

Astrofísica

y

Geofísica

# Grupo de Geofísica Aplicada y Ambiental (GAIA)

Departamento de Física, FCEyN, UBA



IFIBA-CONICET

[www.gaia.df.uba.ar](http://www.gaia.df.uba.ar)



# Integrantes

---

## Investigadores

- Dra. Ana Osella
- Dra. Patricia Martinelli
- Dr. Néstor Bonomo
- Dr. Matías de la Vega
- Dra. Victoria Bongiovanni
- Dr. Ernesto López

## Becarias Posdoctorales

- Dra. Vivian Grunhut  
(CONICET)
- Dra. Almendra Villela

(CONACYT, Méjico)

## Becarios Doctorales

- Lic. Fabiana Robledo (UBA)
- Lic. Darío Bullo (ANPCyT)
- MSc. Ángel Álvarez (ANPCyT)

## Tesistas De Licenciatura En Física

- Pablo Bordón
- Luciano Onnis

# Aplicaciones de los Métodos de Prospección Geofísica

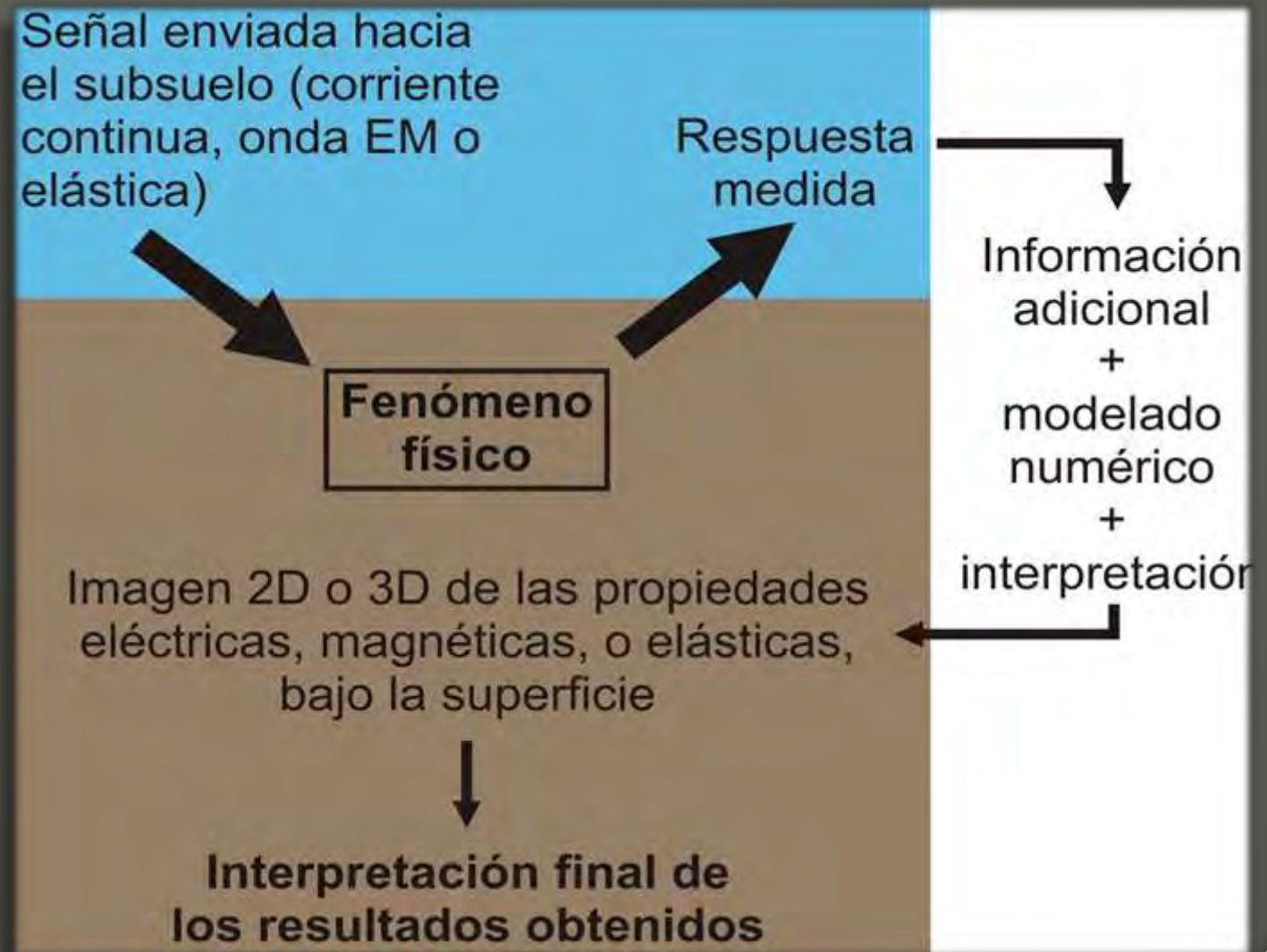
---

- Estudios geológicos regionales de la corteza y el manto
- Exploración de recursos naturales / Estimación de riesgos de peligros naturales / Caracterización de reservorios geotérmicos
- Investigaciones hidrogeológicas / Mapeo y monitoreo de acuíferos / Estudios de la capa freática / Agricultura de precisión
- Mapeo y monitoreo de plumas contaminantes
- Evaluación de pasivos ambientales / Localización de tanques, tuberías y otras estructuras enterradas / Delimitación de sitios para rellenos sanitarios
- Determinación de zonas con riesgo de corrosión en cañerías enterradas (gasoductos, oleoductos, etc.)
- Arqueo-geofísica



# Métodos Utilizados en el GAIA

Se utilizan métodos geofísicos no-invasivos, con fuente controlada, que permiten caracterizar distintas propiedades físicas del subsuelo a través de mediciones realizadas en superficie.



