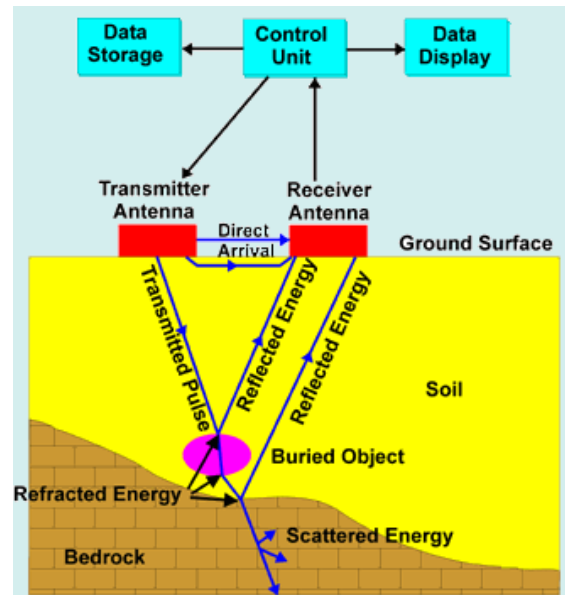


## GPR (Ground Penetrating Radar) - Georadar

**Método:** La operación del GPR es similar a la sísmica de reflexión a offset constante o a una agrupación CMP en lo que respecta a la adquisición y el procesamiento de los datos, sin embargo la sísmica utiliza ondas acústicas mientras el GPR utiliza ondas electromagnéticas. En el GPR, un breve pulso de energía electromagnética es irradiado hacia el subsuelo por un transmisor (Tx), con una frecuencia característica única que puede estar entre 25 y 1.600 Mhz. Cuando este pulso alcanza interfaces donde existe un contraste en la constante dieléctrica o cuerpos que presenten diferencias en dicha constante con el medio que los rodea, ocurren fenómenos análogos a los que se dan en sísmica cuando cambia la impedancia acústica: una fracción de la energía de la onda es reflejada, regresa hasta la superficie y es detectada en una antena receptora (Rx), mientras la energía remanente continúa hasta la próxima interfase.



La profundidad de penetración y la resolución observada dependen del tipo de antena usada para una adquisición particular. Aunque las ondas electromagnéticas no penetran a profundidades como las observadas en las ondas acústicas, estas generan señales con una mayor resolución. En aplicaciones de tipo geológico, las antenas no-blindadas (unshielded antennas) permiten investigar hasta profundidades de 30-60 m. En aplicaciones urbanas y de alta resolución las antenas blindadas (shielded antennas) de alta frecuencia permiten un mejor control del ruido y las reflexiones desde el aire y una altísima calidad en la imagen radar con un alcance en la profundidad de investigación de hasta 5-10 m.

**Ventajas de GPR:** El GPR genera una imagen del subsuelo con altísima resolución lateral y vertical. Es el método moderno de mas éxito en aplicaciones “no-dig”, investigaciones del subsuelo no invasivas, sin necesidad de realizar excavaciones o algún otro tipo de intervención destructiva. Por esto es un método que no afecta el medio ambiente y es excelente para las fases de planificación y desarrollo de proyectos industriales. Adicionalmente, no necesita establecer contacto físico de ningún tipo (tipo electrodos) con el suelo, es rápido y de fácil aplicación en todos los ambientes. Siendo un método electromagnético activo, permite investigar áreas urbanas (con antenas blindadas) y ambientes geológicos donde las condiciones superficiales limitan la aplicación de otros métodos (como el caso del norte del escudo guayanés, estado Bolívar, donde la fuerte laterización, presencia de “boulders” y un espeso “stone-line” de cuarzo superficial son factores que limitan fuertemente la calidad de la sísmica y eléctricos).

**Aplicaciones:** el GPR es aplicado en la ingeniería civil (estructural-vial), en estudios del medio ambiente, así como aplicaciones geológicas, exploración minera de placeres, geotecnia y arqueología entre otras. En particular, algunas de las aplicaciones son:

- Detección de servicios metálicos y no-metálicos (tuberías, cables, ductos, etc.)
- Identificación de fracturas, hundimientos y cavidades (Karsts, túneles,...)
- Detección de estructuras enterradas (tanques, fundaciones, etc.)
- Caracterización de sitios industriales y urbanos
- Inspección y caracterización de construcciones (puentes, muros, etc.)
- Inspección del pavimento de autopistas, pistas de aeropuertos, ferrovías.
- Clasificación del substrato (estratificación, profundidad substrato, etc.).
- Determinación de espesores en zonas de relleno o aluvial.
- Mapeo de aguas subterráneas (acuíferos, acuícludas, etc.).
- Identificación de filtraciones bajo de pavimentos y en diques.
- Medio Ambiente (mapeo y delineamiento de terrenos y fluidos contaminados).
- Caracterización de sitios arqueológicos y estudios forenses.

