

# GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL PLAN DE EXPLORACIÓN GEOLÓGICA

---

## Preparado por:

- Coordinador Ing. Geólogo Manuel Méndez Tepedino
- Coordinador Ing. Geólogo Ronal Parra
- Geólogo Jessica López – CVM
- Ing. Geólogo Freddy Sojo
- Ing. Geólogo Luis Espinoza
- Ing. Geólogo Michelle Martínez

## Revisado por

- Director General de Investigación y Exploración Ecominera - Ing. Geólogo Juan Carlos Suárez

## Entregado por

- Coordinación de Operaciones Geológicas



## Contenido

|  |    |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN .....   | 4  |
| 1. CONFORMACIÓN, REVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE INFORMACIÓN Y BASE DE DATOS.....   | 5  |
| 1.1 Recopilación de la bibliográfica y de la GEODATA.....  | 5  |
| 1.2 Como debe citarse la Información.....  | 5  |
| 1.3 Referencias .....  | 5  |
| 2. Interpretación de datos .....   | 6  |
| 2.1 Análisis e interpretación de información geológica, cartográfica, minera, imágenes satelitales, radar, fotografías aéreas, sensores remotos, entre otros.....  | 7  |
| 2.2 Interpretación geológica y geomorfológica preliminar para la ubicación de sitios para el levantamiento de geología de campo y toma de muestras.....            | 7  |
| 2.3 Elaboración de mapas temáticos para la orientación de los trabajos de campo (cartográfico, geológico, geomorfológico, geoquímico, geofísico, entre otros)..... | 7  |
| 2.3.1 Base topográfica del área: .....   | 8  |
| 2.3.2 Cartografía geológica:.....  | 8  |
| 3. Geología de superficie .....  | 8  |
| 3.1 Planificación de salidas de campo de reconocimiento de área.....   | 8  |
| 3.1.1 Cronograma de actividades .....  | 9  |
| 3.1.2 Programación de logística.....   | 9  |
| 3.1.3 Elaboración de mapas y perfiles geológicos.....  | 9  |
| 4. Discretización de las áreas y sub-áreas a explorar.....   | 10 |
| 4.1 Criterios utilizados en la selección de áreas a explorar. ....   | 10 |
| 5. Actividades exploratorias a desarrollar en cada área.....   | 11 |
| 5.1. Salida de campo preliminar. ....  | 11 |
| 5.1.1. Corroborar plan logístico total.....  | 11 |
| 5.1.2. Reconocimiento de vías de acceso a zonas de interés. ....   | 11 |
| 5.1.3. Revisión de catastro y tenencia de la tierra.....   | 11 |
| 5.1.4. Definir zonas para campamento base y campamentos móviles .....  | 11 |
| 5.1.5. Contacto con personal de apoyo logístico, baquianos, cocineros, motoristas y obreros para trabajos varios en campo.....                                     | 11 |
| 5.1.6. Localización de puestos de abastecimiento de enceres, alimentos y combustible.....  | 12 |



|        |   |    |
|--------|---|----|
| 5.1.7. | Acercamiento con representantes comunidades aledañas (indígenas y criollas) .....             | 12 |
| 5.1.8. | Localización de puestos de atención médica, seguridad y emergencias.....                      | 12 |
| 5.2.   | Gestión de permisos ambientales para el inicio de la campaña prospectiva - exploratoria. .... | 12 |
| 6.     | Campaña de campo .....  | 13 |
| 6.1    | Selección de métodos a utilizar para la realización de la exploración:.....                   | 13 |
| 6.2    | Geofísica .....   | 13 |
| 6.3    | Exploración Geoquímica .....  | 14 |
| 6.3.1  | Calicatas, Trincheras y Análisis Geoquímicos.....   | 14 |
| 6.4    | Campaña de Perforación .....  | 16 |
| 6.5    | Análisis de laboratorio .....   | 16 |
| 6.5.1  | Análisis y Procesamiento de datos geológicos y geoquímicos de sub suelo .....                 | 16 |
| 7.     | Cálculos.....   | 16 |
| 7.1.   | Tenores .....   | 16 |
| 7.2.   | Reportar Recursos y Reservas Minerales.....   | 16 |
| 8.     | Plan de nueva área .....  | 16 |
| 9.     | Generación de modelo geológico regional.....  | 17 |
| 10.    | PLAN DE INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO .....  | 17 |



# INTRODUCCIÓN

La Dirección General de Investigación y Exploración Minera (DIEXMIN), ha desarrollado protocolos de métodos de campo para guiar a las empresas en el desarrollo de la campaña de prospección y exploración geológica. Los conceptos y procedimientos más significativos se describen en este documento. La toma y preparación de las muestras de superficie y subsuelo deben estar regidas por la normativa y la metodología establecida por la Dirección General de Investigación y Exploración Minera del Ministerio del Poder Popular de Desarrollo Minero Ecológico.

