

1  
2ij



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ELABORACION DE PROYECTOS  
MINERO - METALURGICOS**

**T E S I S**  
*Que para obtener el Título de*  
*Ingeniero de Minas y Metalurgista*  
**P r e s e n t a**

**Luis Guillermo Patiño Leal**

México, D. F.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

1989



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

I N D I C E

Capítulo		Pág.
	Introducción	I
	Etapas de un Proyecto.	
I	Etapa Preliminar	5
	Búsqueda de un yacimiento mineral: Auxiliares; Controles; Métodos; Gambusinos; Obras civiles; Continuación de yacimientos en explotaciones antiguas; Geología comparativa. Reconocimiento preliminar. Características del yacimiento. Legalización. Concesiones Mineras.	
II	Evaluación Preliminar	16
	Datos generales. Estudios Geológicos. Levantamientos y datos de campo. Consideraciones técnicas y económicas; Factores limitantes.- Conclusiones y recomendaciones. Clasificaciones de los yacimientos minerales. Informe.	
III	Exploración.	29
	Requisitos previos. Métodos: de superficie;- de subsuelo: Indirectos (Métodos Geofísicos); Directos (Obras mineras, Movimientos de ----	

tierra, Sondeos); Geoquímicos. Actividades  
Informe.

IV	Evaluación.	63
	Definición. Clasificación de recursos mine- rales. Reserva Geológica; Reserva Minera; - Porcentajes de recuperación; Dilución. Obras de desarrollo. Ley media. Valor bruto; Valor recuperado; Relación de concentración; Valor neto; Valor liquidado. Ritmo de producción.- Métodos subterráneos de explotación de acue- do al soporte requerido. Procesos metalúrgi- cos; Parámetros metalúrgicos. Edificios plan- ta; Servicios: Presa de Jales. Informe.	
V	Proyecto Conceptual.	85
	Consideraciones pertinentes para el Diseño.	
VI	Factibilidad.	107
	Monto de la inversión requerida; Cálculo de los costos totales de producción. Importe - de las ventas; Formas de Contrato de Compra- venta de Fundiciones. Horizonte de evalua- ción. Origen de los recursos económicos; -- Amortización; Depreciación; Impuestos. Tasa del valor actual neto de la recuperación de	

fondos y Tasa interna de retorno. Valor -- actual neto. Flujo de efectivo. Período de recuperación de la inversión. Punto de equi-  
librio. Informe.

VII	Pre-Planeación.	181
	Ingeniero de Proyecto. Consultores; Geren- cia de Proyectos. Relación entre consultores y Cliente. Elección de una empresa de Geren- cia de Proyectos. Objetivos del Gerente de - Proyecto. Organización en una empresa de Ge- rencia de Proyectos. Alcance/Calidad; Revi- sión de la Ingeniería Básica; Red Maestra o Cronograma.	
VIII	Planeación.	192
	Ingeniería Preliminar. Calendario del Pro- yecto; Ruta Crítica. Servicios de Gerencia de Proyecto. Manual de Procedimientos; Ca- tálogo de Cuentas. Calendario de Inversio- nes de Capital. Actividades importantes en la Planeación. Planeación de los parámetros Alcance/Calidad, Tiempo y Costo.	
IX	Ejecución.	208
	Esfuerzo en las diferentes etapas de un --	

proyecto. Control; control del parámetro --  
Calidad en la Ingeniería; en la fabricación  
del equipo; en la Obra. Empresas para el --  
Aseguramiento de la Calidad. Ayuda del Per-  
sonal de Operación. Control del parámetro -  
Tiempo. Control del parámetro Costo; Infor-  
me de Costos y Provisiones. Verificaciones  
periódicas; Verificaciones formales. Opera-  
ciones de Procuración. Expeditación. Concur-  
so de Contratistas para Construcción; Ejecu-  
ción de obras; Algunas recomendaciones al -  
inicio de la construcción y montaje.

- X Arranque y puesta en marcha. 232
- Manuales de Operación y Mantenimiento; En-  
trenamiento de operadores; Programas de man-  
tenimiento; Listado de refacciones mínimas;  
Listado de materiales para cargar el equipo.  
Verificaciones por parte de mantenimiento. -  
Entrenamiento para arranque; Demanda máxima.  
Reserva en mina. Conclusiones del resultado  
de la realización del proyecto.
- XI Optimización Operativa. 242
- Sistema de Punto de Equilibrio. Mantenimien-  
to; Operación; Control de Costos; Factor de

**Servicio; Factor de Operación; Recomendaciones para reducción del costo de la energía.**

**Bibliografía.**

**249**

PROYECTOS

MINERO - METALURGICOS



## INTRODUCCION:

En este curso trataremos de estudiar el conjunto de operaciones, estudios y análisis técnico-económicos, efectuados por etapas sucesivas y necesarias, para lograr en la forma más conveniente el aprovechamiento económico de los yacimientos minerales, presentando los resultados obtenidos parcial o integralmente en forma de proyectos.

Las etapas del desarrollo de un proyecto minero-metalúrgico son sucesivas y se inician con la búsqueda, prospección y, en su caso, descubrimiento y protección de dicho descubrimiento.

En el supuesto de demostrarse la factibilidad técnica y económica de la explotación y aprovechamiento del yacimiento de que se trate, culmina con la puesta en marcha del proyecto hasta el grado de integración aconsejable en cada caso específico, tomando en cuenta la disponibilidad de recursos de inversión requeridos para su ejecución, así como los costos de producción y el valor de realización -- del producto que se desea obtener, de acuerdo a las condiciones del mercado al que se pueda recurrir en un momento dado.

En consecuencia, cada etapa del proyecto debe concebirse considerando la disponibilidad del capital de inver-

si6n necesario para su realizaci6n, determinando finalmente la rentabilidad de acuerdo con el grado de integraci6n del mismo.

Habr6 casos en que la simple explotaci6n minera sea rentable, es decir, que del aprovechamiento del mineral, - tal como se encuentre en la naturaleza se obtenga beneficio econ6mico, como es el caso de gran cantidad de minerales no-met6licos, de algunos otros met6licos de alta ley o dep6sitos ubicados en una 6rea de influencia econ6mica de instalaciones metal6rgicas cercanas que permitan econ6micamente absorber el flete correspondiente. En estos casos el proyecto ser6 fundamentalmente minero.

Sin embargo, en lo general, los ejemplos citados no representan el caso de la mayor parte de los yacimientos - met6licos, cuyo contenido de valores, por unidad de peso o volumen, es relativamente bajo y su valor de realizaci6n - es inferior a los costos de producci6n. Es decir, que el valor de los contenidos del mineral "in situ" en relaci6n - a los vol6menes que es necesario manejar en la explotaci6n y posteriormente a 6sta, es econ6micamente incosteable.

Lo anterior obliga, tanto por raz6n de los costos - de producci6n, entre cuyos renglones uno de los principales est6 constituido por los fletes, como por especificaciones del proceso que es necesario aplicar posteriormente

al producto obtenido y en muchos casos por economía de escala, a aumentar el contenido de valores en éste y a disminuir el volumen inicial del mismo; es decir, que por cada unidad de peso (tonelada métrica) se obtenga el mayor contenido de valores, o sea, hacer una concentración, operación en la cual se logra hacer una separación de los minerales valiosos contenidos en el yacimiento (mena), de los que no tienen valor económico (ganga).

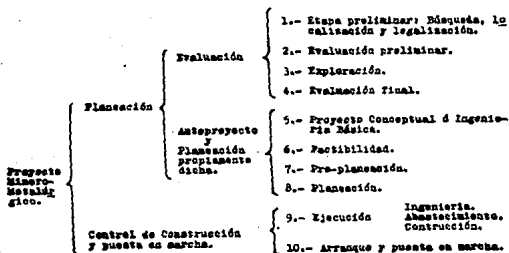
Esta separación que permite obtener mayor contenido de valores por unidad de peso, puede lograrse por la aplicación de distintos procesos metalúrgicos, de acuerdo a la naturaleza del mineral, entre los cuales pueden citarse: - Concentración gravimétrica, flotación, lixiviación, etc.

En estos casos hay necesidad de desarrollar un proyecto minero-metalúrgico, a efecto de, en forma óptima, hacer rentable el aprovechamiento de un yacimiento mineral, tanto desde el punto de vista técnico como económico.

De acuerdo con la experiencia e información disponibles, el ingeniero deberá en cada etapa del proyecto ubicarse en el lugar preciso en que se inicia su intervención, definir la meta que se espera alcanzar en la misma y el grado de avance, a fin de evitar duplicidades que implican pérdidas injustificadas de tiempo y gastos innecesarios.

Aún cuando existen diferentes criterios para el de-

desarrollo de un proyecto minero-metalúrgico, para efectos de este curso, se hará la siguiente división por etapas, las cuales deben considerarse en forma conceptual:



Cada etapa del desarrollo de un proyecto, implica contar con los recursos de inversión necesarios para la ejecución hasta la meta planeada. Sin éstos recursos es imposible lograr los objetivos previstos en cada etapa. Aún cuando no es posible generalizar, existiendo variadas excepciones, las inversiones requeridas en las etapas 1, 2 y 3, pueden considerarse de alto riesgo, puesto que no pueden asegurarse resultados positivos en todos los casos.

La inversión en la etapa 4 es de riesgo limitado, de la etapa 5 en adelante, puede generalmente, decirse que el riesgo propiamente dicho ha desaparecido, quedando únicamente los riesgos inherentes a una operación de este tipo.

po de industrias, cuyo carácter aleatorio está determinado por las fluctuaciones de los precios, las variaciones de los costos generalmente al alza, las sustituciones de productos en las áreas de consumo numerosos factores -- económicos y políticos, muchas veces difíciles de predecir.

El ingeniero responsable de un proyecto, por razones éticas y profesionales, está obligado en todo momento y en cada etapa a informar y hacer conocer al inversionista, sea el Estado, personas físicas o personas morales, el riesgo que involucra la inversión, según la etapa que se pretende realizar.

La aceptación tácita y fundada del riesgo, previamente a su ejercicio, por parte del inversionista evita malos entendidos, desilusiones y desaliento cuando los resultados obtenidos no son lo que se espera, circunstancias -- que al generalizarse perjudican a la industria, la cual -- por definición, demanda grandes inversiones para su desarrollo y crecimiento.

C A P I T U L O I

ETAPA PRELIMINAR

(Búsqueda, Localización y Legalización).

La búsqueda, localización y, en su caso, descubrimiento de un yacimiento mineral, independientemente de su naturaleza geológica y su valor comercial, constituye lo que en este curso se ha denominado Etapa Preliminar.

Esta búsqueda puede iniciarse selectivamente en forma regional o por zonas específicas.

Para ejecutar la exploración regional, en general, es necesario disponer de un gran volumen de información, de equipo y personal especializado que involucra grandes inversiones iniciales y operativas, por lo que estos trabajos casi siempre son ejecutados por Organismos o Instituciones dependientes de los Gobiernos que ponen a disposición de las empresas o de los particulares, los resultados de sus trabajos en forma de cartas o publicaciones especializadas.

El avance tecnológico alcanzado en la actualidad en todas las ramas de la ciencia y en especial en la Geología, ha dotado a los investigadores de poderosos auxiliares para llevar a cabo exploraciones regionales a un costo aceptable y en tiempos reducidos, comparativamente con la aplicación de los métodos convencionales utilizados anteriormente para ejecutar estos trabajos.

La aplicación de la técnica de análisis de imágenes

de sensor remoto obtenidas por medio de satélites, la fotografía en diversas bandas del espectro, el barredor térmico y el uso del radar, proporcionan valiosa información para llevar a cabo levantamientos geológicos regionales de grandes áreas terrestres que permiten identificar estructuras, tipos de rocas, contactos, etc.

Las cartas geográficas, geológicas, estructurales, geotérmicas y metalogénicas, son poderosos auxiliares que deben ser utilizados invariablemente cuando se pretende llevar a cabo trabajos de búsqueda de yacimientos minerales, en todos los casos en que se pueda disponer de esta información.

El avance en los procedimientos mencionados, así como los correspondientes a los conocimientos de la Geodinámica de la tectónica de placas ha permitido inferir una serie de controles geológicos, tanto tectónicos como magnéticos que determina ciertos arreglos en la posición de numerosos yacimientos de naturaleza similar, a lo largo de ciertas áreas geográficas. Estas concentraciones de yacimientos a lo largo de dichas áreas, caracterizadas por tener valores de metales dominantes configuran provincias geológicas en las cuales los yacimientos tienen semejanza en relación a los valores metálicos contenidos y forman lo que la rama de la Geología, denominada Metalogénesis, ha llamado provincias metalogenéticas.



Aún cuando la elaboración de estas cartas es reciente, en México ya se cuenta con la carta correspondiente a la República Mexicana que incluye la división de sus diferentes provincias metalogenéticas.

La disponibilidad de datos de exploración correspondientes a las grandes áreas geográficas que, como se ha dicho, sólo pueden ser recabados por los organismos especializados de los Gobiernos, permite a los particulares seleccionar o identificar porciones favorables en las cuales -- concentrar la exploración por los procedimientos convencionales.

Una vez seleccionada un área específica de búsqueda y de acuerdo con el tipo de mineral que se pretende encontrar, se aplicará el método más apropiado o combinación de métodos, entre los cuales se pueden mencionar fotogeología, geoquímica, geofísica, cartografía, geotermia magnetometría, radiometría, etc.

La aplicación ordenada y sistemática de estos estudios puede conducir a descubrir un nuevo depósito mineral que puede alcanzar como ya se han dado varios casos, el -- rango de depósito de valor comercial.

Hasta aquí se ha tratado de describir los métodos de exploración de carácter regional y con aplicación de las di

versas tecnologías desarrolladas para el objeto, que aunque cronológicamente son de aplicación reciente, tienen gran importancia futura en la búsqueda de yacimientos minerales.

Históricamente, casi todos los descubrimientos están en alguna forma ligados a los trabajos de los "gambusinos" que por muchos siglos fueron el origen de grandes descubrimientos y en la actualidad también tienen una posición relevante en el descubrimiento y localización de muchos yacimientos. Su labor es de enorme importancia en el desarrollo de esa actividad y sus descubrimientos han sido el origen de la mayor parte de las minas en operación. Su labor debe ser estimulada y fomentada a fin de que, en un momento dado, no desaparezca, pues su participación es indispensable e invaluable, no obstante el avance tecnológico en los métodos de exploración.

La construcción de obras como caminos, presas, carreteras, etc., ha permitido conocer la existencia de condiciones geológicas apropiadas para la formación de yacimientos minerales metálicos o no-metálicos, cuyo estudio ha conducido a la búsqueda y, en algunos casos, localización de yacimientos de aprovechamiento económico.

