

Investigación y desarrollo: experiencias regionales

EL INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

La misión del Instituto Mexicano del Petróleo es generar, desarrollar, asimilar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico, promover la formación de recursos humanos especializados para apoyar a la industria petrolera nacional y contribuir al desarrollo sostenido y sustentable del país.

Fue creado en 1965 para generar tecnología propia y así reducir los altos costos que existían por concepto de importación de la misma.

Ofrece servicios que contribuyen a la superación de la competitividad y rentabilidad de las empresas con las que se vincula, al tiempo que impulsa el crecimiento sostenido del sector energético mexicano. Forma y capacita investigadores y especialistas para las industrias petrolera, petroquímica, química y de manufactura.

En ese momento se definieron como aspectos o ramas de la actividad la investigación en geología, geofísica, ingeniería petrolera, transporte, distribución de hidrocarburos, economía petrolera, química, refinación, petroquímica, diseño de equipo mecánico, electrónico, maquinaria y electrónica aplicada. A 35 años de su existencia el IMP está integrado por 4600 trabajadores y tiene 12 laboratorios en sus instalaciones sede. Además

cuenta con seis laboratorios en el Parque Industrial La Reforma, Hidalgo; seis en el desarrollo industrial de Cactus, Chiapas; tres en Dos Bocas y dos en Poza Rica, Veracruz; cuatro en Ciudad del Carmen, Campeche y dos en Ciudad Madero, Tamaulipas.

El personal de investigación con grado de doctor se ha multiplicado varias veces en los últimos años llegando a 206 y el personal con maestría asciende a 342.

Hoy el conjunto de miembros del Sistema

Nacional de Investigadores que colaboran con el Instituto asciende a 90 miembros activos. En este esfuerzo se destacan las tareas de formación mediante diversos programas de becas, donde en la actualidad están asociados 877 estudiantes.

PRIMER CENTRO DE INVESTIGACIÓN DE MÉXICO

El IMP es reconocido como el primer Centro Público de Investigación de México. Sus líneas de trabajo están alineadas estratégicamente con Pemex, a través de sus programas de Investigación y Desarrollo:

- **Yacimientos Naturalmente Fracturados** (con el fin de definir las mejores alternativas de explotación en este tipo de yacimientos de donde proviene el 90% de la producción mexicana, al tiempo de atender con mejor tecnología una parte significativa de los yacimientos que actualmente se explotan en ese país)
- **Tratamiento de Crudo Maya** (concentrar e incrementar la investigación y desarrollo de procesos del más abundante tipo de crudo en México, cuyas característi-

En América Latina existen tres organismos de investigación directamente vinculados con los hidrocarburos: el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Centro de Investigación y Desarrollo [CEMPES] de Petrobras y el centro de investigación y apoyo tecnológico INTEVEP de Pdvsa. Estos centros han sido inspirados en el Departamento de Investigación y Desarrollo que YPF tenía en Florencio Varela, provincia de Buenos Aires. En las décadas del 40/50 profesionales e investigadores de México, Brasil y Venezuela hacían sus experiencias en este Departamento que sirvió como modelo para sus propias naciones. Hoy, estos tres centros han evolucionado y no sólo brindan apoyo a las empresas del sector sino también exportan sus conocimientos y tecnologías al mundo.

cas específicas, elevado nivel de sulfuración, alta viscosidad y presencia de metales pesados principalmente, obligan a identificar y aplicar tecnologías más adecuadas para su aprovechamiento óptimo)

- **Ductos** (contribuir al incremento de la seguridad, la mejora de competitividad, la protección del medio ambiente y la reducción de costos de operación y mantenimiento de los sistemas de ductos de

Pemex, mediante la aplicación de servicios técnicos con alto contenido tecnológico y proyectos orientados al desarrollo de nuevas tecnologías)

- **Medio Ambiente y Seguridad** (establecer y desarrollar proyectos multidisciplinarios que enfoquen de manera

integral los problemas de prevención, control y remediación de la contaminación ambiental y favorecer el desarrollo sustentable de la industria petrolera)

- **Biotechnología del Petróleo** (Desarrollar la capacidad de investigación y de anticipación estratégica en biotechnología y procesos complementarios, aplicados a la innovación y al mejoramiento en el procesamiento y manejo de compuestos del petróleo)

- **Simulación Molecular** (asociado al Proyecto de Tratamiento de Crudo Maya, con el objetivo de impulsar el desarrollo de modelos moleculares de materiales y procesos en la industria petrolera, cuya aplicación unida a una



cuidadosa selección de experimentos permitirán obtener información sobre las propiedades físicas y químicas relevantes para desarrollar tecnología o simuladores, que se usan para estudiar problemas en donde los experimentos de campo son costosos o difíciles de realizar).

