

# METODOLOGÍA DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICO-MINERA DE LA REPÚBLICA MEXICANA

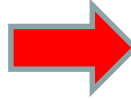
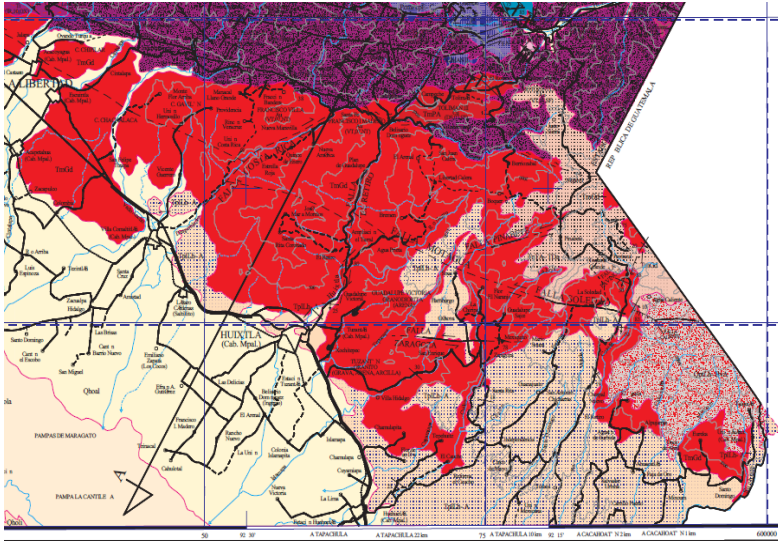
**Diálogo Unión Europea-América Latina sobre materias primas**

**Lima, Perú, Marzo 2014**

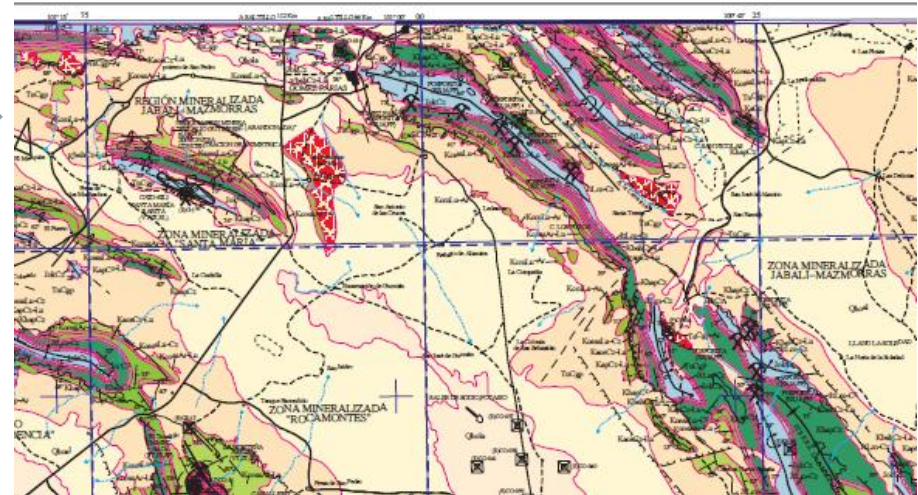


SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO

**El programa de cartografía geológico-minera a escala 1:250 mil en México inició en 1995 y se concluyó en 2005.**



## CONCEPCIÓN DEL ORO G14-10

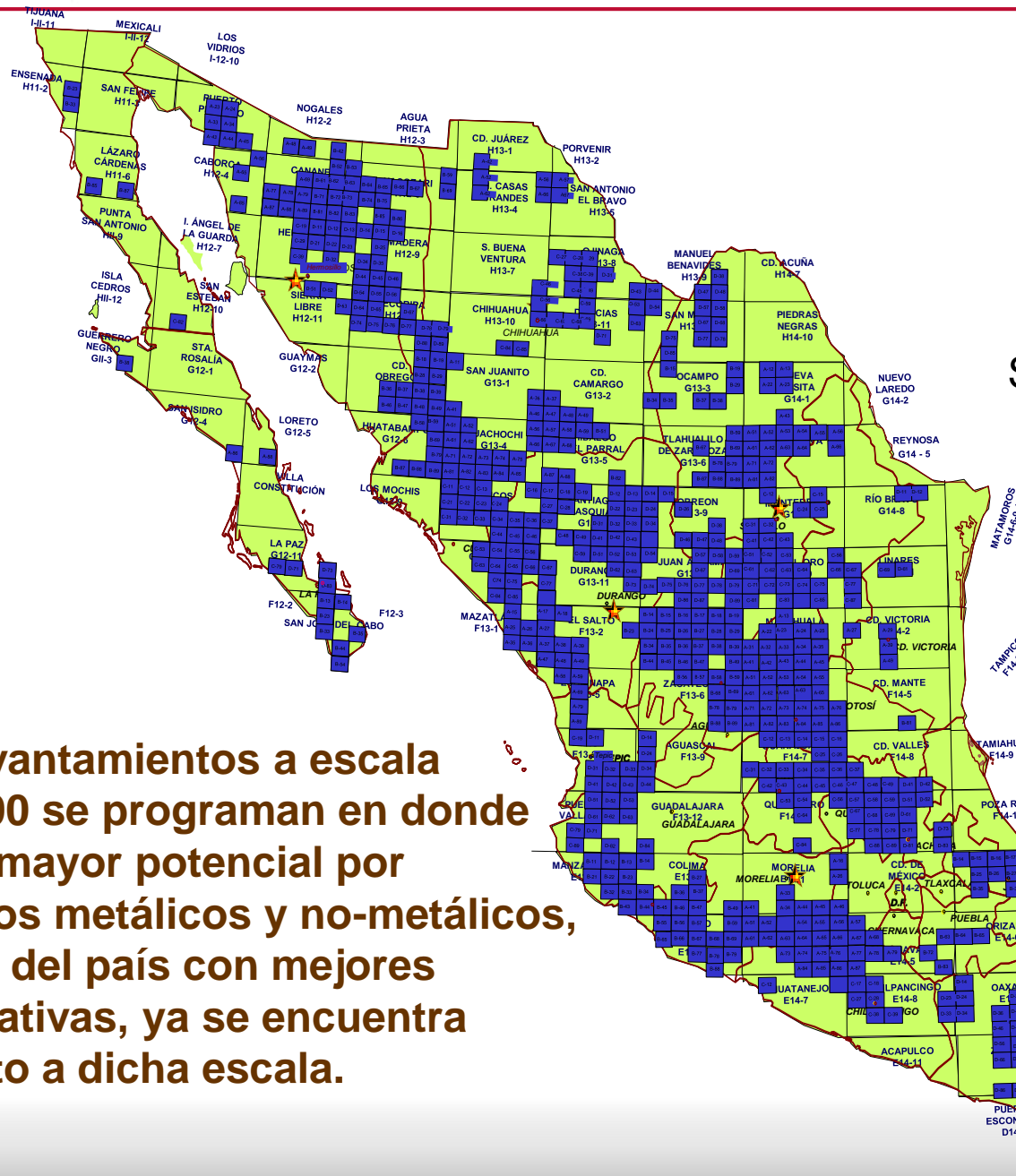


**En los últimos 7 años se identificaron 530 localidades prospectivas de las cuales 76 se convirtieron en blancos de exploración.**