El estudio de antiguas explotaciones mineras ha permitido encontrar zonas aledañas de importancia, o buscar la continuación a rumbo o a profundidad de los yacimientos

parcialmente aprovechados.

También el estudio de la Geología comparativa puede conducir al descubrimiento de yacimientos similares, al -- que sirve de base, las analogías comparadas han permitido buscar y descubrir yacimientos de valor económico.

Cualquiera que sea el procedimiento de búsqueda, el resultado cuando es positivo, conduce al descubrimiento de un yacimiento mineral que debe ser estudiado a efecto de - saber si es económicamente aprovechable, para lo cual es - necesario:

a) Determinar en forma preliminar sus características principales.

b) Proteger el descubrimiento mediante los trámites de legalización.

a) Una vez conocido un descubrimiento, es necesario como paso inicial, efectuar un reconocimiento preliminar -- que permita obtener los siguientes datos:

- Ubicación geográfica en base al uso de planos o de información local.

- Identificación "in situ" de la localización del -- descubrimiento.

- Reconocimiento geológico preliminar que permita conocer, en términos generales el tipo de yacimientos de que se trate o confirmar las observaciones hechas con anterioridad.

- Determinación en términos generales, de la morfología del yacimiento a partir de sus afloramientos o de las obras que lo descubran, en caso de que éstas existan, haciendo los croquis topográficos correspondientes.

- Selección de puntos u obras dominantes a fin de determinar la posición y definir el "punto de partida" en los términos exigidos por las disposiciones legales de la materia.

- Obtención de muestras bien localizadas con referencia en los croquis elaborados, a fin de tener idea del tipo de minerales, especies mineralógicas y contenido o leyes, las cuales deben ser remitidas a algún Laboratorio confiable. También deberán tomarse muestras de "mano" de todas las rocas existentes, a fin de confirmar su clasificación de campo mediante los estudios petrográficos de laboratorio.

- Obtención de todos los datos adicionales que se juzgue conveniente, a fin de recomendar el trámite de legalización del descubrimiento, si esto procede y determinar el costo de los mismos.

b) A partir del reconocimiento inicial efectuado en el punto (a) debe procederse, en caso de ser aconsejable - hacerlo, a iniciar los trámites de legalización mediante la solicitud de concesión minera correspondiente, tomando en cuenta la naturaleza y características del yacimiento de -- que se trate, para lo cual es indispensable considerar lo - siguiente:

- Los yacimientos minerales, de acuerdo con las disposiciones de nuestra Ley Fundamental, son propiedad de la Nación en forma absoluta, inalienable e imprescriptible, - la cual puede otorgar derechos de exploración, explotación y aprovechamiento de los mismos mediante concesiones de -- exploración, de explotación o de plantas de beneficio.

- Las concesiones mineras solamente podrán otorgarse en terrenos libres: No incluidos en zonas de reservas - mineras nacionales, en asignaciones vigentes o en áreas cubiertas por substancias declaradas como reserva nacional - (placeres de oro, azufre, fósforo, fierro o carbón).

- El trámite de concesiones mineras de exploración o de explotación, sujetas al derecho común, se inicia con una solicitud ante la autoridad competente (Secretaría de Energía Minas e Industria Paraestatal, SEMIP; Dirección General de Minas, o a través de las Agencias de Minería en - distintas localidades de la República), siendo los derechos de quien las presente, preferentes de acuerdo con su orden

cronológico de presentación, debiendo contener:

- Ubicación: Localidad, Municipio y Estado.
- Interesado: Nacionalidad si es persona física y naturalidad y composición del capital en caso de ser persona moral.
- Substancias: Ocho como máximo (Ejem.: Oro, Plata, Plomo, Zinc, mas las que pudieran venir asociadas, con valor económico, -- hasta ocho).
- Superficie: 50,000 Has. máximo en solicitudes de exploración, 5,000 Has. máximo en concesiones de explotación.
- Duración: 3 años máximo en concesiones de explotación y 25 años en las de explotación.
- Descripción del Punto de Partida: De acuerdo a las disposiciones del Reglamento vigente, en forma tal que sea físicamente identificable y localizado por visuales dirigidas a accidentes topográficos sobre salientes y orientadas astronómicamente.
- Descripción del perímetro: Lados orientados astronómicamente N - S y E - W, con longitudes múltiples de 100m. hasta cerrar el pe-

rímetro correspondiente a la superfi--  
cie solicitada.

- Fecha: En el caso de las solicitudes sujetas al derecho minero común, la fecha de presentación determina derechos preferentes; por lo que constituye un dato de mucha importancia.

- Admitidas las solicitudes de concesión de exploración o de explotación en su caso, la autoridad definirá su procedencia y comunicará al interesado su admisión, en cuyo caso dará un plazo prudente para fijar en el terreno las obras o mojonearas que permitan definir el punto de partida, así como la fijación en el terreno del perímetro (deslinde). Estos trabajos deben ser ejecutados por perito registrado, a fin de que dicho deslinde se ejecute con las longitudes solicitadas y en las direcciones especificadas en la solicitud.

- Revisados los trabajos periciales por la autoridad correspondiente, si estos son aceptados, se expedirá el Título de Concesión solicitado.

- A partir de la fecha de expedición del Título comenzarán a computarse las obligaciones contenidas en el mismo; es decir, la ejecución de obras y el ejercicio de las inversiones establecidas con base en la solicitud en el caso de

las concesiones de explotación.

- Es conveniente tomar en cuenta que, de acuerdo a la legislación minera vigente, las concesiones de exploración o de explotación comunes sólo pueden ser expedidas a mexicanos si son personas físicas o a sociedades en las cuales, cuando menos un 51% del capital esté suscrito por mexicanos.

- Al ser expedida la concesión minera correspondiente, el concesionario tiene derechos legalizados para iniciar -- los trabajos especificados en dicha concesión y tener los demás derechos y obligaciones que la Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en Materia Minera establece.

En el caso de áreas o substancias que han sido sustraídas al derecho minero común, como es el caso de las Reservas Mineras Nacionales, declaradas como tales, bien sea por substancias o por áreas, la Ley en la materia establece los casos y las condiciones en las cuales los particulares, sean personas físicas o morales, podrán obtener concesiones.

En estos casos no existe preferencia en el orden de presentación de las solicitudes, sino que el trámite se inicia mediante una convocatoria que se publica en los diarios de mayor circulación, en la cual se establecen las bases -- técnicas y económicas bajo las cuales se convoca a los interesados que puedan cumplirlas.



El otorgamiento de la concesión respectiva, en reserva nacional, lo hará el Estado a quien mas convenga, en función del interés general de la Nación, sin tomar en cuenta ningún derecho que por razón de tiempo o de cualquier otro orden pueda existir.

En el caso de personas morales, la Ley establece que la composición mínima del capital debe ser 66% nacional y - 34% de suscripción libre, para poder obtener cualquier concesión en Reserva Minera Nacional.

Al expedirse, previos los trámites correspondientes el Título de Concesión de cualquier tipo, el concesionario tiene los derechos que la Ley le otorga, pero también las obligaciones que la misma establece, siendo entonces cuando el descubrimiento está legalizado y, por lo mismo, protegido en espacio y tiempo para proseguir las obras e inversiones requeridas.

En general, todas las operaciones y trámites que ha sido necesario ejecutar para llegar hasta la legalización y protección del descubrimiento, han originado gastos y requerido inversiones cuya naturaleza es de alto riesgo y solamente serán recuperables en el caso de que las etapas que posteriormente y en forma sucesiva se ejecuten, tengan éxito.

C A P I T U L O    I I

EVALUACION PRELIMINAR

Cualquiera que haya sido el método de búsqueda y localización de un yacimiento, después de su legalización, el primer paso para su desarrollo potencial será ejecutar una inspección y una serie de estudios preliminares, cuyo objetivo principal es tener idea del tipo y características de dicho yacimiento para determinar si en principio tiene posibilidades que permitan inferir el aprovechamiento económico en relación a su ubicación y dentro del entorno socio-económico donde se encuentra.

Un estudio de esta naturaleza presupone obtener, analizar y generar lo siguiente:

- 1.- Datos generales.
- 2.- Estudios geológicos.
- 3.- Levantamientos y datos de campo.
- 4.- Consideraciones técnicas y económicas.
- 5.- Conclusiones y recomendaciones.

1.- Datos generales:

- Ubicación a través de cartas geográficas, referencias en el lugar e información de lugareños.
- Acceso al lugar motivo de estudio.
- Poblaciones cercanas.
- Clima (de ser posible obtener datos estadísticos en las Dependencias Oficiales especializadas).
- Topografía regional y particular del área, a partir

de cartas geográficas (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)) o de croquis levantados preliminarmente.

- Disponibilidad de mano de obra especializada, salarios mínimos profesionales y medios en la región.
- Posibles fuentes de abastecimiento de agua necesaria para exploraciones, necesidades habitacionales y para el desarrollo de un proyecto minero-metalúrgico.
- Disponibilidad de materiales de construcción de carácter local, sus características y precios.
- Disponibilidad de servicios habitacionales en poblaciones cercanas, así como servicios telefónicos, telegráficos y educativos.
- Disponibilidad de talleres en poblaciones cercanas.
- Datos meteorológicos correspondientes al mayor número de años, que de no existir localmente deberán obtenerse de los atlas o de las estadísticas existentes en las Dependencias Oficiales correspondientes.
- Disponibilidad de energía eléctrica o, en su caso, fuente y lugar para obtenerla potencialmente.
- Situación jurídica de la propiedad superficial, es-

pecialmente donde se encuentre ubicado el yacimiento y donde se prevea se harán instalaciones superficiales, como presas de jales, terrenos, etc. (la propiedad puede ser privada, ejidal o comunal).

## 2.- Estudios Geológicos:

Los estudios de esta naturaleza necesarios en esta Etapa de Evaluación Preliminar, deben comprender aunque sea en forma general los siguientes capítulos:

- Fisiografía (Descripción general).
- Hidrografía (Regional y local).
- Geología general de la zona, que comprenda:
  - Litología
  - Estratigrafía
  - Geología Estructural.
- Geología relativa a los yacimientos:
  - Afloramientos.
  - Contactos.
  - Descripción mineralógica de la veta o yacimiento.
  - Obtención de muestras para Laboratorio, tanto del mineral como de las rocas encajonantes, para análisis, clasificación y caracterización.
  - Clasificación morfológica del yacimiento y su carácter genético.

- De poderse inferir algún control geológico del yacimiento, en relación a la mineralización, hacer referencia al mismo.

### 3.- Levantamientos y datos de campo:

Este capítulo independientemente de requerir el levantamiento topográfico con la precisión necesaria, debe considerar el levantamiento de contactos y afloramientos del yacimiento, arroyos y accidentes topográficos relevantes, así como de las obras mineras que pudieran existir, y en su caso, las que se hayan realizado. El resultado de estos levantamientos será disponer de un plano geológico-topográfico que permita determinar preliminarmente la importancia y características principales del yacimiento.

Esta evaluación requiere el estudio, tan detallado como sea posible de:

- Obras mineras existentes, especialmente la parte expuesta del yacimiento en las mismas.
- Ejecución de obras preliminares que permitan conocer parte del yacimiento si no se encuentra expuesto (desmontes y cateos).
- Muestreo de afloramientos, de obras ejecutadas expreso en la investigación o de obras anteriores que descubran el yacimiento.

Las muestras deben tomarse en la forma que aconseja la técnica correspondiente, vigiladas y preparadas -- por "cuarteo" para su remisión a un Laboratorio con-- fiable. La vigilancia de la toma y manejo de estas -- muestras es responsabilidad del encargado de hacer la evaluación.

Con las partes que no son utilizadas en el "cuarteo" deben formarse muestras "compósito" generales o seleccionadas que servirán para experimentaciones metalúrgicas, selección del proceso aplicable y obtención de parámetros y constantes metalúrgicas indispensables en la evaluación.

#### 4.- Consideraciones técnicas y económicas:

Con los estudios y datos obtenidos en el campo, aunque sean preliminares, el responsable de ejecutar esta etapa -- tiene en sus manos la información básica y ha obtenido del Laboratorio los resultados de análisis, clasificación y caracterización de todas las muestras colectadas en el campo y al mismo tiempo, también en forma preliminar, tiene los -- resultados de la experimentación metalúrgica hecha, lo cual le permite plantear los siguientes anteproyectos:

- De exploración, para continuar el conocimiento y evaluación del depósito.
- De explotación para tener una idea de la factibilidad de aplicación de un método en relación a la naturale-

za y características del yacimiento, así como el costo de explotación.

- De proceso de beneficio y determinación del costo del mismo.
- De reservas geológicas inferidas, lo cual le permite hacer una estimación de la importancia del yacimiento y tener una idea preliminar del ritmo de producción - recomendable al confirmar las premisas en etapas posteriores.
- Del valor bruto, neto, recuperable y liquidado al tener los parámetros de recuperación minera, costo de explotación, recuperación metalúrgica, relación de concentración y costos de fletes, maquilas, impuestos, gastos de realización, etc., que podrán obtenerse de proformas de liquidación.

En términos generales, podrá plantearse a los niveles de decisión si esta etapa muestra en principio, que se trata de un yacimiento con potencial que permita identificar su magnitud y ser económicamente aprovechable.

No obstante el número, prácticamente indeterminado, de factores que deben tomarse en cuenta y conjugarse para analizar desde diversos ángulos la factibilidad técnica y la viabilidad económica de la explotación y aprovechamiento de un yacimiento mineral, hay factores limitantes que inciden decididamente en una evaluación y, en consecuencia, en



la decisión de realizar un proyecto minero-metalúrgico completo.