Este documento tiene por finalidad establecer las normas y procedimientos para la planificación, elaboración y realización de las actividades de geología de exploración con fines mineros, garantizando el control de calidad en la metodología aplicada, generando así un producto auditable.

Toda campaña de exploración debe ser elaborada, planificada y llevada a cabo por geólogos o ingenieros geólogos inscritos en Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).

Todo plano o mapa temático debe estar firmado por un profesional de las ciencias de la tierra inscrito en el CIV.

El programa exploratorio debe contener al menos cuatro fases, las cuales deberán ser desarrolladas y ajustadas a los requerimientos del proyecto y a las características geológicas objeto de la solicitud.

Los trabajos de exploración, se realizarán en al menos cuatro (4) fases, de acuerdo con la siguiente estructura y teniendo en cuenta el programa mínimo exploratorio que se establece a continuación:

- Fase I. Trabajo de Oficina y Pre-campo
- Fase II. Campaña de Exploración
  - Geología de Superficie
  - Geología de Subsuelo
  - Geoquímica
  - Geofísica
- Fase III. Interpretación de Datos y Elaboración del Modelo Geológico





Aclaratoria: Lo expuesto en este documento, son los ítems o aspectos elementales que debe tener un plan exploratorio, sin embargo no está limitado a lo que los profesionales de las ciencias de la tierra consideren que debe incluirse, siempre y cuando esté debidamente justificado.

# 1. CONFORMACIÓN, REVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE INFORMACIÓN Y BASE DE DATOS

Toda campaña de campo, requiere la obtención de la data y estudios anteriores, para la óptima planificación de las salidas de geología exploratoria.

## 1.1 Recopilación de la bibliográfica y de la GEODATA

La base de todo proyecto es la recopilación bibliográfica, de GEODATA y de toda la información necesaria para su feliz término, en este sentido se debe comenzar por realizar una búsqueda de las distintas bases de datos disponibles (institutos, universidades, agencias, publicaciones científicas, revistas, entes privados y gubernamentales, entre otras), con la finalidad de crear una base de datos y un sistema de información geográfica (también conocido con los acrónimos SIG en español o GIS en inglés) que integre y relacione diversos componentes (usuarios, hardware, software, procesos) permitiendo así la organización, almacenamiento, manipulación, análisis y modelaje de grandes cantidades de datos procedentes del mundo real que están vinculados a una referencia espacial, facilitando la incorporación de aspectos sociales-culturales, económicos y ambientales que conducen a la toma de decisiones de una manera eficaz.



Recopilación y análisis de la literatura existente relacionada con geología regional y local, geología estructural, estudios paragenéticos, petrográficos, estratigráficos, metalogénicos, metalográficos, geoquímicos, geofísicos, hidrológicos, hidrogeológicos, ambientales, bases topográficas, fotografías aéreas, imágenes de sensores remoto, puntos geodésicos, teledetección e información minera del sector de estudio. Preliminarmente se seleccionarán las áreas que presenten mayor importancia para la orientación de los trabajos exploratorios.

## 1.2 Como debe citarse la Información

Toda información utilizada (mapas, planos, tablas, figuras, etc.) en la elaboración de la campaña geológica debe ser debidamente citada: fuente, autor, fecha de elaboración y/o publicación, nivel de procesamiento, escala, editor, etc.

## 1.3 Referencias

Las citas de cada una de las referencias deben ser incluidas en el texto utilizando cualquiera de los siguientes modelos:

### Modelo 1



El sistema autor/año de publicación: (Hernández, 1995). Las referencias para citas textuales deben incluir, además, la página donde se encuentra el texto citado. (Pérez, 2008: 90) Al final del texto en el aparte para las REFERENCIAS (antes de los anexos), deben incluirse los datos completos de las publicaciones mencionadas, organizados alfabéticamente.

Ejemplo:

ECO, Umberto. (1982) COMO SE HACE UNA TESIS. Técnicas y procedimientos de investigación, estudio y escritura. Gedisa, S. A. Colección Libertad y Cambio. Serie Práctica. Segunda Edición. Buenos Aires, Argentina. Editorial Celtia.

### Modelo 2

Se colocará un número arábigo, entre corchetes y de manera consecutiva desde el principio hasta el final del trabajo, cada vez que se haga mención de una publicación. Ejemplo:

[1] GÓMEZMARTÍNEZ,

José Luis. Antología del Ensayo. Simón Bolívar. "DISCURSO DE ANGOSTURA" Extraído el 18 de mayo de 2009, desde <http://www.ensayistas.org/antologia/XIXA/bolivar/bolivar.htm>

[2] Johansson, B., Maquoi, R., y Sedlacek, G. (2001). New design rules for plate structures in Eurocode 3. Journal of Constructional Steel Research, Vol. 57(3), pp.279311.