# Métodos Utilizados en el GAIA

---

- **Georradar (GPR):** Las señales son ondas EM con frecuencias entre 100 y 1000 MHz y la profundidad de penetración alcanzada es de algunos metros.
- **Inducción electromagnética espira-espira, multifrecuencial (SLEM o EMI):** Las señales tienen frecuencias entre 300 Hz y 50 kHz. Puede penetrar hasta decenas de metros
- **Geoeléctrica:** Este método emplea corriente continua. Se cuenta con equipos para estudios de profundidad baja (hasta metros) y mediana (cientos de metros)
- **Sísmica de reflexión, superficial:** Las señales son ondas elásticas. Penetración entre metros y 200metros, dependiendo del equipo

# Objetivos Generales de Investigación

---

Un objetivo importante es mejorar la sensibilidad y la resolución de la información obtenida con estos métodos.

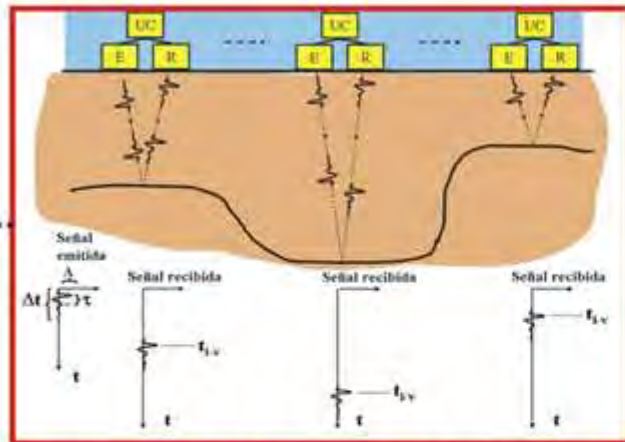
Para esto se encaran, entre otras, las siguientes líneas:

- Innovaciones en las metodologías de adquisición de datos
- Diseño y construcción de equipos de medición alternativos, que amplíen la aplicabilidad de los métodos
- Desarrollo de métodos numéricos, incluyendo métodos de procesamiento de datos, y de modelado directo y/o inverso, 1D, 2D y 3D
- Optimización de esos desarrollos para diversas aplicaciones reales, especialmente complejas



# Método Georradar

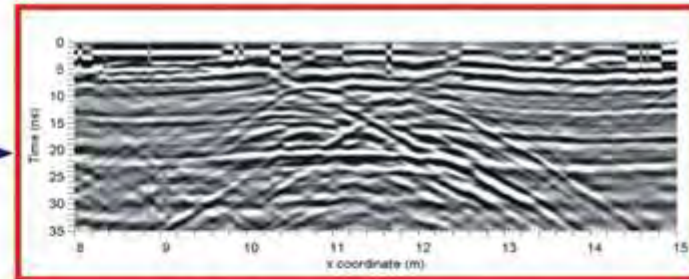
## Método de GPR



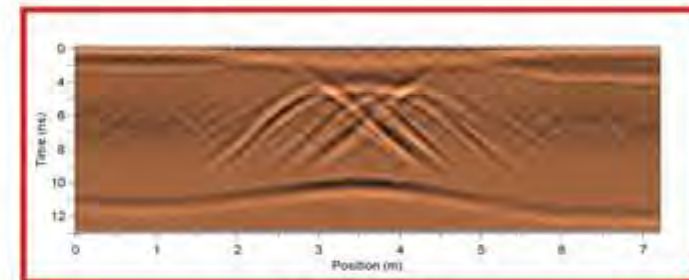
Metodología de reflexión y offset constante



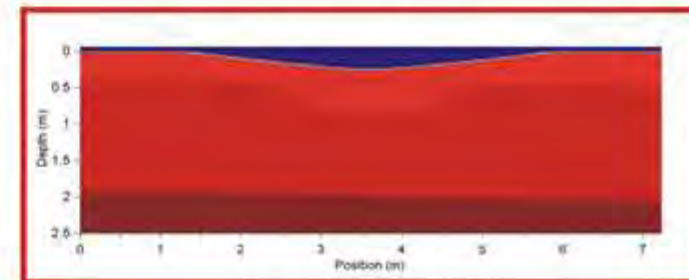
Adquisición de datos



Procesado de datos



Modelado



Interpretación



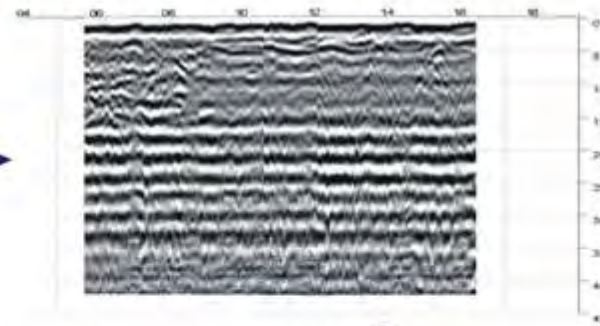
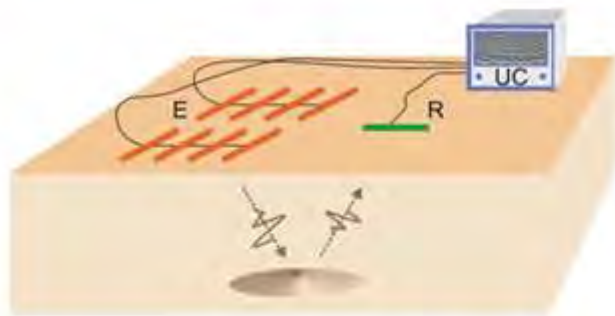
# Método Georradar