En dichos factores limitantes pueden señalarse los siguientes:

- Problemas de vialidad o de acceso y comunicación que pueden llegar a limitar la realización por sus altos costos de inversión.
- Problemas de disponibilidad energética, bien sea por no disponerse en la cantidad requerida o por el alto costo de inversión para su transporte, conducción o para su generación.
- Problemas derivados de la falta de terrenos superficiales requeridos para la realización del proyecto, bien sea porque se destinen a otros usos, o por el alto costo de inversión requerido para adquisición o renta.
- Limitaciones legales derivadas de la aplicación de leyes y reglamentos para evitar la contaminación ambiental del aire, aguas o suelos, en ocasiones derivadas de la imposibilidad técnica de evitarlas y en otras por el alto costo de inversión requerido para eliminarlas.
- Problemas derivados de la imposibilidad de aplicar procesos metalúrgicos económicos cuando se requiere la aplicación de procesos que, por su complejidad o sofisticación

- ficación resultan poco prácticos o, en otros casos, - por la imposibilidad tecnológica de resolver un problema completo; es decir, que no se llegue a una solución técnica y económica en el tratamiento metalúrgico.
- Falta de disponibilidad en la cantidad y calidad requerida del agua necesaria.
  - Falta de terrenos o condiciones para el almacenamiento de sales.
  - Imposibilidad de explotar económicamente un yacimiento debido a sus características específicas que implican la necesidad de altos costos de inversión, como es el caso de yacimiento de baja ley y bajo valor unitario.
  - Problemas de falta de mercado para el producto final que se piensa producir y, en muchos casos, condiciones de venta tan onerosas que hacen imposible la venta del producto.
  - Limitaciones varias del orden legal que conducen a la imposibilidad de hacer económico el aprovechamiento de un yacimiento mineral.

5.- La etapa de Evaluación preliminar, en último término, debe contener las conclusiones y recomendaciones para ponerlas a consideración a nivel de decisión y que deben constar de:

- Conveniencia de continuar con las etapas posteriores del proyecto o, en su caso, los fundamentos para aban-

donarlo.

- De llevarlo a cabo, proyecto de exploración y método o métodos sugeridos.
- Programa de inversiones.
- Calendario de ejecución.
- Conveniencia de asegurar, previamente a la iniciación de obras de exploración, derechos reales sobre terrenos superficiales necesarios en caso de realizar el -- proyecto completo, así como derechos sobre obtención y uso de agua para el mismo objeto.
- De acuerdo con los resultados de la evaluación preliminar, deben ponerse a consideración de los inversionistas, los factores de riesgo, en relación a los resultados que puedan obtenerse y en consecuencia determinar el riesgo para la inversión necesaria en la etapa de Exploración.

// No existe propiamente una clasificación de los yacimientos minerales desde el punto de vista morfológico. Sin embargo, prácticamente todos ellos pueden catalogarse dentro de los siguientes grupos:

- 1.- Yacimientos de tipo de veta o de forma tabular, con parámetros geométricos bien definidos, a rumbo y a profundidad.

Los elementos de estos yacimientos son: Su Rumbo, su Echado o Inclinación respecto al plano horizontal y

su Potencia o Espesor entre los respaldos, medido - normalmente a éstos, delimitándose claramente las - rocas encajonantes al alto y al bajo de la minerali- zación.

Entre estas formaciones tabulares pueden considerarse las vetas simples o los sistemas constituidos por varias vetas, paralelas o no, con echados más o menos semejantes convergentes o divergentes, o bien, - sistemas constituidos por vetas transversales entre sí, cuyas intersecciones en muchas ocasiones origi- nan zonas de enriquecimiento.

- 2.- Yacimientos de tipo tabular o lenticular, de posi- ción tendiente a la horizontal denominados Mantos, - con elementos geométricos definidos de rumbo, echado y potencia. La roca confinante colocada bajo el yaci- miento se conoce como Piso y la superior como Techo (Interestratificaciones).
- 3.- Yacimientos de Forma Irregular, localizadas en el -- contacto de un intrusivo y una roca preexistente, ge- neralmente sedimentaria, llamados por esta razón de Contacto o Pirometasomáticos.

A este tipo pertenecen también los yacimientos de -- sustitución o reemplazamiento (generalmente en cali- zas), o los de llenamiento secundario en cavernas -- preexistentes a la mineralización. La morfología de

estos yacimientos sólo puede determinarse por exploración, casi siempre por métodos directos.

- 4.- Yacimientos de Forma Cilíndrica o Tubular cuya semejanza a esa forma geométrica permite asimilarlos, - en ocasiones se les puede asignar un eje de simetría con buzamiento dominante determinable y radios aproximados a distintas profundidades. Se les llama Chimeneas (Nacozari y Huaxcamá).
- 5.- Depósitos Diseminados o contenidos en rocas extrusivas (generalmente porfídicas) que pueden definirse por sus afloramientos superficiales y conocidas por exploración.
- 6.- Depósitos o yacimientos contenidos en formaciones aluviales y que morfológicamente pueden definirse a través de los estudios geológicos necesarios para determinar los lechos de los ríos en los que se encuentran depositados, o bien, por estudios estratigráficos que también definan el área de sedimentación en delantales aluviales, conos de deyección, lagunas o depósitos costeros. A este tipo de yacimientos corresponden los Placeres.

Desde el punto de vista genético o del origen de los yacimientos, se han propuesto diversas clasificaciones. La de Bateman parece incluir con gran claridad la clasificación, a partir de los fenómenos físicos, químicos y mecánicos.

cos que han dado origen a estos depósitos y que son:

- 1.- Concentración magmática.
- 2.- Sublimación.
- 3.- Metazomatismo de contacto.
- 4.- Procesos hidrotermales.
  - a) Relleno de cavidades.
  - b) Reemplazamientos.
- 5.- Sedimentación (excluye evaporación).
- 6.- Evaporación.
- 7.- Concentración residual.
- 8.- Metamorfismo.
- 9.- Oxidación y enriquecimiento supergenético.

Independientemente de su clasificación genética y de su definición morfológica, hay diversas denominaciones de los yacimientos minerales o partes de ellos, que han sido usados frecuentemente en la Geología Minera, de acuerdo con su posición en el yacimiento, sus contenidos metálicos dominantes, el valor de esos contenidos expresado en términos monetarios, la complejidad de los valores contenidos, o sea, de requerir la aplicación de procesos metalúrgicos combinados o complejos para su beneficio.

Según el lugar que ocupan en el yacimiento es frecuente designar como minerales oxidados, secundarios o supergenéticos a los que están localizados en la zona de oxidación, o sea, aquella afectada por la acción del intemperismo, que normalmente es la zona más cercana a la superfi-

cie; y zona de sulfuros, de minerales primarios o hipógenos a los que se localizan abajo del nivel hidrostático y por lo mismo no han sido afectados por la acción del intemperismo.

Según sus contenidos metálicos dominantes pueden ser auríferos (oro), argentíferos (plata), auro-argentíferos -- (oro y plata), cupríferos (cobre), plomosos (plomo), etc.

Según el valor de sus contenidos y la utilidad que puede representar su aprovechamiento, pueden ser ricos, pobres o marginales, dependiendo del rendimiento económico -- que resulte después de deducir los costos totales en que se debe incurrir para su explotación y beneficio.

De acuerdo con los problemas metalúrgicos derivados de la naturaleza de los valores contenidos, pueden ser simples o complejos, lo cual en cada caso implica la aplicación de procesos convencionales o de varios combinados o específicos. //

C A P I T U L O    I I I

E X P L O R A C I O N



La Etapa de Exploración en general, implica la ejecución de programas que a su vez requieren de un capital - importante de inversión y de un calendario para su ejercicio, debe iniciarse al aprobarse el proyecto respectivo y contar con los recursos necesarios para los plazos planeados para su ejecución.

Para el objeto y como consecuencia de la Evaluación preliminar, es necesario antes de iniciar los trabajos:

- 1º. Disponer de las concesiones, permisos, contratos o arreglos necesarios para ejecutar los trabajos proyectados y que aseguren legalmente los derechos mineros superficiales, de uso de agua, de desmonte, de uso de explosivos, etc., bien sean estos de carácter Federal, Estatal, Municipal o de particulares y que deben ser obtenidos previamente con carácter definitivo antes de iniciar físicamente los trabajos.
- 2º. Obtener de los inversionistas la aprobación oficial del proyecto a realizar, sistemas que se emplearán en la exploración, presupuesto de inversión, calendario de ejecución y calendario de necesidades económicas.
- 3º. De acuerdo a la magnitud y naturaleza de los trabajos que se realizarán, deberá organizarse un grupo técnico y otro administrativo para llevar a cabo materialmente los trabajos y tener adecuado control de

los mismos, tanto en el aspecto técnico como en el económico-administrativo. La organización de estos grupos y el personal requerido variará en cada caso según la magnitud de los trabajos, su duración y la naturaleza de los mismos, pero en cualquier caso -- siempre deben organizarse bajo la responsabilidad -- completa y total de una sola persona que será el Jefe del Proyecto, técnica y administrativamente.

- 4ª. Deberá contarse con los equipos, refacciones y materiales necesarios para ejecutar las obras de acuerdo al método o sistema seleccionado para realizarlas.
- 5ª. Deberá seleccionarse el personal requerido para ejecutar las obras con carácter temporal (caminos, construcciones, accesos, abastecimiento de agua, campamentos, etc.), bien sea utilizando contratistas en obras específicas o en forma directa por administración. En ambos casos deberá contarse con los proyectos correspondientes y el personal para supervisión, o para la dirección de los mismos y los presupuestos correspondientes.
- 6ª. El proyecto de exploración debe formularse sabiendo que esta etapa está constituida por una serie de operaciones y obras que deben ejecutarse con objeto de conocer un yacimiento mineral en su forma (morfología), en su origen (génesis), si esto es posible, en

su correlación con las rocas encajonantes y circundantes, la naturaleza de éstas, así como con los factores tectónicos y estructurales relacionados con el depósito de que se trate, para en último término definir cantidad y calidad del mineral contenido - susceptible de explotación económica.

Los métodos de exploración generalmente utilizados son:

- A - De Superficie
  - B - De Subsuelo
  - C - Geoquímicos
- { I - Indirectos.  
  II - Directos.

A.- Métodos de exploración de superficie.

Son los convencionalmente utilizados en levantamientos geológicos, apoyados en levantamientos topográficos o aerofotogramétricos (planimetría y altimetría).

El valor de estos trabajos está directamente ligado a la escala en que se trabaje, al método topográfico utilizado (brújula, plancheta, tránsito, etc.), a la escala y precisión del levantamiento aerofotogramétrico y al levantamiento de la geología correspondiente.

Los planos deberán contener todos los datos geológicos observables superficialmente en afloramientos naturales, barrancas, crestones o accidentes geológicos identificables, a partir de los cuales se definirán contactos entre diferentes rocas, accidentes estructurales observables

(fallas, plegamientos, etc.), así como la interpretación de los rasgos fisiográficos generales e hidrográficos de la zona de estudio.

La fotogeología actualmente constituye un poderoso auxiliar en la exploración superficial, si la interpretación correspondiente se realiza a partir de fotografías tomadas a altura conveniente y el técnico que hace la interpretación tiene la experiencia apropiada.

En todos los casos los planos fotogeológicos deben tener control terrestre y sus resultados deben confirmarse en forma directa en el campo.

En el caso de que en la Etapa de Evaluación Preliminar no se haya obtenido o levantado el plano superficial del área de estudio o simplemente se haya hecho un croquis geológico, en la etapa de exploración es indispensable contar con el o los planos geológicos superficiales que permitan con los métodos de exploración del subsuelo, construir las secciones geológicas necesarias. Estos planos pueden irse levantando en el curso de la ejecución del proyecto.

#### B.- Métodos de exploración del subsuelo.

Pueden ser indirectos o directos. El orden en que se apliquen, depende del tipo de yacimiento que se pretende explorar y de los datos que se desea obtener en algunos casos o confirmar en otros. Algunas veces es conveniente apli

car los métodos indirectos como auxiliares, previamente a los directos, para precisar datos inciertos y en otros casos es conveniente aplicarlos en forma contraria, cuando se trata de confirmar datos obtenidos por exploraciones directas.

#### I.- Métodos indirectos de exploración del subsuelo.

En realidad, estos corresponden a los conocidos como "Métodos Geofísicos de Exploración" y se basan en el análisis e interpretación de las diferentes propiedades físicas de las rocas y el estudio de sus anomalías; es decir, - la determinación de las diferencias existentes entre el valor medio ambiente natural de la propiedad física utilizada y el valor observado. Empleando los aparatos específicos requeridos en cada caso, en forma ordenada y sistemática que permita una adecuada interpretación.

Las medidas se hacen con aparatos sensibles a las variaciones en (1) Peso específico, (2) Susceptibilidad magnética, (3) Elasticidad y (4) Conductividad eléctrica. A estas puede agregarse (5) medidas de variaciones en Temperatura, y (6) medidas en variaciones de Radioactividad.

Estos métodos se designan respectivamente como:

- a) Métodos Gravimétrico.
- b) Métodos Magnéticos.
- c) Métodos Sísmicos (de Reflexión y de Refracción).

- d) Métodos Eléctricos (de Potencial, de Resistividad y electromagnéticos).
- e) Métodos Geotérmicos
- f) Métodos Radiométricos.

A continuación se hace una breve explicación de los principios en que se basan dichos métodos y su aplicabilidad como auxiliares en la exploración minera, pero para mayores detalles se deberá recurrir a los textos especializados de esta materia o a los Cursos de Geofísica o de Métodos Geofísicos de Exploración.

Los Métodos Magnéticos y Eléctricos son los que han encontrado mayor uso en relación con la minería; los Métodos Sísmicos y Gravimétricos han tenido relativamente poca aplicación en el campo de los metales, pero se han usado ampliamente en la exploración petrolera.

a) Métodos Gravimétricos:

Se basan en las variaciones locales de la dirección e intensidad del campo gravitativo terrestre, ya que los efectos gravitacionales de los cuerpos geológicos son proporcionales al contraste en peso específico ("density"), entre ellos y el material que los rodea, los Métodos Gravimétricos son apropiados particularmente para la localización de estructuras en formaciones estratificadas.

Los instrumentos que se han usado son:

Péndulos.

Balanza de Torsión en la forma desarrollada por Eotvos.

Gravímetros.

El Péndulo y el Gravímetro miden la gravedad relativa, mientras que con la Balanza de Torsión se determinan las variaciones de la componente horizontal por unidad de distancia, también conocida como gradiente.

Por sus ventajas en operación, velocidad, economía, menor peso o sea más portátil y mayor aproximación en las lecturas, se prefiere el uso de los Gravímetros, pudiéndose incluso hacer observaciones bajo el agua.

Los Gravímetros miden la aceleración relativa de la Gravedad con una aproximación de  $\pm 0.01$  miligal

$$1 \text{ miligal} = 10^{-3} \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$$

a nivel del mar, la aceleración de la gravedad varía de --  $978 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$  en el Ecuador, a  $983 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$  en los polos, las -- anomalías de la gravedad raramente exceden de 100 miligals.

En las lecturas es necesario hacer correcciones por hora del día (mareas), altura sobre el nivel del mar, latitud y topografía (terreno no plano, con elevaciones y depresiones).

El aparato (Gravímetro) tiene una constante  $c$  para

cada división de la escala que expresa su valor en miligals, hay que hacer en cada estación un ajuste de cero.

