

**TERRATUNEL**  
www.terratunel.com



# CURRÍCULUM VITAE

PERFORACIÓN ESPECIALIZADA

2016

**HOUSTON | MÉXICO | PANAMÁ**

Avenida Del Castaño Mza. 21 Lote 05 Smza 313  
Cancún Quintana Roo  
77560



Visítanos:  
[www.terratunel.com](http://www.terratunel.com)

## CONTACTO

**Ing. Alejandro Rendón Alva**

[alejandro.rendon@terratunel.com](mailto:alejandro.rendon@terratunel.com)

**Representante México**

**CONSTRUIR SIN DESTRUIR**

[www.terratunel.com](http://www.terratunel.com)



# CORPORATIVO

**Terrattunnel, S.A. de C.V.**, empresa vanguardista en tecnologías de construcción, con el propósito de innovar día a día. Nuestra filosofía es **“CONSTRUIR SIN DESTRUIR”**; lo que ha forjado un prestigio por más de 25 años.

Terrattunnel empresa líder especialista en la construcción, tiene la finalidad de atender necesidades de infraestructura privada y de gobierno, en los diferentes sectores: Energético y Petroquímica, Infraestructura para Desarrollos Turísticos y Ciudades Sustentables; Infraestructura Portuaria y Aeroportuaria e Industria de la Transformación.

**Terrattunnel SA de CV**, realiza proyectos integrales que llevan desde su conceptualización, estudio, diseño, arquitectura, ingeniería, procedimientos constructivos ecotécnicos, empleando tecnología de vanguardia, para el desarrollo de proyectos urbanos y civiles.

## Servicios:

- Cimentaciones Profundas: Pilas, Pilotes , Micropilotes y Jet Grouting
- Perforación Horizontal Dirigida (HDD)
- Túneles y Microtúneles.
- Hincados de Diámetros Mayores.
- Prospección Geofísica.



# MISIÓN Y VISIÓN

“Somos una empresa sustentable dedicada a ejecutar proyectos especiales y soluciones integrales con tecnología y talento innovador que satisfacen las expectativas del cliente dentro de los mejores estándares de calidad, seguridad y respeto al entorno social, cultural y ecológico.”



# VALORES

- Compromiso:** Actuar de manera responsable, perseverante, disciplinada y firme para lograr los objetivos de la empresa y cumplir lo acordado con nuestros clientes.
- Respeto:** Fomentar relaciones basadas en la confianza y tolerancia hacia nuestros clientes, proveedores, entorno y dentro de la empresa.
- Lealtad y pertenencia:** Vive y comparte la filosofía de la empresa.
- Integridad:** Pensar, Sentir, expresar y actuar en forma congruente; apegandonos a los principios éticos de la empresa, cumpliendo con compromisos adquiridos.
- Institucionalidad:** Trabajar en equipo con metodologías definidas, para brindar un servicio de calidad y obtener resultados satisfactorios.



# PROYECTOS RECIENTES

En los últimos tres años, hemos participado dentro de las principales refinerías de México entre otros:

**Refinería Antonio Dovalí en Salina Cruz, Oaxaca (2014-2015):** Construcción de Laboratorio de Gasolinas Limpias que recientemente hemos concluido con éxito donde se sumaron diversas interdisciplinas tanto civiles, ductos e industriales

**Refinería Lázaro Cárdenas en Minatitlán, Veracruz (Mayo, 2014):** Participación en la primera etapa de reconfiguración de las plantas benceno, etil benceno y ciclo hexano; donde nuestro equipos de ingenieros mecánico e industriales con los geofísico y geotecnistas lograron realizar estudios de campo e ingenierías y demolición con extremas medidas de seguridad que rigen en Pemex para iniciar la cimentación y desplante de la nueva Planta de Reformadora BTX.

**Corredor Transísmico, Golfo de México (2013-2016):** Terratunel está participando desde el 2013 a la fecha, en la interconexión por ductos subterráneos utilizando tecnología de perforación direccional y soldadura robotizada para unir las dos plantas de Pemex (Petroquímica Pajaritos, PMV, Petroquímica Cangrejera con las dos modernas plantas que construye el Grupo Cryoinfra y Planta Etileno XXI (Braskem) para suministrar oxígeno y nitrógeno así como proporcionar energía limpia desde el Complejo Cogenerador de Energía Afranrent.

**Complejo Procesador de Gas, Nuevo Pemex (2015):** Terratunel participa en la primera etapa de reconfiguración de la planta de tratamiento de agua, desarrolla las ingenierías a partir de estudios de campo geofísicos y mecánica de suelos para iniciar la construcción de las nuevas fosas de neutralización y tanques de almacenamiento de sosa cáustica.



**Distribuidor Vial, Poza Rica (2012-2014):** Terratunel realizó la construcción subterránea de las líneas de media y baja tensión con más de 60,000 metros de ductos y cables; con su infraestructura eléctrica, así como también participó junto con la empresa sigma en la fabricación e izaje de travesaños pretensados para construcción de viaductos elevados.

**Desarrollo Recreativo de Parque Xcaret (2006-2016):** Estudios, proyecto y construcción de ductos subterráneos con perforación horizontal dirigida para extender el sistema hidráulico del parque y red de riego. Actualmente se realizan las ingenierías para la construcción de accesos a cavernas y cenotes en su nuevo parque en Valladolid.

**Construcción de Tienda departamental Liverpool, Los Cabos (2009):** Participación en la obra civil, realizando el colado in situ de columnas y prefabricado de travesaños preesforzados para el colado in situ de entrepisos.

**Edificio Corporativo Sustentable Terratunel (2012-2013):** Terratunel construye uno de los primeros edificios sustentables en la Cd. de Cancún, donde se usaron prefabricados con tecnología de concreto aligerado y piro clástico, cimentaciones, azoteas verdes, red de drenaje con biofosas y fuente solar.

**Gasoducto San Luis Potosi (2016):** Terratunel participa en la perforación direccional para construcción de tubería de gas de 24", con una longitud de 800 metros para el libramiento de áreas protegidas.

**Construcción de cimentación de Puente Centauro (2012):** Construcción de Cuarenta y Ocho (48) pilas de concreto armado con acero de refuerzo para cimentación de puente; de 2.00 Metros de Diámetro a una profundidad de Treinta y dos metros (32) Metros

**Pilas de Cimentación para Tren Interurbano México (2014):** Construcción de Cincuenta y Seis (56) pilas de concreto armado con acero de refuerzo para cimentación de estructura ; con un diámetro de 2.50 Metros a una profundidad de Treinta y cinco metros (35) Metros.

**Cimentación Profunda Distribuidor Segundo Piso México- Puebla (2014):** Construcción de Cuarenta y Dos (42) pilas para Cimentación con un diámetro de 2.20 Mts a una profundidad de Treinta y Cinco (35) Metros.



**Aeropuerto Internacional de Cancún, T3 - T4 (2015-2016) :** Terratunel participa en la reconfiguración y ampliación de la terminal T3 con la construcción de un túnel de 36" de diámetro para alojar un ducto de 24" por medio de perforación horizontal Dirigida y la conexión de pozos de rechazo al sistema de chiller del sistema de Aire acondicionado de la Terminal.

En la T4 estamos iniciando con los estudios de campo por medio de prospección geofísica para ubicar la ruta óptima subterránea que unirá la Subestación Eléctrica Nizuc con la T4 con una longitud de 7.2 Km para construir 2 circuitos de Media Tension donde utilizaremos nuestras tres areas especializadas.

A inicios del 2016, **Terratunel** participa en la construcción de 250 pozos de absorción en la Terminal T4 del Aeropuerto.



# SERVICIOS ESPECIALIZADOS





# CIMENTACIONES PROFUNDAS PILAS | PILOTES | MICROPILOTES | JET GROUTING



# CIMENTACIONES PROFUNDAS



En **Terratunnel SA de CV** realizamos los proyectos de construcción de cimentaciones especialmente profundas contando con el equipo y la herramienta necesaria para la excavación y perforación de pilas, pilotes y micropilotes. Además contamos con la experiencia para realizar cajones de cimentación, albercas, cisternas y plantas de tratamiento de agua Potable enterradas.

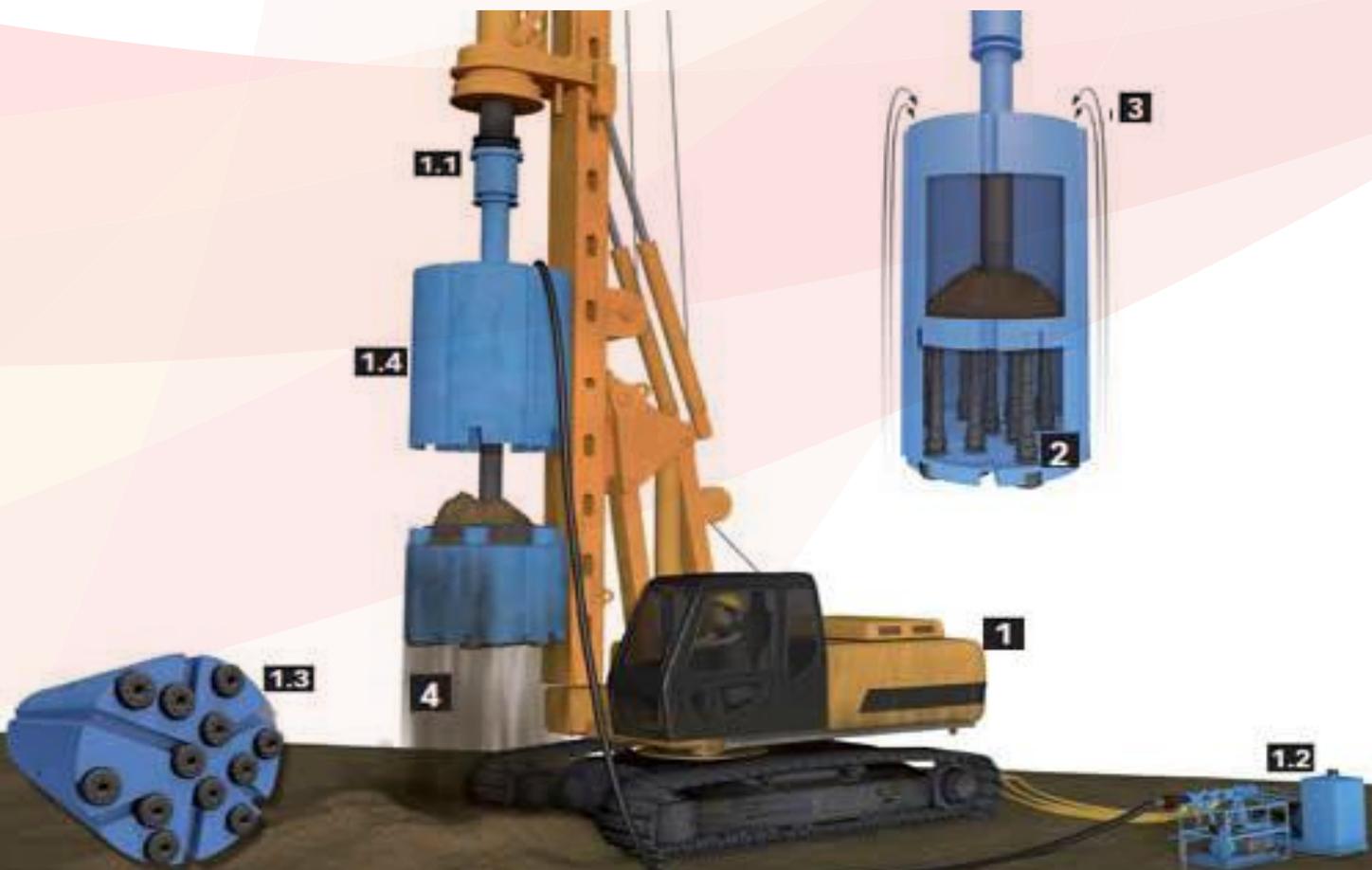




# PILAS

Nuestra división de construcción de cimentaciones está en constante mejoría, hoy por hoy podemos perforar ante diversas condiciones geotérmicas, tales como: rocas fracturadas, rocas de río, subsuelos con oquedales o cavernas, suelos areno-gravosos, etc., gracias a la incorporación de nuestro parque de maquinaria de tecnología , que nos permite el control de perforación.