**Esta actitud de los geólogos permite visualizar las expectativas mineras de una región, vinculadas con el levantamiento cartográfico**

**El de escala 1:50 mil está en proceso. Los geólogos proceden con los levantamientos en campo y al mismo tiempo verifican el potencial geológico-económico.**

**Todas las zonas con posibilidad de contener minerales metálicos, industriales y rocas dimensionables, se registran y se incorporan a los mapas como áreas prospectivas.**



**100 % 1:250,000**

**36%** **1:50,000**

Superficie: 1'964,572 km<sup>2</sup>

**Los levantamientos a escala 1:50,000 se programan en donde existe mayor potencial por recursos metálicos y no-metálicos, El 51% del país con mejores expectativas, ya se encuentra cubierto a dicha escala.**



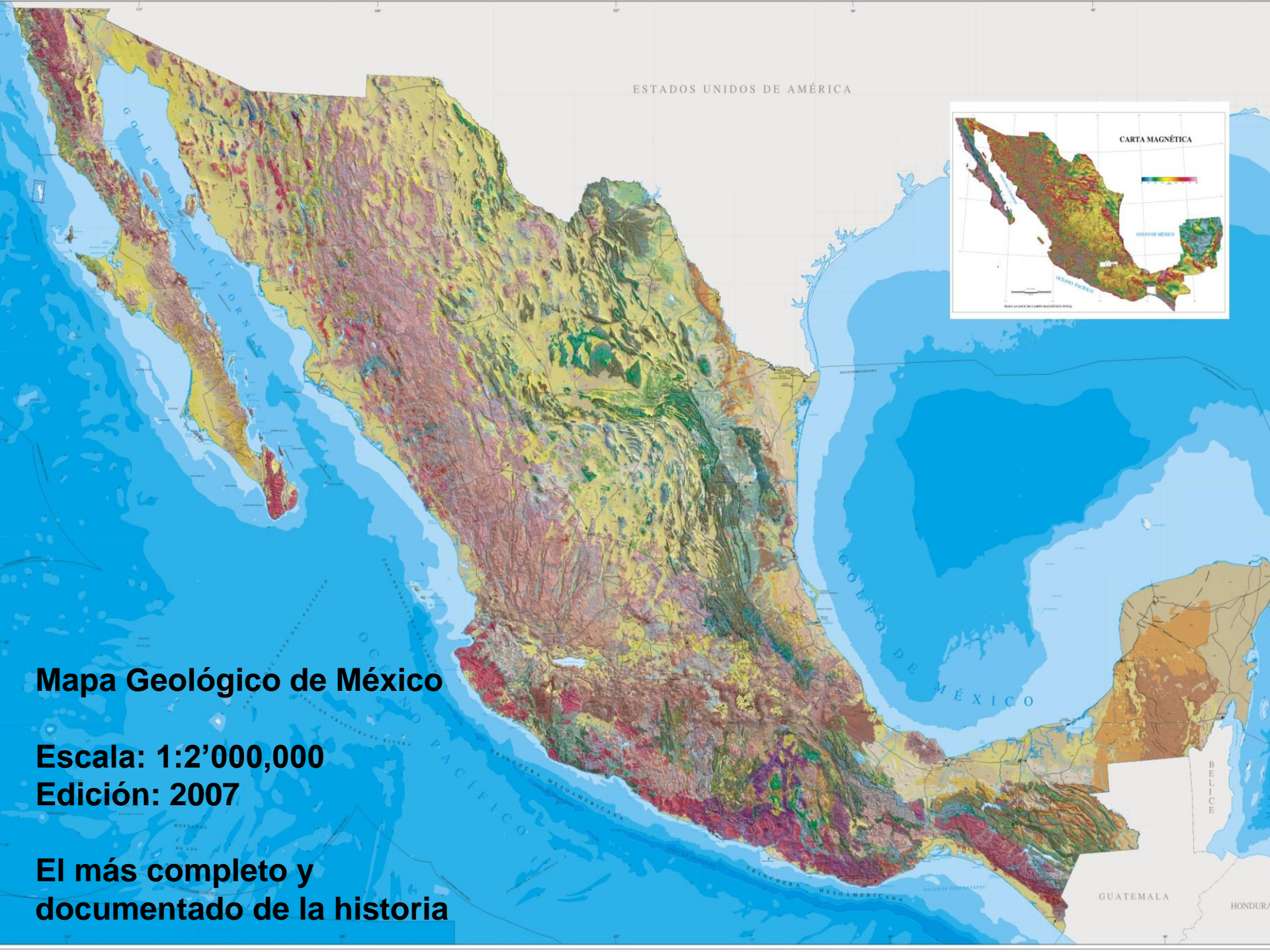
**Primer mapa geológico de la República Mexicana. Presentado en la *Exposición Universal de París* de 1889 (hace 124 años...)**

**BOSQUEJO**  
DE UNA  
**CARTA GEOLOGICA**  
DE LA  
**REPUBLICA MEXICANA**  
FORMADA POR DISPOSICION  
DEL SECRETARIO DE FOMENTO  
**GRAL. CARLOS PACHECO**  
por una Comision especial  
del *Excmo. Sr. Director*  
DEL PROFESOR  
**ANTONIO DEL CASTILLO**  
DIRECTOR DE LA ESCUELA NACIONAL DE INGENIEROS  
**1889**