## 2. Interpretación de datos

Respecto al trabajo con los datos previos, procedentes de las distintas fuentes de consulta, éstos permitirán establecer todo un conocimiento de la zona de interés, basado en ello se podrá definir las estrategias para realizar las tareas de campo, lugares donde se realizarán los diversos levantamientos. Una vez hechas estas labores, se puede concebir una cartografía geológica con un modelo geomorfológico, para ser llevado a campo.





## 2.1 Análisis e interpretación de información geológica, cartográfica, minera, imágenes satelitales, radar, fotografías aéreas, sensores remotos, entre otros.



El trabajo se orientará del tipo regional al semiregional (detalle), con escalas desde 1:100.000 hasta 1:5.000, e inclusive a mayor detalle. Esta información debe ser corroborada en campo, se confirma y en caso de que existan variaciones, se hace una reinterpretación de la información utilizada.

De manera análoga, estas acciones permitirán diseñar la campaña para campo que se llevará a cabo en la zona de interés, estableciendo los lugares donde se realizarán los levantamientos geológicos y el muestreo respectivo. Una vez inicializada una prospección y corroborando lo anterior, se podrán definir los posibles prospectos mineralógicos, e iniciar una exploración en detalle los sitios de interés.

Los sitios establecidos para la prospección y exploración deben ser señalados en un mapa cartográfico a una escala proporcional al nivel de detalle que se haya establecido en la planificación de la campaña de prospección y exploración.

## 2.2 Interpretación geológica y geomorfológica preliminar para la ubicación de sitios para el levantamiento de geología de campo y toma de muestras.

Se debe atribuir significado a la información manejada (cartografía, geología, geofísica y geoquímica) referente al área de interés, preconciendo un modelo geológico junto a la geomorfología, en base a ese precepto se escogerán los sitios donde se ejecutarán los trabajos de campo y la toma de muestras. Haciéndose énfasis, en los lugares de afloramientos y cauces de agua (ríos), en caso de que la zona carezca de afloramientos se planteara el estudio en subsuelo, tanto somero como profundo, cuando sea necesario (picas y mallado).



## 2.3 Elaboración de mapas temáticos para la orientación de los trabajos de campo (cartográfico, geológico, geomorfológico, geoquímico, geofísico, entre otros).

Una vez dispuesta la base topográfica, se llevará a cabo el estudio de la zona del semidetalle al detalle dependiendo del área y los objetivos planteados, con un mapa geológico-estructural como base, tomando en cuenta los criterios geológicos y la topografía.

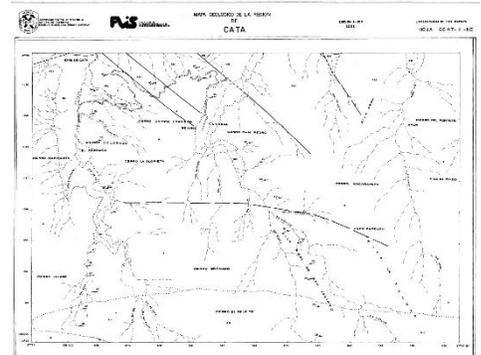
Todo mapa geológico debe ser elaborado y firmado por un geólogo o ingeniero geólogo inscrito en el Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV).



Todos los mapas deben ser elaborados en formato vectorial, la escala de detalle queda a criterio del profesional de las ciencias de la tierra encargado.

### 2.3.1 Base topográfica del área:

Para los trabajos iniciales, se debe utilizar el mapa de cartografía nacional a escala 1:25.000, en caso de no estar disponible, se debe realizar un levantamiento topográfico en el área asignada a escala 1:25.000. Para mayor detalle, se escogerá una escala de acuerdo al criterio del profesional a cargo del proyecto, con curvas de nivel con intervalos no mayores a 20 m, de acuerdo con la extensión y características morfológicas del área y de acuerdo a las estipulaciones del artículo N° 11 de la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional y a las normas y procedimientos para la elaboración de planos y mapas.



Los levantamientos deberán referenciar la infraestructura superficial (construcciones, carreteras, líneas eléctricas, etc.), los accidentes geográficos principales (quebradas, cerros, etc.), y las labores exploratorias y mineras existentes en el área (frentes de explotación, bocaminas, excavaciones, botaderos de estéril, patios de acopio, etc.).

### 2.3.2 Cartografía geológica:

Inicialmente se adelantará el mapa de cartografía geológica del área asignada, a escala 1:25.000, con énfasis en las unidades litológicas, las estructuras geológicas y aspectos tectónicos relevantes, con la aplicación de técnicas prospectivas convencionales e innovadoras, geo-referenciadas. Se podrá elaborar mapas de geología de detalle a menor escala, según el criterio del profesional a cargo.