**Nuestra tecnología de vanguardia nos permite brindar los mejores resultados de calidad y servicio a nuestros clientes.**



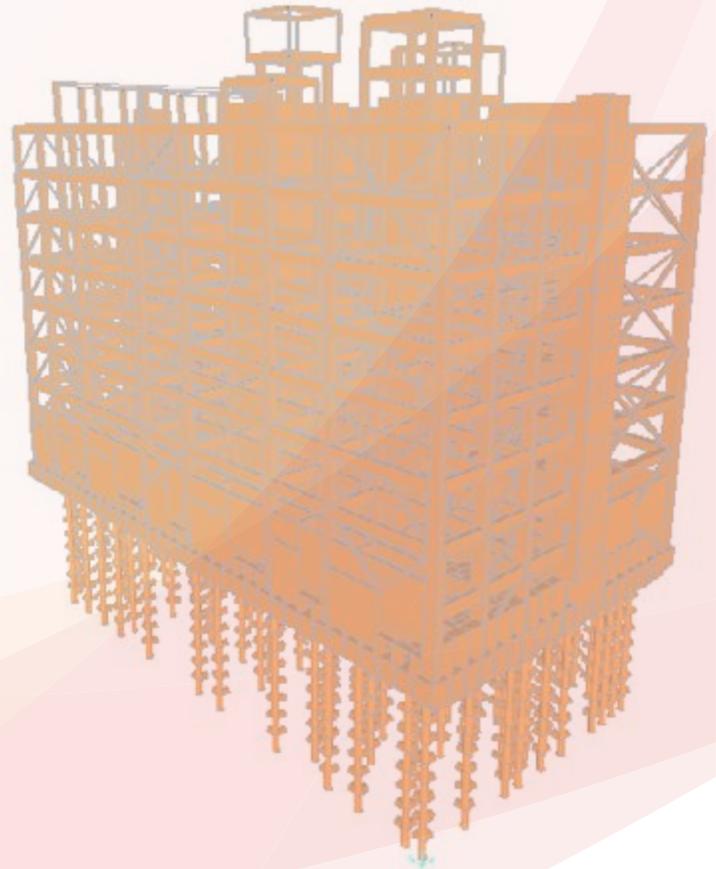
# PILAS DE DIÁMETROS MAYORES



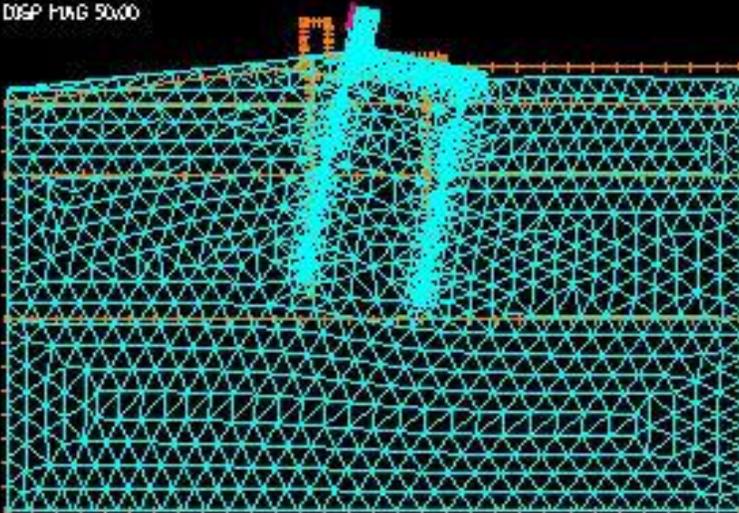
# Tecnología

**Terratunnel SA de CV** cuenta con las mejores máquinas, empleadas a nivel internacional; con ingenieros y arquitectos capacitados para llevar a cabo su proyecto.

**Confiabilidad y Calidad de Trabajo.**



DISP IMG 50x00



SMOOTHED  
EFFECTIVE  
STRESS  
RST CALC.  
TIME 2000

9.750E+05  
8.250E+05  
6.750E+05  
5.250E+05  
3.750E+05  
2.250E+05  
7.500E+04



## Sistema de Pilas, Pilote y Micropilote

**Terratunel SA de CV** líder en el empleo de tecnología de vanguardia para la construcción, introduce a sus sistemas constructivos, las modernas herramientas que permiten llegar a profundidades mayores con los mejores éxitos de estabilidad. Asimismo, con la incorporación de sus equipos Fraste Mito 40, nos ha permitido brindar soluciones a cimentaciones en suelos mixtos.



## FRASTE MITO 40

**Terratunel** cuenta con la nueva Fraste Mito 40 con central hidráulica remota, para cimentaciones especiales como micropilotes, ingeniería civil, anclajes, tirantes, consolidaciones del terreno, exploración minera, rotación con diamante y otros.

La central Hidráulica remota y el pequeño tamaño de la perforadora permite operar en lugares interiores como en lugares abiertos muy limitados y de difícil acceso.



# PROYECTOS

**Proyecto: Construcción de cimentación de Puesto Centauro**

**Localización: Durango (2012)**

**Descripción: Construcción de Cuarenta y Ocho (48) pilas de concreto armado con acero de refuerzo para cimentación de puente; de 2.00 Metros de Diámetro a una profundidad de Treinta y dos metros (32) Metros**



**Proyecto: Pilas de Cimentación para Tren Interurbano México**

**Localización: Carretera México-Toluca (2014)**

**Descripción: Construcción de Cincuenta y Seis (56) pilas de concreto armado con acero de refuerzo para cimentación de estructura ; con un diámetro de 2.50 Metros a una profundidad de Treinta y cinco metros (35) Metros**



**Proyecto: Cimentación profunda Distribuidor segundo piso México-Puebla**

**Localización: Carretera México-Puebla (2014)**

**Descripción: Construcción de Cuarenta y Dos (42) pilas para Cimentación con un diámetro de 2.20 Mts a una profundidad de Treinta y Cinco (35) Metros**



**Proyecto: Construcción de puente en 3er anillo**

**Localización: Aguascalientes, Aguascaliente (2010)**

**Descripción: Construcción de Ochenta y cinco (85) Pilas para Cimentación con un diámetro de 2.50 Metros a una profundidad de Veintiocho (28) Metros**



**Proyecto: Construcción de puente**

**Localización: Guadalajara Jalisco (2011)**

**Descripción: Construcción de Treinta y Dos (32) Pilas para Cimentación con un diámetro de 2.60 Mts a una profundidad de Treinta y Cinco (35) Metros**



**Proyecto: Construcción de cimentación para torre de destilacion**

**Localización: Tuxtepec Oaxaca (2010)**

**Descripción: Construcción de Veinte (20) Pilas para Cimentación con un diámetro de 1.50 Mts a una profundidad de Veinte (20) Metros**



**Proyecto: Construcción de muro pantalla – Fabrica de Vidrio Vetro de Cantabria**

**Localización: Cosamaloapan Veracruz (2010)**

**Descripción: Construcción de un muro de pantalla en el área de maquinas IS haciendo un total de Ciento Dieciséis (116) barrenaciones para inyección de concreto a una profundidad de Quince (15) metros**



**Proyecto: Proyecto Tlalpan**

**Localización: Tlalpan (2015)**

**Descripción: Construcción de Doscientas Cincuenta (250) Pilas para Cimentación con un diámetro de 3.00 Mts a una profundidad de Veinticinco (25) Metros**





# PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA HDD



## DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA SUBTERRÁNEA CON PERFORACIÓN HORIZONTAL DIRIGIDA

La modernización de las comunicaciones en México requirió que la empresa Telmex introdujera miles de kilómetros de cable formado por filamentos de materiales dieléctricos tales como vidrio ó polímeros acrílicos que son capaces de conducir y transmitir impulsos luminosos de uno a otro de sus extremos conocido comúnmente como Fibra Óptica cubriendo todo el territorio nacional con éste nuevo elemento de transmisión.

**Terratúnel** fue copartícipe de ésta actividad realizando la introducción subterránea de los ductos de Polietileno de Alta Densidad (PAD) que alojarían la mencionada fibra óptica alcanzando a cubrir de 1996 al 2012, 25 estados de la república con un poco más de 500 Perforaciones Direccionales y aproximadamente 200,000 metros de ductos de diferentes diámetros en diferentes tipos de terreno. Esta obra no hubiera sido posible sin la participación fundamentalmente activa del área de Perforación Direccional dependiente de la División de Construcción, quienes con equipos y herramientas de última generación y modernas técnicas de perforación se han apegado a la normatividad existente para cumplir en tiempo y forma con los intensos programas de trabajo requeridos.

El área de **Perforación Direccional (HDD)** participó en la modernización de la Riviera Maya en su etapa de transformación de las líneas de conducción eléctrica aérea para su subterranización dando un mejor aspecto a ésta zona cien por ciento turística y sobre todo proporcionar mayor seguridad para el tráfico terrestre logrando un alcance de más de 5,000 mtl de Perforación Direccional y 40 manzanas electrificadas con ductos enterrados.

En 2006, **Terratunel** expande sus servicios a la industria del GAS y PETRÓLEO, esta división de perforación en 10 años a pasado por 3 generaciones en la mejora de tecnología, logrando atender proyectos de mayor complejidad técnica a lo largo del Golfo de México, y en los últimos 2 años participando en la construcción de la moderna industria del gas natural y los gases del futuro: Oxígeno y Nitrogeno (Criogenia).

En el 2016, **Terratunel** obtuvo un alcance de mejora en equipos de perforación de 24,000 a 300,000 libras.

**Terratunel pudo ejecutar túneles perforados para alojar ductos de hasta 36" en longitudes de hasta 1,500 metros sin pozos intermediados.**





# **CORREDOR TRANSÍSMICO-ETILENO XXI** **COATZACOALCOS, VERACRUZ**



## CORREDOR TRANSÍSMICO

El Corredor Transístmico que irá de Coatzacoalcos a Salina Cruz y que unirá el Golfo de México con el Pacífico brindando un tránsito mas competitivo para Asia y Europa detonará el desarrollo de la zona industrial del área Coatzacoalcos, lugar donde se encuentra asentada una Zona Petroquímica de gran importancia nacional.

Para fortalecer el clúster energético de la zona mencionada y de acuerdo con las Reformas Energéticas de reciente aprobación en el país, se estableció en dicha área la empresa hasta ahora más grande de América productora de Polietileno para dar fortalecimiento a la creciente demanda de éste producto a nivel mundial: El Complejo Petroquímico Etileno XXI, que surge como una fusión entre la empresa Brasileña Braskem y la empresa Mexicana Idesa.