ESCALA DE 3.000.000







ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

CARTA MAGNÉTICA

GOLFO DE MÉXICO

OCEANO PACÍFICO

Mapa de México en formato digital

## Mapa Geológico de México

Escala: 1:2'000,000

Edición: 2007

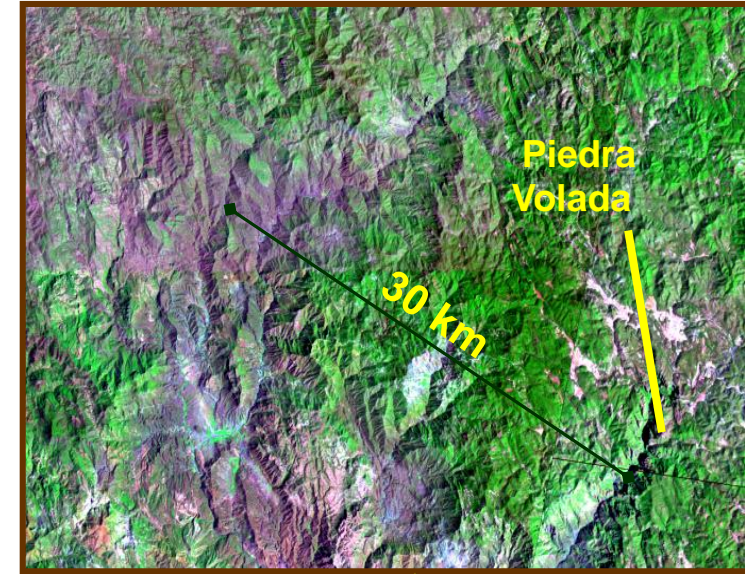
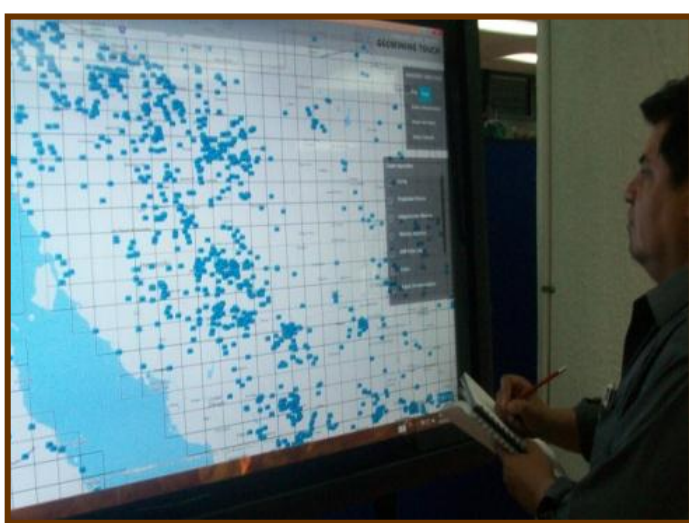
El más completo y  
documentado de la historia



# 1ª ETAPA - COMPILACIÓN

Compilación, análisis e interpretación de bibliografía y cartografía previa.

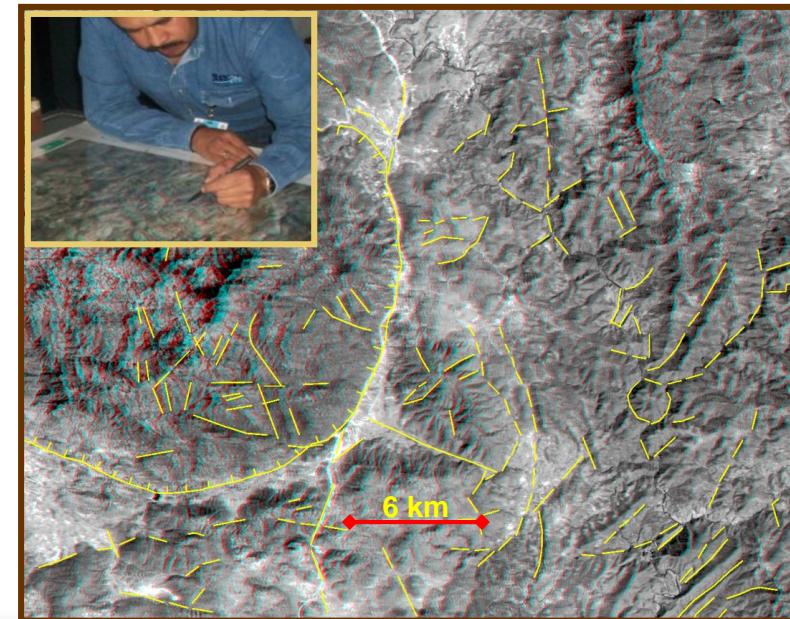
El 65% de la información está en medios digitales disponibles en el *Centro de Documentación en Ciencias de la Tierra*, Cedocit, del SGM



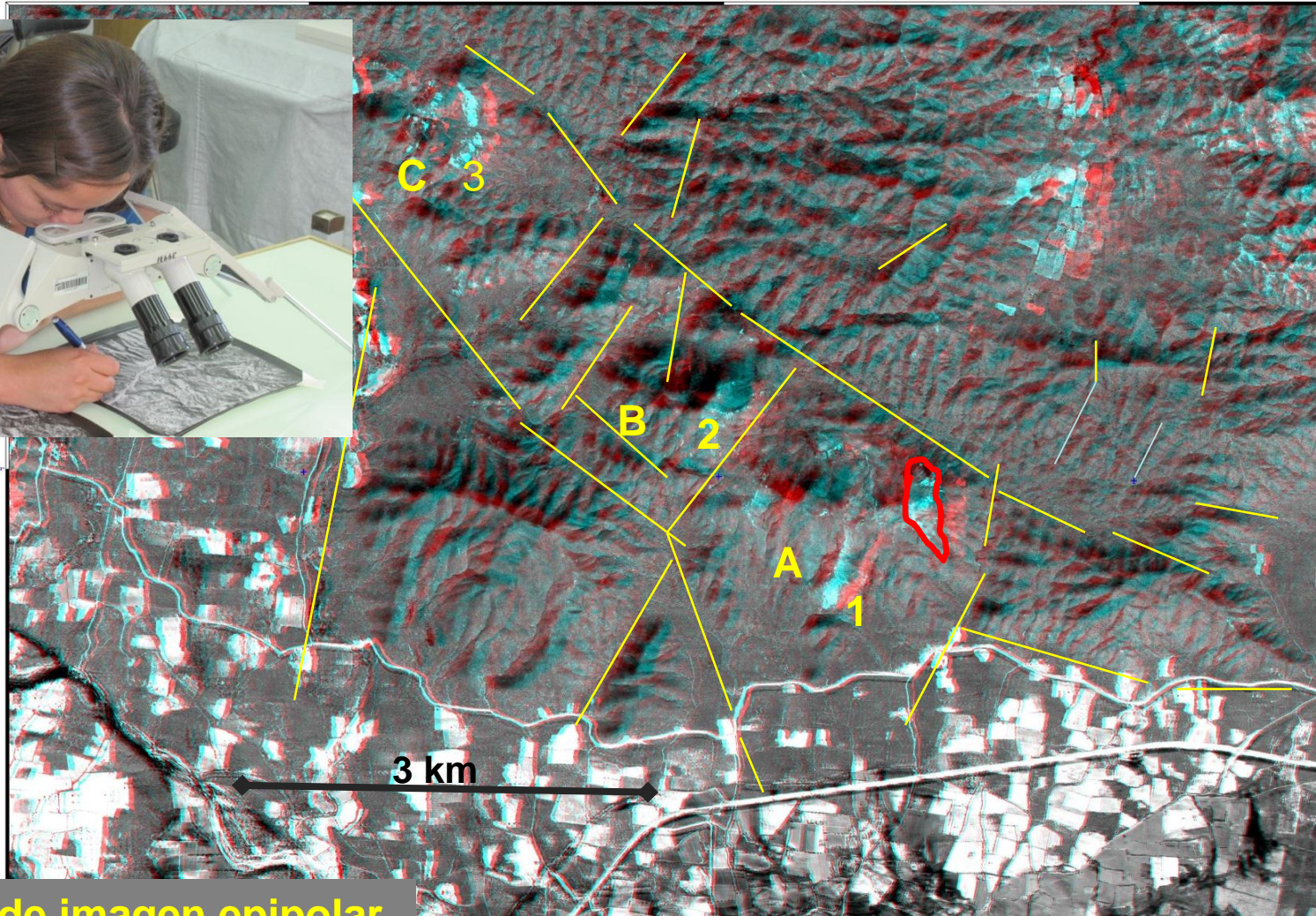
Interpretación de lineamientos estructurales, litología, alteraciones y morfología en la imagen de satélite y epipolar.