El método se ha aplicado principalmente en la explotación de petróleo y recientemente se le ha dado poca aplicación en la búsqueda de minerales debido a que la topografía tan accidentada en muchos de los distritos mineros dificulta su interpretación.

b). Métodos Magnéticos:

La Tierra puede considerarse como un gran imán irregular cuyo campo magnético es variable de lugar a lugar. Para medir la intensidad del campo magnético terrestre se usa como unidad el Oersted.

1 Oersted = 1 Gauss (unidad de polo magnético en el sistema c.g.s.).

En el ecuador magnético hay 0.35 oersteds de intensidad en la dirección horizontal y 0.65 oersteds en la dirección vertical en los polos magnéticos.

Si una aguja imantada o aguja de brújula apoyada en su centro de gravedad se le permite moverse libremente bajo la influencia del campo magnético terrestre, ésta quedará en reposo en una posición determinada. La dirección horizontal de la aguja es el meridiano magnético y estará apuntando hacia el polo magnético, el cual queda a varios kilómetros del polo geográfico.



Al ángulo horizontal entre el meridiano magnético y el meridiano geográfico se le llama declinación. El ángulo vertical entre el plano horizontal y la posición ocupada -- por la aguja inclinada recibe el nombre de buzamiento mag--  
nético o inclinación.

Siendo la intensidad total del campo magnético un -- vector I, éste se puede descomponer en la componente vertical Z y la componente horizontal H, a su vez H se puede dividir en la componente X (norte-sur) y la Y (oriente-poniente).

Las cantidades medidas en los levantamientos magnetométricos para estructuras geológicas son H y Z.

Hay una inmensa variedad de instrumentos magnéticos o magnetométricos que se han desarrollado para observaciones terrestres, oceánicas y aéreas y se pueden clasificar de acuerdo con el objetivo (magnetómetros para exploración, instrumentos para levantamientos magnéticos regionales e - instrumentos para observatorios) o según la variable medida (H o Z).

Para medir las anomalías o variaciones en las componentes del campo magnético terrestre, como resultado de masas magnéticas o atracción local, se usa una unidad mas pequeña que el Oersted, este es el Gama ( $\gamma$ ).

$$1 \text{ gama} = 10^{-5} \text{ oersted}$$

Cuando un cuerpo se puede detectar magnéticamente, - se dice que tiene susceptibilidad magnética.

La susceptibilidad magnética de los minerales está muy extendida, pero sólo un pequeño número la posee en cantidad suficiente para aprovecharse en su detección mediante exploración.

#### El Grupo Ferromagnético.

Fierro Nativo - Fe

Magnetita -  $FeO \cdot Fe_2O_3$

Pirrotita -  $Fe_6S_7$ , a  $Fe_{16}S_{17}$

Franklinita -  $(Fe, Zn, Mn) O \cdot (Fe, Mn)_2O_3$

e Ilmenita -  $(Fe, Zn, Mn) O \cdot (Fe, Mn)_2O_3$  son los - - principales minerales, sea en forma diseminada o masiva que tienen fuerza para influenciar la aguja magnética cuando es tán cerca y en cantidad suficiente. Los minerales metálicos fuera del grupo del fierro son tan débilmente susceptibles como para no detectarlos, ( a no ser que estén asociados -- con minerales de alta susceptibilidad magnética).

Tal parece que la exploración con magnetómetro sería aplicable únicamente para el grupo ferromagnético, pero se logra un campo más amplio, tenemos por ejemplo: Yacimientos de Niquel, asociados frecuentemente con Pirrotita; Oro de - placer, asociado con Magnetita (arena negra); asbestos asociados a intrusivos magnéticos ultrabásicos, etc.

La susceptibilidad magnética de las rocas depende - de su contenido de Magnetita. Las formaciones geológicas -- son o muy fuertemente o muy débilmente magnéticas; esta cla sificación magnética coincide casi exactamente con la divi sión de rocas ígneas y rocas sedimentarias.

Un campo aún más amplio para el método magnético es el estudio de las formaciones asociadas a las rocas más bá sicas o que contienen cantidades significativas de Magnetita o Ilmenita.

Un levantamiento magnético requiere de la observa-- ción de las intensidades vertical y horizontal a intervalos regulares, a lo largo de una serie de líneas paralelas e -- igualmente espaciadas que cubran el área bajo investigación.

Las observaciones se deben corregir por temperatura, variación diaria, variación planetaria, cambio de base, in fluencia de objetos de hierro y acero, anomalías del terreno y anomalías regionales.

Se construyen secciones significativas sobre las cua les se trazan las intensidades verticales y horizontales a una escala vertical. En adición se trazan sobre el mapa iso gamas o líneas de igual intensidad magnética. La interpreta ción final se realiza en conjunto con los estudios geológi cos de la estructura. Las anomalías magnéticas ayudan parti cularmente al geólogo cuando las formaciones están cubier--

tas por el suelo superficial.

La experiencia obtenida de la exploración superficial, indica que es probablemente el método geofísico más simple, menos costoso y más rápido, que puede proporcionar resultados cuantitativos teniendo en cuenta que las condiciones sean apropiadas, debiendo suplementarse y aún reemplazarse por algún otro método geofísico cuando la consistencia estructural de las anomalías sea dudosa.

c). Métodos Sísmicos.

La base de los métodos sísmicos o sismológicos, es la de que existen grandes diferencias en la velocidad de transmisión de las ondas sísmicas en los diferentes estratos o formaciones geológicas. La fuente de energía o de la onda puede ser un marro, la caída de un cuerpo pesado, un vibrador mecánico o la carga de un explosivo.

El comportamiento de la onda se efectúa de acuerdo a la teoría ondulatoria (transmisión de la luz), produciéndose la transmisión a una velocidad determinada para cada tipo de roca o medio, reflexión y refracción en la superficie de contacto entre dos formaciones diferentes.

Partiendo del punto de choque o tiro se desarrolla un frente de onda, el cual se propaga a profundidad y va reflejándose y refractándose en cada contacto entre formacio-

nes diferentes, regresando a la superficie en donde se detecta o registra. Para esto se utilizan geófonos colocados en el terreno en línea al punto de tiro y equidistantes, o en abanico, en arco con un radio determinado frente al punto de tiro.

Existen dos métodos: El de reflexión y el de refracción, según la onda que se desee registrar en el instrumento o sismógrafo. Varían de acuerdo al método, las diferencias entre geófonos y punto de tiro y deben hacerse algunos ajustes al sismógrafo.

El sismógrafo es un instrumento con amplificadores de señal y filtros para eliminar ruidos y señales confusas; éste, conectado a los geófonos registra o grafica la llegada de las ondas a cada uno de ellos en un rollo de papel -- fotográfico que se hace correr poco antes de efectuarse el tiro. En este papel, con un mecanismo controlado por un -- diapasón o algún dispositivo semejante, se marca con líneas verticales el tiempo en milisegundos, pudiéndose leer de esta manera los tiempos transcurridos o de llegada de las ondas a cada uno de los geófonos después del tiro.

Se puede considerar la sismología como el método más caro, dependiendo de la profundidad de la exploración y la fuente de energía utilizada; se requiere de bastante personal para el movimiento de equipo, preparación del terreno, tendido de líneas y operación. Su aplicación es propiamente

te para formaciones sedimentarias o estratificaciones.

Ha tenido grandes éxitos en la exploración petrolera al localizar domos salinos, anticlinales y fallas, en la de terminación de la topografía del basamento rocoso, o en la localización de horizontes productores o trampas.

En minería su aplicación es menor, dado que el terre no en los distritos mineros es más accidentado, la veloci-- dad en un yacimiento mineral casi es la misma que la de la roca encajonante y las condiciones estructurales son más -- complejas.

Algunas compañías mineras han empleado la sismología para:

- Determinar el escape en futuras explotaciones de tajos.
- Investigación estructural de regiones carboníferas y - minerales sedimentarios.
- En la exploración de azufre asociado a yeso y anhidri- ta en domos salinos.
- Localización de canales sepultados con gravas aurife-- ras.
- Determinación del lecho rocoso previo a programas de - barrenación.
- Como auxiliar en trabajos de ingeniería en general, co

mo localización de presas o túneles y aplicaciones hidrológicas.

d) Métodos eléctricos:

Se ha desarrollado una amplia variedad de métodos -- eléctricos de acuerdo a la manera en que se energice el terreno y de como se midan los efectos, pero todos dependen -- primordialmente de la propiedad física denominada conductividad, se pueden medir algunas otras propiedades, como son la capacidad electrostática, inductancia y permeabilidad -- magnética.

Se emplea tanto corriente continua como corriente al terna.

Los métodos en los cuales se introduce la corriente directamente al terreno se les conoce como métodos galvánicos. A su vez el terreno se puede energizar mediante corriente inducida.

Los métodos de corriente continua son más simples, - pero tienen el inconveniente de la acción electrolítica que produce polaridad en los electrodos, lo cual motiva complicaciones; a fin de evitar estas complicaciones, es necesario al hacer contacto con el terreno utilizar electrodos no polarizantes, generalmente a base de cobre y sulfato de cobre (metal-sal) en un recipiente de porcelana porosa.

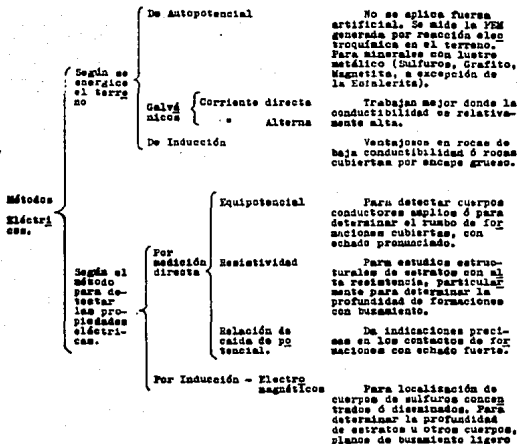


Fig. III.1. Clasificación de los Métodos Eléctricos de Exploración



En los métodos de corriente alterna, la frecuencia seleccionada depende de la penetración que se desee, las frecuencias altas (arriba de 10 kilociclos) dan baja penetración. Se usan frecuencias bajas e intermedias ( 5 a 100 ciclos) en los métodos de potencial y particularmente cuando se desea una penetración alta.

e) Métodos Geotérmicos:

La mayoría de las mediciones geotérmicas se hace en barrenos o pozos. La diferencia de temperaturas entre yacimientos minerales y la roca encajonante, o entre aguas termales y sus alrededores, se detectan por métodos geotérmicos. Estos pueden utilizarse para localizar fuentes de energía geotérmica o para localizar los límites de los yacimientos minerales.

Sobre un domo salino las líneas isotermales siguen el perfil del domo. En planos geotérmicos se pueden marcar fallas, intrusiones o diques. En pozos petroleros se puede determinar por medición de temperaturas el tramo recién cementado, pues la temperatura del cemento se eleva al fraguar; también es de gran importancia práctica cuando fluye gas, la determinación de la base de esa formación, para poder bajar a la altura o nivel conveniente la tubería de ademe, este nivel se puede conocer midiendo las temperaturas, al liberarse el gas confinado a altas presiones, reduce su presión y baja considerablemente su temperatura.

#### f) Métodos Radiométricos:

La radioactividad tiene importancia en la determinación de la edad de las rocas y se ha usado también en la - correlación de estratos sedimentarios. También juega una - parte muy importante en la investigación de minerales radiactivos y sus yacimientos.

Como es bien sabido, la radioactividad es un grupo de fenómenos, propios de elementos con alto peso atómico (a excepción del Potasio y del Rubidio), de los cuales los más conocidos son el Uranio, el Torio y el Radio.

Se emiten:

- Partículas Alfa - Emisión corpuscular eléctricamente positiva.
- " Beta - Emisión corpuscular eléctricamente negativa.
- Rayos Gama - Radiación electromagnética de alta frecuencia, más penetrante que los rayos X.
- Calor - Radiación electromagnética de baja frecuencia.

Sólo los Rayos Gama penetran la distancia suficiente para aprovecharse en exploración, pueden penetrar la atmósfera por algunos metros o cientos de metros, pero bastan solo unos cuantos centímetros de suelo para atenuar la radiación natural a la mitad; por lo tanto, los elementos radioactivos o sus derivados deben aflorar para poderse detectar, o depender de la migración de elementos radioactivos de la

fuelle, ya sea por transporte en solución, durante o posterior al depósito del mineral o por difusión del gas radioactivo Radón. Tal proceso puede dar como resultado una aureola o la localización de radioactividad a lo largo de fallas o grietas y así proporcionar un poco de más penetración a los métodos radiométricos.

Aparte del uso para la investigación de minerales - de Uranio, se ha sugerido el uso de los métodos radiométricos como una ayuda en la correlación de formaciones y en la determinación de estructuras.

Las rocas son radioactivas en un grado medible, las rocas ácidas más que las básicas, las efusivas más que las plutónicas; la radioactividad de las rocas metamórficas depende principalmente de si son derivadas de rocas ígneas o sedimentarias. La radioactividad promedio en los sedimentos es comparable al de las rocas ígneas básicas.

Los instrumentos utilizados son adaptaciones portátiles de los usados en el laboratorio. Estos son cámaras - de ionización o contadores Geiger-Muller y Cintilómetros.

Los contadores Geiger-Muller constan de un tubo de vidrio o de metal que puede tener una longitud de unos cuantos centímetros o de más de un metro, lleno de uno o varios gases inertes, los cuales al ser atravesados por los rayos gamma se ionizan y producen un pulso eléctrico el cual se --

amplifica a través de un circuito electrónico, operado por una batería seca, se pasa la señal a un indicador de luz - neón, a un audífono que produce sonido cada vez que el tubo se descarga, o a un medidor de pulsos.

El Cintilómetro consta de un cristal de yoduro de sodio con partículas coloidales de talio metálico en su interior, el cual convierte la radiación en luz visible. Del cristal cintilador, el destello de luz pasa a un tubo fotomultiplicador que transforma la señal luminosa en una corriente muy pequeña de electrones, ésta a su vez pasa a un multivibrador, el cual produce pulsos, el circuito electrónico para tales pulsos es similar al de los contadores Geiger, el medidor y las escalas son también semejantes al de los contadores Geiger, pero el Cintilómetro es más sensible.

Las pruebas o mediciones se pueden hacer bajo el agua, terrestre o aéreas, debiéndose, en este último caso, volar a menos de 70 m de altura.