## 3. Geología de superficie



La planificación de las salidas de campo, se debe realizar de acuerdo a un esquema secuencial que structure el trabajo de campo antes de ir a la zona de interés, basado en conocimientos previos del área a investigar, los recursos económicos o partidas presupuestarias que sean requeridas, y el tiempo disponible, así como el traslado, realizando recorridos, recolección de muestras, seleccionando las áreas más promisorias, en base a la información geológica y geoquímica existente en la superficie, lo que va a permitir decidir y definir las áreas sobre las cuales se deben realizar las prospecciones a detalle, así como la definición de las campañas geofísicas si es el caso.

### 3.1 Planificación de salidas de campo de reconocimiento de área.

Hay que establecer el esquema operacional que se llevará en las tareas de campo, en función del cronograma preestablecido, recursos y personal involucrado.



### 3.1.1 Cronograma de actividades

Se debe presentar un cronograma de actividades de exploración de acuerdo a la zona a estudiar, que incluya todas las labores involucradas en la campaña de prospección y exploración. Se debe esquematizar en función de prever la mayor cantidad de imprevistos que pudiesen presentarse. Para detalles se sugiere:

Que se ejecuten las diversas salidas a las zonas escogidas, desarrollando las tareas que sean requeridas, para geología, geoquímica y geofísica. Se sugiere seguir los ámbitos expuestos en la Tabla 1.

Tabla 1. Ejemplo de un Cronograma de Actividades de Exploración

| actividad                                      | mes 1 | mes 2 | mes 3 | mes 4 | mes 5 | mes 6 | mes 7 | mes 8 | mes 9 | mes 10 | mes 11 | mes 12 |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Recopilación bibliográfica                     | █     | █     | █     | █     | █     |       |       |       |       |        |        |        |
| Sensores Remotos                               |       |       | █     | █     |       |       |       |       |       |        |        |        |
| Establecer las areas de estudio para Anomalías |       |       | █     | █     | █     |       |       |       |       |        |        |        |
| Geología de Superficie - Toma de muestras      |       |       |       |       | █     | █     | █     | █     | █     | █      |        |        |
| Analisis de las muestras                       |       |       |       |       |       |       | █     | █     | █     | █      |        |        |
| Procesamiento de Datos                         |       |       |       |       |       |       | █     | █     | █     | █      | █      |        |
| Elaboracion de Mapas                           |       |       |       |       |       |       |       |       | █     | █      | █      | █      |
| Elaboracion del Informe Final                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       | █      | █      | █      |

### 3.1.2 Programación de logística

Hay que establecer un esquema para ordenar los diversos aspectos que facilitarán el desarrollo de la campaña de geología de campo para el periodo planificado que debe incluir los siguientes aspectos: transporte, campamento, alimentación, hidratación, medicinas, enceres y permisería.

### 3.1.3 Elaboración de mapas y perfiles geológicos.

Los mapas y perfiles geológicos, se elaborarán a la escala según el criterio del profesional, de acuerdo con la extensión del área, siguiendo las Normas descritas en la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional y sus normas y procedimientos para la elaboración de planos y mapas.

Con base en lo anterior, en las áreas seleccionadas con mayor potencialidad, se llevará a cabo una cartografía geológica detallada, a una escala mínima 1:5.000 o mayor, dirigida a obtener las características geológicas principales del yacimiento, según el caso (geología, tipos de alteración hidrotermal y su extensión, características geoquímica, ambiente de formación, tipo de depósito, estructuras locales y regionales que controlan la



mineralización, zonas de enriquecimiento, continuidad lateral y vertical de la mineralización, - zonación -, paragénesis, levantamiento de columnas estratigráficas locales detalladas, etc.). Con la información técnica obtenida hasta el momento, se ajustará definitivamente el modelo descriptivo de la mineralización, describiendo en detalle las características principales del depósito.

Se ubicará cartográficamente (coordenadas UTM REGVEN) todos los puntos de control geológico de los filones, capas y mantos presentes en el área, así como de los principales accidentes estructurales.

Se deberá entregar:

- Un (1) mapa geológico regional.
- Un (1) mapa geológico local a escala 1:25.000, con al menos dos (2) perfiles geológicos del perpendiculares a las estructuras, del área prospectiva y su memoria explicativa, indicando estaciones de campo, sitios de toma de muestras, donde se localicen las, los sitios de muestreo, los sitios donde se encuentren zonas mineralizadas, mantos o capas de interés exploratorio y los sitios donde se realicen las transectos.
- Bases de datos con las estaciones de campo y las muestras obtenidas en la fase de campo.