Ubicada ya desde ahora, y con amplia visión de crecimiento dentro del proyecto Etileno XXI se encuentra la empresa mexicana Cryoinfra quien ocupa un sitio estratégico para proveer de Oxígeno y Nitrógeno en forma gaseosa a la industria petroquímica ya establecida y cuyos alcances abarcan parte del país en la zona sureste.

Nuestra empresa **Terratunel, S.A. de C.V.** participa dentro de éste gran proyecto, realizando los enlaces terrestres y aéreos para el transporte de Oxígeno y Nitrógeno a través de tuberías subterráneas de construcción “a cielo abierto”, tuberías de construcción aérea a través de racks de líneas existentes de los Complejos Petroquímicos la Cangrejera, Pajaritos (hoy PMV) y Morelos conocido como “Rack Intercomplejos”; así como líneas de conducción de construcción especial tipo HDD (Perforación Horizontal Direccional).

Para poder llegar a la construcción de tuberías de conducción para éste proyecto, fue necesaria la participación de manera importante de nuestra División de Ingeniería de Estudios y Proyectos, la cual se encargó del diseño integral del sistema de conducción, realizando los cálculos necesarios que dieran funcionalidad al proyecto siguiendo las Normas Nacionales e Internacionales de construcción.





# > CRYOINFRA





## CRYOINFRA

La integración de la planta productora de líquidos criogénicos para proveer de gases del aire a los complejos petroquímicos de la zona requirió de un medio de transporte para alimentar O<sub>2</sub> y N<sub>2</sub>, para lo cual se proyectaron dos líneas de tubería: una de 6" de diámetro para Nitrógeno en fase Gas y otra de 8" para Oxígeno en fase gas.

Desde su punto de salida junto al Tanque de Nitrógeno Líquido de la Planta Cryoinfra ubicada junto a la empresa Braskem dentro del Complejo Petroquímico Etileno XXI, hasta su punto de interconexión con el llamado Rack Intercomplejos donde se alojan de forma aérea tuberías de diversos productos de los Complejos Petroquímicos de la zona, las líneas de Oxígeno gas y Nitrógeno gas, realizan un recorrido que cruza por accesos pavimentados, accesos de terracería, vías férreas, pantanos y DDV vigentes de Pemex Gas y Petroquímica Básica, Pemex Refinación, Pemex Petroquímica y otros.



Mapa. Líneas de ductos de Cryoinfra a Complejo Pajaritos (PMV).



La primera etapa comprende de la salida de la planta Cryoinfra del tanque de Nitrógeno líquido de forma subterránea cuya construcción fue realizada “a cielo abierto” y se extiende sólo hasta la barda perimetral de la planta.



La segunda etapa requirió de trabajos combinados de ingeniería civil e ingeniería mecánica para la realización de 50 mochetas distribuidas a un costado del acceso a la planta donde se ahogó en el concreto una placa para realizar las soldaduras de las guías que cada tubo requiere.

La tercera etapa conlleva el uso de las técnicas propias de la perforación direccional debido a que en la trayectoria de la tubería se requirió de cruzar por debajo de algunos obstáculos, a saber: el arroyo Gopalapa, el acceso principal al Complejo Etileno XXI, la espuela de ferrocarril de acceso a la Planta Celanese, la espuela Ferroviaria de acceso a la antigua Planta de Polioles y las vías Férreas que comunican Coatzacoalcos con Chiapas y Tabasco.



La cuarta etapa se desarrolló por el método combinado “a cielo abierto” por 100 m y perforación direccional por 200 m para cruzar nuevamente accesos a plantas y vías férreas hasta llegar a la antigua bodega de la planta Celanese, hoy fuera de servicio.

La quinta etapa comprende desde el punto anterior hasta llegar al Rack Intercomplejos donde las tuberías pasaron por los dos procesos constructivos que hemos mencionado: a cielo abierto y perforación direccional para el cruce de una zona pantanosa, debajo del DDV 33, la Carretera Costera del Golfo tramo Coatzacoalcos - Villahermosa, el acceso para contratistas del Complejo Petroquímico La Cangrejera, nuevamente zona pantanosa, hasta llegar a la interconexión de la línea de Nitrógeno con el Puente 5 del Rack intercomplejos.



Hasta éste punto, las dos líneas de tubería Oxígeno Gas de 8" de diámetro y Nitrógeno Gas de 6" de diámetro, se construyeron de forma paralela. En su llegada al puente 5 del Rack Intercomplejos, la línea de Nitrógeno Gas se conecta a una válvula para integrarse al proceso y la línea de Oxígeno Gas inicia su recorrido de forma aérea a través de dicho rack hasta llegar dentro de las instalaciones del antiguo Complejo Petroquímico Pajaritos conocido hoy como Petroquímica Mexicana del Vinilo (PMV) donde se integra al proceso.

Como es de esperarse, el proceso constructivo a través del Rack Intercomplejos para la línea de Oxígeno, conlleva el hecho de fabricar pieza en taller, transporte y montaje en sitio, maniobras con grúa para montajes, cuidados especiales de seguridad para la soldadura en rack y con líneas de proceso en operación.

Todas las tuberías: montadas en rack o mochetas, subterráneas someras y subterráneas por perforación direccional, se prepararon en nuestro taller de prefabricados ubicado dentro del rancho "Las Palomas" anexo a la Estación Palomas de Pemex. Es ahí donde las tuberías fueron sometidas a procesos de limpieza con chorro de arena a presión de manera interior y exterior con las herramientas adecuadas y aplicación de Primario, enlace y acabado como protección mecánica. Las tuberías de Oxígeno, por la particularidad de éste Gas a reaccionar de manera violenta con residuos de hidrocarburos, fueron tratadas de manera especial realizando limpieza meticulosa en su interior con productos eliminadores de éstos residuos y analizados durante el control de calidad con lámpara de luz ultravioleta para detectar posibles trazas de residuos contaminantes.

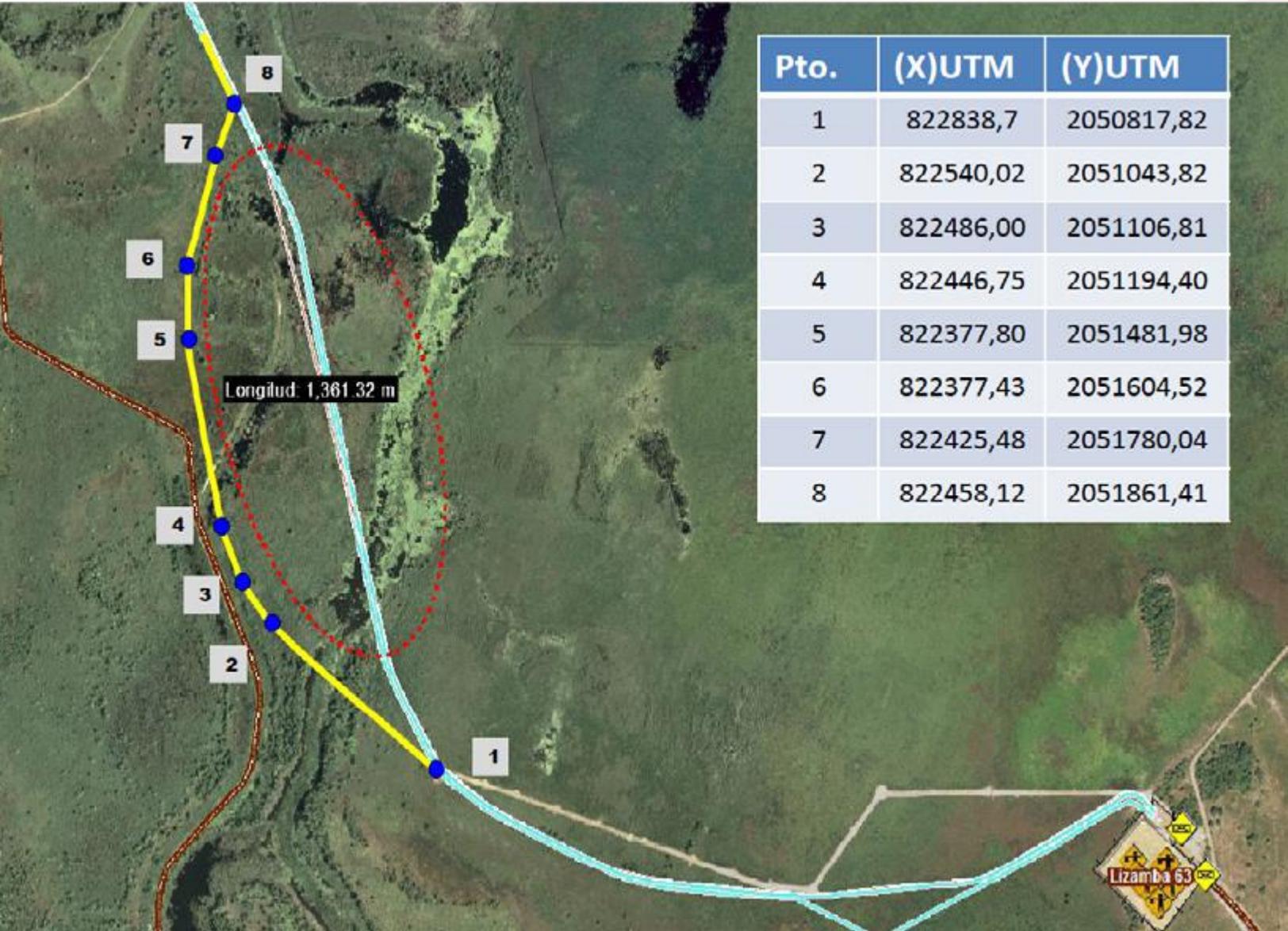
Las capas de pintura en sus tres etapas: primario, enlace y acabado fueron revisadas con Positector para verificar que se tuvieran los espesores requeridos para el servicio al que estarían sometidos los tubos.



Las tuberías que serían enterradas por perforación direccional fueron revisadas antes de alojar el tubo dentro del subsuelo con equipo adecuado detector de continuidad para verificar que el recubrimiento mecánico Tricapa no presentara daños. Las tuberías alojadas en el subsuelo por Construcción a Cielo Abierto fueron revisadas visualmente en toda su superficie para que el recubrimiento exterior FBE (Fusion Bonded Epoxic) no presentara daños.

Todo éste proceso a sido llevado a cabo por Terratunel, S.A. de C.V. siguiendo las normas vigentes para la construcción de ductos.





Pto.	(X)UTM	(Y)UTM
1	822838,7	2050817,82
2	822540,02	2051043,82
3	822486,00	2051106,81
4	822446,75	2051194,40
5	822377,80	2051481,98
6	822377,43	2051604,52
7	822425,48	2051780,04
8	822458,12	2051861,41

# CONSTRUCCIÓN 4KMS PARA OLEGASODUCTO LIZAMBA





# TÚNEL AGUAS DE RECHAZO TERMINAL T3 AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CANCÚN



## ASUR

En el 2014, el Aeropuerto Internacional de Cancún, autoriza ampliación debido a la demanda de pasajeros que movilizó a 17 millones y aumentará su capacidad a 25 millones.