## II.- Métodos directos de exploración del subsuelo.

Son los métodos que se efectúan a través de obras mediante las cuales es posible conocer parte del subsuelo, -- bien sea que permitan el acceso directo al geólogo (Obras - mineras), o que mediante Sondeos puedan obtenerse muestras, las cuales a su vez permitan conocer las características de

las rocas y yacimientos.

Método directo de exploración del Subsuelo

{ Obras mineras  
{ Sondeos.

Según la naturaleza del terreno las Obras mineras - requieren o no, de soporte artificial o ademe, el cual debe considerarse en todos los casos, pues se deben conservar abiertas mientras duren los trabajos exploratorios, o posteriormente, sea con fines de confirmación o de continuación, cuando se planean como parte del desarrollo previo a la explotación.

Las Obras mineras, bien sean horizontales (socavones, cruceros, frentes, etc.), verticales o inclinadas (pozos, cielos, tiros, etc.), se ejecutan manualmente o con - auxilio de equipos por los procedimientos convencionales - usuales en la construcción minera, procurando que se realicen en la forma más económica dado que esta etapa de explotación es de alto riesgo.

En algunos casos lo más económico puede ser el método manual por razón de falta de acceso o en lugares prácticamente inaccesibles en donde se sacrifica tiempo para - ahorrar inversión. Cada caso requiere análisis específico y no existen reglas para esta selección.

Sin embargo, el ahorro de tiempo significa ahorro - en todos los casos en que es posible utilizar equipo para

realizar las maniobras necesarias para ejecutar dichas - - obras, como es la barrenación, la rezaga, el movimiento de la tierra en zanjas, trincheras, tajos, etc., así como en - las obras subterráneas.

Cada caso debe analizarse para seleccionar los equi-  
pos requeridos, su aplicabilidad, sus ventajas y desventa-  
jas, tomando en cuenta el terreno donde se va a operar, el  
tiempo en que se debe desarrollar el proyecto de explora--  
ción y los recursos económicos con los que se cuenta.

Como reglas generales se debe:

a) Iniciar el trabajo sobre la mejor muestra para com--  
probar si no es superficial.

b) Mantener la obra sobre veta o mineral, si fuera an--  
cha (la veta), seguir el respaldo del bajo, o el hilo más  
rico y crucerear periódicamente para registrar el ancho o  
potencia.

c) El número de entradas al yacimiento, como tiros y so-  
cavones dependerá de las condiciones locales. En yacimien-  
tos de forma irregular las obras no deben estar tan separa-  
das que permitan se escapen grandes áreas de terreno esté-  
ril o no trabajable.

d) Se deben hacer ensayos periódicos sobre muestras re-  
presentativas tomadas cuidadosamente.

Considerando todos los factores enumerados se hará la selección de los métodos para ejecutar las obras mineras directas que se requieran.

Los Sondeos o barrenaciones pueden ser ejecutados manual o mecánicamente por los métodos de percusión o de rotación.

Manualmente en el caso de percusión con pulseta o tripié, y en el caso de rotación por medio de maneral y tornillo. En ambos casos los sondeos sólo pueden ser someros y las muestras obtenidas resultan siempre alteradas o contaminadas. En algunos casos de terrenos suaves, como arcillas, el uso de muestreadores especiales pueden permitir la obtención de muestras no alteradas.

En los sondeos de percusión, con pulsetas o máquinas, es el que se funda en la caída libre de una masa desde una altura determinada, lo cual se traduce en trabajo o rompimiento de la roca sobre la cual se aplica. A mayor peso y mayor altura, se obtendrá un mayor trabajo de penetración y de rotura, por lo cual estas máquinas se especifican por esas características, que a su vez, determinan su capacidad en profundidad y diámetro.

Basados en el principio de percusión existen en el mercado numerosas marcas y diferentes tamaños. Los diversos tamaños determinan variadas capacidades en sus distintos --

componentes, como son: la torre de perforación, los motores, los malacates, las transmisiones, el diámetro de los cables de perforación y de cuchareo, etc.

El herramental utilizado en este tipo de equipos es: tijeras, barretón y brocas de distintos diámetros, cuchara para la extracción de recorte, rimas y herramientas de pesca.

Generalmente los sondeos ejecutados con percusión -- son más lentos que los hechos con equipos rotatorios, pero son recomendables en la ejecución de sondeos en terrenos -- muy duros, estratificados o en boleos. Sólo se pueden aplicar en sondeos verticales, y producen muestras alteradas -- en todos los casos, estas se obtienen al cucharear para -- limpiar el fondo y sirven, tanto para análisis como para -- la interpretación litológica.

Las perforadoras de percusión neumática usada normalmente en la perforación de barrenos para voladuras, se pueden emplear para obtener muestras, desde luego alteradas y de partículas muy finas.

Hay dos tipos de perforadoras neumáticas: las de rotación y martillo en el cuerpo de la perforadora, que golpea sobre barrenas de acero hueco con insertos o corona en la punta y las de martillo en el fondo que golpea directamente sobre la corona (Hammer drill), el martillo es accio



nado por el aire comprimido que viene por la tubería a la cual está unido y a la que se le da rotación por un motor neumático colocado en el carro de lo que es el resto del equipo.

Para los dos tipos de perforadora la muestra se recoge al salir el polvo de la roca del barreno (barrenación seca), mediante una cámara conectada a un ciclón que descarga en una tolva y trabaja por la succión de un ventilador.

Los sondeos ejecutados por el sistema de rotación se basan en aplicar presión a un elemento cortante (broca), al cual se le hace girar. Dicha presión en algunos casos la constituye el peso propio de la herramienta o la aplicación de fuerza adicional, mecánica e hidráulica, en el eje de la tubería de perforación.

En el sistema de rotación con corte, se emplea el "Auger" que son tramos de gusano, con puntas de corte de metal duro en su extremo. Es propio para formaciones sueltas como arena, grava, arcilla o lutita y rocas suaves como caliche, caliza, pizarra o similares.

Las ventajas más importantes de la técnica con auger son:

- Una alta velocidad de penetración.
- No es necesario medio de barrido o limpieza.

- Se obtiene un gran volumen de material en corto tiempo.
- Bajo nivel de ruido.

Los barrenos que pueden tener diámetros de 600 mm, permanecen limpios y estables arriba del nivel freático, - aún en formaciones sueltas, a pesar de no usarse medio para limpieza, no es necesario extraer las secciones de ala o gusano hasta que se termina el barreno.

En el sistema de rotación con trituración y rotación con abrasión hay diferentes equipos de perforación:

- Equipos rotatorios propiamente dichos (barrena tricónica, de botones).
- Máquinas de diamante (abrasión con corona de diamante).
- Sistema Calix (trituración con munición suelta).
- Equipos combinados.

Su diferencia fundamental consiste en el tipo de herramienta o broca, aunque el sistema de operación y componentes básicos son similares, siendo estos:

- Motor que acciona una mesa rotaria
- Mesa rotaria, o un cabezal donde se inserta verticalmente la
- Barra Kelly (hueca), que transmite el movimiento de rotación a la
- Tubería de perforación, en cuyo extremo se coloca la
- Broca. En el extremo superior de la barra Kelly va el

- Swivel, al que se conecta la manguera de la
- Bomba de lodos. Dicha bomba succiona de la
- Presas de lodos el
- Lodo de Perforación, fluido compuesto por agua y bentonita o simple agua, se manda por el swivel al kelly y a la tubería de perforación -- hasta llegar a la broca en la zona de corte o fondo de barreno. El lodo circula arrastrando el recorte, ascendiendo por el anillo entre la pared del barril y la tubería derramando en la boca de éste hacia la presa de lodos pasando previamente por la
- Cámara de sedimentación, en donde se asienta una parte importante del recorte.
 

Cuando se pretende obtener una muestra sin alterar, hay necesidad de sacar un
- Núcleo, para lo cual inmediatamente arriba de la
- Broca de corona se coloca el
- Barril con "core-lifter", el cual colecta el núcleo o testigo correspondiente a lo largo del tramo barrenado.

Quando la barrenación es ciega, es decir, se hace con broca ciega, la muestra alterada se recoge en la cámara de sedimentación, y cuando se hace por núcleo, con broca o corona hueca, la muestra sin alterar se obtiene extrayendo el barril y sacando cuidadosamente el núcleo contenido.

Cada vez que la broca penetra la longitud del barril, este debe extraerse, en la mayor parte de los equi-

pos sacando totalmente la tubería de perforación, a excepción de aquellos equipos que utilizan el sistema llamado de "wire-line" en que es posible extraer sólo el barril con el núcleo, por medio de un cable.

La relación entre la longitud del núcleo efectivamente colectado en el barril y la longitud perforada, se denomina recuperación y se da en %, factor muy importante en la barrenación y en su interpretación.

Herramienta: Aparte del equipo básico ya mencionado, en la perforación por rotación, se requiere de:

Tubería de perforación, también se le llama varilla-je, en tramos de longitud -- apropiada al tamaño de la máquina y en consecuencia de la torre correspondiente. Su diámetro también tiene relación con el diámetro del barrenado.

Brocas de perforación de diferentes diámetros y para diferentes materiales, según el sistema utilizado, -- ciegas o huecas para núcleo.

Equipo de Rimado dependiendo de las necesidades, velocidad de avance, mayor cantidad de material, costos, se puede iniciar con diámetro reducido y luego rimar.

Equipo de pesca necesario para recuperar alguna pieza perdida, corona o tramo de tubería que obstruya el barrenado o simplemente algún fragmento en el fondo que pueda destruir la corona.

La operación de sondeo en la actualidad representa

una especialidad, por lo que en cada caso debe contarse con personal de alta calificación y experiencia para ejecutarla, o de lo contrario, se traduce en serios problemas, como pueden ser la pérdida de tiempo y gastos excesivos, especialmente cuando la recuperación resulta inaceptable y hay necesidad de ejecutar numerosas operaciones de pesca.

Es preferible, de no contarse con el personal debidamente calificado y equipos suficientemente herramientas, recurrir a la utilización de contratistas especializados en estos trabajos. En este caso los pagos se harán por metro perforado, mediante tabulación de precios unitarios para los diferentes tipos de formación, profundidades y diámetros. Estos costos deben considerar si se requiere núcleo, o si la perforación deberá ser ciega, en el primer caso especificar la recuperación mínima aceptable para efectuar los pagos correspondientes.

De utilizarse el sistema de contrato, el responsable de la exploración estará obligado a señalar en el terreno la localización de los barrenos, su inclinación, su diámetro y profundidad. Al mismo tiempo será responsable de vigilar el avance del trabajo, coleccionar y ordenar las muestras obtenidas, sean estas alteradas (recorte) o no alteradas (núcleos), así como toda la información de la perforación que permita construir la sección geológica en cada barreno. La debida interpretación de las secciones y su correlación entre sí, permitirá construir las secciones geológicas gene

rales y particulares del yacimiento que se explora.

Debido al alto costo de la barrenación se debe obtener de cada barreno la máxima información posible.

En las obras directas de exploración, bien sea obras mineras, movimiento de tierra o sondeos, los presupuestos deben contener no solamente los precios unitarios correspondientes a la obra misma, sino los costos indirectos en -- que se incurre al ejecutarse, como son: Abastecimiento de agua, suministro de combustibles, lubricantes y refacciones, caminos de acceso y construcción de plazas, explosivos, su transporte, almacenamiento y manejo, etc., así como diversos costos básicos como son: depreciación, amortización, supervisión y administración general.

#### C.- Métodos Geoquímicos de Exploración.

En la exploración geoquímica se analizan trazas de los materiales valiosos, se muestrean comúnmente rocas, -- suelos, sedimentos en corrientes, aguas superficiales o -- subterráneas, vegetación y el aire.

Los métodos de análisis para determinar trazas fueron en un principio los métodos colorimétricos o por espectrometría de emisión, posteriormente la espectrometría por absorción atómica ha ido desplazando a los anteriores, ya que combina la economía que tenían aquellos con una mayor

precisión y menos errores de tipo humano.

Los métodos geoquímicos son más remuneradores donde antiguos o más tradicionales no han sido tan efectivos. Se aplican principalmente en reconocimiento de terrenos muy alejados, en los que no existe trabajo alguno de exploración, también en áreas donde los afloramientos son muy escasos debido a estar cubiertos por bosques (Anganguo, - - Mich), donde el intemperismo ha sido muy fuerte, o existe encape glacial o de derrames volcánicos.

Los minerales que mejor se presentan para exploración geoquímica son: Sulfuros de cobre, plomo, zinc, níquel y molibdeno; en menor extensión se ha aplicado la geoquímica al uranio (preferible los métodos radiométricos), tungsteno, estaño, mercurio, oro y plata. Existe un método para determinación geoquímica de manganeso, como guía para yacimientos de oro y plata, por venir asociado con éstos, los cuales no se manifiestan tan fácilmente. Los métodos geoquímicos no son muy apropiados para minerales industriales.

Como se ha venido insistiendo, los trabajos exploratorios deben iniciarse una vez que haya sido aprobado el proyecto correspondiente, formulado y aprobado el presupuesto, calendarizadas las inversiones y se disponga físicamente de los equipos seleccionados para ejecutar los distintos trabajos.

El calendario de ejecución servirá de base para -- programar las inversiones y así mismo fijará orden y fechas para la realización de los distintos renglones que lo componen, como son:

- Contratación de personal (Técnico y obrero en la medida en que se requiera).
- Administración local: Control de asistencia, rayas, pagos diversos, locales, etc. - Contabilidad, Servicios médicos y de emergencia.
- Accesos principales y secundarios:
- Construcciones: Alojamiento, oficina, taller, almacén, polvorín, abastecimiento de agua, etc.
- Transporte de equipo.
- Emplazamiento de los equipos.
- Departamento técnico: Topografía  
Geología  
Dibujo  
Control y supervisión de obras  
Control y manejo de muestras  
Control de análisis
- Organización del abastecimiento de insumos: Diesel, - grasas, refacciones para los -- equipos, explosivos y sus artificios, papelería, etc.
- Dirección general de proyecto: Recopilación de datos  
Redacción de informes  
Dirección técnica y administrativa del proyecto.

Esta calendarización es usual presentarla en forma de diagrama de barras. Es frecuente, en programas de explotación que las fechas y renglones inicialmente considerados varíen durante su realización, debido a cambios acon-



sejados o a problemas originados por factores no previsibles. Siempre se deberá considerar un porcentaje de tiempo y de recursos de inversión (comunmente el 10% para cada uno), para absorber estas contingencias a efecto de que el proyecto se ejecute integralmente, con el avance previsto, los recursos de inversión presupuestados y dentro del tiempo planeado.