## Líneas de investigación en GPR

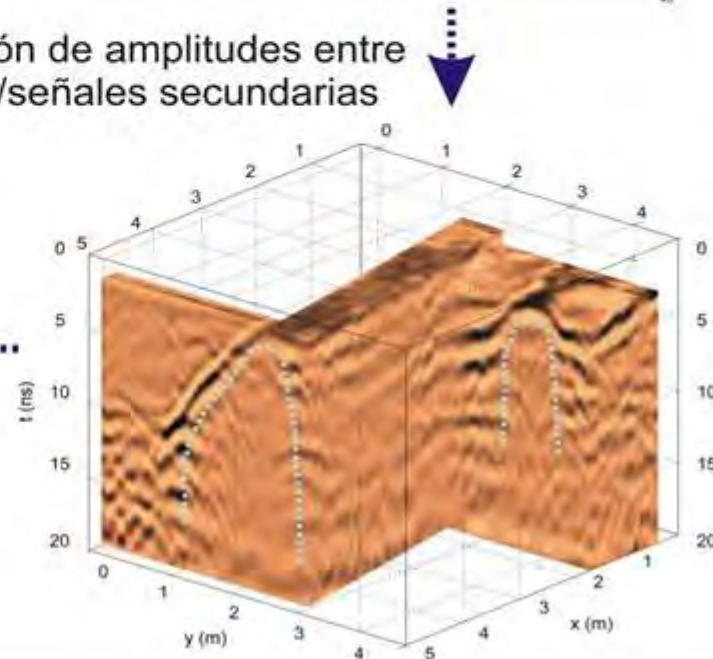
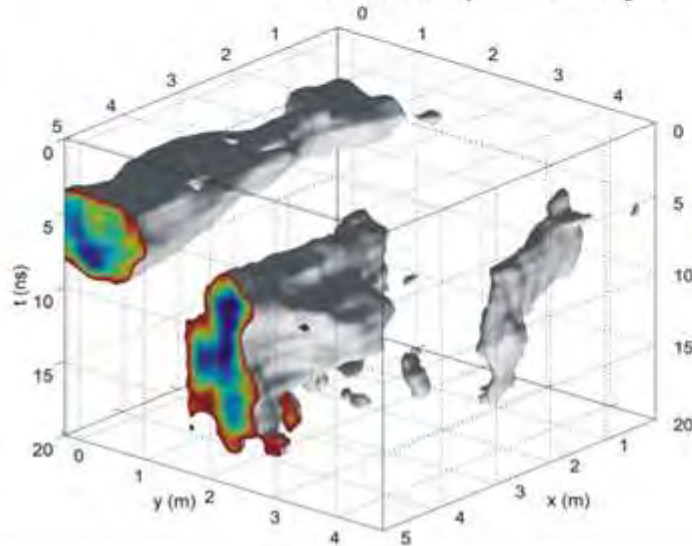
Objetivo	Metodología	Aplicaciones
Mejorar la detectabilidad y resolución resultantes.	Uso de frecuencias múltiples. Métodos de prospección 2.5D y 3D. Procesado de imágenes.	Estudio de estructuras con bajo nivel de señal (p. ej., bajos contrastes o profundas). Estructuras intrincadas.
Mejorar la relación de señal primaria respecto de las señales secundarias y el ruido.	Síntesis de frentes de onda mediante uso de arreglos de emisores y receptores. Aprovechamiento de las propiedades de polarización.	Entornos con alto ruido ambiental y proliferación de señales secundarias (urbanos e interiores). Señales débiles.
Comprobar metodologías. Medir propiedades.	Simulación numérica. Modelado a escala en laboratorio.	Varias (p. ej. estudios del grado de humedad en el suelo).

# Método Georradar

GPR: síntesis de frentes de onda mediante el uso de arreglos de emisores y receptores

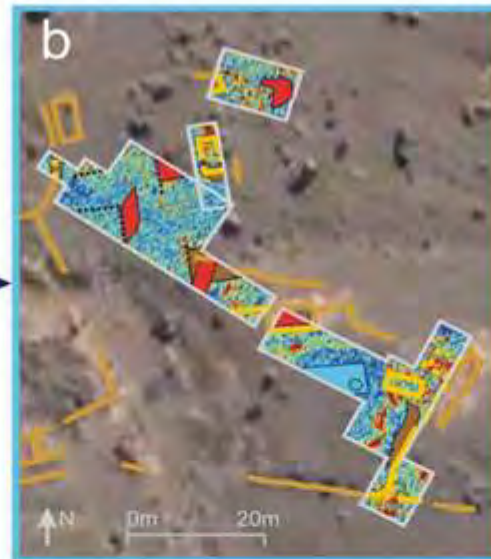


Se busca mejorar la relación de amplitudes entre la señal primaria y el ruido/señales secundarias

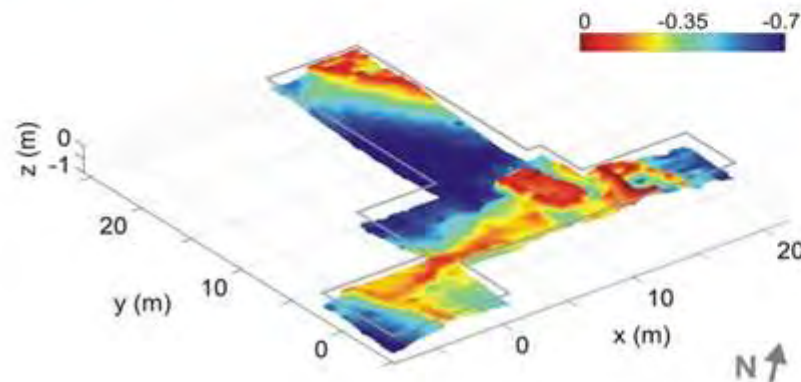
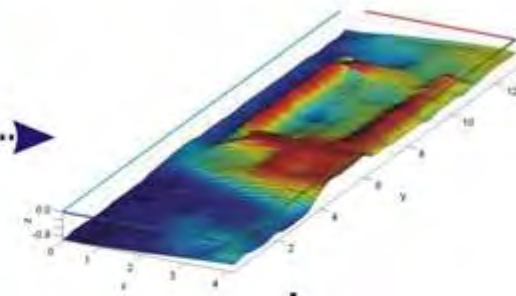




# Método Georradar



GPR: mapeo de estructuras enterradas



Excavación arqueológica

# Inducción Electromagnética



Prospección en la Aduana Taylor, durante los trabajos previos al emplazamiento del Museo del Bicentenario