La construcción de una nueva terminal para el Aeropuerto Internacional de Cancún, en 54 hectáreas de terreno concesionadas al Grupo Aeropuertos del Sureste (ASUR), fue autorizada en materia ambiental, por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat).

En el 2015, para habilitar la ampliación de la Terminal T3 - T4, se requiere una sistema de aire acondicionado. Las perforaciones a cielo abierto producen un panorama de desorden que causa mala presentación para el Aeropuerto Internacional de Cancún, adicional a que se cerrarian los accesos; por ello se contrataron los servicios de la empresa Terratunel SA de CV para hacer una cruce direccional Horizontal Dirigida, que cubra las necesidades que se requieren para habilitar el sistema de aire acondicionado.

La instalación de tubería de 24 " para el sistema de AA, en un medio urbano con alta densidad de tráfico, espacio restringido con ductos subterráneos existentes, rellenos urbanos, (suelos, cascajos, rocas, concreto, etc.) por método de perforación horizontal dirigida, consiste en la localización de servicios urbanos, por oscultacion física, por medios electrónicos, con los métodos GPR y/o RD 4000, y geofísica eléctrica, calas y localización topográfica, GPS.



## GEOFÍSICA

Mapeos con gpr ayudan a encontrar líneas que no están registradas o donde sus registros han quedado ocultos bajo varias capas de concreto de las vialidades, los cambios de rumbo de los ductos o bien a detectar las capas de rellenos superficiales u estratos inestables, consiste en caminar con un carrito y geófonos que emiten ondas de radio que chocan con las diferentes densidades de los suelos o estructuras rígidas de los tubos, que al rebotar traen información del subsuelo, con la ayuda se personal especializado y software se analiza la información recabada y en algunas ocasiones es empleado el método de búsqueda de ductos o conductos metálicos con el equipo RD400, que consiste en localizar por frecuencias de radio, la dirección y profundidad de una fibra óptica, un tubo de acero o un cable de corriente eléctrica.

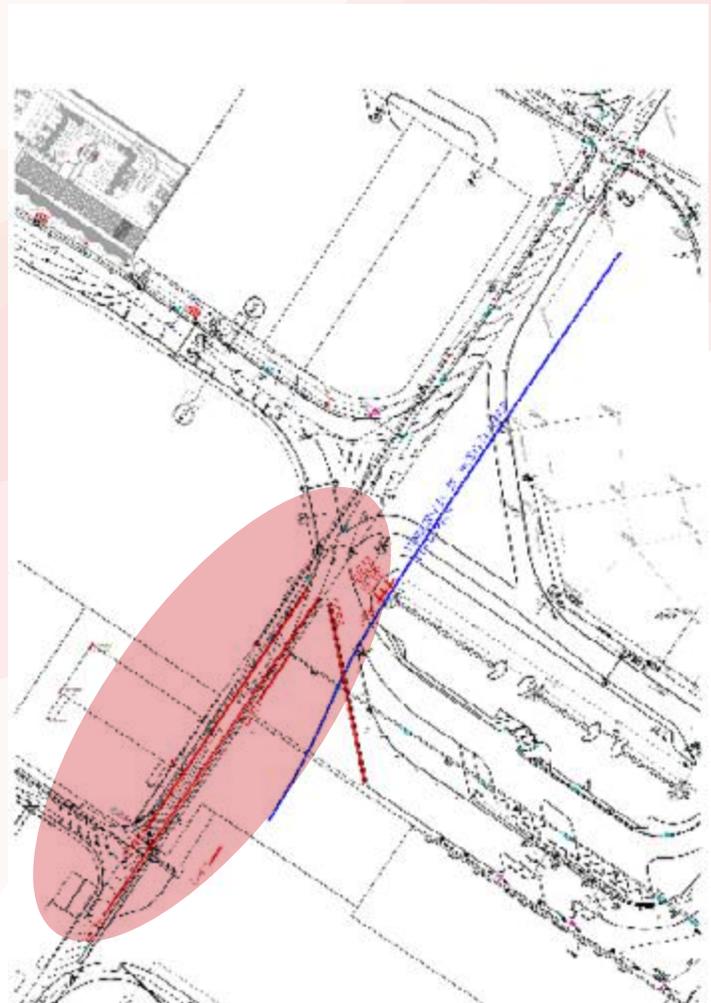


Figura2. Localización de Líneas de GPR y tomografía de resistividad.

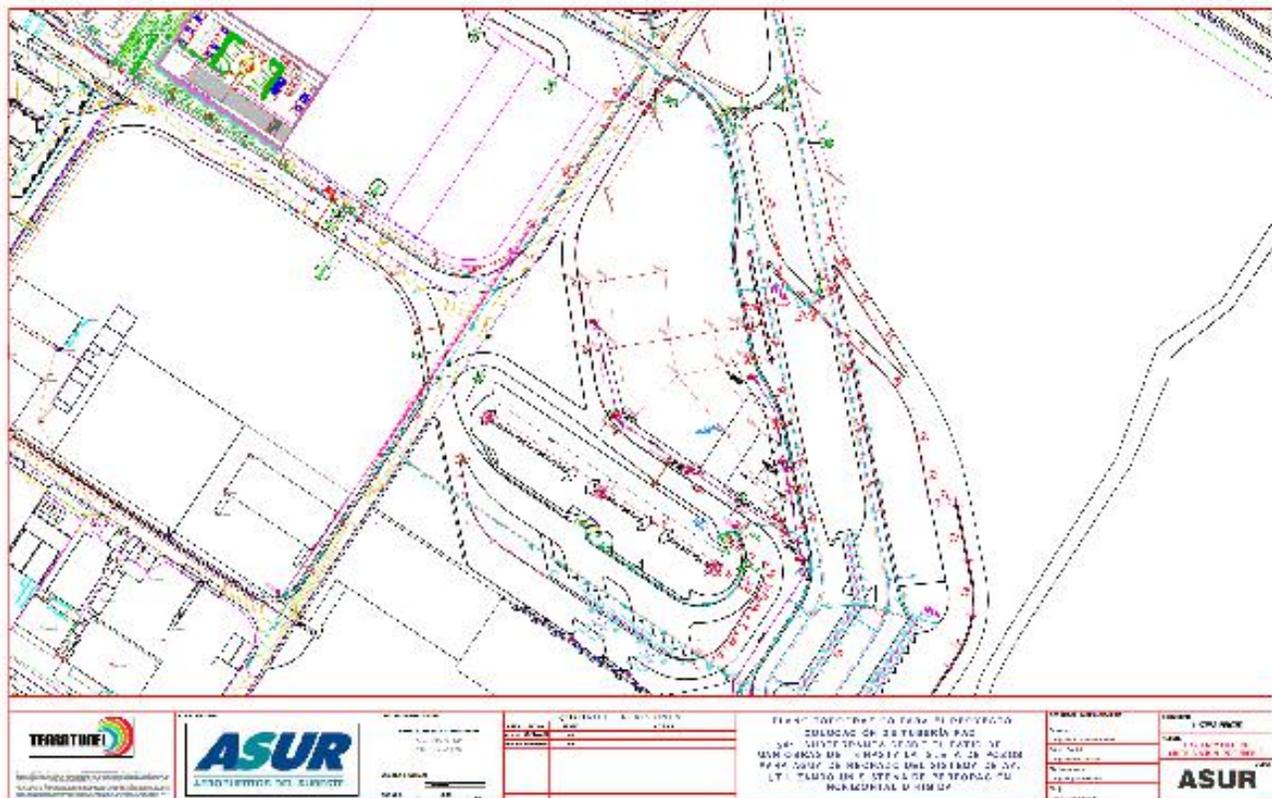


## TOPOGRAFÍA

Esta representación tiene lugar sobre superficies planas, limitándose a pequeños aumento de terreno.

Los mapas topográficos usan el sistema de representación de planos acotados, mostrando la parte más alta del terreno usando las líneas que conectan los puntos con la misma cota, que es el número que en los mapas indica la altura de un punto sobre el nivel del mar o sobre otro plano de nivel con denominadas curvas y dicen que el mapa es topográfico, es el que estudia la distribución de la parte más alta de la superficie de la tierra.

La topografía se encarga de describir de una forma muy detallada la superficie de un terreno, pero no solo se limita a realizar la elevación de campos en los terrenos sino que posee componentes edición y redacción cartográfica, que se encarga de estudiar las elaboraciones de los mapas geográficos.





## MÉTODOS ELÉCTRICOS

Tomografía Eléctrica Resistividad (ERT, siglas en inglés).

El método eléctrico es frecuentemente usado en estudios en donde se pretende saber qué tipo de litología se tiene, pero también ayuda a detectar tuberías y cimentaciones enterradas, todo esto dependiendo de las dimensiones de las mismas y el arreglo que se use.

## MARCO TEÓRICO DEL MÉTODO ELÉCTRICO CON TÉCNICA DIPOLO – DIPOLO

Dentro de los métodos eléctricos existe la técnica de Tomografía Eléctrica Resistividad (ERT, por sus siglas en inglés). Las imágenes de ERT son un método geo eléctrico que mide la variación de la resistividad en 2 dimensiones.

La forma de obtener una imagen es a través de un barrido o escaneo horizontal del subsuelo a una profundidad constante ( $n=1$ ) y a un espaciamiento de electrodos también constante ( $a$ ), este escaneo se realiza a lo largo de toda la línea de muestreo (longitud de la imagen). Posteriormente se incrementa el semiespacio de muestreo ( $n=2$ ), y nuevamente se escanea de manera horizontal toda la línea de medición. Este procedimiento se realiza de manera iterativa  $n$ -veces, hasta alcanzar la profundidad deseada (Figura 1).

En este caso, se utilizó la modalidad de tomografía eléctrica con un arreglo electródico denominado DIPOLO – DIPOLO.

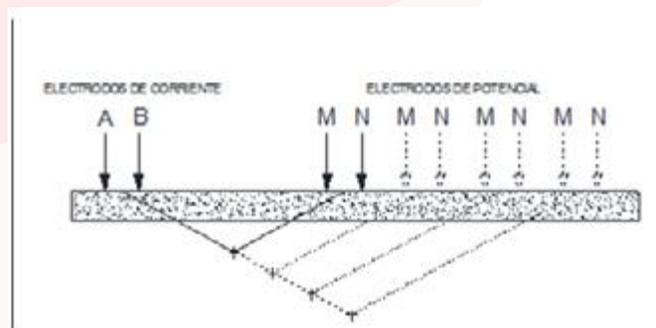
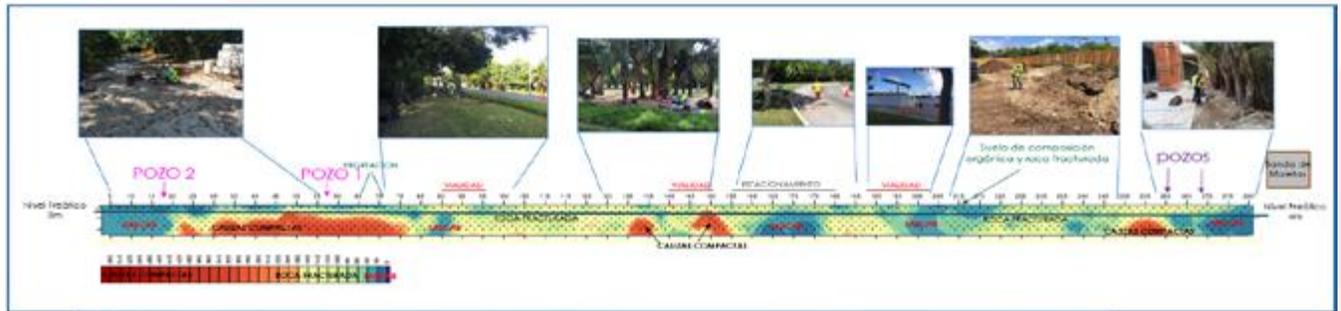


Figura1. Arreglo DIPOLO – DIPOLO para la construcción de imágenes de Tomografía de Resistividad Eléctrica.