Con la adquisición de la herramienta SAP R/3 y la puesta en marcha del Sistema Integrado de Información este Instituto impulsa desde 1999 una nueva forma de trabajo que agiliza los trámites administrativos y de gestión.

En el primer semestre del año

2000 se ha logrado la certificación de más del 40% de las pruebas de laboratorios del IMP y se espera que al terminar el año ese porcentaje se eleve al 100%.

El 20 de julio pasado el Laboratorio de Investigación en Geoquímica recibió la Certificación al Sistema de Calidad, conforme a la Norma ISO 9002 y 68 laboratorios más se encuentran en proceso de acreditación.

Cuenta con un Catálogo de Productos que el IMP comercializa actualmente con sus clientes, principalmente con Petróleos Mexicanos (Pemex), su más importante socio comercial.

LOS PRODUCTOS QUE OFRECE

Los productos se describen en 13 rubros genéricos:

- **Análisis de Laboratorio y Servicios de Metrología** (Calibración de equipos y materiales de laboratorio)
- **Capacitación** (consultoría y desarrollo profesional)
- **Catalizadores** (actualización tecnológica de las principales líneas de catalizadores IMP; caracterización y evaluación de catalizadores; servicios tecnológicos a unidades de proceso catalítico y servicios y logística de catalizadores)
- **Computación aplicada** (ingeniería informática)
- **Exploración y producción** (base de datos de análisis de cuencas, de sistemas petroleros y geofísicos de exploración; diseño de instrumentos y sistemas para manejo superficial de producción; equipos, sistemas y servicios para diagnóstico de pozos; evaluación de yacimientos; implantación de sistemas de calidad; inspección y mantenimiento de ductos en operación; mapas, modelos y perfiles de métodos potenciales; marco geológico petrolero; marco tectónico estratigráfico; marco tectónico estructural; metodologías para apoyar la cartera de localización y delimitación de yacimientos; migración y sincronía; modelos y servicios de administración petrolera; perforación, terminación y mantenimiento de pozos; productividad de pozos; recuperación secundaria y mejorada de hidrocarburos; rocas almacén; rocas generadoras; rocas sellos y probables trampas; sistemas e instalaciones de producción; sistemas sísmicos de reflexión; sistemas y servicios de salvaguarda de información petrolera; talleres y asesorías de análisis de cuencas; talleres y asesorías de sistemas petroleros; tecnología ultrasonido; técnicas de modelado, interpretación y procesamiento de registros de pozo)



Foto IMP

• **Información científica y tecnológica** (servicios de información y gestión documental)

• **Ingeniería Básica** (asistencia técnica en campo; estudios de proceso; ingeniería de detalle conceptual; instrumentación y control; paquetes de ingeniería básica)

• **Ingeniería de Proyectos** (análisis de riesgo, confiabilidad, inspección y mantenimiento de instalaciones petroleras; apoyo técnico en ingeniería; desarrollos tecnológicos en ingeniería; ductos; ingeniería de proyecto de instalaciones industriales, instalaciones marinas de explotación y de instalaciones terrestres de explotación; normas y estándares de ingeniería; servicios y estudios especializados de ingeniería)

• **Ingeniería económica** (estudios)

• **Laboratorio de yacimientos** (análisis PVT de fluidos a condiciones de yacimientos y a condiciones superficiales; estudios especiales de laboratorio de yacimientos; petrofísica; recuperación mejorada; tomografía exploratoria)

• **Productos químicos** (desarrollos tecnológicos y servicios tecnológicos)

• **Protección ambiental** (auditorías, evaluaciones de impacto y riesgo ambiental; diagnósticos ambientales en agua, en aire, en suelo y residuos; diagnósticos de fuentes móviles; evaluaciones de combustión y emisión de contaminantes; paquetes integrados de protección ambiental; seguridad e higiene)

• **Tecnología de materiales** (servicios)

Por otra parte, el IMP ha establecido mecanismos de vinculación y fomento. Ha establecido alianzas y cuenta con diversos socios tecnológicos: Battelle Institut (de Alemania), UAM, UNAM.