El SGM desarrolló las imágenes epipolares que substituyen a los pares estereoscópicos. Las epipolares 3D están georreferenciadas y en ellas se resaltan estructuras y litología, con lo cual se integra un mapa geológico preliminar.







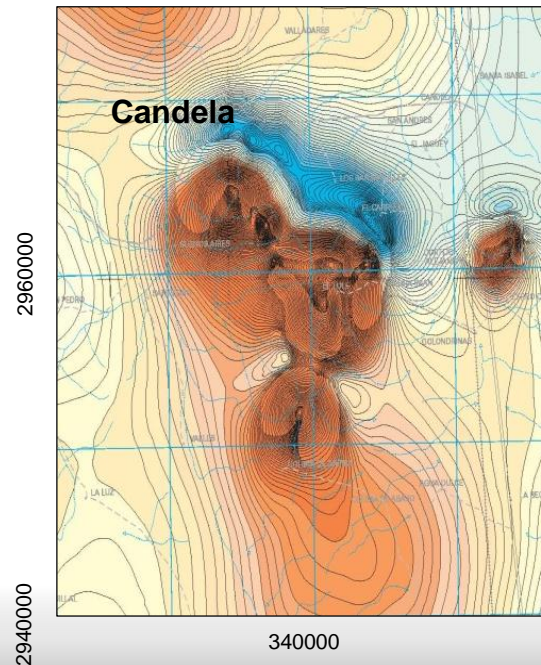
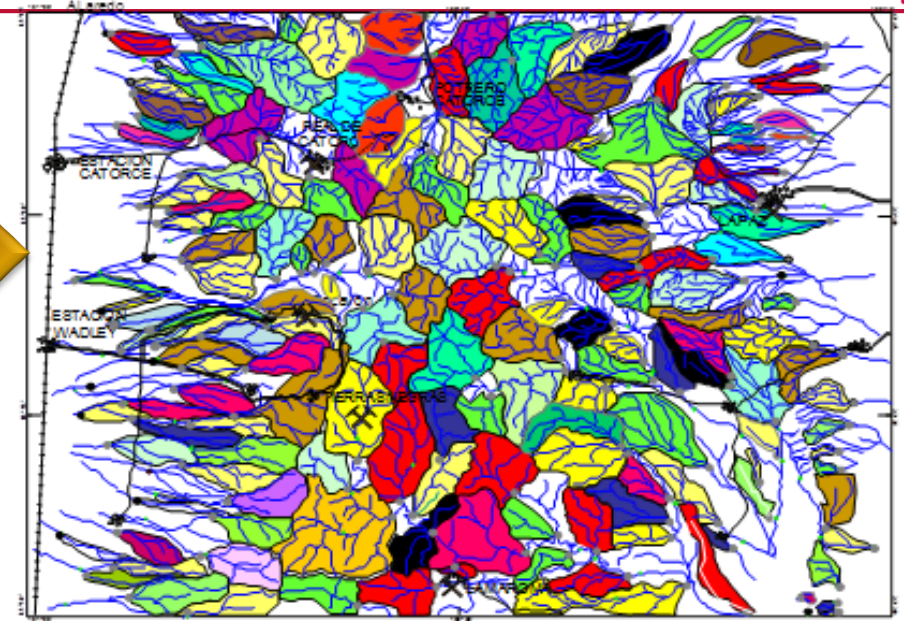
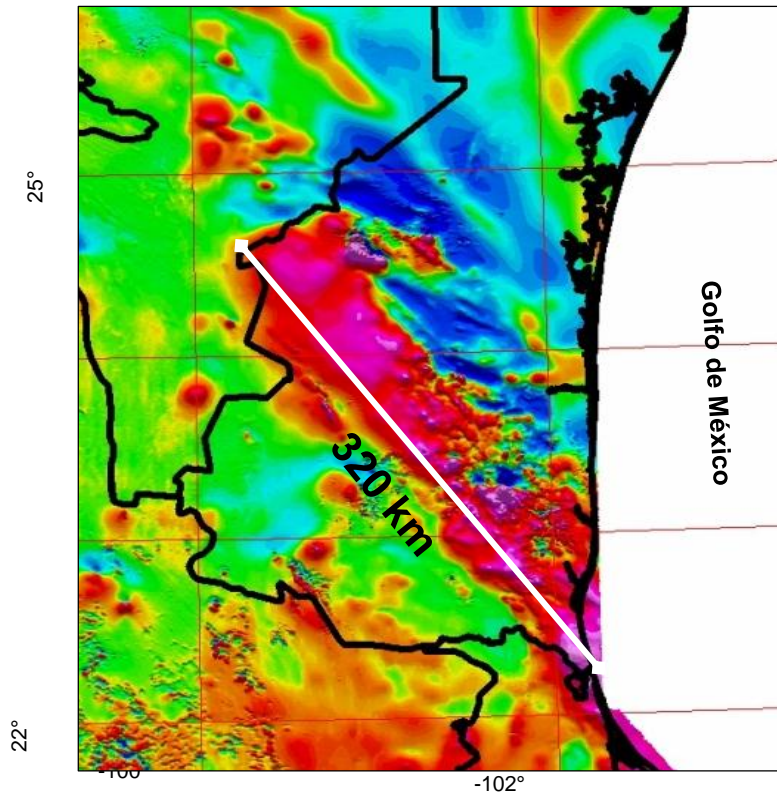
**Ejemplo de imagen epipolar que permite visualizar en 3D la morfología del terreno. Substituye a los pares estereoscópicos**

El cuerpo mineralizado de Zn, Pb, Ag en Ixtepec, Oaxaca, está señalado en rojo en el bloque A. Existen formas y alteraciones similares, señaladas con los números 1, 2 y 3.



# COMPILACIÓN GEOQUÍMICA Y GEOFÍSICA

**Con ArcGis, se preparan mapas de pétalos de corrientes de agua para planear la ubicación de las muestras de sedimento activo de arroyo.**



**La compilación de bibliografía, incluye la consulta de los mapas de geofísica aérea y terrestre.**





En el campo, los geólogos utilizan una computadora o colectora de datos digital –llamada *mapamóvil*– para ingresar los datos del levantamiento.



En el mapamóvil ya viene previamente cargado el mapa geológico preliminar, las imágenes y la simbología. El sistema optimiza la organización de los datos de campo.