## MÉTODOS GPR

(Radar de Penetración Terrestre)

Esta técnica se basa en la emisión de ondas electromagnéticas y el análisis de las reflexiones que se producen en las discontinuidades del subsuelo. Estas discontinuidades son el resultado de los cambios en los parámetros electromagnéticos del terreno: conductividad, permitividad eléctrica y permitividad magnética.

Los datos obtenidos son registrados directamente en un equipo informático en forma de reflexiones donde pueden ser visualizados casi en tiempo real durante las labores de prospección, las reflexiones registradas a lo largo de un perfil se presentan en un Radargrama que es un corte vertical del perfil registrado donde se pueden observar las anomalías detectadas.

Las antenas presentan amplios rangos de penetración ya que ésta no solo depende de la frecuencia (cuanto mayor es la frecuencia más resolución obtendremos y menor penetración) sino también de las características del medio.

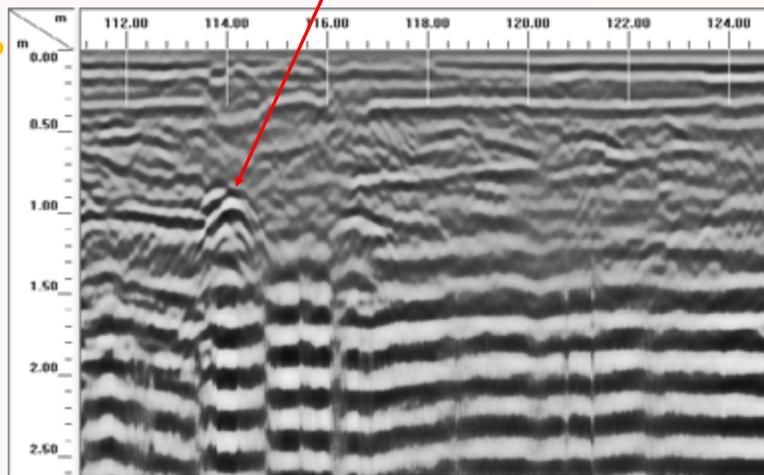
### OBJETIVO

Con el método eléctrico se pretende determinar las propiedades eléctricas del subsuelo, realizando tendidos con la técnica Dipolo-Dipolo, con separación de electrodos de 3m para profundidad y con separación de 2.5m para obtener información a detalle de los primeros 7m; esto con la finalidad de obtener la de las propiedades eléctricas del subsuelo y asignarle una interpretación litológica.



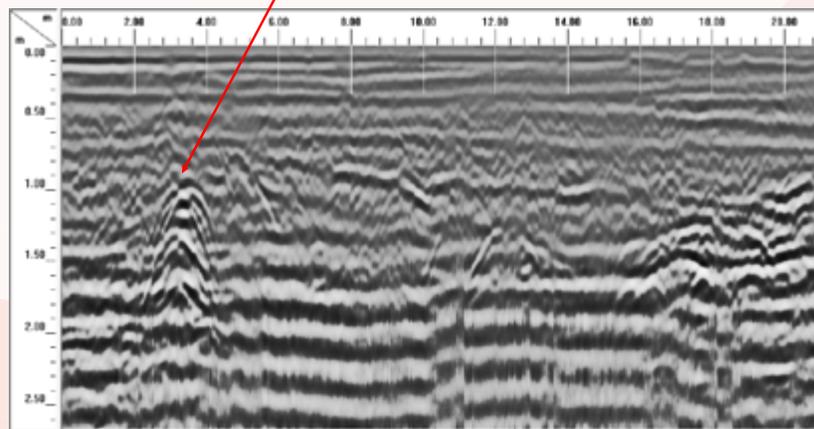
**Detección de Tuberías**

L5\_6



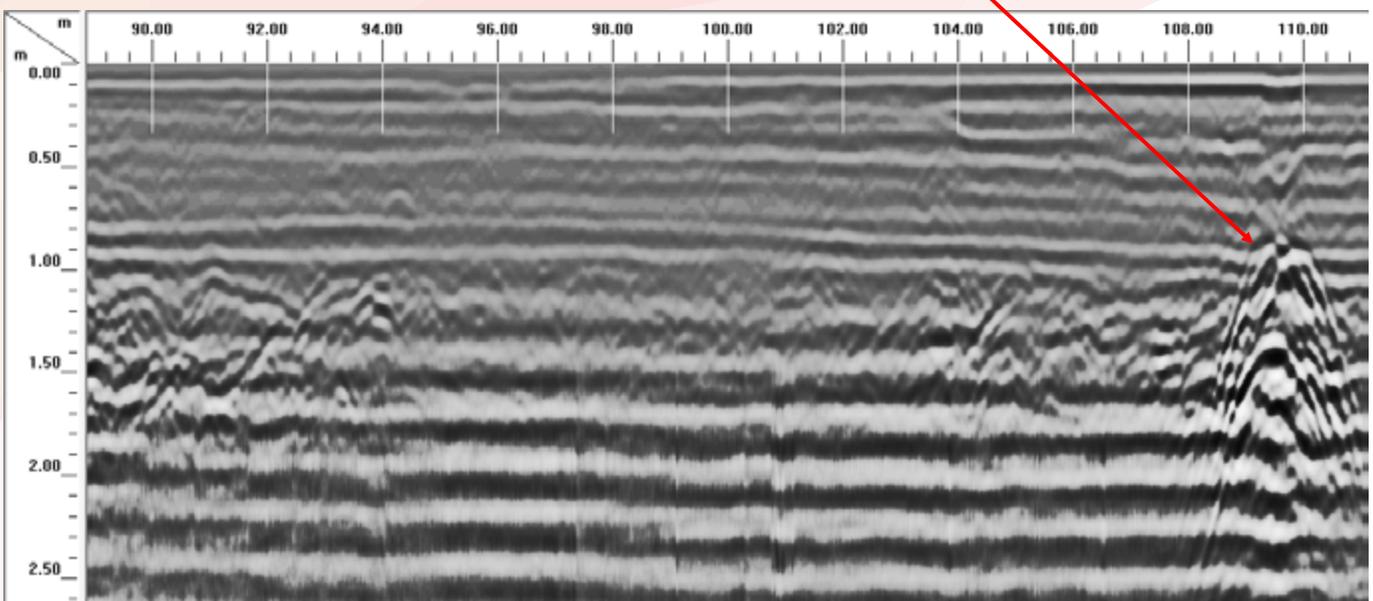
L6\_1

**Detección de Tuberías**



L6\_5

**Detección de Tuberías**



## RESULTADO

En las figuras L5\_6, L6\_1 y L6\_5, se observa una continuidad en la cual se puede presenciar protuberancias, las cuales se identifican como tuberías, en profundidades no más de 3 metros; esto realizado con GRP interrogador EZ, que permite visualizaciones de 2.5 a 3 metros de profundidades con 400 MHz.

Con los resultados obtenidos se toma la decisión de pasar barreno por debajo de los 3 metros.



## INICIO Y PROCESOS DE PERFORACIÓN HDD







# DISTRIBUIDOR VIAL POZA RICA



## ALCANCES Y ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE INGENIERÍA ELÉCTRICA PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO DE LA OBRA SUBTERRANIZACIÓN DE LA RED ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN DEL DISTRIBUIDOR VIAL POZA RICA; DE ACUERDO A “NORMA DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS SUBTERRÁNEOS CFE-BMT-EOCEMAH

### ANTECEDENTES

Como obra complementaría de la obra del distribuidor vial Poza Rica se hace necesaria la subterranización de las líneas aéreas, toda vez que esta interfieren en el trazo de la estructura del distribuidor.

De acuerdo con el apartado de generalidades de la norma Distribución - Construcción de sistemas subterráneos norma-CFE G, se define como una Línea subterránea aquella constituidas por uno varios cables alojados bajo el nivel de terreno natural, que forman parte de un circuito de distribución eléctrica.

### OBJETIVO

- Inferir la ubicación de tuberías y posible infraestructura subterránea. A fin de planificar el posible desvío de líneas y realizar mejoras en el proceso constructivo minimizando sus riesgos.
- Identificar estructuras antropogénicas como tuberías y registros que tienen el potencial de afectar la correcta ejecución de las perforaciones direccionales proyectadas en la zona.
- Realizar las recomendaciones pertinentes para la perforación direccional en la zona de estudio.



## JUSTIFICACIÓN

Con la realización de estos trabajos mantendremos e incrementaremos la Política de Seguridad Institucional de la contratante Pemex, logrando tener nuestras instalaciones dentro de la Normatividad vigente y protegiendo el entorno social y ecológico; así también como prevenir posibles contingencias y brindando mayor seguridad a los bancos de ductos instalados. Tendremos la seguridad de cumplir en tiempo y forma los programas pactados, y las consideraciones de seguridad que el proyecto amerita.