Resumen. - El resultado final de la Etapa de Exploración culminará con el informe correspondiente, que deberá contener las conclusiones y recomendaciones principales siguientes:

1º.- Resultado resumido de los trabajos técnicos ejecutados haciendo especial referencia a la parte geológica general, al yacimiento mismo, a las obras y sus resultados, a las reservas calculadas e inferidas (incluyendo cantidad y calidad), a las pruebas metalúrgicas hechas y a la estimación preliminar de los costos totales que se obtendrán - mediante la aplicación del método de explotación seleccionado y del proceso de beneficio aplicable.

2º.- Consideración de los factores que pueden afectar la explotación económica (mercados, costos directos e indirectos, problemas de realización, etc.).

3º.- Estimación preliminar de la viabilidad técnica y económica del aprovechamiento del yacimiento.

4º.- Recomendación concreta de la conveniencia o inconveniencia de proseguir con los trabajos posteriores de Evaluación.

5º.- Estimación de los costos de inversión para proseguir con la Etapa de Evaluación, si ésta procede, así como calendarización de dichas inversiones.

6º.- Proyecto completo de la Etapa de Evaluación y calendarización de la ejecución de dichas obras y estudios - auxiliares.

7º.- Estimación del riesgo de las inversiones en relación a la certidumbre o incertidumbre de los resultados obtenidos en la etapa exploratoria.

8º.- Conclusión final, especialmente en relación a la conveniencia de proseguir trabajos e inversiones adicionales.

C A P I T U L O   I V  
E V A L U A C I O N

Esta etapa, fundamental en el aprovechamiento económico de los recursos minerales, esencialmente consiste en la constitución de reservas geológicas, elección del método de explotación más apropiado de acuerdo a la naturaleza y forma del yacimiento, estimación de reservas mineras, -- confirmación y afinación del proceso más conveniente de beneficio y obtención de los costos de explotación y beneficio resultantes, convenientemente confirmados en sus distintos renglones, con suficiente grado de confiabilidad para fundamentar un pre-estudio de viabilidad económica.

Siendo las RESERVAS MINERAS la base de cualquier proyecto minero-metalúrgico, conviene resumir algunos conceptos básicos y definiciones relativas.

En la tabla siguiente se presenta en forma diagramática la clasificación de los Recursos Minerales propuesta - por V.E. Kelvey del US Geological Survey, clasificación hecha en función del grado de conocimiento que se tenga de un recurso y el valor económico conocido o inferido del mismo.

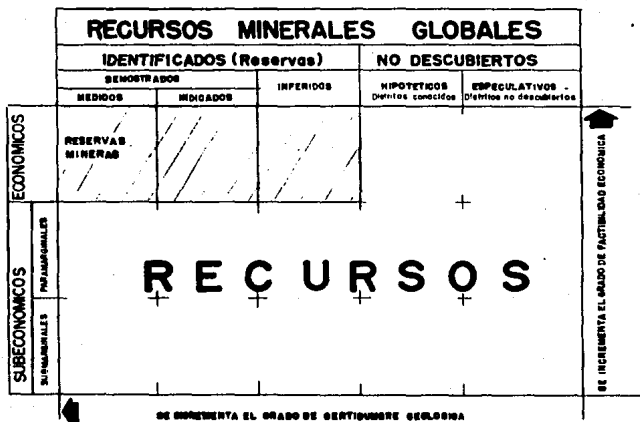


Fig. IV.1.- Diagramas y clasificación de Recursos Minerales según V. E. Kelvey (US Geological Survey Prof. Daper 820 1973).

Como puede observarse en dicho diagrama, los Recursos pueden ser No descubiertos (hipotéticos o especulativos), o Identificados y Subeconómicos o Económicos, según su valor intrínseco y posibilidad de aprovecharse económicamente.

Únicamente los Recursos Económicos que se han identificado constituyen Reservas.

RESERVA GEOLOGICA ES LA PORCION DE UN YACIMIENTO MI-

NERAL QUE SE CONOCE, EN MAYOR O MENOR GRADO, EN CANTIDAD - (tonelaje) Y EN CALIDAD (ley) Y QUE ES SUSCEPTIBLE DE APROVECHARSE ECONOMICAMENTE.

Este concepto implica un aspecto cuantitativo y cualitativo y otro indesligable de carácter económico. Los recursos que no llenan esa doble característica no pueden definirse como RESERVAS.

De acuerdo con el grado de conocimiento que se tiene de una reserva geológica, en relación a su cantidad y a su calidad, ésta se ha dividido en Reserva Positiva o Medida, Probable o Indicada y Posible o Inferida. En los tres casos debe ser económicamente aprovechable.

Como puede deducirse, el concepto de Reserva Geológica es un concepto dinámico, ya que aumenta con la exploración y desarrollo y disminuye con la explotación. Así -- mismo, desde el punto de vista económico, aumenta o disminuye con los precios de los metales contenidos, con los costos de producción, con los volúmenes explotados (economía de escala) y con los avances tecnológicos que, en un momento dado, permiten la aplicación de procesos capaces de disminuir costos de tratamiento o reducen costos de explotación.

Hay recursos clasificados como tales, que por cualquiera de los factores citados o por varios de ellos pueden

transformarse en reservas geológicas o viceversa, reservas que por variación en costos o en precios de los valores -- contenidos se transforman en incosteables o no son susceptibles de aprovecharse económicamente, en cuyo caso pierden su carácter de Reservas.

Saber definir, clasificar y cuantificar las Reservas Geológicas y en un momento dado, diferenciar las que son -- económicamente explotables, constituye la base que fundamenta la Evaluación minera.

Definir aquellas que son económicamente explotables significa determinar que los costos totales de explotación, beneficio, administración, venta, etc., en su conjunto deben ser menores que el valor final de realización del producto obtenido, o sea, que la diferencia entre los costos -- totales de producción y precio de venta deben producir una utilidad suficientemente atractiva para el inversionista, en un plazo apropiado al monto de las reservas mínimas determinadas.

Al aplicar cualquier método de explotación, bien sea a cielo abierto o subterráneo, parte del mineral, por razones técnicas o económicas debe quedar in-situ, es decir, -- sin explotarse, o removerse como "estéril", o "encape" en -- las operaciones de tajo. En las operaciones subterráneas, -- las porciones que deben permanecer como fortificaciones (pilares) o protección de obras permanentes, por ejemplo, son

parte de las Reservas Geológicas que por razones técnicas no pueden extraerse.

Si a una Reserva Geológica determinada se le descuenta la cantidad de mineral que no se pueda explotar por razones técnicas, o que debe removerse por incosteable, se obtiene la RESERVA MINERA, o sea el tonelaje con la ley que realmente va a ser explotado con rendimiento económico. Esta Reserva Minera es la base cuantitativa y cualitativa de la Valuación Minera y constituye un parámetro básico de la misma.

En las operaciones a tajo abierto, la remoción de las partes estériles y del encape si éste existe, constituye un costo adicional que debe cargarse proporcionalmente a la tonelada aprovechada.

Para poder calcular la Reserva Minera, es necesario seleccionar el método de explotación subterráneo aplicable al yacimiento, hacer el proyecto correspondiente y determinar el tonelaje de los bloques que deben quedar "in-situ" - por razones de fortificación o de protección de obras de carácter permanente, los cuales se descontarán de la Reserva Geológica correspondiente.

Existen porcentajes de aprovechamiento de tipo empírico y experimental de acuerdo a métodos subterráneos bien conocidos, que permiten aplicar factores de aprovechamien-



to, por ejemplo 80% o 90% de la Reserva Geológica para la determinación de las Reservas Minerales. Este procedimiento en métodos bien experimentados, es aceptable y confiable en muchas ocasiones.

En las operaciones a cielo abierto, tanto para determinar volumen y tonelaje de los encapes o de las zonas estériles incosteables, es necesario partir del estudio -- y análisis de los barrenos o de las obras hechas en la etapa de exploración a fin de poder hacer el cálculo de las Reservas Mineras y fijar su ubicación dentro del yacimiento.

Tanto en las explotaciones subterráneas como en las de tajo abierto, especialmente en el contacto con la roca encajonante o con áreas estériles, no es posible hacer una total separación de éstas en el yacimiento, bien sea por indefinición de las áreas mineralizadas o por debilitamiento de contacto en la roca encajonante. Como resultado de lo anterior, parte estéril o de muy baja Ley se mezcla indefectiblemente con el mineral y resulta imposible su separación, lo cual por un lado aumenta el tonelaje, pero por otro disminuye la ley en el mineral explotado. Este hecho se conoce como dilución, factor que es necesario tomar en cuenta al evaluar las Reservas Mineras.

En consecuencia, las Reservas Mineras disminuyen en volumen o tonelaje en relación a las Reservas Geológicas al

aplicar los métodos de explotación, pero aumentan por dilu-  
ción, habiendo casos, no muy raros, en los cuales las Re--  
servas Minerales cuantitativas llegan a ser mayores que --  
las Geológicas, pero cualitativamente la ley promedio re--  
sultante es menor debido a la dilución.

Al final: Las Reservas Mineras afectadas por dilu--  
ción, tanto en tonelaje como en ley, son las reservas que  
deben tomarse en cuenta en el Avalúo Minero, ya sea para -  
calcular el valor del mineral como para calcular los cos--  
tos de producción.

A partir de las definiciones vistas, en lo general,  
el Avalúo debe partir de la constitución de Reservas Geoló  
gicas, según los resultados obtenidos en la Etapa de Explo-  
ración; es decir, hacer las obras que permitan medir física-  
mente las áreas mineralizadas y obtener muestras para deter-  
minar su calidad, procurando que la mayor parte de las Re--  
servas puedan caer dentro de las Positivas o Medidas y para-  
lelamente constituir el mayor tonelaje de Reservas Proba--  
bles o Indicadas y Posibles o Inferidas.

Las obras requeridas para tal objeto, apoyadas en -  
las de exploración realizadas con anterioridad, son llama--  
das obras de desarrollo y pueden proyectarse para simultá-  
neamente ser obras de preparación en la explotación.

El proyecto correspondiente debe formularse con ba-

se en la morfología, características del yacimiento y naturaleza de la roca encajonante, tomando en cuenta las obras necesarias para la aplicación del método de explotación seccionado, procurando que al ser desarrolladas permitan inspeccionar objetivamente y mostrar por varios lados el yacimiento; tanto en sus parámetros horizontales (x,y) como en el vertical (z), con lo cual se podrán medir sus volúmenes y determinar su ley media.

La tendencia general de estas obras es formar bloques que muestren el yacimiento por varios lados. El cálculo del tonelaje se hará por bloque, calculando la ley correspondiente. El tonelaje total se obtendrá sumando el de todos los bloques y la ley media calculada será el del promedio de los mismos.

De acuerdo con el grado de conocimiento de cada bloque se le agrupará en el rango que le corresponda como positivo, probable o posible.

Cuando la exploración y constitución de reservas se hace por medio de barrenación de diamante, como es el caso de los yacimientos de disseminación, el conocimiento mayor se logra cerrando la retícula de barrenos de tal manera - - que se tenga la certidumbre que entre dos inmediatos no - - exista un cambio geológico que impida la correlación entre ambos.

Los procedimientos para cuantificar reservas y obtener las leyes medias por bloques son bien conocidos, tanto en el caso de reservas constituidas por medio de obras mineras, como por barrenación de diamante.

La aplicación de tecnologías recientes, como los métodos geostatísticos, han venido a auxiliar y perfeccionar los tradicionales, geométricos: de bloques, de secciones transversales o analíticos (triangulación, polígonos, cuadrados, etc.). Sin embargo, hasta la fecha nada sustituye la experiencia y el criterio del valuator, para poder interpretar la cuantificación y calificación del yacimiento, darle una justa interpretación y agrupamiento al tipo de reserva y conocimiento para aplicar debidamente los factores de recuperación y dilución, muchas veces determinantes de la cantidad y calidad media que se obtendrá en la etapa operativa de un proyecto minero-metalúrgico.

Hasta el momento nos hemos referido a una parte de la definición de reserva minera, la que se refiere a la cantidad y a la calidad del mineral contenido en una parte del yacimiento, o sea, la mostrada por las obras realizadas en el mismo.

Sin embargo, la segunda condición de la definición es que el mineral pueda explotarse con beneficio económico.

Para poder definir esta condición, es necesario sa-

ber a qué precio se puede vender él o los valores contenidos en cada tonelada de reserva minera y comparar con los costos totales en que se deberá incurrir para explotar y beneficiar la misma tonelada. Es decir, que es necesario conocer el valor de venta de cada tonelada de reserva in situ y restarle los costos de extracción y beneficio de la misma tonelada. La diferencia determinará si el yacimiento es económicamente aprovechable y su monto el grado de costeabilidad o de rentabilidad del mismo.

Para poder hacer una comparación, es necesario determinar el valor de los contenidos de la tonelada de reserva minera, obtenido de la ley promedio calculada para toda la reserva, o en forma diferencial, si es posible hacer una separación de zonas o bloques de naturaleza distinta, que obliguen por razón de contenidos o de diferencias mineralógicas a variar el tratamiento metalúrgico.

Para calcular el valor de una reserva minera, se utilizan los valores de la ley media, siendo la ley media el contenido promedio de valores por unidad de peso (tonelada métrica), expresado en gramos, kilogramos o bien en porcentaje de peso (gr/ton, kgr/ton, % de Cu, % de Pb, % de Zn, etc.).

El valor bruto de la tonelada es el resultado de multiplicar los valores contenidos, por las cotizaciones vigentes a la fecha de la evaluación, haciendo las conversiones necesarias para obtener el precio de la unidad usada --

convirtiendo a la moneda utilizada en la evaluación. Cuando las cotizaciones se hacen L.A.B. o C.O.D., deben adecuarse a los precios reales del comprador de primera mano. En el caso de venta de concentrados, deben usarse los precios reales pagados por la fundición.

El valor recuperado es el resultado de multiplicar el valor bruto por la recuperación metalúrgica resultante de la aplicación del proceso metalúrgico.

En un mineral determinado, la recuperación es distinta para cada metal contenido, por lo cual debe multiplicarse cada contenido por su correspondiente recuperación. La suma de los contenidos recuperados de cada metal multiplicados por sus precios individuales dará el valor recuperado de la tonelada.

En los procesos metalúrgicos que se aplican comúnmente, antes de la fundición y afinación, bien sean de concentración mecánica, de flotación, lixiviación, etc., de varias toneladas de mineral natural se obtiene una tonelada de producto concentrado, precipitado, etc., desechándose -- las partes estériles que van al almacenamiento en jales.