## 2ª ETAPA, CAMPO

Verificación de secuencias  
litológicas



Sistemas de fracturas y  
mineralización



Muestras de roca  
alterada



Pliegues





Diaclasas y mineralogía

Rocas carbonatadas y estilo de deformación



Tectónica de cinturones plegados

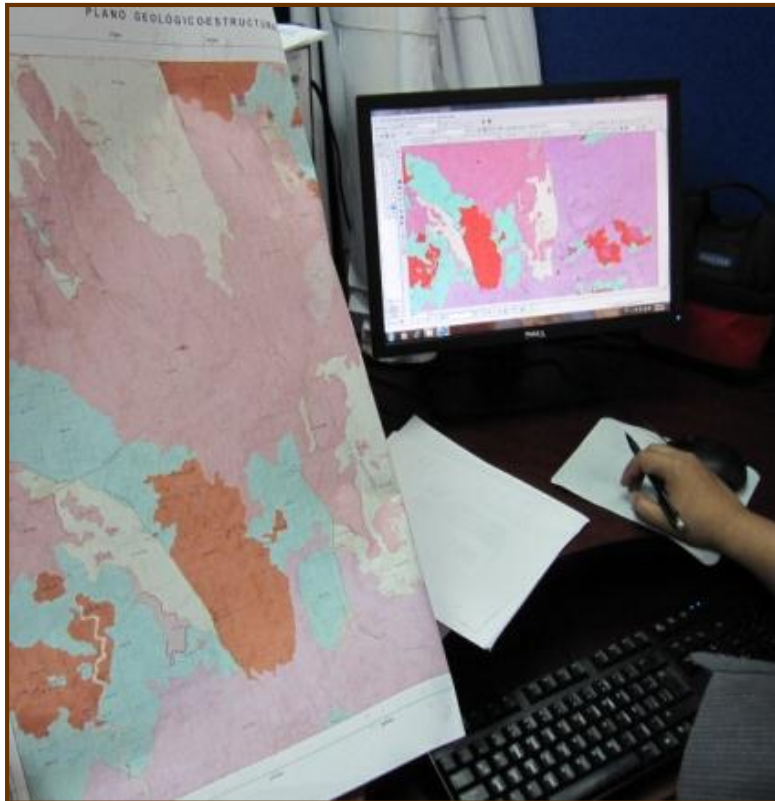
Cuerpos mineralizados





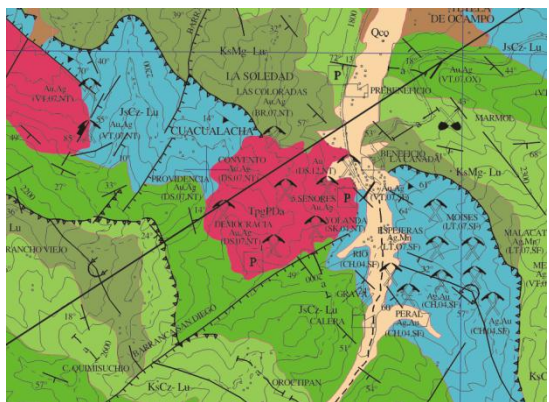
Terminada la etapa de campo, se revisa y se integra la información recabada.

- ✿ Mapas geológicos y geoquímicos en *ArcGis*, un sistema de información geográfica de uso generalizado.



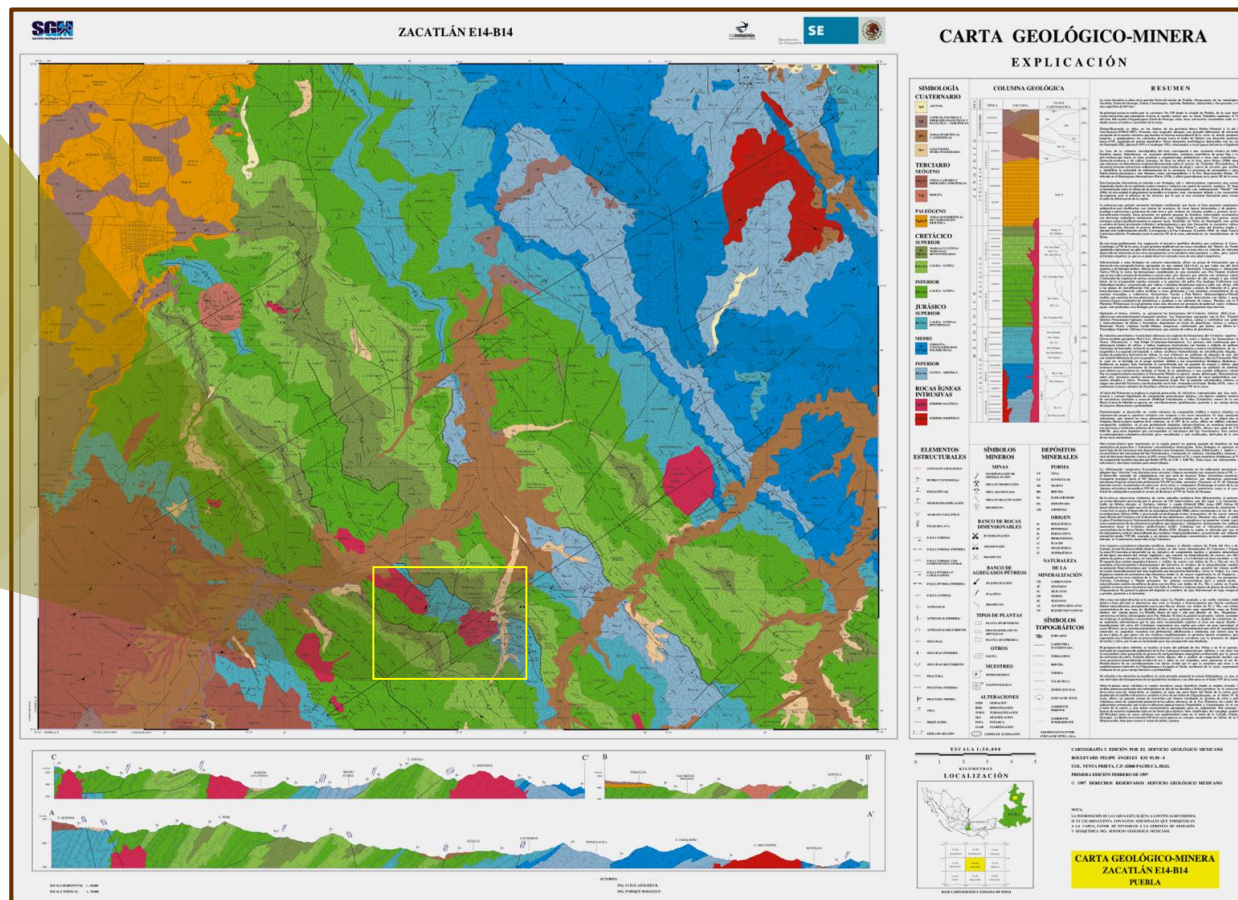


Como resultado, se obtiene una representación gráfica, verificada, de los tipos de roca y estructuras, y su relación con los yacimientos minerales, integrada en un mapa