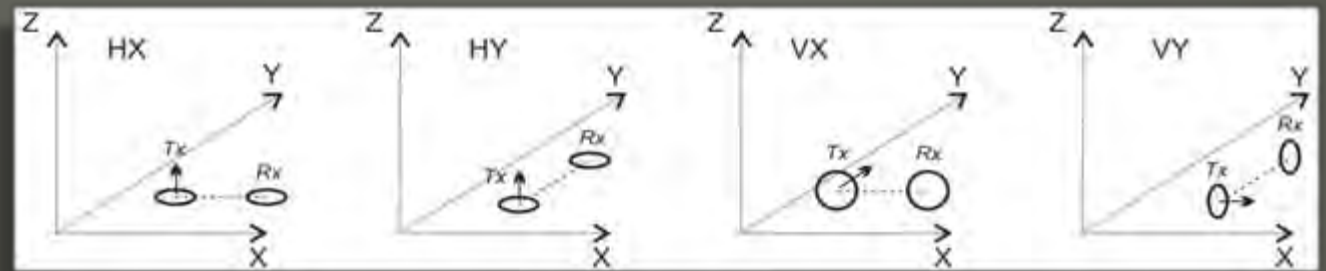
Prospección en un sitio contaminado por petróleo crudo, debido a una pinchadura en un oleoducto troncal



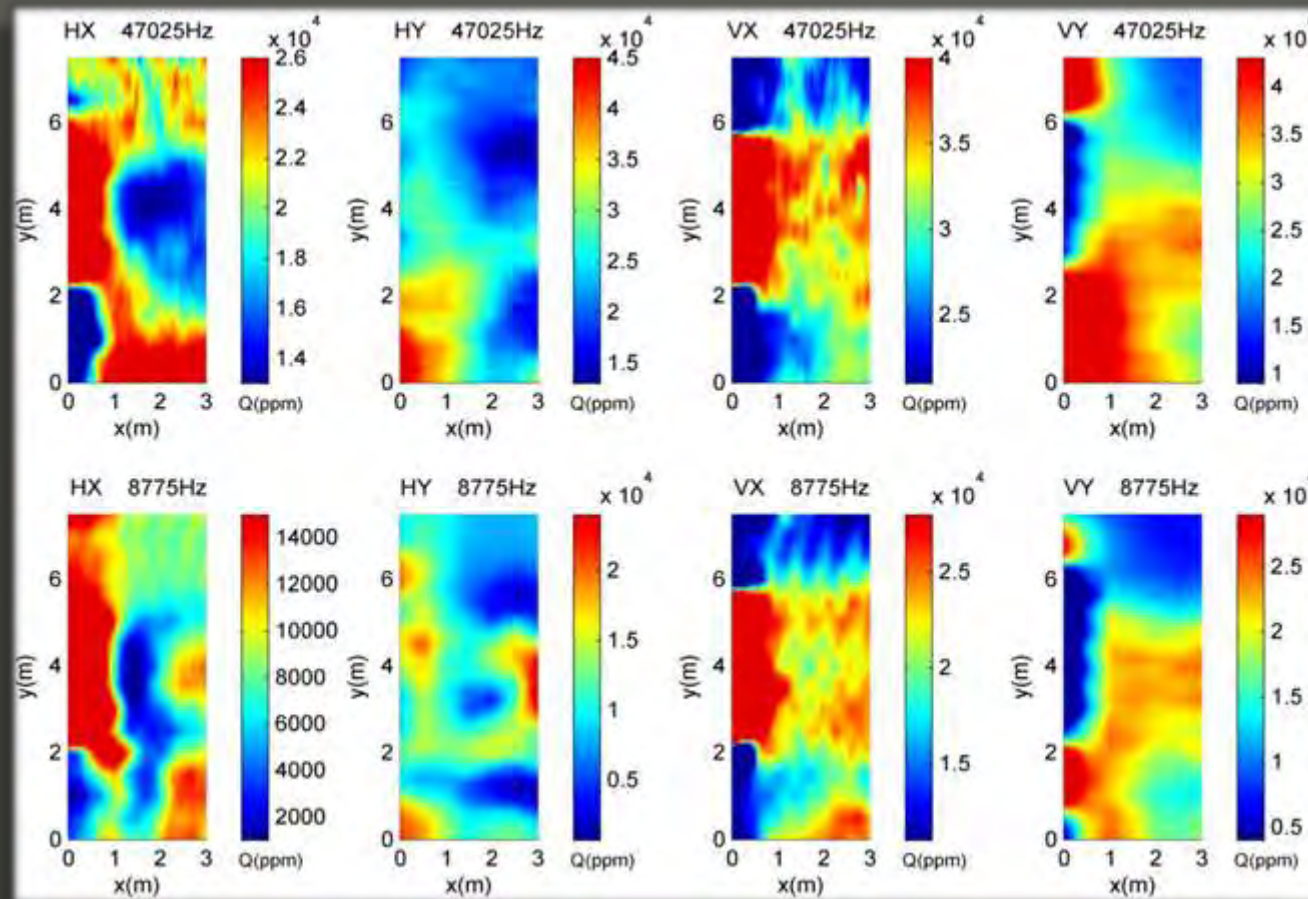
# Inducción Electromagnética

## Líneas de investigación

- Uso de orientaciones alternativas del instrumento, para mejorar la detección y caracterización de estructuras de bajo contraste con el medio y/o de geometrías complejas. También ayuda a discriminar las anomalías reales de las distorsiones causadas por objetos cercanos
- Desarrollo de métodos de filtrado de datos que mejoren la relación señal-ruido. Esto es fundamental cuando se trabaja en zonas urbanas o suburbanas
- Desarrollo de métodos de modelado directo e inverso 2.5D