EL CENPES DE BRASIL

El CENPES (Centro de Investigación y De-

sarrollo Leopoldo Américo Miguez de Mello) es el coordinador institucional de las tecnologías que impulsan y mueven a Petrobras.

Está ubicado en la Ciudad Universitaria en la Ilha do Fundão en Río de Janeiro y ocupa un predio de 122.000 m² de los cuales 45.000 m² son obras civiles.

A partir de 1992 se comenzó a asignar el 1% de la facturación bruta de Petrobras al CENPES lo que colocó a esta empresa entre las que más invierten en investigación y desarrollo en el mundo. El presupuesto anual asciende a 200 millones de dólares.

Con 137 laboratorios, 28 unidades piloto y 30 servidores en red, las actividades se desarrollan en las siguientes áreas: • Investigación en exploración, explotación y producción (geoquímica, geofísica, ingeniería de reservorios, producción de petróleo y gas natural, bioestratigrafía, geología de reservorios, tecnología de pozos, materiales y equipamientos y sensoramiento remoto aplicado a la industria del petróleo) • Investigación industrial (procesamiento de petróleo y derivados, refinación y petroquímica, tecnología de productos, biotecnología, preservación del medio ambiente, química analítica y evaluaciones de petróleo, catalizadores, polímeros) • Ingeniería básica • Coordinación de los proyectos estratégicos de cuño tecnológico de Petrobras • Comercialización de tecnología y propiedad intelectual (marcas y patentes) • Química analítica.

Cuenta con 1250 empleados propios y 600 contratados. El personal calificado está compuesto por 234 Masters en Ciencias, 62 Doctores y 332 Ingenieros.

LOS PROGRAMAS TECNOLÓGICOS

En 1993 se crearon los programas tecnológicos consistentes en una cartera de proyectos de investigación y desarrollo e ingeniería. En los programas tecnológicos se realizan investigaciones para identificar problemas y necesidades, dar seguimiento y evaluar las innovaciones tecnológicas nacionales e internacionales, y realizar estudios

de laboratorio y en plantas piloto reproduciendo situaciones reales. Los programas son los siguientes: PROMAR (Programa de Tecnología Offshore), PRODIESEL (Programa Tecnológico de Petróleo Diesel), PROGASOLINA (Programa Tecnológico de Gasolina), PROPAG (Programa Tecnológico de Productos de Mayor Valor Agregado), PROFEX (Programa Tecnológico para Am-



pliar las Fronteras Exploratorias), PROAMB (Programa Tecnológico de Medio Ambiente), PRODUCT (Programa Tecnológico de Ductos), PROLUB (Programa Tecnológico de Lubricantes).

El PROMAR tiene como objetivos desarrollar tecnologías y proyectos orientados a reducir los costos de las actividades de exploración y producción en el mar y alcanzar en un período de cinco años mil millones de dólares en beneficios financieros. Estos objetivos los llevan adelante a través de más de cuarenta proyectos en distintas áreas: materiales compuestos, equipamientos, sistemas especialistas y computacionales, corrosión, robótica submarina, ductos.

En el PROAMB el Cenpes tiene asociaciones con diversas instituciones para la ejecución de sus tareas. En este sentido merecen



Foto: Petróleos

destacarse la Universidad Federal de Santa Catarina (remediación del suelo, subsuelo y cuerpos de agua contaminados), la Universidad de São Paulo (monitoreo ambiental), la Universidad Federal de Río de Janeiro-Coppe (tratamiento de efluentes líquidos), Instituto de Investigaciones Tecnológicas (inventario de emisiones atmosféricas).

Además, la estructura del Cenpes cuenta con áreas tecnológicas que garantizan la competencia técnica necesaria para desarrollar los Programas Tecnológicos y los Proyectos Estratégicos. Cuenta con las siguientes áreas:

- Catálisis • Química analítica y evaluación del petróleo • Proceso de refinación • Productos • Exploración • Reservas y reservorios • Producción/pozo • Producción/instalación • Tecnología de esquisto.