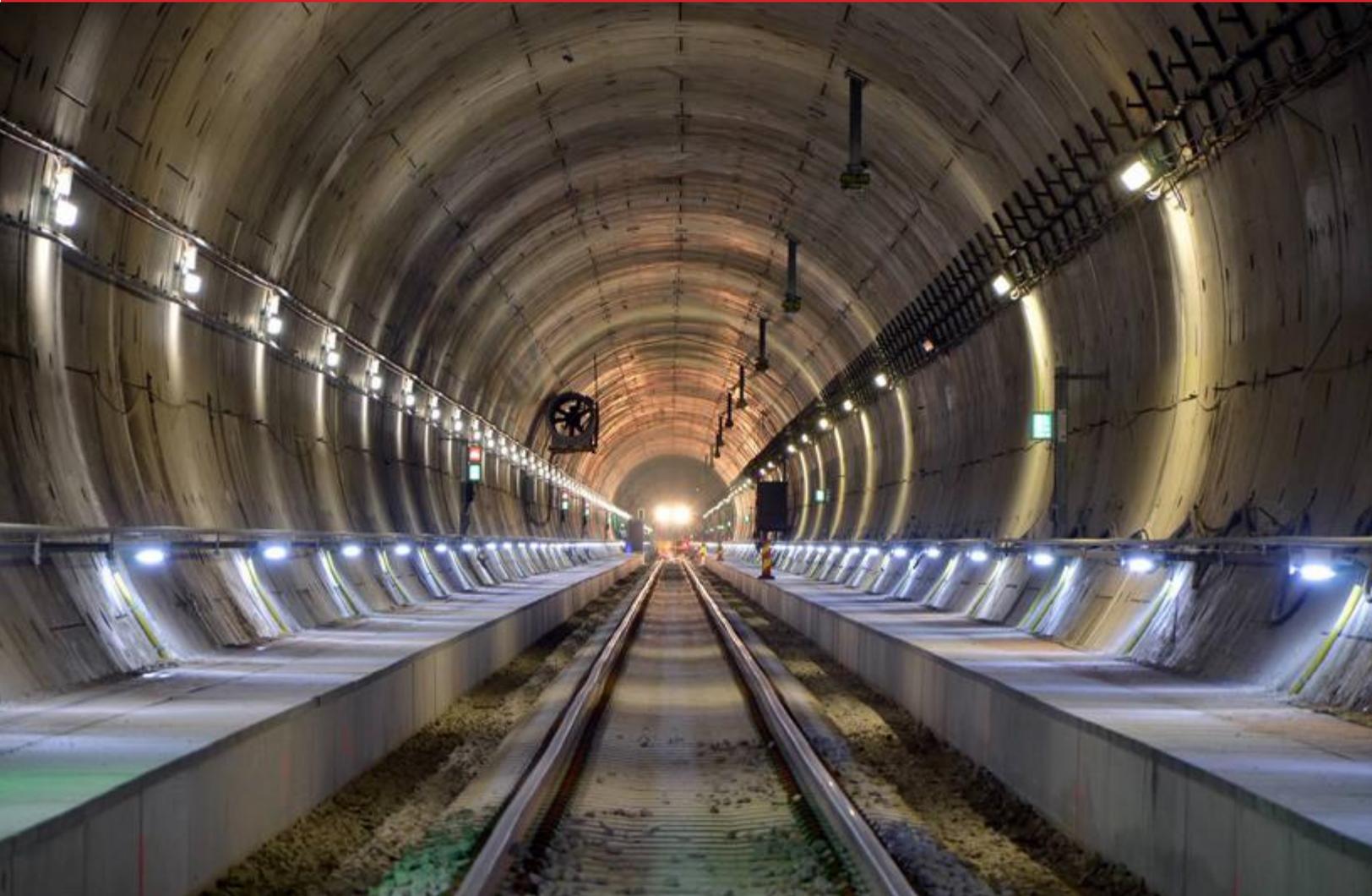
## CONSIDERACIONES GENERALES

Los levantamientos de prospección geofísica se apegaran a los siguientes criterios:

1. Los trabajos se realizarán con el equipo de sistema de radar de penetración en el terreno (GPR) Interragator EZ de Vermeer.
2. El radar utilizado cuenta con una antena de 400 MHz, rueda codificadora, empuñadura y unidad de control que se despliegan en un carro plataforma que cuenta con 4 ruedas. La resistente unidad de control, montada en la parte superior de la empuñadura del carrito, contiene el sistema electrónico de radar y la interfaz de GPR, y la controla el sistema además de recopilar datos.
3. Dependiendo de las condiciones del suelo, el sistema de GPR puede detectar y registrar la ubicación de conducciones de hasta 2.5 cm (1 pulgada) de diámetro de profundidad de 1m (3 pies) y conducciones de mayor diámetro hasta profundidades de 6 metros (20 pies).
4. Los levantamientos serán realizados de acuerdo a las necesidades que presentaron durante la perforación direccional de los diferentes cruces, al avance y a las prioridades de proyecto.
5. Debido al tránsito vehicular en la zona urbana, los levantamientos se proponen en un horario nocturno entre las 23:00 y 5:00 hrs de la madrugada.







# TÚNELES Y MICROTÚNELES



## TÚNELES Y MICROTÚNELES

La construcción de túneles y microtúneles en **Terratunel SA de CV** ofrece tantos beneficios a los elementos construidos con el sistema de **Perforación Horizontal Dirigida** o implementando las nuevas tecnologías de **Direct Pipe** que sin duda será empleado en muchos elementos estructurales cada vez por más personas.

Debido a las grandes ventajas en cuanto a costos, instalación y funcionalidad el sistema, puesto que es especial para grandes luces y cargas. Esto no quiere decir que sea en su totalidad.

Son muchos los aspectos que debemos tener en cuenta para la realización de obras de construcción, normas, especificaciones, en fin tenemos el camino delimitado por el cual debemos transitar.

Podemos elegir entre varias opciones para cada parte de nuestra construcción, con el fin de cumplir requerimientos del propietario y la obra en sí. La elección depende de las condiciones climáticas, de los suelos, y especialmente sísmicas.





# TECNOLOGÍA DIRECT PIPE



## DIRECT PIPE

La tecnología de Direct pipe es un nuevo método desarrollada para la instalación directa de líneas de tubo prefabricadas combinando elementos y avances de tecnologías ya desarrolladas del microtuneleo y el horizontal directional drilling, Esta innovadora tecnología esta diseñada para alinear líneas de tubo en cualquier tipo de suelo.

Con el nuevo método de Direct Pipe la perforación del pozo y la introducción del tubo se hacen en un solo paso, el tubo es soldado y probado en la superficie, y después es lanzado con la empujadora de tubos.





## FUNCIONAMIENTO

El tubo es acomodado en un lanzador a media superficie el cual esta configurado horizontal y verticalmente en soportes y anclas, si es necesario estas pueden ser inundadas en agua con un sello especial.

El controlador esta instalado en una cabina a un lado de la lanzadora desde ahí el operador es capaz de controlar y dirigir el movimiento del tubo.

Los tubos están asentados en rollers para facilitar el movimiento hacia el lanzador, la linea de tubo esta soldada al final de la maquina de direct pipe.

Una vez iniciada la maquina empuja el sello del lanzador y empieza a excavar alineadamente, el truster empuja tanto al tubo como a la maquina de direct pipe, esto reemplaza el método de jacking frame que es usado para procesos de microtuneleo.

La pinza hidráulica que esta cubierta con caucho vulcanizado aprieta el tubo y lo introduce segmento a segmento al subsuelo todos las líneas de lubricacios y de bombeado de lodos asi como las líneas de energía y navegación están situadas dentro del tubo.





**HERRENKNECHT**



**Tunnelling Systems**

# TECNOLOGÍA Y ALIANZAS PIPE EXPRESS







# HINCADO DE DIAMETROS MAYORES



## HINCADOS DE DIÁMETROS MAYORES

*Terrattunel SA de CV*, emplea estos elementos constructivos utilizando cimentaciones en obras, que permiten trasladar las cargas hasta un estrato resistente del suelo, cuando este se encuentra a una profundidad tal que hace inviable, técnica o económicamente.

Se utiliza una camisa (tube metálico a modo encofrado), que evita que se derrumbe la excavación.

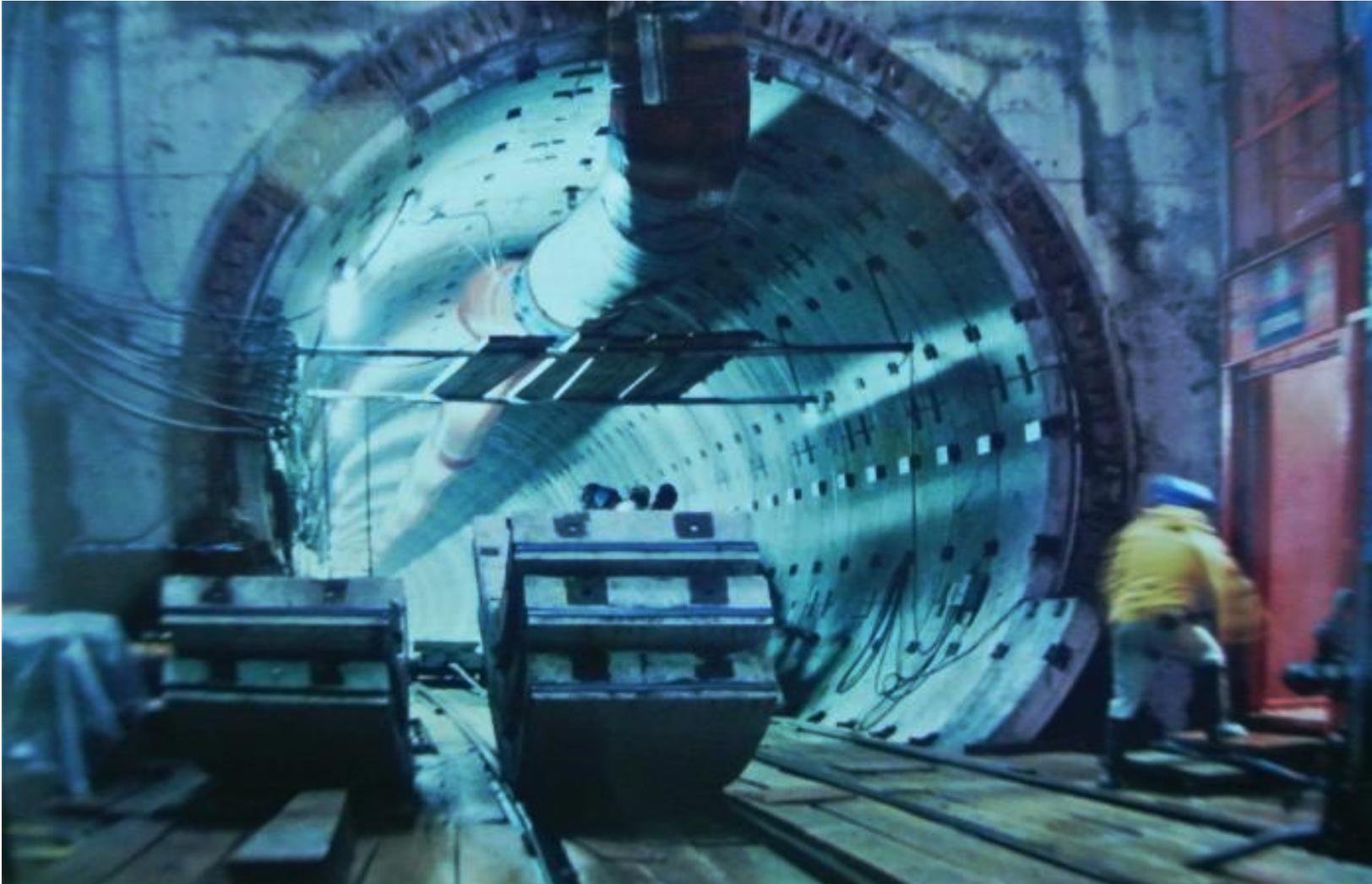
Una vez completado el vaciado, y según se va colando el concreto de la pila, pilote o micropilote, se va retirando gradualmente la camisa, que puede ser reutilizada nuevamente.