## 4. Discretización de las áreas y sub-áreas a explorar.

Se realiza el montaje de todos los mapas temáticos (geológicos, geoquímicos y geofísicos), en función de las coincidencias y diferencias, se escogen los sitios de interés, donde las anomalías asociadas a las posibles mineralizaciones sean de importancia geoeconómico.

### 4.1 Criterios utilizados en la selección de áreas a explorar.

Se basa en interpretación de la información provenientes de los resultados geológicos y disciplinas auxiliares (geofísica, geoquímica) permitiendo postular los prospectos con mayor interés geoeconómico.

Con esta labor se tendrá un control de diversas variables, que permitirá incluso poder atender los posibles imprevistos que puedan presentarse durante las actividades de campo. Englobando los aspectos logísticos, de temporalidad meteorológica y de recursos monetarios, además de los contactos interinstitucionales, las comunidades del entorno de trabajo y la localización geográfica del área a estudiar. Se plantea un cronograma de trabajo que debe ejecutarse de forma tal que tanto la prospección como la exploración se haga de manera óptima.





## 5. Actividades exploratorias a desarrollar en cada área

### 5.1. Salida de campo preliminar.

Se va a obtener un conocimiento previo de la zona a estudiar, donde se distinguirá las características del área a intervenir para mantener o reprogramar la logística previa.

#### 5.1.1. Corroborar plan logístico total.

La comprobación del plan logístico consistirá durante la salida previa, en la revisión de ítems que facilitarán el desempeño de las labores de campo, programados durante el diseño de la campaña exploratoria.

#### 5.1.2. Reconocimiento de vías de acceso a zonas de interés.

Se realizará un reconocimiento de las vías con una posible rectificación que tenga lugar en caso de que sea necesario respecto a la vialidad existente, para poder prever contratiempos.

Todas las vías de acceso deben estar debidamente señaladas en los planos y/o mapas, utilizando la simbología establecida por el Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (IGVSB).

#### 5.1.3. Revisión de catastro y tenencia de la tierra.

Se debe acudir a las instancias u oficinas de catastro, para corroborar la propiedad de los terrenos que cubran el área a intervenir, en caso de duda aclarar en referencia a la propiedad de algún terreno (límites y extensión).

#### 5.1.4. Definir zonas para campamento base y campamentos móviles

En los posibles sitios para el establecimiento del campamento base, se debe tener en cuenta la topografía, ambiente natural (montaña, selva, glacial, desierto, sabana, costero, incluso marino, etc.), cantidad de personal (técnico, obrero, cocineros, transporte, primeros auxilios y vigilancia, fijos, contratados y ocasionales), normas de seguridad, servicios (electricidad, agua, telecomunicaciones), manejo para desechos, transporte, sitios de abastecimiento y emergencias para salud. De igual manera el diseño de las estancias, tipo cabaña, chozas largas, alguna vivienda u hotel. En caso de los campamentos volantes, debe tenerse en cuenta la extensión de la zona, tiempo de estadía y distancia al campamento base en conjunto, así como los medios de transporte.

Estos sitios deben estar debidamente señalados en los planos y mapas cartográficos elaborados para las labores de exploración.

#### 5.1.5 Contacto con personal de apoyo logístico, baquianos, cocineros, motoristas y obreros para trabajos varios en campo.

En la etapa de reconocimiento, de acuerdo al ambiente natural de trabajo, se debe contactar, y si es posible trazar con personas que conozcan los sectores de trabajo, para optimizar el paso por el terreno y guardarse de los posibles peligros que existan, de manera de optimizar el trabajo y evitar en lo posible accidentes por desconocimiento del terreno, también para el traslado de enseres y muestras, cuando sean requeridos, es decir



guías en el área tales como capitanes de navegación, chóferes, obreros, cocineros, ayudantes, vigilantes, entre otros.

### 5.1.6 Localización de puestos de abastecimiento de enceres, alimentos y combustible.

Se debe tener en cuenta el expendio de materiales necesarios para la estancia en los sitios de campamentos, costos y disponibilidad de los mismos, pues esto de no ser previstos puede interrumpir un periodo de campo. Tales como alimentos, medicinas, material de ferretería, consumibles de oficina, artículos de cuidado personal, ropa y calzado, combustible, baterías, repuestos de vehículos, sistemas de refrigeración y cocina, en caso de tenerse alimentos crudos.

Estos sitios deben estar debidamente señalados en los planos y mapas cartográficos elaborados para las labores de exploración.

### 5.1.7. Acercamiento con representantes comunidades aledañas (indígenas y criollas)

Al llegar a dichos asentamientos humanos donde se localiza la zona a intervenir se debe crear un canal de comunicación para hacer del conocimiento los planteamientos, objetivos y alcances del trabajo a las comunidades, con el fin de involucrándolos al proyecto bien sea como personal de apoyo y logística o haciéndolos parte del equipo de trabajo para la exploración.