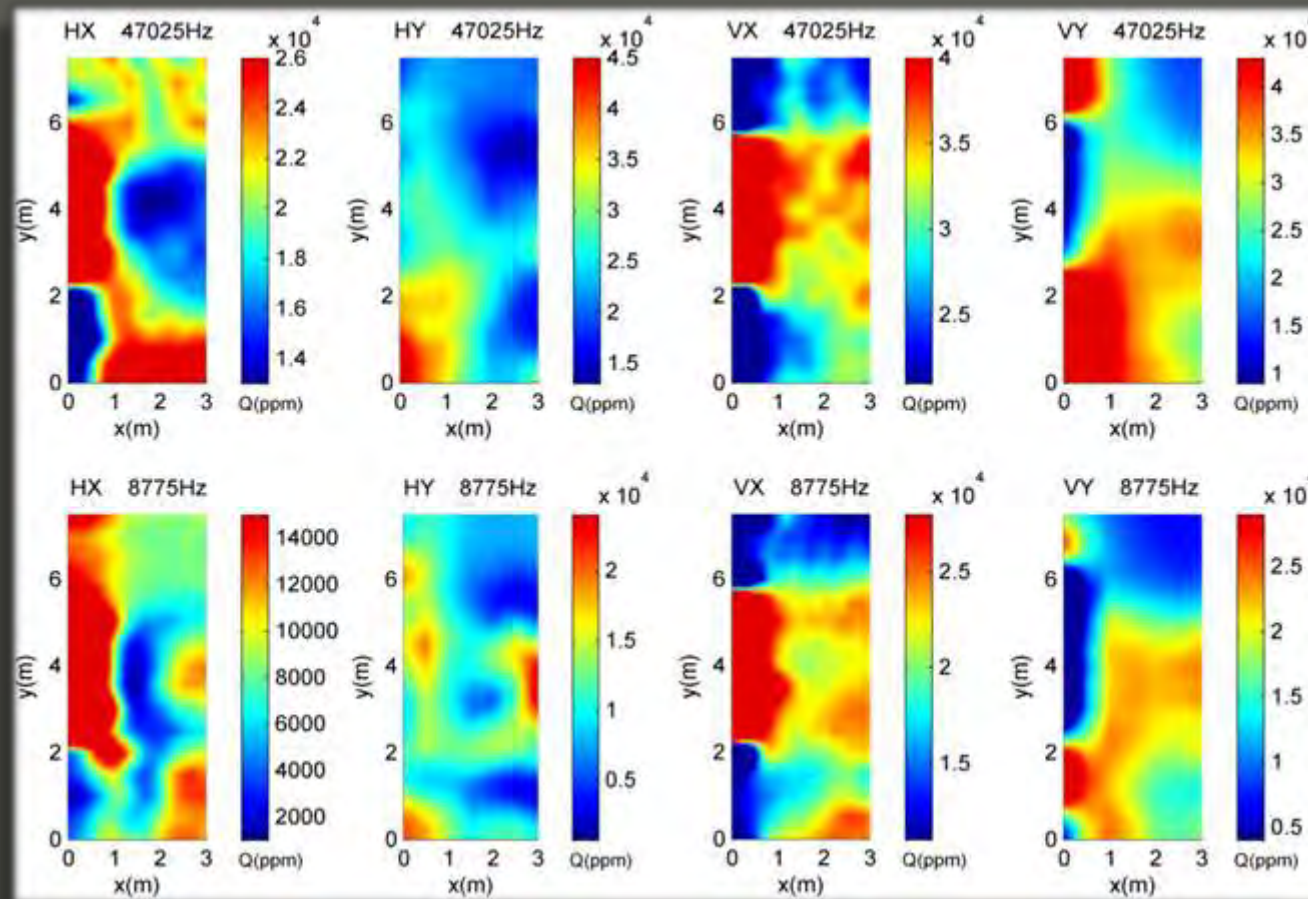


# Inducción Electromagnética



Datos adquiridos en un sector de una industria donde se encontraban enterrados un tanque metálico y una tubería. Para  $0 < x < 1$  m se observan las distorsiones causadas por un portón metálico cercano

# Inducción Electromagnética



Los mismos datos, luego de aplicarles un método de filtrado del ruido electromagnético ambiental desarrollado por el grupo

