantes de la planta (transformadores TR-A, TR-B y subestación SE-C), se identificó un total de **94 interferencias subterráneas** a lo largo del trazo perimetral de 200 metros lineales. En los planos adjuntos y en la marcación física sobre el terreno (in situ con aerosol), las ubicaciones están representadas mediante cruces rojas con su respectiva profundidad estimada en metros (p. ej., 0.4, 0.5, 1.0). La gran mayoría de los elementos detectados se localizan en la banda de profundidad comprendida entre los **0.40 m y 1.00 m**, correspondiente a canalizaciones eléctricas, tuberías de proceso, ductos y redes de puesta a tierra.

Recomendaciones Técnicas

- **Buffer o Franja de Afección:** Se recomienda mantener una franja de seguridad (zona de tolerancia) de al menos 0.40 m a cada lado del eje de las marcas físicas realizadas en campo antes de ejecutar hincados mecánicos o perforaciones profundas.
- **Sistemas de Menor Calibre / Puestas a Tierra:** Aunque el barrido con el USRADAR Triplecanal abarcó alta resolución, elementos de muy bajo diámetro (como conductores individuales de tierra o cableado delgado en conduits no metálicos) presentan firmas electromagnéticas de baja amplitud. Por ello, se sugiere realizar excavación manual previa al anclaje en las inmediaciones de los puntos marcados.

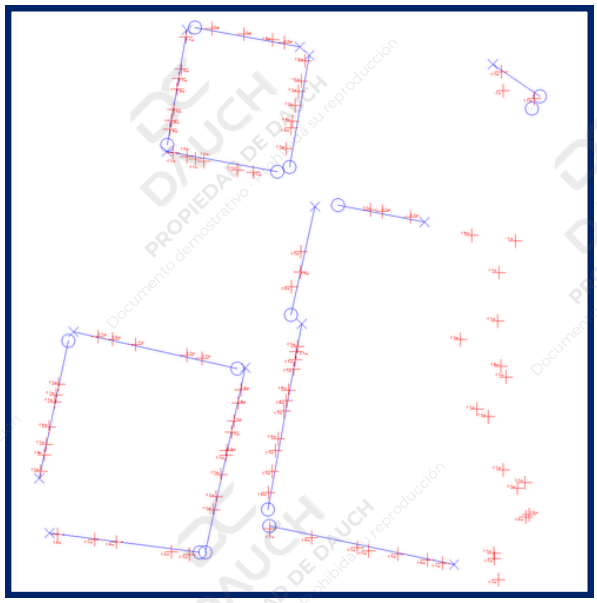


Imagen 2. *Planos georeferenciados con marcas inicio/fin y elementos detectados en los transformadores y subestación.*

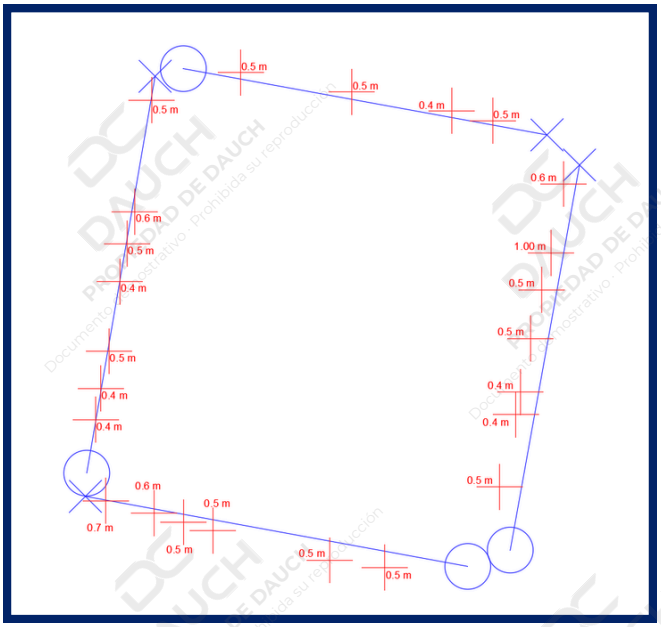


Imagen 2.1. *Marcado de infraestructura detectada en transformador TR-A*

CUADRANTE 1	24 ELEMENTOS DETECTADOS

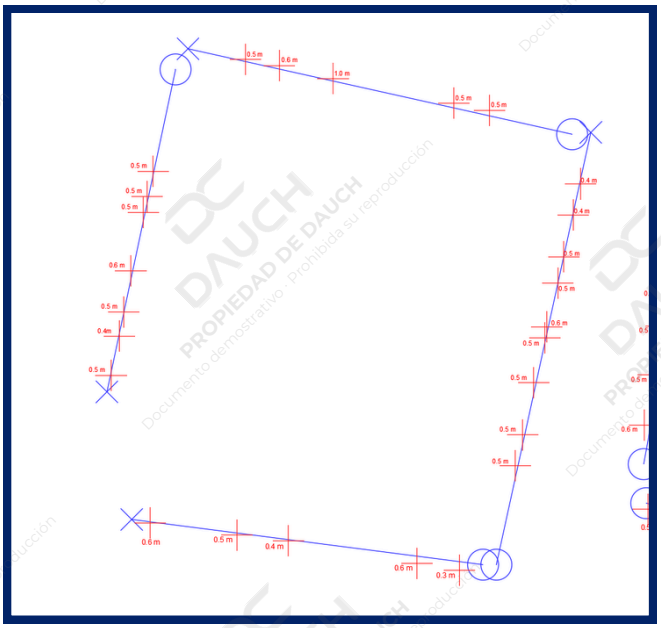


Imagen 2.2. *Marcado de infraestructura detectada en transformador TR-B*

CUADRANTE 2	26 ELEMENTOS DETECTADOS

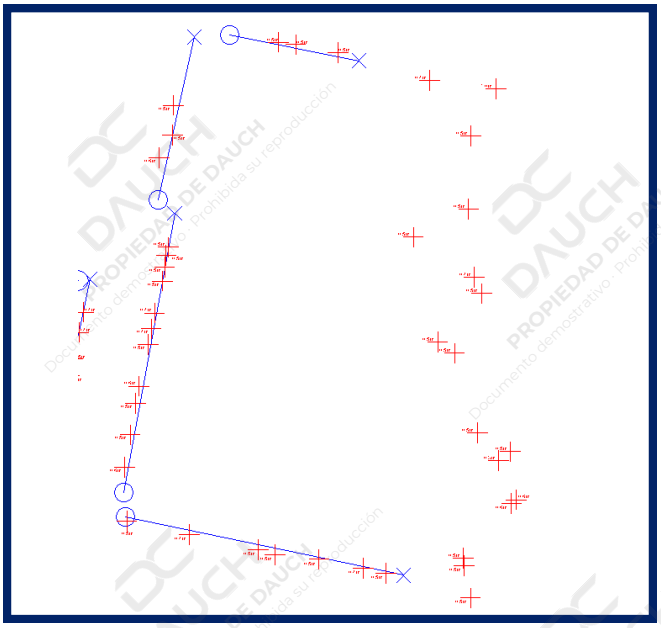


Imagen 2.3. *Marcado de infraestructura detectada en subestación SE-C.*

CUADRANTE 3	44 ELEMENTOS DETECTADOS