# INTERCONEXIÓN AL RIO CHURUBUSCO HINCADOS TÚNEL ZARAGOZA - CD DE MÉXICO





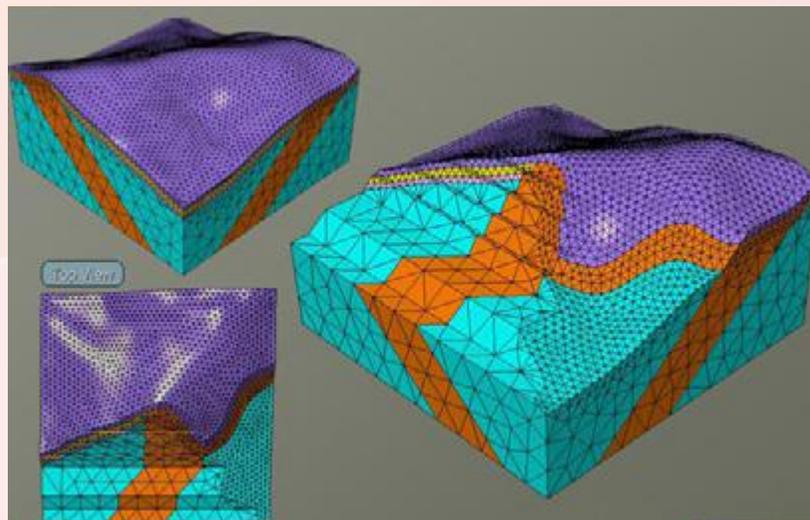
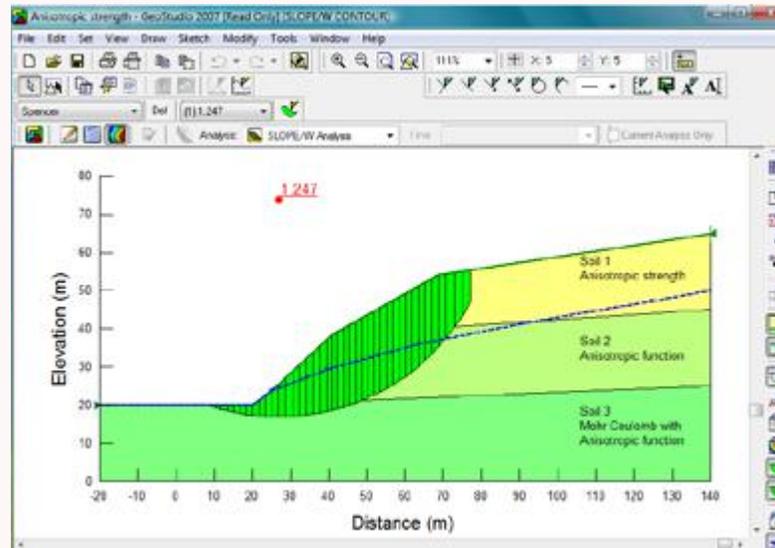


# ESTABILIZACIÓN DE TALUD DURANTE SINIESTRO

# TAXCO-GUERRERO



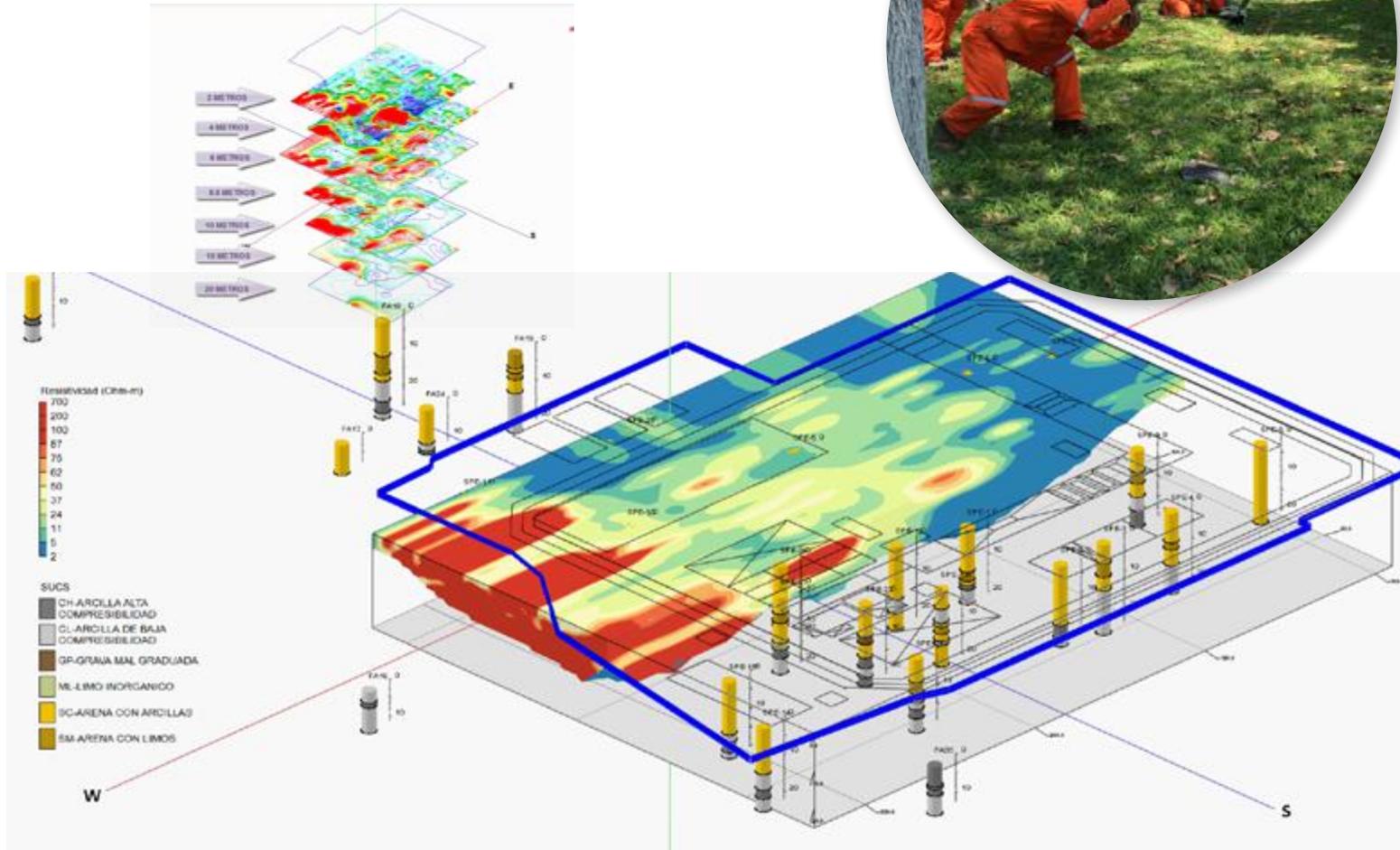
## ESTUDIO Y PROYECTO





**DRENAJE PROFUNDO- CD. DE MÉXICO 6.24 MT-7 KMS**  
**TÚNEL ZARAGOZA**





# PROSPECCIÓN GEOFÍSICA



## PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

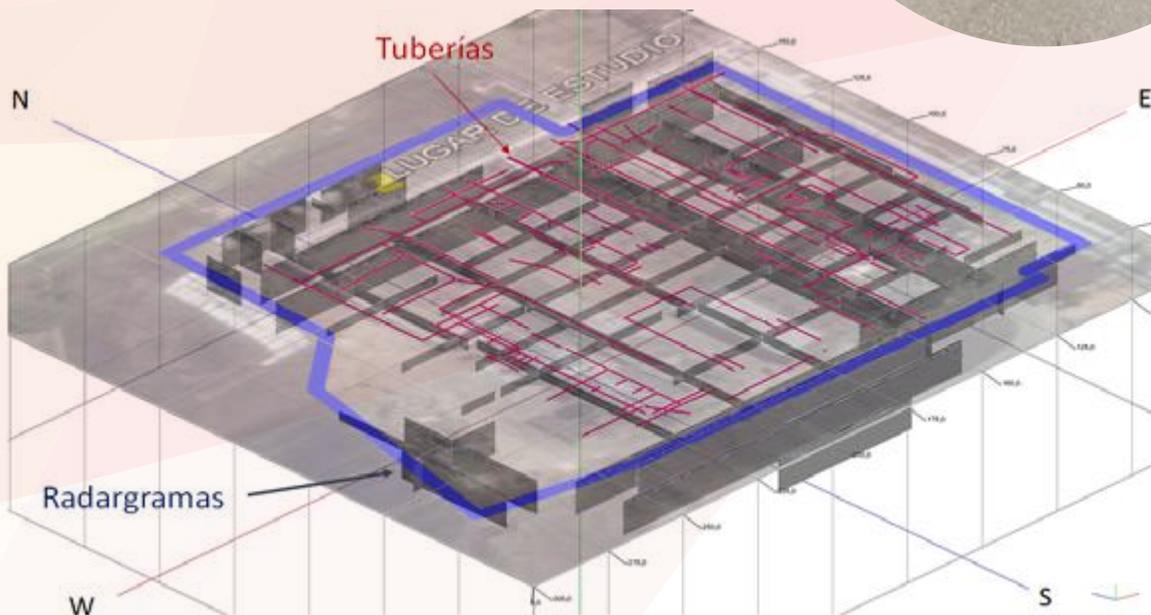
Las técnicas geofísicas en **Terratunnel SA de CV** proporcionan de manera indirecta información del subsuelo. Estas se interpretan mediante contrastes o cambios en la información adquirida, en un lenguaje técnico a esto se le llama anomalía, las cuales se interpretan de acuerdo a los objetivos de estudio y a las características de la zona de estudio.



## MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO (GPR)

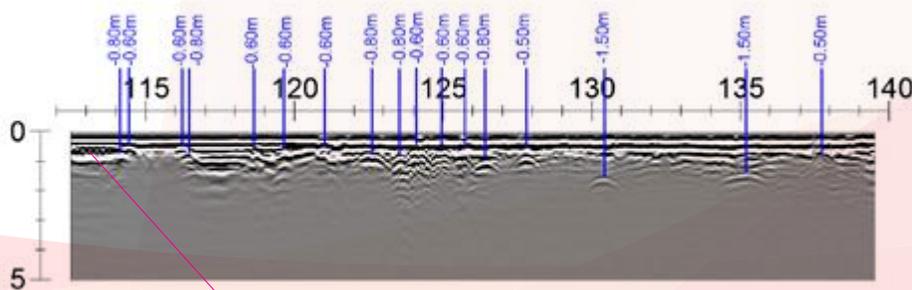
El método consiste en la emisión de ondas electromagnéticas y el análisis de las reflexiones que se producen en las discontinuidades del subsuelo. Estas discontinuidades son el resultado de los cambios en los parámetros electromagnéticos del terreno: conductividad eléctrica y permitividad magnética.

La profundidad de investigación dependerá de la frecuencia de la antena.



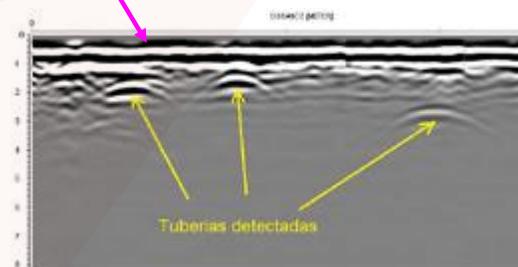
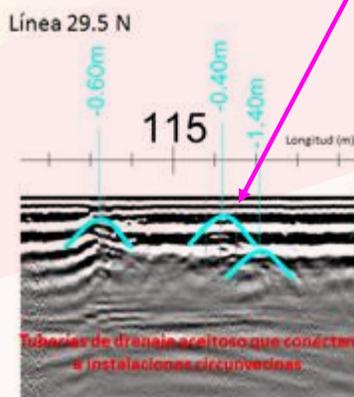
## RADAGRAMAS

La detección de tuberías está sustentada por medio de radagramas que contienen hiperbolas las cuales nos representan tuberías a diferentes profundidades. Todos los levantamientos de datos con GPR son mostrados en un informe técnico. A continuación vemos unos ejemplos de detección de tuberías con una antena de 250 MHz en donde se muestran la longitud y la profundidad a la que se encuentran.