La relación entre el número de toneladas requeridas para obtener una tonelada de concentrado o precipitado, se le llama "relación de concentración", factor que es necesario considerar para hacer la conversión de costos a la tone

lada de mineral in-situ, pues las tarifas de fundición, --  
afinación, fletes, etc., se aplican a la tonelada de con--  
centrados o precipitados producidos.

El valor neto de la tonelada se calcula descontando  
del valor recuperado, los costos en que se incurre para co  
locar el producto final en el punto de venta de terceros.

En términos generales estos costos se desglosan en -  
los siguientes renglones principales:

- Tumbe
- Extracción
- Transportes locales
- Beneficio
- Mantenimiento
- Amortización
- Depreciación
- Desarrollo y preparación
- Exploración
- Impuestos
- Seguridad social
- Gastos generales
- Administración

Todos los renglones mencionados forman parte del cos  
to directo de producción, al cual deberán adicionarse los -  
costos indirectos ocasionados por gastos financieros deriva  
dos de algunos otros gastos como pueden ser los procedentes  
a la organización corporativa y administrativa de la empre  
sa, financiamientos, etc.

Cada uno de los renglones se desglosa individually  
te en subrenglones. Por ejemplo, Tumbe se puede desglosar  
en:

Mano de obra  
Energía  
Aire comprimido  
Explosivos  
Barrenación  
Desagüe  
Ventilación  
Alumbrado  
Fortificación  
Desarrollos y preparaciones  
Agua de barrenación  
Conservación de obra  
Mantenimiento de equipos  
Seguridad

En la contabilidad de costos, cada uno de estos sub-renglones se divide en otros varios que permitan un desglose detallado del costo y constituyen un auxiliar fundamental en la etapa de operación.

La suma de los costos directos e indirectos, aplicados a la tonelada de mineral, descontados del Valor Recuperado, dará el Valor Neto de la tonelada de mineral en reserva.

El Valor Liquidado se obtiene deduciendo del Valor Neto los costos derivados de las operaciones y procesos que hay necesidad de aplicar posteriormente a la venta del producto final obtenido hasta su venta final. Los costos correspondientes, en general, se componen de los siguientes renglones:

Fletes  
Maquilas por fundición y refinación  
Impuestos  
Castigos (si proceden)  
Recuperaciones en procesos posteriores



Gastos de manejo y venta  
Seguros

Para conocer el valor liquidado de la tonelada de mineral, debe hacerse el cargo tomando en cuenta la relación de concentración correspondiente.

Si el valor liquidado es superior a la suma de todos los costos (costo total), el mineral produce una utilidad y, en consecuencia, es susceptible de aprovecharse económicamente y puede considerarse una reserva minera.

La determinación de los costos totales implica estudiar previamente la selección del método de explotación y afinación del proceso en beneficio más conveniente, por medio de la realización de la experimentación metalúrgica tan completa como sea posible, y que permita tener todas las constantes metalúrgicas y parámetros requeridos para su elección y dimensionamiento de los equipos.

Tanto para la elección del método de explotación como para dimensionar la planta y calcular costos, es necesario determinar el ritmo de producción, o sea, el volumen diario que debe producir la mina y la capacidad que debe tener la planta de beneficio e instalaciones auxiliares correspondientes.

Para el objeto se debe partir del monto de las reservas mineras positivas o probadas, adicionadas en algunos

casos de las probables, si existe un alto grado de confiabilidad en su determinación.

El criterio para seleccionar la capacidad de producción o sea, el ritmo de producción, es variable; sin embargo, debe considerarse que la depreciación y amortización de las inversiones necesarias se efectúen en un plano no mayor de 10 a 15 años, tiempo en el cual el inversionista debe haber recuperado su inversión y obtenido una utilidad razonable.

Con este criterio las reservas deben alcanzar para una operación de 10 a 15 años por lo mínimo (años de 320 - días), siempre y cuando la cifra resultante sea conveniente desde el punto de vista de los costos tomando en cuenta la economía de escala.

Reservas mineras, método de explotación, inversión y tiempo de amortización y depreciación son factores que deben conjuntarse y analizarse paralelamente para determinar el ritmo de producción. dato fundamental en el desarrollo de un proyecto minero metalúrgico.

Fijado el ritmo de producción, en relación a las reservas, deberá hacerse el proyecto de explotación utilizando el método más conveniente en función de la morfología -- del yacimiento, de la naturaleza del mismo y de las rocas encajonantes, con el grado de mecanización que sea aconsejable para reducir al mínimo los costos correspondientes.

Aún cuando en este curso no se estudiará en detalle el capítulo de explotación de minas, como recordatorio se hace un extracto de los principales métodos subterráneos de explotación, división hecha a partir principalmente del soporte requerido:

- 1.- Rebajes con soporte natural:
  - a) Tumbe abierto
    - a-1 Rebajes abiertos en cuerpos pequeños
    - a-2 Rebajes por subniveles
    - a-3 Glory Hole
  - b) Salones y pilares.- Tajadas sucesivas.
- 2.- Rebajes soportados artificialmente
  - a) Tumbe sobre carga
    - a-1 Con pilares
    - a-2 Sin pilares
  - b) Tumbe por corte y relleno
    - b-1 Relleno con tepetate
    - b-2 Relleno con arenas (Ja1)
  - c) Tumbe por cuadros de madera
- 3.- Rebajes por hundimiento
  - a) Hundimiento de bloques
  - b) Hundimiento por subniveles
  - c) Frente larga

Adicionalmente deben considerarse los métodos de --  
cielo abierto.

Cualquiera que sea el método seleccionado, en relación al depósito mineral de que se trate, debe reunir una triple condición: Economía en la explotación, máximo aprovechamiento de las reservas y seguridad en la operación. Esta última condición debe ser prioritaria, ya que en ninguna --

forma debe arriesgarse la seguridad de los trabajadores, - ni la higiene de los mismos.

Todo trabajo minero, sea superficial o subterráneo, debe preservar la integridad física de los trabajadores, -- protegiendo su vida y salud, dándoles seguridad e higiene, - por lo que, desde la concepción del proyecto minero deben contemplarse prioritariamente estos aspectos. Jamás debe - arriesgarse una sola vida, ni comprometer la salud de los trabajadores.

En la etapa de valuación es fundamental y complementario el estudio y experimentación metalúrgica, para conocer el mejor tratamiento que debe aplicarse al mineral, después de su explotación, a fin de poder determinar el monto de la inversión correspondiente y los costos resultantes -- del beneficio, calculado al ritmo de producción proyectado.

En esta etapa de experimentación metalúrgica, que - debe realizarse según el proceso previamente seleccionado, las pruebas correspondientes se proyectarán siguiendo la secuela y normas usuales en estas operaciones, no únicamente con el objeto de tratar de perfeccionar el proceso, sino - también, de obtener los parámetros de laboratorio y constantes metalúrgicas necesarias para apoyar el dimensionamiento de equipos y determinar, a nivel de laboratorio, -- los consumos de agua, energía y diferentes reactivos.

El resultado debe proporcionar todos los datos ne-

cesarios para construir los diagramas de flujo (Flow-sheets) y sus correspondientes balances de materiales, así como todos los datos experimentales requeridos para calcular el tamaño y tipo de los equipos necesarios en cada uno de los procesos unitarios que componen el proceso general. Con base en dichos datos experimentales y consumos determinados, se deben dimensionar todos y cada uno de los servicios auxiliares demandados por el proyecto.

Los procesos de beneficio que se emplean más comúnmente en la industria minero-metalúrgica, como tratamiento posterior a la explotación minera son:

A.- Utilizando las propiedades físicas de las especies mineralógicas contenidas.

1.- Lavado (agitación, atrición, etc.)

2.- Concentración gravimétrica:

- Jigs o pulsadoras
- Mesas concentradoras
- Espirales
- Medio Pesado (Sink-float)
- Clasificación hidráulica (conos, etc.)

3.- Separación magnética

- De alta intensidad
- De baja intensidad

4.- Separación Electrostática

- Electrificación por contacto o fricción
- Electrificación por Inducción conductiva
- Electrificación por bombardeo iónico

- 5.- Flotación
  - Simple
  - Selectiva
- 6.- Tratamientos térmicos
- 7.- Amalgamación
  
- B.- Utilizando propiedades químicas:  
(Procesos hidrometalúrgicos)
  - 1.- Lixiviación
  - 2.- Separación en soluciones
    - Por métodos químicos
    - Por solventes
    - Separación iónica por medio de resinas.

En los procesos enlistados en A, es decir, en aquellos en que se aprovechan las propiedades físicas de los valores contenidos, los mismos no sufren ninguna alteración química y únicamente se concentran en su forma original. El producto final por esta razón, se ha denominado "concentrado".

En el caso de los procesos enlistados en B, los valores contenidos se han disuelto y en consecuencia han cambiado químicamente. Después de la lixiviación o disolución, hay necesidad de precipitarlos y separarlos de la solución. Los productos finales obtenidos se han denominado "precipitados".

Para poder aplicar cualquier proceso de los enlistados, es necesario antes de todo, liberar los componentes valiosos del mineral, es decir separarlos de la ganga o parte

estéril que los acompaña, para lo cual debe triturarse hasta un tamaño apropiado para que se verifique dicha liberación.

Este proceso unitario, preparatorio de la aplicación de cualquier otro, se denomina de preparación e incluye tanto la trituración primaria, y secundaria, como la clasificación a un tamaño conveniente para obtener la liberación y separación de las partículas minerales que se pretende concentrar o disolver, en forma máxima. Generalmente este paso inicial se hace en seco, por lo cual siempre se produce gran cantidad de polvo que es necesario controlar con colectores.

La liberación de las partículas no siempre se logra en la etapa inicial de preparación, por lo que adicionalmente se complementa con molienda en húmedo, en circuito cerrado con clasificación hidráulica, a un grado de finura que debe determinarse con precisión en las pruebas metalúrgicas y constituye una de las constantes más importantes en cualquier proceso que se aplique: Grado de molienda y granulometría correspondiente.

Adicionalmente a las pruebas de molienda deben determinarse los valores experimentales necesarios para poder calcular y dimensionar las quebradoras, cribas, molinos, clasificadores hidráulicos (rastrillos, ciclones, etc.), así como el equipo auxiliar (bandas, alimentadores, tolvas, pesadores, muestreadores, bombas, etc.). Estos - -

cálculos se efectuarán utilizando los datos experimentales obtenidos y aplicados a los volúmenes resultantes de acuerdo con el balance de materiales proyectado a partir de la capacidad de la planta y del ritmo de producción del proyecto.

El proceso propiamente dicho se inicia una vez liberados los valores, en algunos casos después de la trituración en seco y en la mayoría después de la molienda húmeda y clasificación hidráulica.

Las pruebas de proceso, se efectúan según la naturaleza del mismo, determinando en cada caso, las constantes principales en forma sistemática para elegir las más convenientes, dejando como constante la molienda más aconsejable determinada con anterioridad en las pruebas correspondientes.

Como ejemplos:

En la experimentación por flotación, después de la molienda deben determinarse: Tipos de reactivos, sus consumos y dosificación, tiempo de acondicionamiento y tiempo de flotación principalmente, así como la dilución.

En la experimentación por cianuración deben determinarse después de la molienda más conveniente, la concentración de cianuro, el tiempo de agitación, los pasos de lavado, la dilución, el álcali protector y los consumos de reac



tivos, así como la precipitación más conveniente y el - - tipo de separación del precipitado.

En la misma forma, cada proceso debe ser objeto de - experimentación para obtener las principales constantes y parámetros correspondientes, cuyo detalle debe cursarse en la materia Metalurgia y en los cursos correspondientes de Laboratorio Metalúrgico.

El anteproyecto deberá contemplar los edificios necesarios para proteger la planta, el anteproyecto eléctrico y de tuberías, los sistemas de seguridad y alumbrado, el drenaje superficial y pluvial, etc. y además el anteproyecto de los servicios auxiliares como: Subestación eléctrica, aire comprimido, manejo de reactivos, suministro y distribución de agua, almacén, laboratorio, talleres, oficinas - administrativas, oficinas de Mina y Planta, servicios médicos y de primeros auxilios, polvorines, campamentos si se requieren y servicios conexos, y departamento de seguridad.

Adicionalmente deberá proyectarse con sumo cuidado - el almacenamiento de jales, tomando en cuenta las disposiciones legales de anticontaminación, sanidad y técnicas -- aplicables en el área seleccionada para dicho almacenamiento, relacionadas básicamente con la estabilidad e impermeabilidad de las construcciones correspondientes.

C A P I T U L O V

PROYECTO CONCEPTUAL  
( Ingeniería Básica )

Esta etapa, resumen y actualización de todas las etapas anteriores, es llamada también de ingeniería básica.

A partir del conocimiento del yacimiento, especialmente desde el punto de vista morfológico y mecánico, de las características físicas y mecánicas de la roca encajonante y de la distribución de los valores en el depósito, así como del conocimiento de las reservas mineras calculadas y determinado el ritmo de producción, es necesario, como paso preliminar, afinar el método de explotación aplicable, bien sea subterráneo o a cielo abierto y proyectar -- las obras de preparación requeridas, aprovechando al máximo las obras de desarrollo hechas con anterioridad.

Como ha quedado establecido, el método de explotación debe llenar, en principio, tres condiciones fundamentales: Máxima economía en la explotación, óptimo aprovechamiento de las reservas mineras y máxima seguridad en la operación.

Para cumplir la primera condición es necesario, posteriormente a la realización de las obras de preparación - tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

1.- El tumbado o arranque del mineral in-situ, debe planearse para consumir la menor cantidad posible de explosivos, mediante el mínimo de barrenos, pero obteniendo un tamaño de mineral manejable por los equipos y adecuado a las dimensiones de las alcancías, obras de extracción y equipos

de transporte.

2.- Las dimensiones de las obras deben admitir el tamaño de los equipos utilizados en la barrenación, manejo y transporte del mineral.

3.- Debe planearse la explotación en forma tal que se aproveche óptimamente la gravedad. La separación de alcancías debe ser de forma que no requiera movimiento local en los rebajes.

4.- Debe procurarse concentrar en las zonas generales de extracción el mineral, bien sea en alcancías, cañones o socavones generales y, en su caso de manteo, en tiros generales de extracción.

5.- En todas las zonas de trabajo deberá haber, por lo menos, un acceso y una salida, siempre en condiciones de servicio.

6.- Las obras de carácter permanente, deberán conservarse en perfectas condiciones de servicio, proyectando anticipadamente el mantenimiento correspondiente.

- En el caso de transporte interior se deberán proyectar las vías, con sus desvíos necesarios, para agilizar y no entorpecer el tránsito de los vehículos utilizados, bien sea en rieles o con llantas neumáticas utilizadas en

rampas o en cañones de extracción.