En 1986 se creó el Programa de Capacitación Tecnológica (PROCAP) y desde entonces se están realizando estudios para viabilizar la producción de petróleo en profundidades cada vez mayores. El 23% de las reservas brasileñas se encuentran en el estrato de lámina de agua de 1000 a 2000 metros de profundidad y se prevé que el 50% de las reservas que se descubran en el futuro estarán situadas en aguas ultraprofundas. En 1992 Petrobras recibió el premio concedido por la Offshore Technology Conference (OTC) en

reconocimiento internacional a la tecnología desarrollada para producir en profundidades de hasta dos mil metros. En la actualidad esta empresa está produciendo a 1853 metros en Campo de Roncador.

PROYECTOS PROCAP 2000

- Estabilidad de Pozos Horizontales y de Alta Inclinación • Proyecto y Ejecución de Pozos de Gran Alejamiento Horizontal en Láminas de Agua Profundas y Ultraprofundas • Perforación de Pozos con Alta Inclinación en Esquistos Arcillosos Inestables y Arenas Inconsolidadas • Técnicas Especiales de Perforación y Terminación de Pozos en Láminas de Agua Profundas y Ultraprofundas • Control de Kicks y Blowouts en Aguas Profundas • Uso de Bombeo Centrifugo • Sumergido en Pozos Submarinos (BCSS) • Sistema de Separación Submarina (SSS) • Sistema de Bombeo Multifásico Submarino (SBMS) • Garantía de Flujo en Ductos y Equipamientos en Aguas Profundas - Etapa II • Sistema de Transmisión de Energía Eléctrica en Frecuencia Variable • Tecnología para la Producción, Transporte y Procesamiento de Petróleo Pesado en Aguas Profundas • Unidades Estacionarias de Producción con Terminación Seca • Sistemas de Anclaje • Colección y Tratamiento de Datos Geotécnicos, Geológicos, Geofísicos, Oceanográficos y Meteorológicos en la Cuenca de Campos • Ductos Submarinos de Colección y Exportación

El Cenpes ha desarrollado 69 proyectos multivalentes por valor de 5,6 millones de dólares y 23 convenios con universidades por 18 millones de dólares. Los temas incluidos en estos convenios son: inteligencia artificial, robótica, corrosión, biotecnología, contaminación de suelos y mecánica de rocas. Además trabajan con centros del exterior como el Stanford, Manchester, Colorado, Western Ontario, Instituto Francés del Petróleo, Imperial College, Tulsa, Nire (Japón), Heriot-Watt (Gran Bretaña).

El área de los catalizadores desarrolla trabajos en los procesos de FCC (Craqueo Catalítico Fuido) e hidroprocesamiento. Sus principales clientes son, además de Petrobras, las petroquímicas brasileñas y la Fabrica Carioca de Catalisadores S.A. (un *joint venture* entre Petrobras, Akzo Nobel y Oxiten).

EL INTEVEP DE VENEZUELA

Intevep es una filial de Petróleos de Venezuela, cuyo objetivo es la investigación y el apoyo tecnológico en múltiples campos del negocio de los hidrocarburos.

Fue creado en 1974 con el propósito de fortalecer la capacidad tecnológica de la industria venezolana de los hidrocarburos; a través de la investigación básica orientada, investiga-

ción aplicada y desarrollo; servicios técnicos especializados, ingeniería conceptual y básica, información y asesoría.

Ultimamente ha experimentado un profundo proceso de transformación que contempla la ampliación de su cartera de clientes más allá de los habituales como Petróleos de Venezuela y sus filiales.

Intevep cuenta con 1751 empleados de los cuales 985 son profesionales que están calificados en disciplinas estratégicas para la gestión tecnológica del Instituto. En este aspecto cuenta con:

- 146 a nivel de Doctorado (Física, Geofísica, Geología, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Química y Química)
- 259 a nivel de Maestría (Física, Geología, Química e Ingenierías Civil, Materiales, Petróleo, Mecánica y Química)
- 600 a nivel de Ingeniería y Licenciaturas. Adicionalmente cuenta con 259 Técnicos Superiores Universitarios (Química, Mecánica, Geología y Minas, Electrónica, Procesos Químicos, Electricidad e Informática) y 357 empleados administrativos.