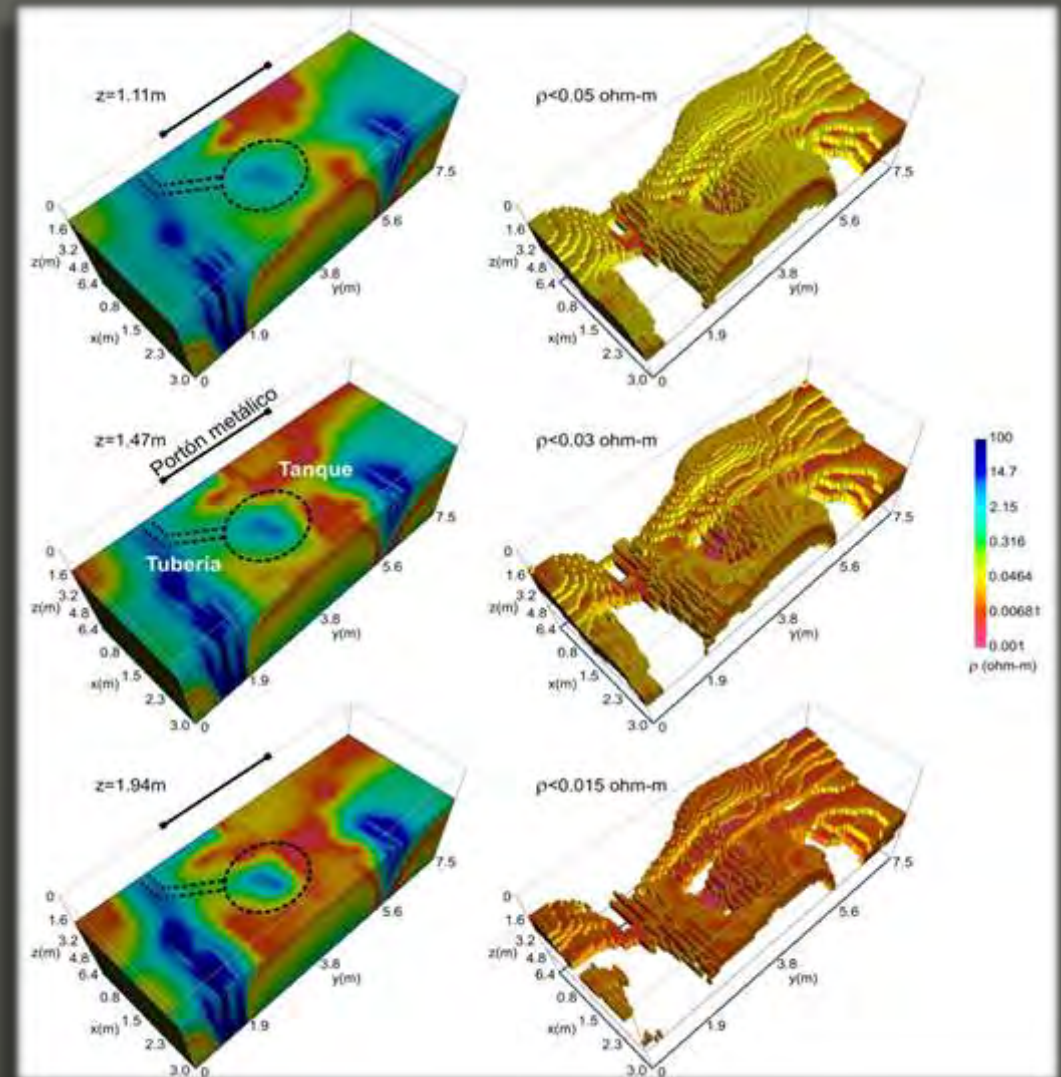


# Inducción Electromagnética

Izq.: Modelo de la resistividad eléctrica del subsuelo obtenido de la inversión 1D de los datos filtrados, correspondientes a la configuración HY

Der.: Volúmenes del subsuelo con mayor conductividad.

Más allá de la distorsión introducida por el portón, el tanque y la tubería pudieron caracterizarse adecuadamente, según se comprobó luego, durante los trabajos de remediación





# Método Geoeléctrico



Mediciones en un suelo  
contaminado por petróleo  
crudo



Prospección en la Manzana de las Luces

# Método Geoeléctrico

---

## Líneas de investigación

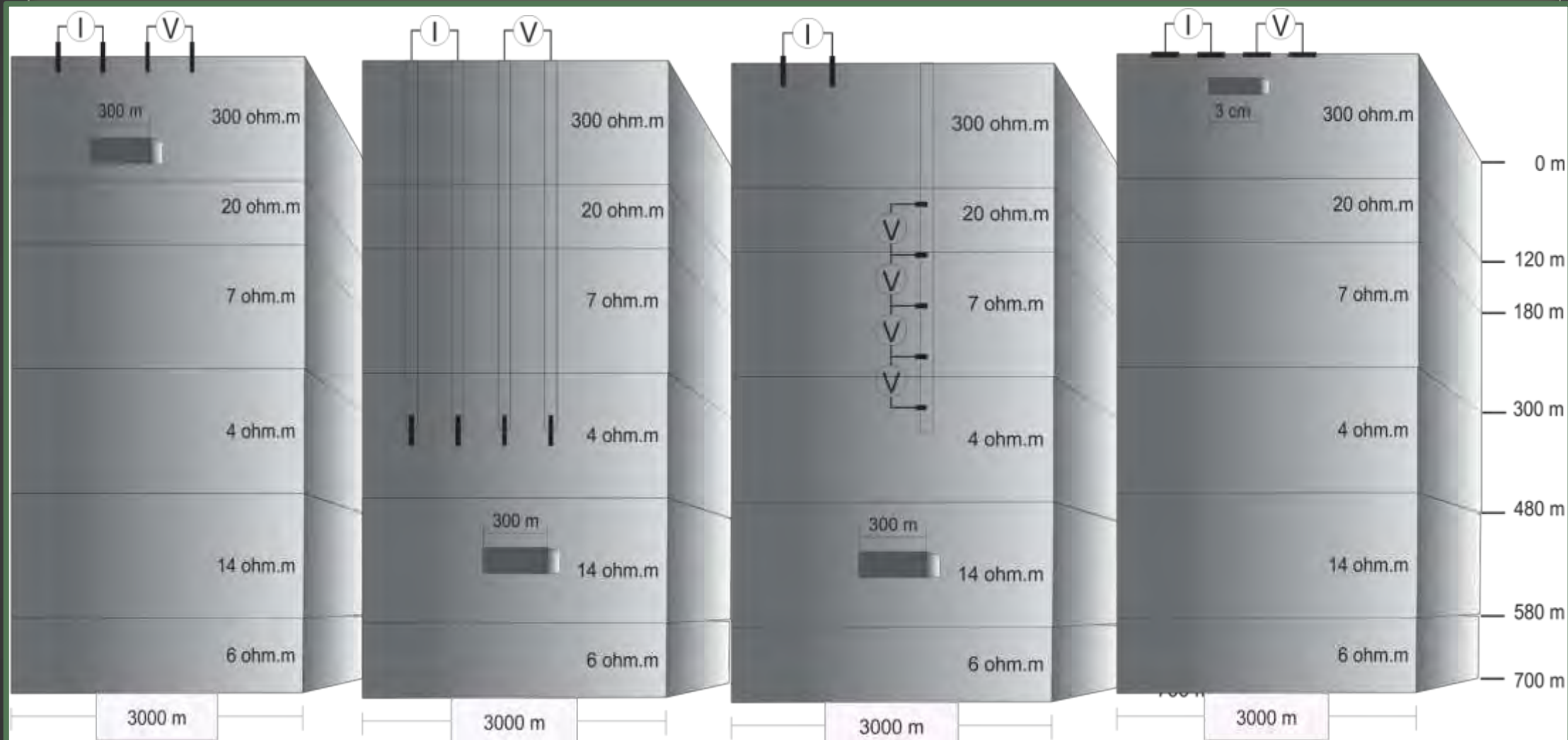
- Desarrollo de equipo de geoeléctrica de contacto capacitivo. Trabaja en un régimen cuasi-estacionario con frecuencias entre 10 y 25 kHz. Desarrollado para investigaciones en zonas desérticas o en lugares donde no se puedan dañar superficies.
- Desarrollo de modelos numéricos 3D de geoeléctrica para encontrar las configuraciones más apropiadas para detectar pequeñas capas de fluidos, con espesores del orden de 10m, en reservorios a profundidades del orden de los 500m. El objetivo es estudiar la factibilidad de detectar y monitorear CO<sub>2</sub> confinado en trampas geológicas y trazadores salinos en reservorios de hidrocarburos con recuperación asistida.