## NIVELES DE INFORMACIÓN

- ✿ LITOLOGÍA
- ✿ CONTEXTO ESTRUCTURAL
- ✿ MUESTRAS
- ✿ YACIMIENTOS MINERALES METÁLICOS Y NO-METÁLICOS
- ✿ SECCIONES GEOLÓGICAS
- ✿ COLUMNA ESTRATIGRÁFICA
- ✿ RESUMEN Y TEXTO EXPLICATIVO FINAL





El informe final de una carta Geológico-Minera y Geoquímica, contiene los siguientes capítulos:

- ✿ Ubicación e infraestructura
- ✿ Estratigrafía
- ✿ Geología estructural
- ✿ Tectónica
- ✿ Yacimientos minerales metálicos y no metálicos.
- ✿ Modelos
- ✿ Conclusiones
- ✿ Recomendaciones
- ✿ Apéndices de petrografía y resultados de laboratorio
- ✿ Tablas de yacimientos, paleontología, dataciones.
- ✿ Bibliografía

## INFORME FINAL

### CARTA GEOLÓGICO-MINERA Y GEOQUÍMICA

ABASOLO, ESTADO DE DURANGO

CLAVE G13-D32

SERVICIO GEOLÓGICO  
MEXICANO

2011

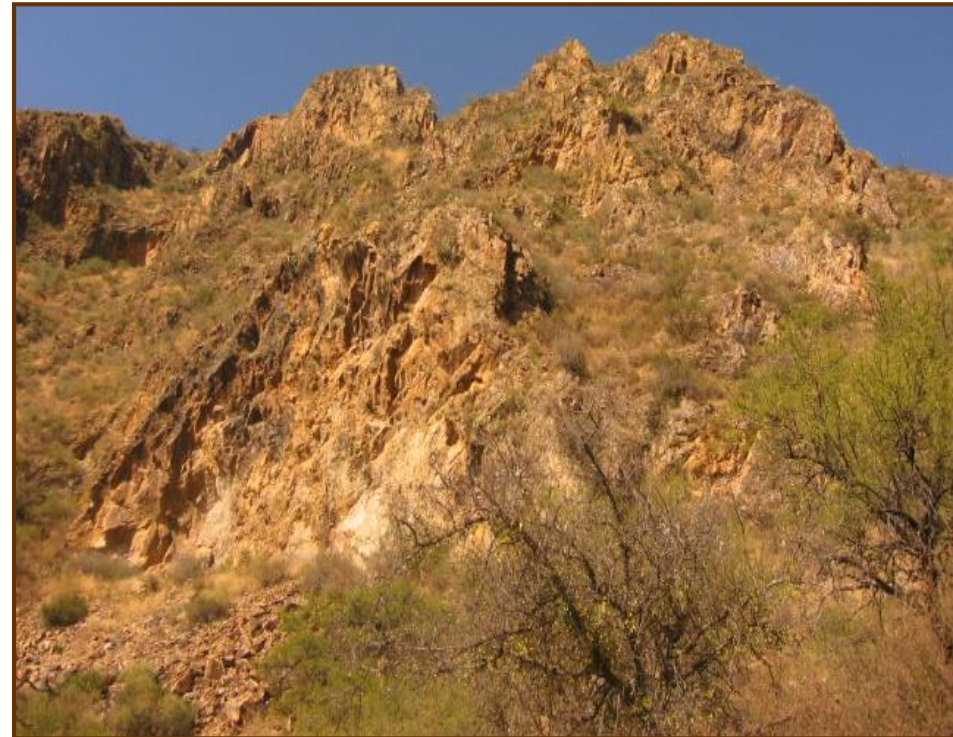
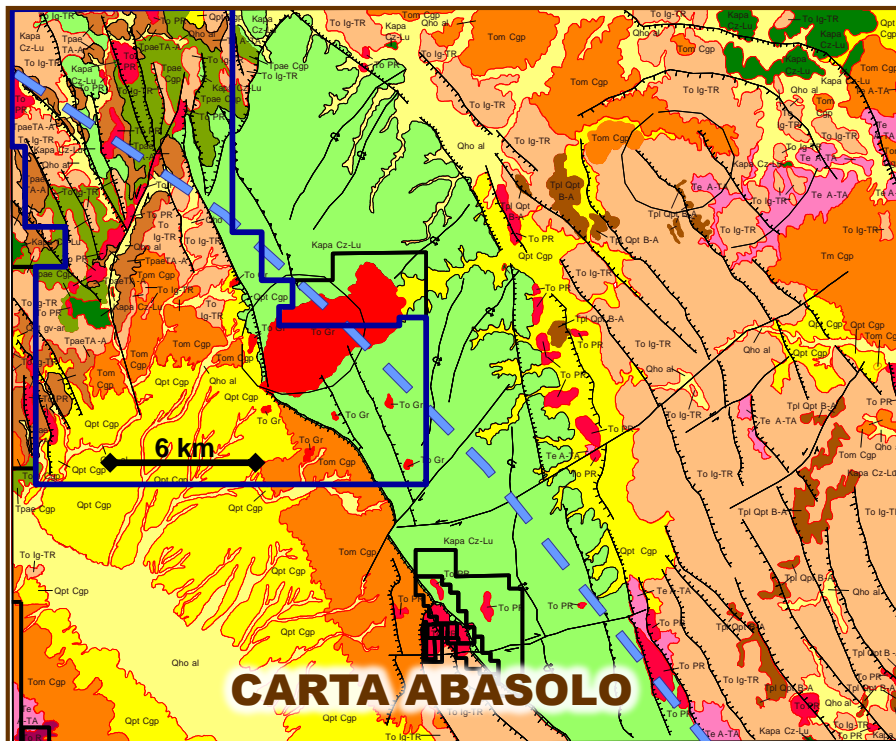


**Los informes y las cartas están disponibles, gratuitamente, en la  
dirección: [www.sgm.gob.mx](http://www.sgm.gob.mx)**



La interpretación geológica, geoquímica y geofísica y el trabajo de campo permiten **identificar nuevas áreas prospectivas** que se eligen para exploración más detallada. La mayoría de las minas activas iniciaron como un simple prospecto.