### 5.1.8. Localización de puestos de atención médica, seguridad y emergencias

En cuanto a la salud, se debe tener un nivel de seguridad mínimo. En caso de algún percance ligado a accidentes o lesiones corporales, se debe saber donde se encuentran los puestos de primeros auxilios u hospitalización permanente, a qué distancia se encuentran y modalidades para la movilización hacia ellos. También deben ubicarse los puestos o comandos de los organismos de seguridad más cercanos al área de exploración.

Estos puestos deben estar debidamente señalados en los planos y mapas cartográficos elaborados para las labores de exploración.

## 5.2. Gestión de permisos ambientales para el inicio de la campaña prospectiva - exploratoria.



Ante las autoridades y entes competentes (ministerios, corporaciones) se debe contactar y presentar los recaudos que sean solicitados para exponer de manera sistemática que medidas deben tomarse mientras se hagan las labores de campo de forma tal de impactar en grado mínimo el ambiente natural de la zona de interés.

## 6. Campaña de campo

En primer lugar, hay que basarse en conocimientos previos del área a investigar, tomando en cuenta los recursos económicos o partidas presupuestarias que sean requeridas, y el tiempo disponible, así como el traslado, por los medios de transporte disponibles y óptimos a la zona escogida, con la finalidad de observar las vías de acceso, sitios de pernocta, abastecimiento para enceres y puestos de socorro o emergencias hospitalarias, para casos de imprevistos. Desarrollar una planificación para el óptimo reconocimiento, prospección y exploración de una zona de interés, con el fin de recolectarse la mayor cantidad de información.

### 6.1 Selección de métodos a utilizar para la realización de la exploración:

La selección del método de exploración ira en función del grado de conocimiento o certidumbre de la zonas y de los recursos de interés geología y geomorfología, se direccionará de la siguiente manera: muestreo mineral, establecimiento de secciones y evaluación geoeconómica, diferenciado si las mineralizaciones se encuentran de manera somera o a profunda, de acuerdo a las disciplinas implicadas, pues de ello depende la adquisición del dato con calidad, lo que lleva a determinar a nivel cognoscitivo la acumulación mineral (metálico o no metálica) puede representar un negocio minero, para ejecutar la actividad, resulta esencial la determinación de estas variables: Grado de conocimiento pretérito, complejidad, favorabilidad, interpretación y accesibilidad.

### 6.2 Geofísica

Se debe detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas en el sub suelo determinando sus dimensiones y algunas de las propiedades físicas responsables de sus mineralizaciones. Se aplica la diversa metodología de acuerdo a los minerales de interés respecto a los contrastes físicos que expongan con la litología de su entorno, para diferenciar la manera en que puedan concentrarse y presentar anomalías; existen diferentes métodos geofísicos como son: Polarización Inducida, Magnetometría, Espectrometría Susceptibilidad Magnética y Sondeos eléctricos en subsuelo, estos son usados de a cuerdo a el tipo de terreno, vegetación, mineral y presupuesto disponible.



Los trabajos geológicos y geoquímicos adelantados previamente, permiten delinear en superficie, áreas anómalas, estrechamente relacionadas con los procesos mineralizadores que se presentan en la zona de estudio y en los cuales usualmente se requieren adelantar estudios geofísicos. En muchas ocasiones, además de los estudios geofísicos regionales que normalmente se realizan, es indispensable adelantar trabajos geofísicos adicionales muy específicos y a mayor escala para descifrar niveles y cuerpos guías de exploración que pueden acompañar a la mineralización en profundidad y que generalmente son muy útiles en la búsqueda de las zonas con mayor concentración de la sustancia mineral.

El profesional encargado, deberá establecer el método geofísico que le permita precisar el modelo geológico del subsuelo, y que más se ajuste a la exploración del mineral de interés. Deberá entregar los datos obtenidos en campo (data cruda), los resultados obtenidos y la interpretación de los mismos de acuerdo con el método seleccionado (por ejemplo los perfiles de los Sondeos Eléctricos Verticales, mapas de anomalías en caso



de emplear magnetometría, gravimetría, magnetotelúrica, tomografía eléctrica o espectrometría gamma o líneas sísmicas y su interpretación).

## 6.3 Exploración Geoquímica

Se realiza con la finalidad de detectar zonas de anomalías de rocas, elementos o minerales de interés, la caracterización geoquímica de las capas productivas así como las demás unidades geológicas mediante muestras la toma de muestra en superficie y en subsuelo, enfocándose en el descubrimiento de la distribuciones anómalas de elementos o minerales, basándose en la medición sistemática de una o varias propiedades químicas de material naturalmente formado.