# Método Geoelectrico

Profundidad de investigación  $\approx$  largo total/5

Resolución lateral  $\approx$  separación electrodica/2

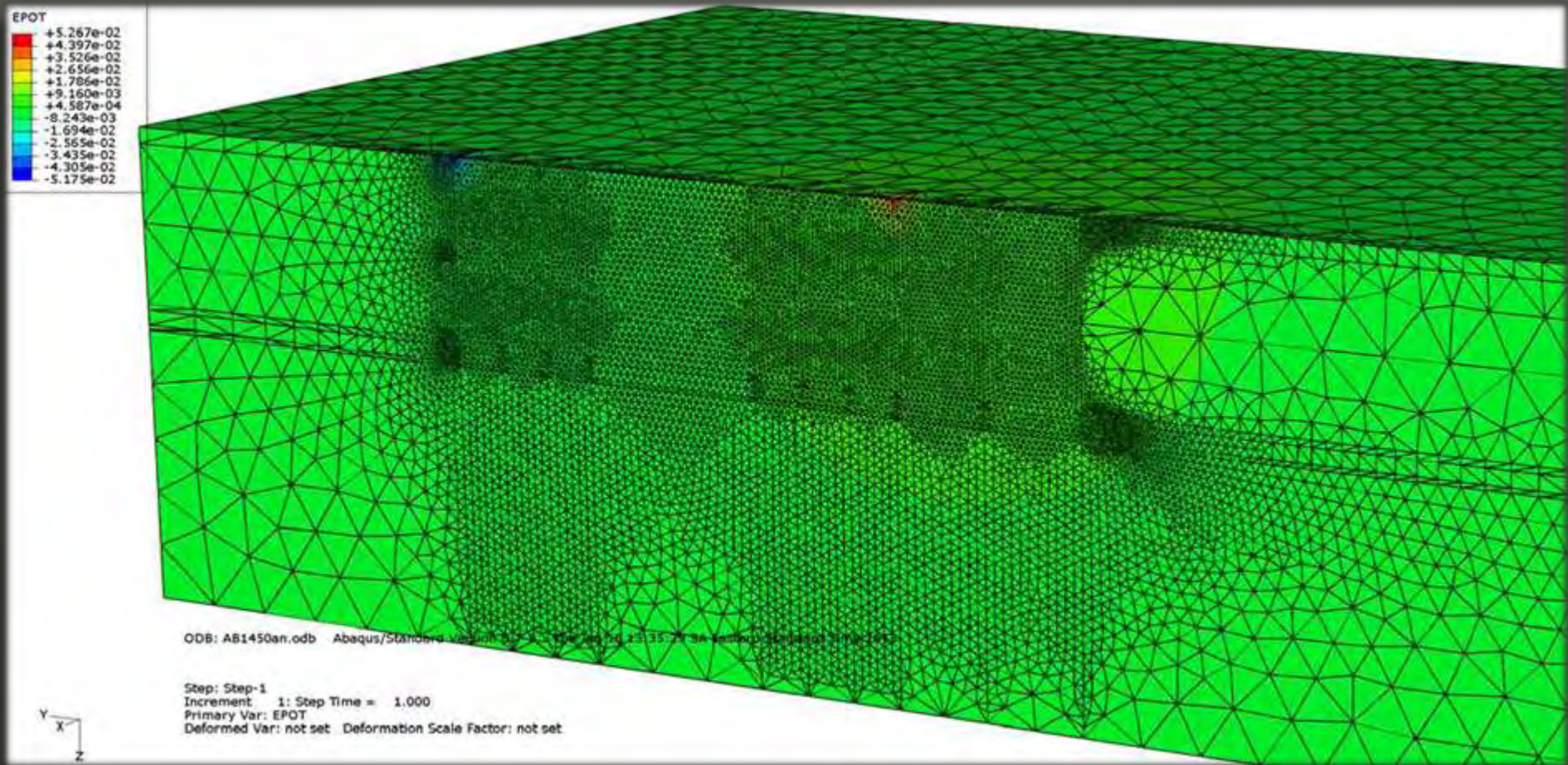


Configuración usual:  
blancos hasta 100m de  
profundidad.

Configuraciones en estudio para  
pequeños blancos a profundidades del  
orden de los 500m

Contacto capacitivo:  
blancos hasta 3m.

# Método Geoeléctrico



Corte de una grilla 3D de elementos finitos correspondiente a cualquiera de los dos ejemplos centrales. Son elementos tetraédricos que permiten mayor densidad en la zona de interés



# Proyectos de Investigación

## **GEOLOGÍA Y GEOFÍSICA DE LA LAGUNA LLANCANELO, REGIÓN DE PAYENIA, MENDOZA**

*En colaboración con la **Dra. Adriana García**, Universidad de Wollongong, Australia; el **Dr. Alejandro Tassone**, Dto. De Geología, FCEN, UBA, y el **Dr. Roberto Violante**, Servicio de Hidrografía Argentina.*

- Relevamientos geofísicos (geoeléctrico y sísmico) del subsuelo hasta los primeros centenares de metros de profundidad para reconocer la distribución espacial de las secuencias estratigráficas, estructuras volcánicas enterradas y rasgos tectónicos que conforman el sustrato de la cuenca sedimentaria.
- Relevamiento regional de carácter geoambiental, de los ecosistemas y de suelos.
- A partir de los datos geofísicos y datos de pozos: estudios específicos sedimentológicos y de los componentes volcánicos y faunísticos, con objetivos paleoambientales, paleoclimáticos, paleolimnológicos y evolutivos.

# Proyectos de Investigación

---

## **DETECCIÓN Y MONITOREO DE FLUIDOS EN MEDIOS POROSOS A MEDIANA PROFUNDIDAD**

*En colaboración con el **Dr. José Carcione**, Director del Depto. de Geofísica del OGS, Trieste, Italia, y el **Lic. Adrián Tichno**, Director de la empresa de geofísica Innovación Tecnológica*

El objetivo del proyecto es investigar la factibilidad de detectar y monitorear CO<sub>2</sub> confinado en trampas geológicas y trazadores salinos en reservorios de hidrocarburos con recuperación asistida, mediante el método geoeléctrico. Para esto, utilizando métodos de modelado numérico 3D por elementos finitos, se analiza qué configuraciones resultan más adecuadas para detectar pequeñas capas de fluidos, con espesores del orden de 10m, en reservorios a profundidades del orden de los 500m,.