### **RIS-K2 (IDS Ingegneria dei Sistemi)**

Equipo utilizado principalmente para estudios urbanos y superficiales, donde la presencia de ruidos culturales es alta y donde además se requiere una máxima resolución. Instrumento multicanal ofrece una amplia gama de posibilidades de configuraciones para diferentes aplicaciones.

#### *Antenas y Configuraciones Disponibles*

El equipo disponible por **TRX** permite la adquisición de datos con un arreglo multicanal (6) en configuración estática y bi - estática, con las siguientes antenas (Blindadas, excepto la antena de pozo):

<b>Frecuencia</b>	<b>Características</b>
<b>25 MHz</b>	No Blindada Mayor profundidad de Investigación (Geología)
<b>50 MHz</b>	No Blindada (Geología)
<b>100 MHz</b>	Blindada
<b>200 MHz</b>	Blindada
<b>400 MHz</b>	Blindada
<b>600 MHz</b>	Blindada
<b>1600 MHz</b>	Altísima resolución vertical, poca profundidad de investigación
<b>1600-600 MHz</b>	Multifrecuencia (Concreto - Pavimentos)
<b>200-600 MHz</b>	Multifrecuencia (Tubería - Arqueología)
<b>200 2x600 MHz</b>	SMA Multifrecuencia - Multipolar (Tubería - Arqueología)
<b>300 MHz</b>	Radar de Pozo (Borehole Radar)

*Profundidad de Investigación*

Dependiendo de las características del medio, y de la antena utilizada, es posible estudiar a profundidades entre 0,1 a 6-12 m por la antenas blindadas y hasta 25-30 m con la antenas no blindadas.

En figura 1 se presentan las ventajas en la adquisición en modalidad multicanal y características de resolución de las antenas.

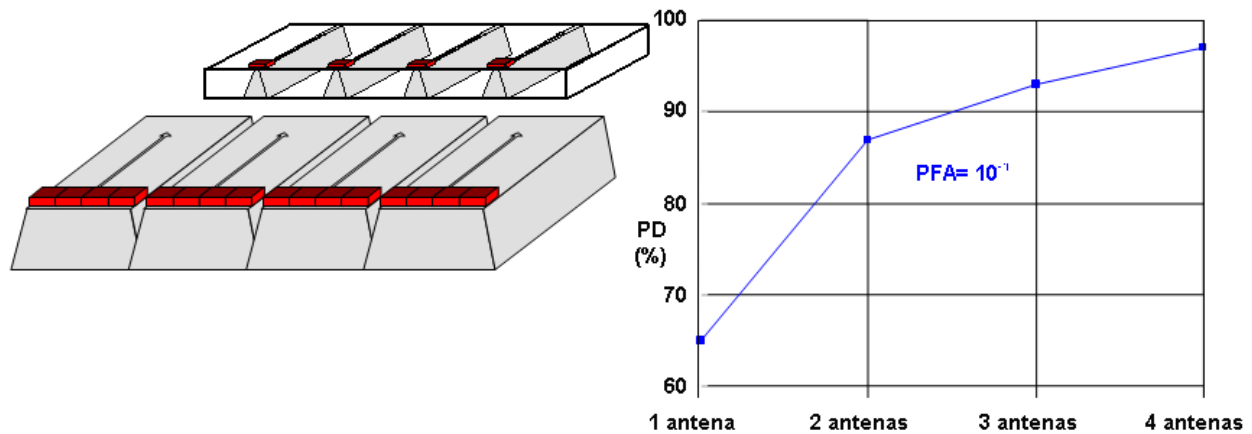


Fig. 1 Adquisición Con Arreglo Monocanal (arriba) y Multicanal (abajo) y Capacidad de detección con Arreglo Monocanal y Multicanal en ambientes urbanos



Fig. 2 Configuraciones Arreglos GPR

## Procesamiento datos

Los programas de procesamiento de datos disponibles en TRX son los siguientes:

### IDS Gred & Gred 3D

Es una suite de software diseñado para el procesamiento de datos adquiridos con el sistema RIS multicanal. Aparte de presentar filtros para el mejoramiento de la señal, este sistema permite referenciar los datos de radar adquiridos en campo. De este modo, las secciones interpretadas, son automáticamente representadas en planta en una imagen cartográfica Autocad del sitio de estudio.