**Se identificaron 620 localidades entre 2007 y 2013, de las cuales, 103 se convirtieron en blancos de exploración, y 91 en asignaciones mineras que se concursaron públicamente a entidades privadas .**



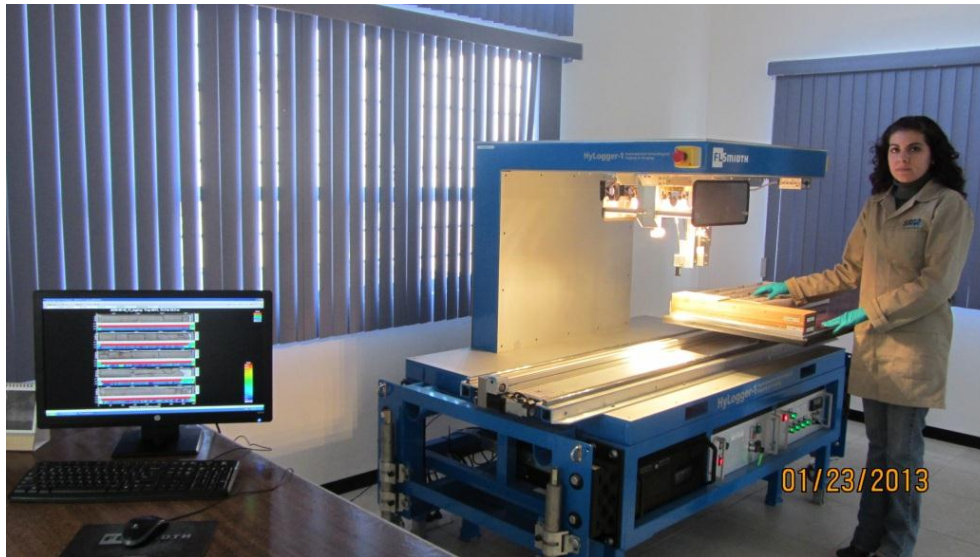
**Los blancos de exploración y las asignaciones mineras se evalúan con detalle. Para este propósito se utilizan métodos actualizados y de vanguardia**



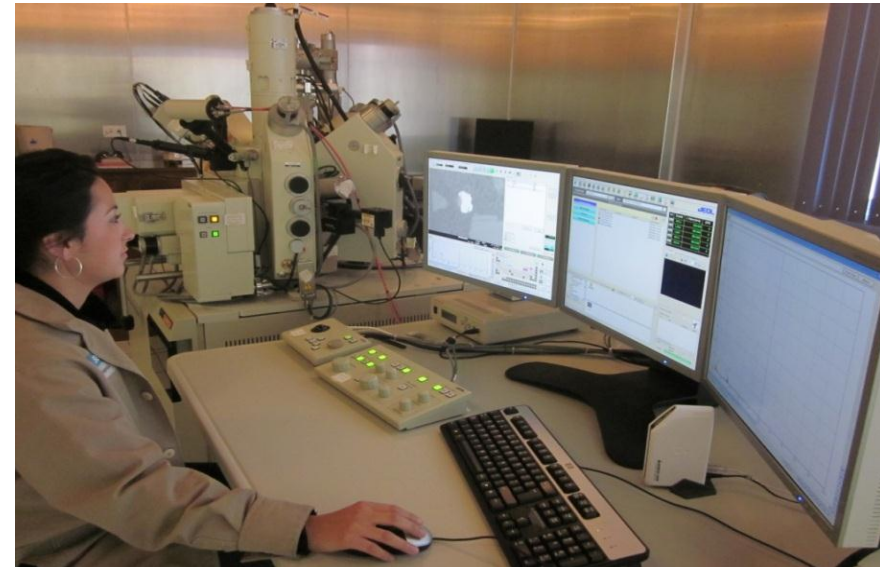
# APOYOS TECNOLÓGICOS PARA LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y LA EVALUACIÓN DE RECURSOS MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS

Laboratorios

Geofísica



*Hylogger*<sup>TM</sup>: espectrómetro de núcleos de  
barrenación para determinar firmas  
espectrales de los minerales de alteración



Sonda de barrido electrónico para  
estudios de micropartículas y especies  
por espectrometría de electrones



## OAXACA

Los estudios evaluativos de asignaciones mineras y la cartografía se respaldan con los **Centros de Experimentación** para caracterizar minerales y rocas, analizar muestras o ejecutar pruebas metalúrgicas.

## CHIHUAHUA

Pocos laboratorios llevan a cabo estas tres actividades sustantivas en un solo complejo.

Los servicios están disponibles para todos los usuarios que los soliciten



## CARACTERIZACIÓN :

- ✱ PETROGRAFÍA
- ✱ MINERAGRAFÍA
- ✱ TAMAÑO DE PARTÍCULA
- ✱ INCLUSIONES FLUIDAS



## ANÁLISIS QUÍMICO

- ✱ CUANTIFICACIÓN DEL CONTENIDO DE ELEMENTOS EN UNA MUESTRA DE ROCA.
- ✱ ORO POR COPELACIÓN. ICP ÓPTICO PARA ELEMENTOS





## ESPECTRÓMETRO DE MASAS MULTICOLECTOR DE IONIZACIÓN TÉRMICA

Caracterización  
isotópica

Datación de rocas por  
el método U/Pb en  
zircones



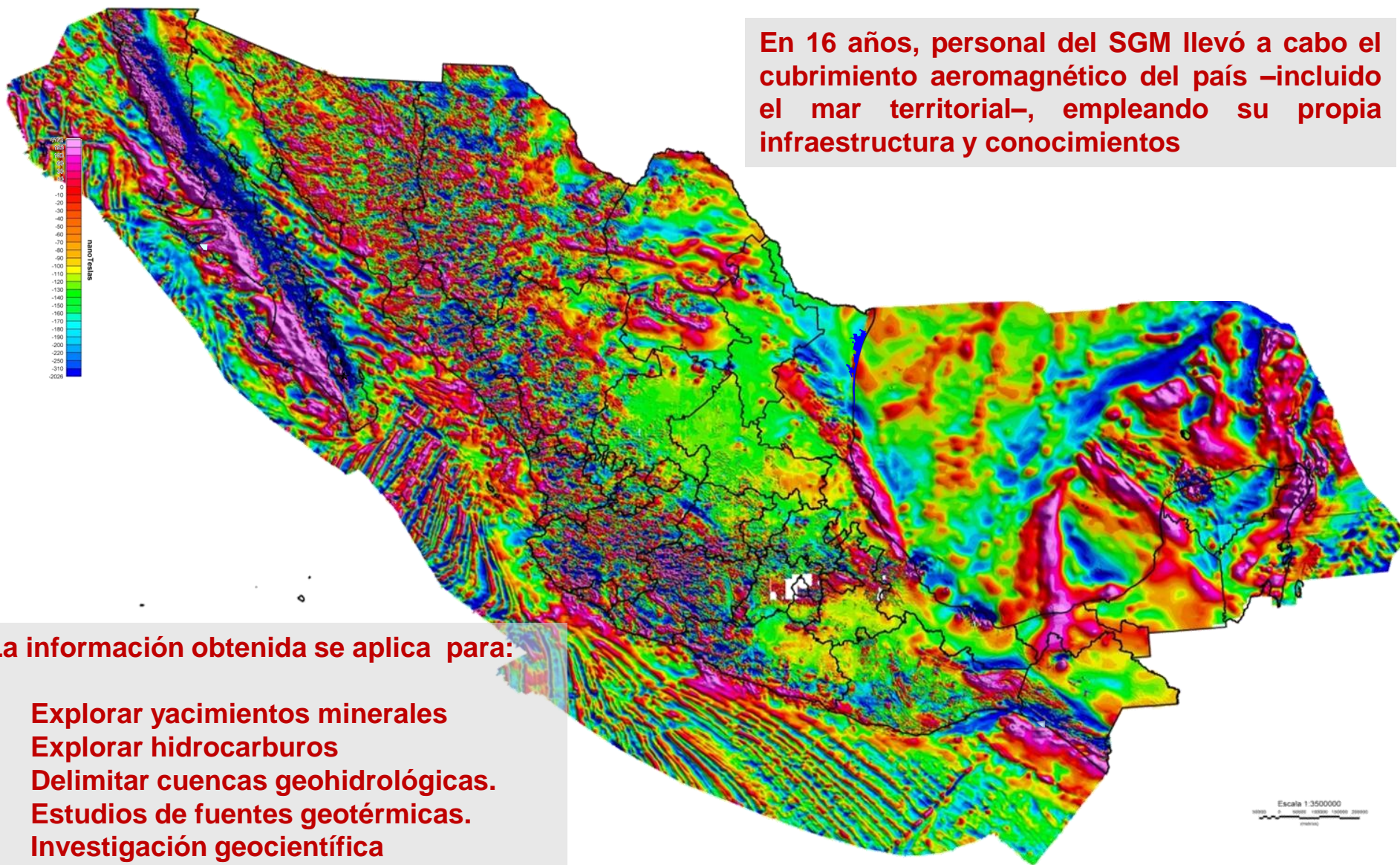
Se opera conjuntamente con el Laboratorio Universitario de Geoquímica Isotópica de la Universidad Nacional Autónoma de México