El Intevep físicamente está ubicado en las cercanías de Caracas, Venezuela, y cuenta con una infraestructura conformada por:

- conjunto de laboratorios (16000 m²) dotados de instrumentación de avanzada
- complejo de 27 plantas piloto, 11 unidades de servicio para simulación de procesos, bancos de motores para pruebas de lubricantes y combustibles, un pozo experimental que permite una amplia gama de pruebas relacionadas con producción
- Centro de Información Técnica (CIT) con acceso a más de 500 bases de datos internacionales, 30.000 monografías, 1.600 títulos de publicaciones periódicas, 25.000 normas técnicas, 1050 discos compactos
- equipos de cómputo intensivos organizados en: Centro de Simulación de Yacimientos, Centro de Procesamiento de Datos Geofísicos, Centro de Visualización Científica y Laboratorio de Química Computacional, todos interconectados por redes de alta velocidad.

Desde su fundación ha logrado 750 patentes en áreas de perforación, gas, exploración, emulsiones, lubricantes, petroquímica, destilados, gasolina y crudos pesados. Estas patentes le han sido otorgadas no sólo en Venezuela sino también en Alemania, Brasil, Canadá, España, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón, Suiza, Australia, China, Dinamarca, Bélgica y Corea, entre otros.

DESARROLLOS TECNOLÓGICOS

Entre los desarrollos tecnológicos relevantes que el Intevep ha tenido podemos mencionar:

• En procesos

IMULSION® (Tecnología para la producción, transporte, tratamiento y uso de los bitúmenes

de la Faja del Orinoco. Esta dio origen al producto Orimulsión[®]), HDH[®] (Hidrocrackeo, destilación e hidrotratamiento de crudos pesados y residuales. Proceso catalítico de hidroconversión profunda), COFLOW[™] (Tecnología para el transporte por tuberías de crudos pesados, extrapesados y bitúmenes, en frío, sin dilución ni calentamiento), CDETH-HEROL + [®] (Proceso para la producción de TAME a partir de corrientes de refinería), HHC[™] (Proceso para la producción de Diesel y querosén con bajo contenido de aromáticos), ISAL[™] (Proceso de refinación que utiliza un catalizador de lecho fijo para la producción de gasolinas de alta calidad, con alto octanaje, bajo azufre y olefinas, sin incrementar la producción de aromáticos), THIXO-GAS[™] (Cementación de pozos en campos con problemas de migración de gas), PROMISOX[®] (Proceso para remoción de dióxido de azufre en calderas de generación de energía eléctrica), ETHEROL[®] (Esterificación de iso-olefinas con alcoholes y producción de oxigenados para gasolinas reformuladas)

• En equipos

FORCELINER[™] (Centralizador de equipos de producción), BOMBAS VR-S[™] (Bomba de subsuelo, conjunto modular intercambiable. Sustituye la válvula viajera de bola y asiento de las bombas convencionales), SI-RAC[™] (Unidades remotas de adquisición y transmisión de datos), SULF-TRAP[™] (Equipo de campo para la toma y almacenaje de muestras gaseosas sulfuradas).

• En productos

ORIMATITA[™] (Densificante de lodos de perforación de pozos petroleros, con base en mineral con alto contenido de hierro), UL-TRAMIX[™] (Composición química asociada a un servicio de rehabilitación de pozos para remover el daño a la formación, ocasionado por el uso de lodo invertido durante su perforación), HYQUIRA[™] (Analizador compacto para control de calidad de combustibles), INT-FCC-1[™] (Catalizador de craqueo catalítico fluidizado), INT-R1[®] (Catalizador para hidrotratamiento de gasóleos 35 de vacío, residuos y aceites de residuos desasfaltados. Es de níquel-molibdeno soportado sobre alúmina, con un alto volumen de poros), INT-GOV-10/20[™] (Catalizadores para la producción de destilados medios, a partir de gasóleos de vacío con alto contenido de azufre, nitrógeno y compuestos craqueados)

La gestión de Intevep ha generado ahorros, ganancias o incremento de los índices de productividad en las operaciones petroleras y petroquímicas de sus clientes. En el perio-

do 1995/1996 podemos mencionar:

- Ahorros del 21% en comprensión de gas de levantamiento con la aplicación de la metodología corporativa de levantamiento artificial por gas.

- Aumento del 20% en conversión de residual manteniendo la estabilidad, con el uso del aditivo de aqua conversión en condiciones de viscorreducción.