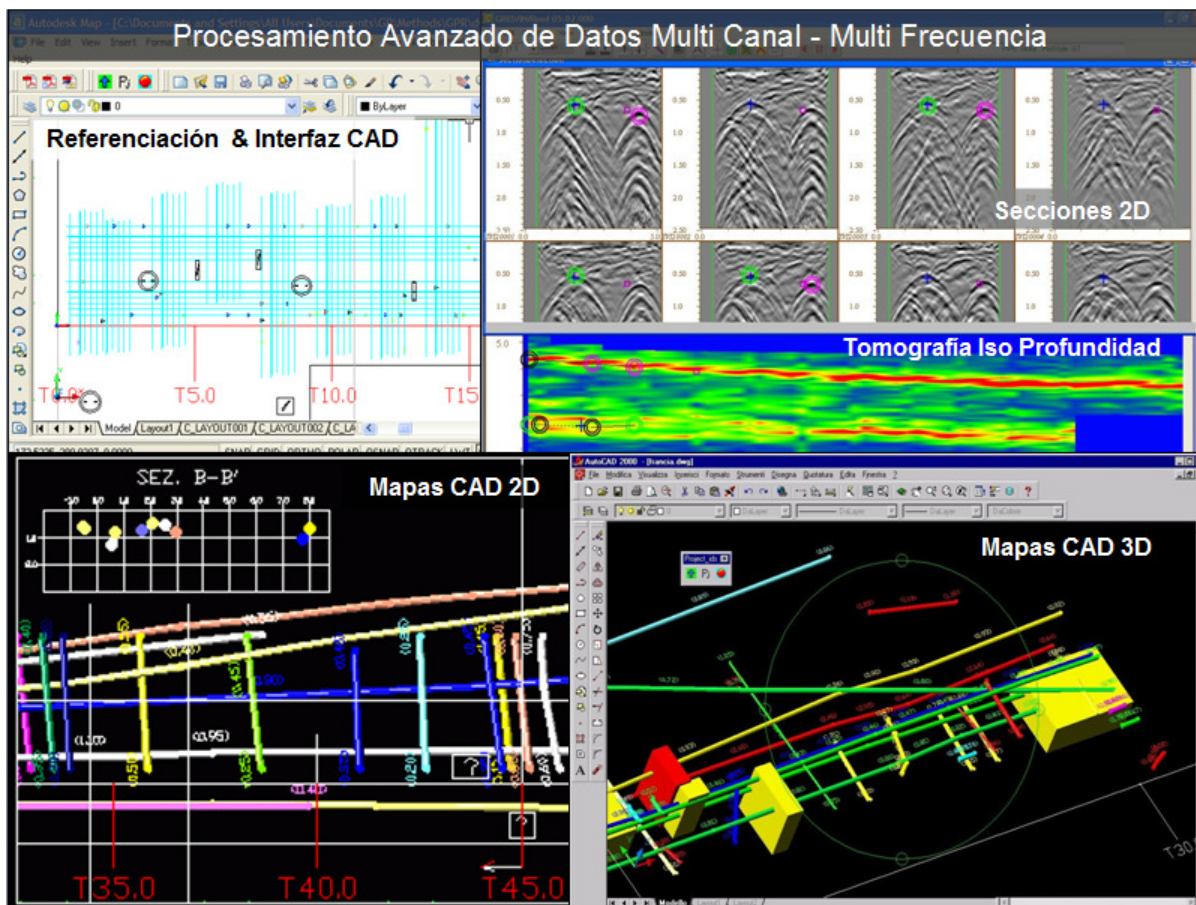


Fig. 3 Interpretación Avanzada con salida Autocad 3D

En el software IDS se ofrece la posibilidad de interpretación industrial de datos de mapeo de tubería, carretera, estructuras y arqueológicos en formato 3D.

Standards en donde se describe/especifican las normas de uso del GPR:

- **ASTM D6432-99: (General)**  
Standard Guide for Using the Surface Ground Penetrating Radar Method for Subsurface Investigation