La campaña de geoquímica debe planificarse de manera sistemática, que cubra todas las zonas del área objeto de estudio, la toma de muestra debe ser regida por las normas elaboradas por este Ministerio. La toma de muestra debe ser planificada de manera de que cubra el mayor área de estudio posible.

La información debe ser plasmada en los respectivos mapas temáticos y tablas de resultados, de manera clara y precisa, que refleje la realidad en el terreno. Todo ensayo de laboratorio debe ser entregado como anexos o apéndices del informe técnico,

### 6.3.1 Calicatas, Trincheras y Análisis Geoquímicos

La determinación del de la red exploratoria, controla el costo, tiempo, exactitud y confiabilidad de la geo-exploración. El cálculo del grado de las reservas depende de donde y de cuantos sondeos mínimos deben realizarse.



Se debe prever la ejecución de calicatas, trincheras y perforaciones que serán empleadas de acuerdo a las tareas a resolver y las condiciones específicas de las zonas a estudiar, cuando sean profundidades someras y espacios reducidos se harán calicatas, cuando se requiera mayor extensión tanto en longitud como en profundidad se emplearán las trincheras, si se desea llegar a profundidades considerables es necesario las perforaciones.

Todas las calicatas, trincheras y perforaciones deben ser debidamente señaladas en los planos exploratorios de detalle, y serán excavadas a las dimensiones, orientaciones así como se distribución, según el criterio del profesional a cargo. Las muestras deben ser recolectadas según el protocolo de toma de muestras establecido por este ministerio.

En la medida que se estime más conveniente y simultáneamente con el desarrollo de la cartografía geológica detallada, se realizará un programa sistemático de trincheras y calicatas, para verificar la información de superficie y controlar la continuidad lateral y vertical de las diferentes estructuras, mantos, materiales y cuerpos mineralizados, niveles de arenas y gravas.



De igual manera se debe realizar un muestreo sistemático (sedimentos activos, suelos y rocas) en los drenajes, a lo largo de una malla regular, o en los diferentes afloramientos, túneles, trincheras y calicatas, etc., para determinar los contenidos de los metales preciosos, elementos indicadores de la mineralización y asociación mineralógica característica del depósito, mediante los respectivos análisis de laboratorio (ensaye al fuego, secciones delgadas, análisis metalográficos, etc. ), todo ello en la(s) zona(s) seleccionada(s) desde el punto de vista geológico con mayor potencial. Las anomalías geoquímicas resultantes deben ser confrontadas e interpretadas con base en la información geológica y geofísica disponible, teniendo siempre en mente el modelo de mineralización propuesto, el cual debe ser ajustado de acuerdo con los resultados obtenidos.

Los mapas geoquímicos se elaborarán a la escala más adecuada, de acuerdo con la extensión del área, siguiendo las Normas descritas en la Ley de Geografía, Cartografía y Catastro Nacional y sus normas y procedimientos para la elaboración de planos y mapas.

Se deberá entregar.

- Bases de datos con la Localización de las picas o calicatas y las muestras obtenidas. Escala 1:25000.
- Registro fotográfico de las picas o calicatas.
- Mapa con localización de zonas mineralizadas y zonas de alteración, georeferenciadas bajo sistema REGVEN.
- Se debe tomar al menos una muestra por cada 100 Ha o, en áreas inferiores a 100 Ha, al menos una muestra de sedimentos activos, suelos y rocas para realizar los análisis correspondientes.
- Mapa de localización de muestras.
- Base de datos con la localización de las muestras y con la información obtenida de los resultados de laboratorio.
- Mapa de anomalías geoquímicas escala 1:5000 o más detallada.
- Informe de interpretación de los resultados de los análisis e integración con la información geológica del área.
- De acuerdo con el muestreo adelantado en esta misma fase, realizar análisis petrográficos, mineralógicos, químicos, paleontológicos o físicos de acuerdo con las características del mineral de interés que en total correspondan a una muestra por cada 100 Ha solicitadas o en áreas inferiores a 100 Ha al menos una muestra.
- Mapa de localización de muestras.
- Base de datos con la localización de las muestras y con la información obtenida de los resultados de laboratorio.
- Informe de interpretación de los resultados de los análisis e integración con la información geológica del área.



## 6.4 Campaña de Perforación

Una vez realizada la campaña de geología de campo, el profesional a cargo decidirá si es necesaria la realización de una campaña exploratoria, bajo premisas de geología económica. El mallado, distribución, densidad, profundidades, tenores y toda información necesaria para la generación del modelo geológico, y de los respectivos cálculos de recursos y reservas minerales, deben ser establecido por el equipo de profesionales a cargo de las actividades de exploración.