- Ahorros significativos en gastos operacionales y en inversión a través de la utilización de las tecnologías de pozos horizontales, bombas auto-sumergibles, bombas de cavidad progresiva y dilución para la explotación de la Faja del Orinoco.

- Asistencia en el desarrollo, construcción y puesta en marcha de la primera unidad de éteres mezclados (MTBE-TAME) existente en Venezuela. Con esta planta Corpoven, filial operadora de la refinería El Palito, en el Estado Carabobo, logró un posicionamiento temprano en los mercados de gasolinas reformuladas con cargamentos elaborados cien por ciento con insumos propios.

- Ahorros y beneficios de 1,6 millones \$/año en la refinería El Palito con el uso de un proceso (CDETH-HEROL + [®]) que permite remover contaminantes (nitrilos) presentes en la carga de la unidad de éteres mezclados, logrando incrementar la vida útil del catalizador de reacción en unos dos años adicionales.

- Beneficios adicionales y ahorros significativos como resultado de la asistencia técnica en FCC a refinerías de Pdvs en Venezuela y en el exterior.

- Aumento del 20% de reservas mediante la construcción de modelaje geológico del Campo El Carito.

- Incremento de la producción en 300 barriles diarios por pozo en el área de Ceuta, Estado Zulia, con el uso de un nuevo método de remoción de daños de formación.

- Aumento de la tasa de inyección desde 10 mil hasta 30 mil barriles diarios en pozos inyectorios de agua en El Furrial, Estado Monagas, mediante la utilización del Ultramix[™].

- Reducción del 70% de los índices de fallas de las sarts de perforación en áreas operacionales de Corpoven, con la implantación de la tecnología ADIOS.

- Incremento de 600 a 800 barriles diarios en la producción por pozo, mediante la formulación y aplicación de sistemas de lodo con aditivos sellantes, para minimizar el daño a la formación en la perforación de pozos horizontales de reentry.

Por otra parte, desde 1978 el Intevep desarrolla un programa de apoyo al sector industrial privado de Venezuela con el propósito de aumentar la participación de empresas nacionales con altos niveles de calidad y competitividad en el negocio petrolero y petroquímico.

RESULTADOS OBTENIDOS

Entre los resultados obtenidos en el período 1978/1996 podemos destacar: • sustitución de importaciones de equipos y materiales, generando ahorro de divisas en el orden de 250 MMS • incremento de compras nacionales de 1450 MMBs a 193.000 MMBs, o sea que el 45% de los bienes que adquiere la industria petrolera venezolana son de origen nacional • 4270 auditorías de sistemas de calidad • apoyo a 33 certificaciones ISO 9000.

En cuanto a los convenios de asistencia técnica Intevep ha suscrito una serie de acuerdos para el acercamiento e intercambio estratégico con empresas de Venezuela y extranjeras vinculadas con el negocio de los hidrocarburos. Podemos mencionar entre otras a Schlumberger, Unocal, UOP, Arco International Oil & Gas Company, Statoil, Perez Companc, Baker Hughes Inteq, Pemex, Petrobras y Ecopetrol.

De acuerdo con un informe de resultados de Intevep, la utilización de parámetros de adquisición de datos y procesamiento sísmico desarrollados permitió reducir considerable-

mente el riesgo exploratorio y contribuyó a identificar 19 nuevos prospectos en Zulia Oriental, lo que ha generado expectativas de reservas probables en crudos livianos y medianos por el orden de 170 millones de barriles.

Por otra parte desarrolló, captó y adaptó tecnologías para la construcción

y estimulación de pozos que le permitieron reducir los costos de generación y aumentar la productividad por pozo logrando el acceso a reservas remanentes de más de 14 mil millones de barriles reduciéndose los costos de operación para yacimientos complejos en un 40% e incrementando la producción en 400%. En cuanto a la ORIMULSION[®] continuó los desarrollos tecnológicos para mejorar su competitividad y consolidar este combustible como fuente de energía limpia.

Además, en lo referente al área ambiental, fortaleció y masificó su producto BIORIZE[®] que contribuye a la solución de problemas asociados al saneamiento de suelos y a la recuperación de ecosistemas de alta fragilidad, recibiendo el reconocimiento nacional e internacional.



Foto: INTEVEP