Cimentación

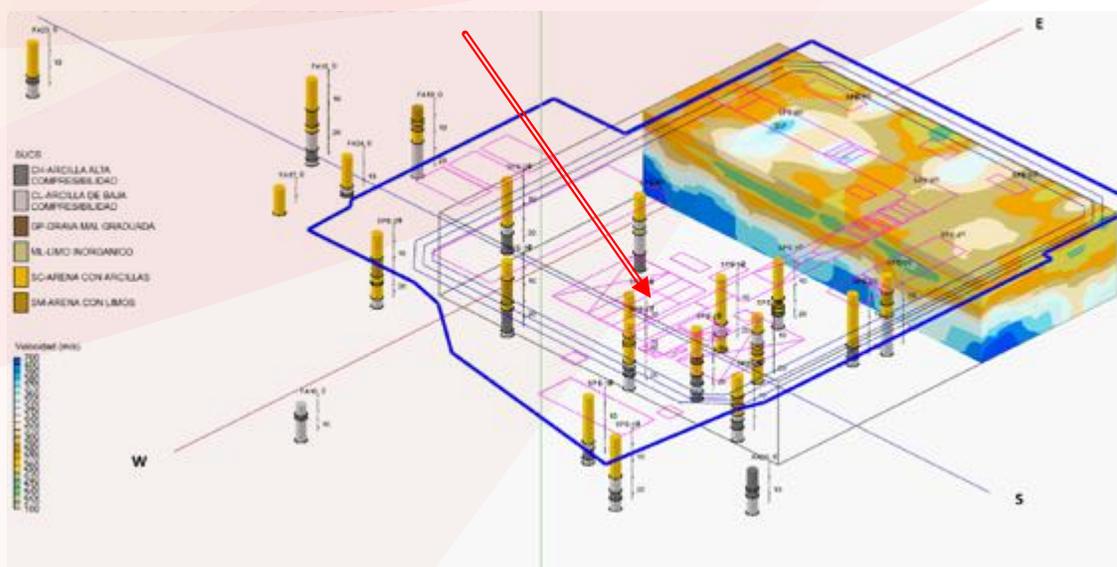
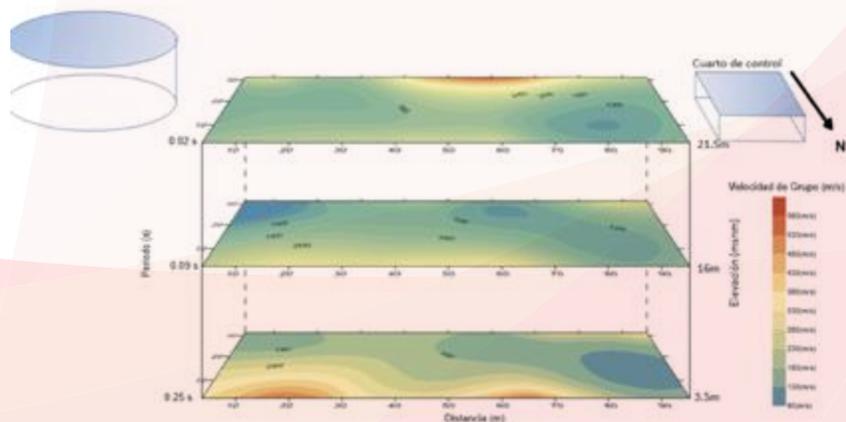
### Detección de tuberías

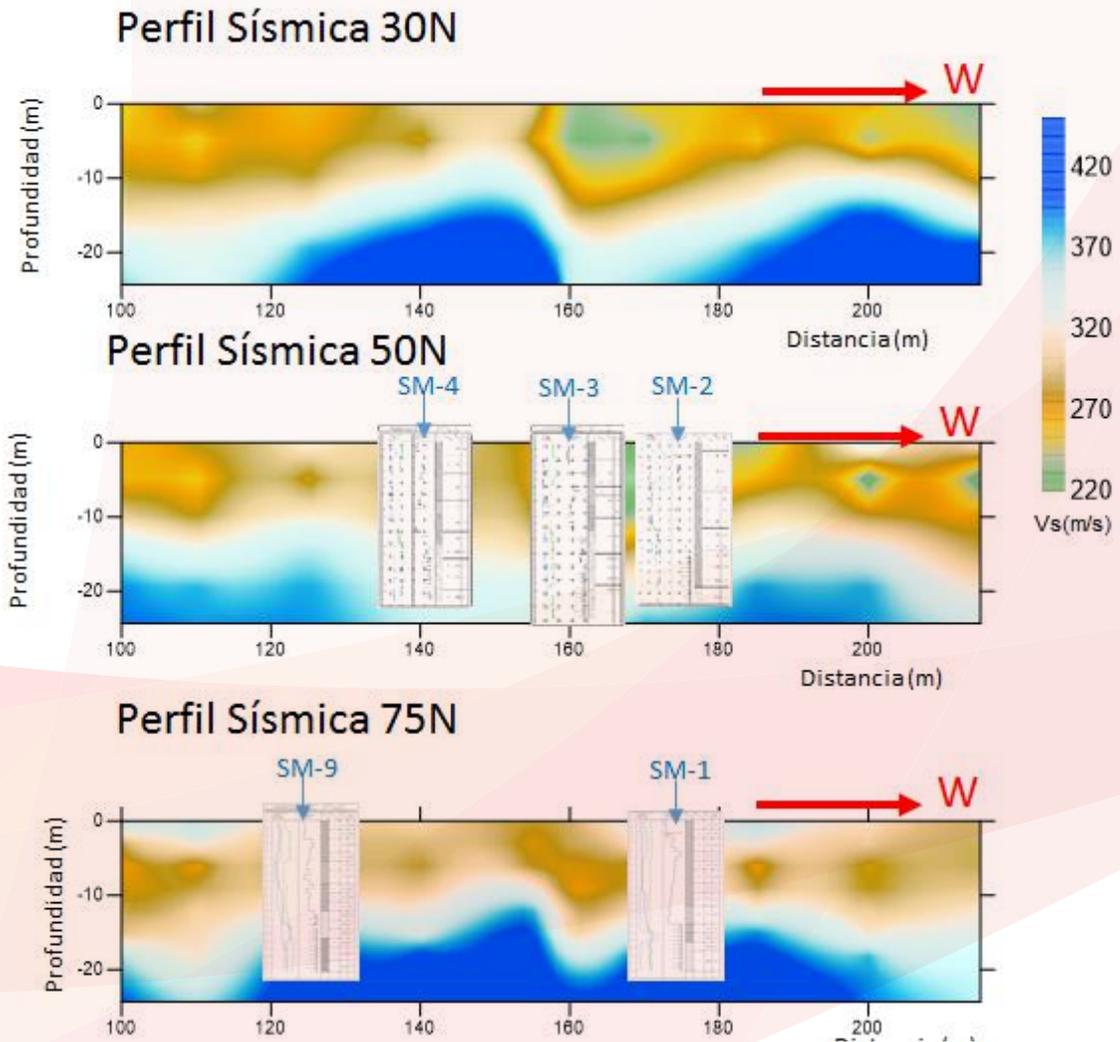


## MÉTODO SÍSMICO

Los tendidos sísmicos para el análisis de Ondas Superficiales (MASW), consiste en registrar las ondas superficiales generadas por el golpeo en un terreno con un martillo.

Este método es de gran ayuda en las obras de ingeniería civil, ya que nos proporciona información de los estratos resistentes y no es tan costoso como los son los métodos de exploración directa.

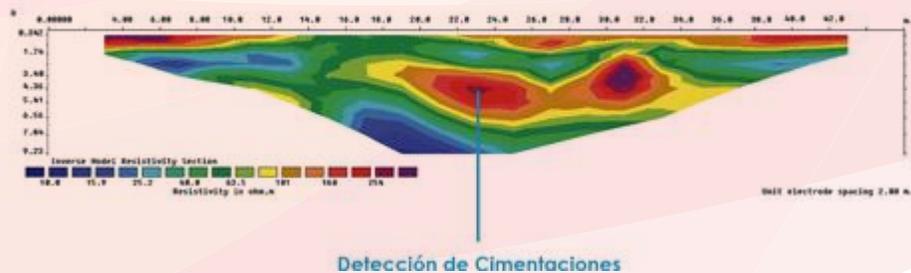




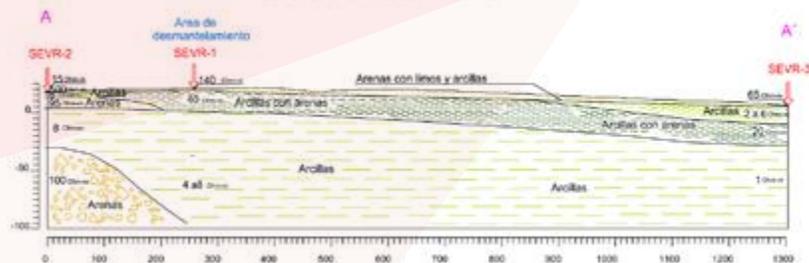
## MÉTODO ELÉCTRICO

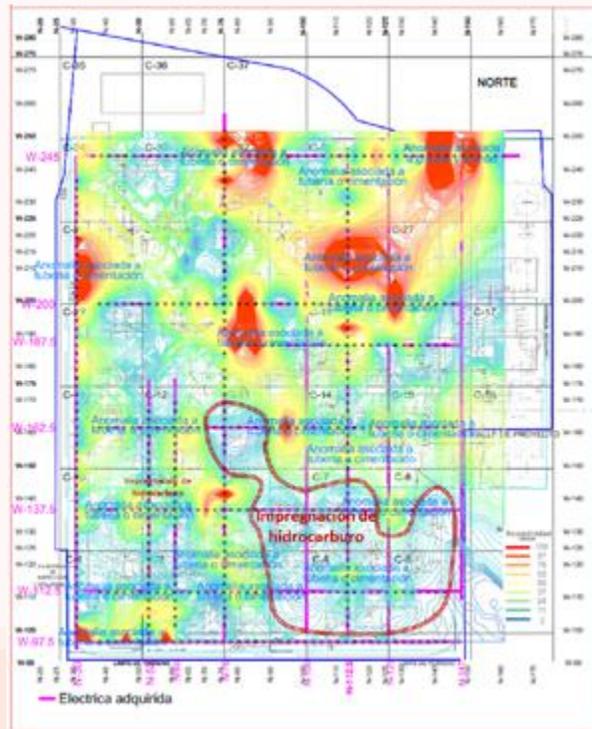
El método de prospección geoelectrica funciona mediante la colocación de 4 electrodos en el terreno de los cuales dos sirven para inyectar una corriente eléctrica (I) y los otros dos miden la diferencia de potencial (V) generada por el paso de la corriente a través del subsuelo, con estos datos y los datos geométricos del arreglo de los electrodos es posible calcular la resistividad aparente en un punto del subsuelo y con eso inferir la causa de las anomalías que se encuentran.

### PERFIL GEOELÉCTRICO



### SECCIÓN GEOELECTRICA 1. A - A'





1.7 m DE PROFUNDIDAD





# NUESTRA TECNOLOGÍA SOLDADURA ROBOTIZADA











# EQUIPO DE TRABAJO TERRATUNEL





[alejandro.rendon@terratunnel.com](mailto:alejandro.rendon@terratunnel.com)

**ING. ALEJANDRO RENDÓN ALVA**  
**Representante México**

HOUSTON | MÉXICO | PANAMÁ  
AV. Paseos del Castaño, Smz. 313 Mz.21  
CP. 77560  
Cancún, Quintana Roo. México