# Proyectos de Investigación

---

## **DETECCIÓN Y MONITOREO DE FLUIDOS EN MEDIOS POROSOS A BAJA y MEDIANA PROFUNDIDAD**

*En colaboración con el **Dr. José Carcione**, Director del Depto. de Geofísica del OGS, Trieste, Italia, y el **Lic. Adrián Tichno**, Director de la empresa de geofísica Innovación Tecnológica*

El objetivo general es realizar innovaciones en los métodos de adquisición e interpretación de datos geoeléctricos, EMI y GPR, para mejorar su capacidad de detectar y caracterizar fluidos localizados a profundidades bajas y medianas, con dos líneas particulares de investigación:

- Detección y caracterización de contaminantes en el subsuelo, y estudio de acuíferos someros, incluyendo el mapeo de niveles freáticos, hasta profundidades de 10-20 m
- Detección de trazadores salinos en reservorios de hidrocarburos con recuperación asistida, de profundidades hasta 500-700 m.



# Proyectos de Investigación

---

## **MEJORAS EN LA CARACTERIZACIÓN DE ESTRUCTURAS A PROFUNDIDADES SOMERAS, CON APLICACIÓN A ESTUDIOS AMBIENTALES Y DE PATRIMONIOS CULTURALES**

- Desarrollo de innovaciones en las técnicas de medición, procesado, modelado numérico e interpretación de datos adquiridos con equipos de inducción electromagnética y Georradar, que permitan mejorar la caracterización de estructuras localizadas a profundidades someras.
- Aplicación de los resultados a los casos de estudios ambientales y de patrimonios culturales, realizados en zonas urbanas y suburbanas, en los cuales la aplicación de estos métodos geofísicos es especialmente difícil.
- Análisis de la problemática de los datos adquiridos en recintos cerrados.



# Proyectos de Investigación

---

## **SOCIEDAD Y AMBIENTE DE VALLE Y PUNA-CORDILLERANA DEL OESTE TINOGASTEÑO, CATAMARCA (ca. 5000-500 A.P.)**

*En colaboración con la Dra Norma Ratto, antropóloga de la Facultad de Filosofía y Letras de la UBA, y equipos de otras disciplinas*

- Definición de condiciones ambientales y su impacto en el desarrollo cultural regional, especialmente las relacionadas con variaciones en la disponibilidad hídrica y con eventos volcánicos.
- Caracterización de sitios arqueológicos y su variación en el tiempo en distintas zonas.
- Calibración temporal del proceso ambiental regional y de cambio cultural.

# GRUPO DE FLUJOS ASTROFÍSICOS

La misión del grupo es el estudio de la dinámica de flujos astrofísicos y geofísicos, complementando los enfoques teórico, experimental, observacional y numérico. Cuenta con seis investigadores (cuatro de ellos son profesores del DF) y diez becarios entre doctorales y posdoctorales.

# Temas de interés

---

El grupo cubre un amplio espectro de problemas, tales como:

- Dinámica de fluidos y plasmas
- Turbulencia hidrodinámica y magnetohidrodinámica
- Flujos rotantes y estratificados
- Generación de campos magnéticos
- Turbulencia de ondas



# Aplicaciones

---

Se aborda una variedad de aplicaciones de interés geofísico y astrofísico:

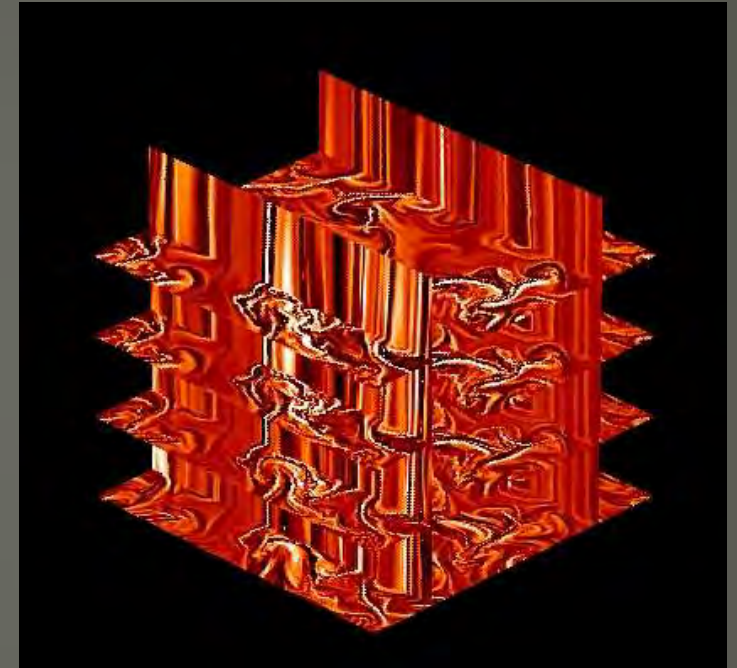
- Flujos interplanetarios (viento solar, ...)
- Magnetosferas planetarias (Tierra, Marte, Saturno, ...)
- Flujos de acreción
- Flujos atmosféricos y oceánicos
- Corona solar (calentamiento, eyecciones de masa coronal, ...)

**HERRAMIENTAS:** Numéricas (códigos propios corriendo en clusters) y observacionales (imágenes satelitales y mediciones in situ).

# EJEMPLOS DE APLICACIONES

Simulaciones numéricas del plasma de la corona solar con códigos desarrollados por nuestro grupo, permiten investigar la aceleración del viento solar y el calentamiento turbulento de la corona.

La imagen de la derecha muestra la distribución de corrientes en el plasma turbulento de la corona solar en una simulación 3D.



Modelamos la topología magnética de erupciones solares y su impacto en el entorno terrestre.

El plasma de estas estructuras es turbulento y magnetizado.

Estudiamos su evolución dinámica en el marco de MHD y teoría cinética.

# Muchas gracias por su atención

---