Marca: *Thermo Scientific*

Modelo: *Triton Plus*



En 16 años, personal del SGM llevó a cabo el cubrimiento aeromagnético del país –incluido el mar territorial–, empleando su propia infraestructura y conocimientos



La información obtenida se aplica para:

- Explorar yacimientos minerales
- Explorar hidrocarburos
- Delimitar cuencas geohidrológicas.
- Estudios de fuentes geotérmicas.
- Investigación geocientífica



# Apoyo geofísico aéreo

## Imágenes hiperespectrales



Control de vuelo



Computadora



Ventanas de sílice

SWIR

VNIR



GPS/INS

Sensor ALSA dual



## *Alta resolución*

*Levantamiento de  
respuestas  
radiométricas en  
superficie en tres  
canales:*

*Uranio  
Torio  
Potasio*

*Al mismo tiempo, se  
obtienen datos de  
magnetometría de alta  
resolución.*

*El equipo vuela a 70 m  
por encima de la  
superficie del terreno*



**Magnetómetro de vapor  
de cesio**

**Sistema de adquisición  
de datos radiométricos  
y magnéticos**



**Equipo TEM aéreo en  
operación**



**Sistema de  
adquisición de  
datos**



La corriente  
electromagnética penetra  
350 m. Recibe respuestas  
de conductividad en  
tiempo real.

Detecta cuerpos de  
sulfuros y horizontes  
porosos para explorar  
acuíferos subterráneos.

**Bobinas de  
transmisión y  
recepción de 6  
m de diámetro**







**Espectrómetro de  
rayos gamma Bismuto-  
Germanio-Osmio**



**Receptor de polarización  
inducida**



**Gravímetro modelo CG-5,  
Autrograv**



**Transmisor de  
señal de  
polarización IRIS  
VIP 3000**

**Electromagnético  
multifuncional**

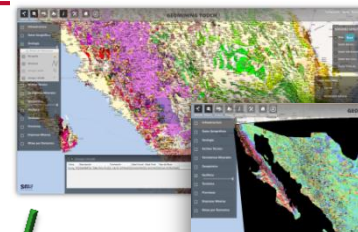




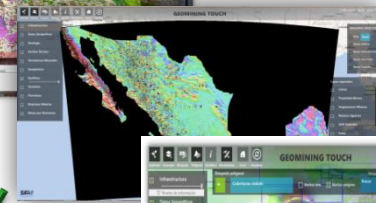
Consulta gratuita en  
[www.sgm.gob.mx](http://www.sgm.gob.mx)

The screenshot displays the GeoInfoMEX website with the following sections:

- Header:** Logos of SE, SGM, and the Mexican coat of arms. Navigation links: INICIO, ACERCA DEL SGM, SERVICIOS, PRODUCTOS, GEOINFOMEX, EDUCACIÓN, ENLACES, TRANSPARENCIA.
- Main Content Area:**
  - Left Column:** "SISTEMA DE CONSULTA DE INFORMACIÓN" (Geological map), "GEOINFOMEX" logo, and a user viewing a map on a tablet.
  - Right Column:**
    - GEOINFOMEX
    - PROSPECTOS MINEROS
    - ANUARIO ESTADÍSTICO de la Minería Mexicana
    - INFORMES TÉCNICOS y Publicaciones
- Footer:**
  - ENLACES DE INTERÉS:** Portal de Obligaciones de Transparencia, info mex INFO MEX.
  - PRODUCTOS Y SERVICIOS:** GeoInfoMex, Cartas Impresas, Informes Técnicos y Publicaciones, Panoramas Mineros, Léxico Estratigráfico, Paquetes Digitales.
  - VIDEO INSTITUCIONAL:** Video of the SGM building.



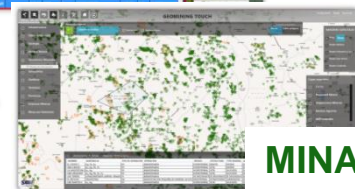
**GEOLOGÍA Y  
GEOQUÍMICA**



**GEOFÍSICA**



**PROPIEDAD  
MINERA**



**MINAS**



**NÚCLEOS  
AGRARIOS**



**IMÁGENES DE  
SATÉLITE**



**INFRAESTRUCTURA**



**ÁREAS NATURALES  
PROTEGIDAS**

**72 NIVELES DE INFORMACIÓN QUE  
INTERACTÚAN ENTRE SÍ COMBINANDO  
LA INFORMACIÓN GRÁFICA LIGADA A  
SUS ATRIBUTOS DESCRIPTIVOS**



- ✓ **Conocimiento y entendimiento pleno de la estructura geológica del territorio nacional.**
- ✓ **Relación de la geología, las estructuras y los modelos con los recursos minerales metálicos y no-metálicos.**
- ✓ **Se generan áreas prospectivas; blancos de exploración y asignaciones mineras para licitar.**
- ✓ **Se provee información para promover la exploración minera en áreas con verdadero potencial; con ello se fomenta la inversión, se generan polos de desarrollo, infraestructura y empleos en áreas en las que difícilmente otra actividad incursiona.**





**¡Muchas gracias por  
su atención!**

**Reserva Nor Yauyos Cocha, Perú**

**Cañón del Sumidero, Chiapas, México**