- **American Concrete Institute ACI 228.2R-98 (Concreto)**  
No Destructive Testing Methods for Evaluation of Concrete Structures
- **AASHTO TP36: (Vialidad-Transporto)**  
Standard Test Method for Evaluating Asphalt-Covered Concrete Bridge Decks Using Pulsed Radar
- **ASTM D4748-98: (Vialidad-Transporto)**  
Standard Test Method for Determining the Thickness of Bound Pavement Layers Using Short-Pulse Radar GPR
- **ASTM D6086-97 (2001): (Vialidad-Transporto-Puentes)**  
Standard Test Method for Evaluating Asphalt Covered Concrete Bridge Decks Using Ground Penetrating Radar
- **FHWA-HIF-00-015: (Vialidad-Transporto)**  
Ground Penetrating Radar for Measuring Pavement Layer Thickness
- **NCHRP Synthesis No. 255: (Vialidad-Transporto)**  
Ground Penetrating Radar for Evaluating Subsurface Conditions for Transportation Facilities, A Synthesis for Highway Practice, TRB Synthesis Studies

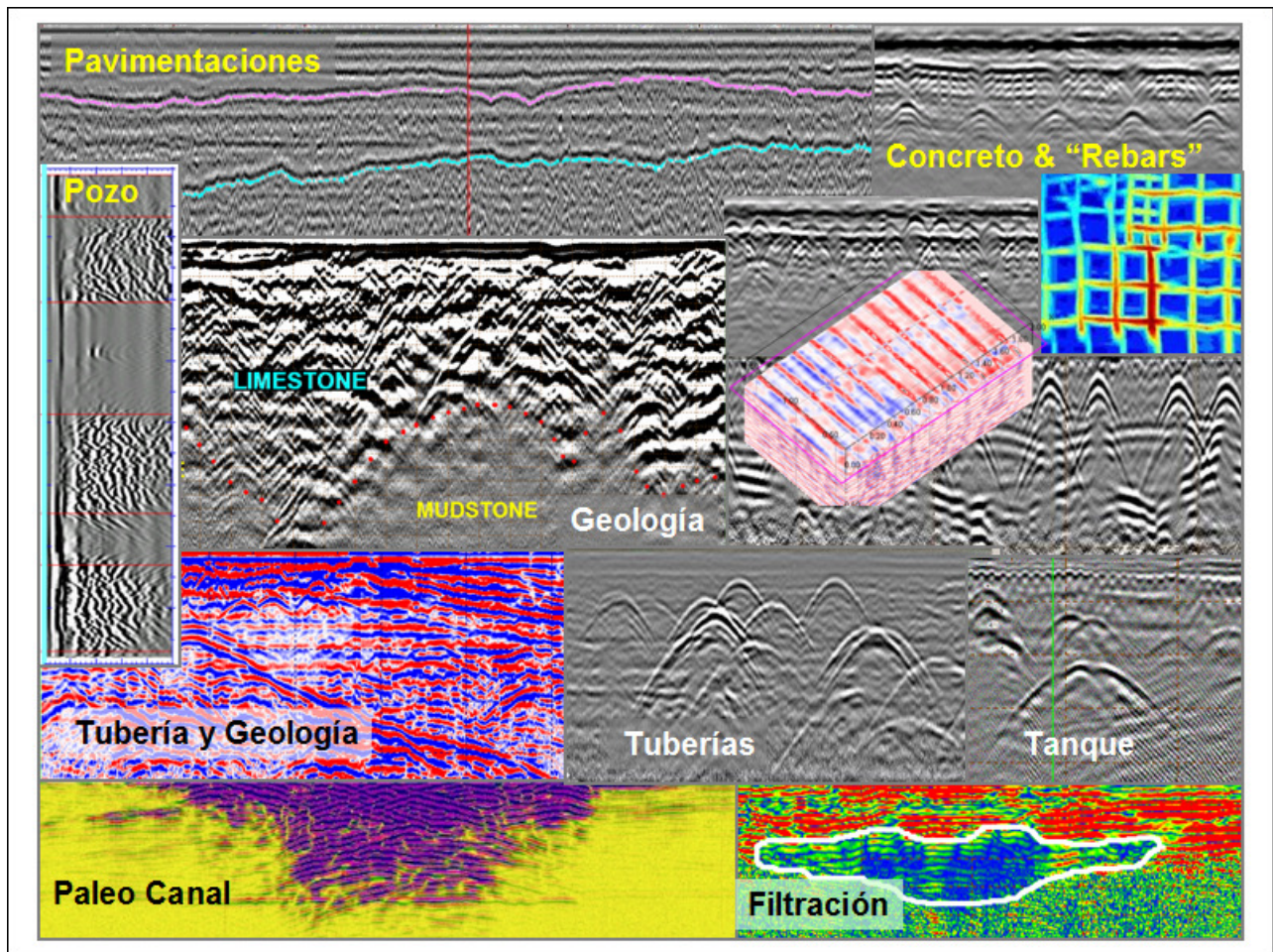


Fig. 4 Ejemplos imágenes radar para diferentes aplicaciones