## 6.5 Análisis de laboratorio

Los ensayos y/o análisis deben ser realizados por laboratorios certificados nacional e internacionalmente, y los resultados deben ser reportados en tablas con la respectiva simbología y/o códigos internacionales, las unidades deben ser reportadas según el estándar para cada mineral, roca o elemento en el informe técnico de exploración. Todos los informes, resultados, gráficos y planillas, así como toda la información que emitan los laboratorios y/o entes de investigación, deben ser anexados o incluirlos como apéndices en el informe técnico.

### 6.5.1 Análisis y Procesamiento de datos geológicos y geoquímicos de sub suelo

Se hace una reconstrucción de la realidad geológica, a partir de la calidad de los datos disponibles, ello permite bosquejar procesos pre-existentes, que pudieran permitir la mineralización de interés, todo en función del contexto y marco geológico, tomando en cuenta el sentido geoeconómico y el alcance de la actividad en campo.

# 7. Cálculos

## 7.1. Tenores

Para el cálculo de tenores, debe describirse en el informe técnico los métodos y procedimientos para dicho fin, fundamentados en la bibliografía consultada.

## 7.2. Reportar Recursos y Reservas Minerales

Con el fin de reportar los resultados de la exploración geológica, y de manera de seguir los estándares internacionales aplicados a la minería, este ministerio adoptó la metodología empleada por el Código de Normas Internacionales para la Presentación de Informes sobre Reservas Minerales (CRIRSCO), por lo que la metodología empleada para reportar recursos y reservas minerales deben estar basada en este código.

# 8. Plan de nueva área

Se fundamenta en las correlaciones geológicas basadas en la continuidad litológica del área de interés respecto a su entorno geológico, para ello se evidencia la información geocientífica cercana para reducir la incertidumbre en caso de haber continuidad, se reduce la incertidumbre geológica por las correlaciones que se



puedan hacer en caso contrario, a exención de un accidente geológico (sedimento-estructural) debe aplicarse el protocolo precedente.

## 9. Generación de modelo geológico regional

El modelo geológico es la ciencia aplicada para crear representaciones computarizadas de la corteza terrestre basada en observaciones geológicas, geoquímicas y geofísicas realizadas sobre y por debajo de la superficie terrestre. Un Geomodelo, es el equivalente numérico de un mapa geológico tridimensional complementado por una descripción de las cantidades físicas en el dominio de interés.

Con el modelo incorporamos todas las características geológicas para una mejor comprensión del área, para identificar las principales estructuras y para estimar de manera real las propiedades del terreno. Estos modelos se utilizan para cuantificar las mineralizaciones de interés dentro del volumen del subsuelo, estos atributos incluyen el modelado de la forma estructural, los espesores de las litologías, composición de las rocas, sedimentos, suelos, hidrogeología, identificación de procesos geológicos, identificación de riesgos naturales, aplicaciones en el los campos de la minería, gas, agua y petróleo.

El modelo es muy útil para las investigaciones preliminares para la planificación de los trabajos de ingeniería de minas, así como para definir la geoestadística para la aplicación de las variables regionalizadas llevándolas al detalle a la estimación de las reservas.

El modelo digital debe ser presentado en el informe técnico en físico y digital. Toda la Geodata, debe estar en formato digital la cual pueda ser manipulada de manera sencilla y organizada por medio del software ARCGIS. La data puede ser procesada para la generación de los modelos geológicos digitales en cualquier software para dicho fin, sin embargo, si este ministerio no posee dicho software, la licencia del mismo debe ser adquirida por la empresa y para el ministerio con su correspondiente adiestramiento para el personal adscrito a la Dirección General de Investigación y Exploración Minera (DIEXMIN).

Se deberá entregar un documento con la síntesis de los resultados obtenidos a partir del análisis de la información consultada, donde se liste por los siguientes temas y sus respectivas fuentes:

- Cartográfica básica
- Geología regional
- Geología estructural
- Información geoquímica
- Información hidrológica
- Información hidrogeológica
- Estudios petrográficos y metalogenéticos
- Descripción de fotografías áreas revisadas e imágenes de datos revisadas.

## 10. PLAN DE INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO

Para cada una de las etapas incluidas en el plan de exploración, deberá ser elaborado un presupuesto de costos y gastos, con su correspondiente cronograma anual -en moneda extranjera y nacional con la tasa de



cambio estimada, el cual incluirá el desembolso para los conceptos de insumos, materiales, equipos y maquinarias, servicios, mano de obra directa, administrativos e imprevistos, así como cualquier otro rubro que se considere necesario para la ejecución del referido plan.

Igualmente se requiere la presentación del plan de financiamiento, incluyendo las modalidades del mismo: monto, plazo, tasas de interés y tabla de amortización, así como la procedencia de los fondos, documento legal y las garantías ofrecidas.