- Si existe necesidad de ventilar las obras, ya sea con ventilación natural o ventilación forzada, los trabajos requeridos deben proyectarse en forma que cumplan con esta importante función.

- En el caso de desagüe, siempre debe preferirse hacerlo por gravedad, y si se realiza por bombeo, las estaciones correspondientes deben centralizarse y equiparse, - de modo que en casos de descompostura o falta de corriente para accionar las bombas, se cuente con equipo adicional - instalado y planta de fuerza auxiliar, de operación automática. Las líneas de tuberías deben ser accesibles para su registro y mantenimiento.

- Las tuberías de aire comprimido se deben proyectar para la demanda y presión requeridas, de acuerdo con la -- distribución a las zonas de trabajo. Las líneas correspondientes deben ubicarse en zonas accesibles (niveles de extracción, caminos, etc.) y calcular sus diámetros de acuerdo a los datos de proyecto.

- Las tuberías de agua para barrenación deben proyectarse con el mismo criterio que las de aire y de ser posible paralelas a éstas para facilitar su registro y mantenimiento.

- En el caso de requerirse "manteo", las instalacio-

nes y equipos deberán proyectarse según las normas de resistencia y seguridad correspondientes. Los tiros utilizados para este servicio, independientemente de cumplir con su función específica, pueden servir para alojar caminos de emergencia, tuberías de aire comprimido y agua, así como cables para uso eléctrico.

Las estaciones, despachos o ventanillas localizadas en cada nivel, deben proyectarse tomando en cuenta la función básica que van a desempeñar (manteo de mineral, manejo de materiales, manejo de personal, etc.), equiparlas con los sistemas de comunicación, alumbrado y seguridad utilizados, de acuerdo a las normas usuales y reglamentos aplicables.

7.- En el caso de explotaciones a cielo abierto, el o los tajos deben proyectarse de tal manera que el nivel más bajo de extracción y tumba tenga las dimensiones necesarias para explotar el mineral disponible a ese nivel, aumentando sus dimensiones en los niveles superiores.

- La altura de cada banco se proyectará de acuerdo con el volumen de mineral que hay necesidad de mover y del tamaño de los equipos requeridos para barrenar y cargar las unidades de transporte que conducirán el mineral a la planta de beneficio, a los terreros de lixiviación si los hay, o bien, a los terreros de estéril o tepetate.

- La anchura de los bancos se calculará en forma que

permita trabajar con amplitud los equipos de carga y lim-  
pía en las zonas en que se ha hecho de remoción del mate--  
rial y al mismo tiempo accionar y cargar el equipo de trans  
porte con seguridad, permitiendo también la circulación do  
ble (ida y regreso) de dicho equipo de transporte. A la vez  
se deberán alojar las bermas laterales y las rampas de se-  
guridad necesarias para prevenir accidentes que eventualmen-  
te se pueden presentar en los caminos de acarreo del tajo.

8.- El alumbrado, bien sea en trabajos subterráneos -  
o a cielo abierto en la noche, es un factor importante des-  
de el punto de vista de la eficiencia, pero sobre todo de -  
la seguridad.

En los trabajos subterráneos, todo el personal debe -  
disponer individualmente de equipo de alumbrado, en perfec-  
tas condiciones de servicio, para lo cual el departamento -  
de lampistería le dará el mantenimiento necesario entregán-  
dolo y recogiénolo diariamente, al iniciar y terminar la -  
jornada de trabajo. Tampoco debe faltar el equipo de seguri  
dad personal (casco, botas, guantes, gafas, respirador, --  
etc.).

9.- Debe considerarse el transporte y distribución --  
del personal a las zonas de trabajo en el interior, si la -  
operación es subterránea, o al lugar de operación en los ta  
jos, a efecto de aprovechar en forma óptima la jornada la-  
boral.

10.- La elección de los equipos, de acuerdo al grado de mecanización requerida por el proyecto, es materia de - consideraciones especiales que ameritan estudios específicos tendientes a justificar su uso en cada caso, debido a que la utilización de dichos equipos puede tener un impacto favorable en los costos por la eficiencia considerable que se debe obtener de una apropiada selección y uso de dichas máquinas, pero por otro lado, los costos de inversión se elevan, así como los de mantenimiento.

La mecanización en las operaciones mineras debe estudiarse con gran cuidado, procurando no excederse en su aplicación, que cada caso esté plenamente justificado, tomando en cuenta los factores técnicos y económicos resultantes y los beneficios que se obtendrán.

No siempre la simple disminución en la mano de obra justifica la mecanización de una operación determinada.

11.- El transporte entre mina y planta de beneficio debe proyectarse procurando centralizar el punto de extracción (socavón, tiro, camino-rampa, etc.) y tratando de -- realizar el menor número de maniobras hasta la tolva correspondiente del molino, la cual debe proyectarse para vaciado de acuerdo con el método de transporte utilizado -- (vías, camiones, bandas) y una capacidad conveniente de -- acuerdo al tiempo de preparación del mineral y de las tolvas de mineral triturado. Esta tolva puede ser de paso o -



con una capacidad de uno o dos días de trituración.

12.- El proyecto conceptual de la planta de beneficio debe partir de la ubicación de la tolva de recibo del mineral de la mina y desarrollarse siguiendo los pasos señalados en el diagrama de flujo respectivo.

- El diagrama de flujo se desarrollará de acuerdo al proceso seleccionado y con las constantes y parámetros determinados en las experimentaciones metalúrgicas.

- A partir del diagrama de flujo y con base en la capacidad del proyecto, deberá formularse el balance de materiales, que servirá para seleccionar los equipos básicos y determinar sus tamaños y principales características.

- Para lograr la capacidad del proyecto se partirá de los siguientes datos:

1.- Recibo de mineral por año	---	tons.
2.- Días de trabajo efectivo por año	---	días/año
3.- Horas efectivas por día	---	horas/día
4.- Horas efectivas por año	---	horas/año
5.- Disponibilidad del equipo	---	%
6.- Horas útiles por año	---	horas/año
7.- Capacidad del proyecto	---	tons/día
	---	tons/año

- Los valores calculados se aplicarán a cada proceso unitario, tomando en cuenta los casos en que deben considerarse cargas circulantes, para poder dimensionar el tipo y tamaño de los distintos equipos básicos y los auxiliares ne

cesarios.

- Para dimensionar, hay necesidad de diferenciar claramente cuando se procesa mineral seco y cuando el proceso requiere el manejo de pulpas, determinando en cada caso la dilución necesaria de acuerdo a los resultados de las pruebas metalúrgicas (la dilución puede expresarse en porcentaje de sólidos o bien utilizando la gravedad específica de la pulpa correspondiente).

- Una vez dimensionados los equipos básicos, en forma preliminar utilizando catálogos de fabricantes, o, si se dispone de datos experimentales por cálculo, debe seleccionarse el equipo auxiliar necesario como tolvas, alimentadores, bombas, elevadores (si los hay), bandas transportadoras, muestreadores, pesadores, poleas magnéticas, dosificadores, etc.

- Después de conocidos y dimensionados los equipos básicos, deberá estudiarse el arreglo más conveniente de los mismos. Para el objeto, inicialmente debe construirse un desplegado en planta y perfil para poderlo adaptar al terreno seleccionado, procurando aprovechar al máximo la pendiente natural del mismo con un mínimo en las excavaciones.

- El arreglo en planta, puede ser lineal, en "L", en "U" o en "Z", según lo aconseje el terreno, pero en general, tanto la separación como las alturas de carga y descarga de

las máquinas, están limitadas por las pendientes de trabajo de las bandas transportadoras, cuando éstas se utilizan, y las especificaciones necesarias de acuerdo al tamaño del mineral que transportan (máximo de 15° a 18°), así como por la posición y altura de descarga y carga (chutes), de las mismas bandas.

Este factor, posición de bandas, es tan importante en un proyecto, que los arreglos generales, en muchas ocasiones están condicionados a la solución de este aspecto.

- Una vez que se conoce el desplegado del arreglo y las dimensiones del equipo básico, puede procederse al arreglo definitivo e iniciarse el anteproyecto correspondiente, desarrollándose el mismo en planta general y las secciones necesarias para su correcta definición gráfica.

13.- En relación a las instalaciones auxiliares, la distribución de agua y energía deben tener prioridad, así como la ubicación de terreros y presas de almacenamiento de jales.

Elegida la mejor fuente de abastecimiento de agua para el proyecto minero metalúrgico, debe procurarse construir un tanque general de abastecimiento, ubicado a una altura tal, que la distribución sea por gravedad a todas las áreas de consumo. La capacidad de este almacenamiento debe ser la necesaria para cubrir por lo menos los requerimientos de una semana; si es fluctuante debe ser mayor.

Si el abastecimiento al tanque general se hace por -- bombeo, debe contarse con una instalación constituida por -- equipos dobles, a fin de que, si hay necesidad de sacar de servicio la bomba por descompostura o mantenimiento, inmediatamente se opere con la auxiliar.

El almacenamiento de agua debe calcularse para cubrir todos los servicios, tanto de mina como de planta, servicios generales, sanitarios, riego en caminos y tajo cuando la explotación se hace a cielo abierto, así como para incendio si se usa este sistema para el objeto.

El anteproyecto deberá cubrir, aunque sea en forma esquemática, el diagrama de tuberías de agua.

- Si las necesidades de energía eléctrica se cubren -- por la C.F.E., deberán conocerse las características de la energía que se suministrará, así como la demanda total requerida, a fin de que el suministro llegue a una estación -- terminal, cerca de la cual se proyecte la subestación correspondiente.

En el anteproyecto deberá ubicarse dicha subestación en la zona más cercana a la mayor demanda, con el objeto de hacer la distribución en alta tensión a esa zona y en baja tensión a las zonas de menor demanda, aunque en algunos casos sea necesario poner otras subestaciones menores, ya que las pérdidas eléctricas son menores cuando la distribución

se hace en alta tensión. Por la misma razón debe procurarse que la medición del consumo también se haga en alta.

Para estimar la demanda total requerida por el proyecto debe conocerse el caballaje total instalado, tanto en la mina como en planta, en todas sus instalaciones auxiliares, bombeo, etc. y, si se preveen ampliaciones, la subestación general deberá proyectarse para ese futuro incremento y señalarlo a la C.F.E., para que calcule el calibre de las líneas de transmisión correspondientes.

Asimismo, deberá conocerse la tarifa eléctrica que será aplicada al consumo requerido, a fin de saber el costo de dicho renglón al hacer el estudio económico.

El anteproyecto eléctrico deberá contener, en forma preliminar, un diagrama unifilar simplificado en el que se muestre la distribución eléctrica del proyecto y, también - en forma preliminar, la demanda por zonas y las características fundamentales de la subestación general.

14.- La superficie requerida para la constitución de terreros de estéril, debe elegirse según el método de explotación y en lugares ubicados a una distancia en que el acarreo sea mínimo, sin que vaya a cubrir algún yacimiento potencial, que no esté sujeto a la acción del acarreo de aguas pluviales y, en general, que no ocasione problemas técnicos en la operación.

Los terrenos afectados por la formación de terreros deben adquirirse en propiedad, por lo cual, representan un costo de inversión que hay que considerar en el proyecto - respectivo.

- Similares consideraciones deben hacerse en relación a los terrenos requeridos para almacenamiento de jales que, como ha quedado reiteradamente expuesto, deben adquirirse - en propiedad y constituyen un aspecto crítico de la formación de un proyecto minero-metalúrgico, tanto por razones - técnico-económicas como por consideraciones de orden legal y principios de orden ecológico.

El sitio elegido, aparte de reunir los requisitos técnicos del proyecto, debe tener suficiente capacidad para almacenar los desechos sólidos y líquidos de la planta de beneficio durante el tiempo proyectado y, en su caso, para -- las ampliaciones previstas. Es conveniente elegir varios sitios para el objeto, procurando manejar la descarga de ja--les en forma alterna, tanto para facilitar el asentamiento y recuperación de agua, como para poder ejecutar obras de mantenimiento o de arreglo cuando éstas sean necesarias.

Existen diversos procedimientos para lograr estabilidad y seguridad en este tipo de almacenamientos, que en cada caso, hay necesidad de estudiar cuidadosamente para lo--grar los mejores resultados.

La ubicación de estos sitios siempre es preferible --

que se elija de modo que la descarga de jales se haga por gravedad desde la planta y, así mismo, que en la parte de aguas abajo de éstas, no existan poblaciones o instalaciones que pudieran afectarse en el caso de una eventualidad no previsible.

Es recomendable que el transporte entre la planta metalúrgica y la presa de jales se haga mediante una doble línea, bien sea de tubería o de canalones, a fin de que alternativamente puedan hacerse trabajos de mantenimiento preventivo o correctivo, sin que haya necesidad de parar la planta y que las pulpas transportadas tengan una dilución manejable, para que no tapen o interrumpan su transporte (la dilución mínima recomendable es el 50% de sólidos, pero en cada caso debe observarse su comportamiento para evitar problemas operativos)

Como complemento de las instalaciones de almacenamiento de jales, deben considerarse las correspondientes a la recuperación de agua o de valores disueltos, si esto es necesario y económicamente aconsejable, en cuyo caso el líquido contenido en la parte superficial se debe bombear a tanques adicionales para su eventual utilización en el proceso, como líquido recuperado, y disminuir el consumo de agua nueva para el beneficio.

15.- Otros servicios auxiliares que deben considerarse en un proyecto minero-metalúrgico, acordes a las necesi-

dades específicas y a las dimensiones del mismo, adicionalmente a los expuestos con anterioridad son:

- Oficinas generales para cubrir los servicios gerenciales y administrativos del proyecto, que deben incluir -- servicios de contabilidad, de raya, de caja, de adquisiciones o compras, así como de control de personal, vigilancia, servicio y control médico (catastro torácico) y en muchas - unidades la de relaciones humanas y laborales.

En la actualidad, una parte de los servicios de los - distintos departamentos se efectúan con sistemas computarizados, por lo cual hay necesidad de considerar dentro de estas oficinas el espacio de equipos y personal para atender estos servicios.

En la oficina de contabilidad, aparte del trabajo inherente debe llevarse un sistema de contabilidad de costos y control de producción que oriente y facilite la supervisión y administración gerencial de la unidad, a partir de - los datos que deben centralizarse y que procederán de los distintos departamentos operativos.

En unidades medianas o pequeñas, en las oficinas generales se centralizan las oficinas de mina y planta, en muchos casos, como el de operaciones grandes o que por razones de - ubicación de mina, planta y servicios auxiliares es necesario considerarlas separadamente.



- Las oficinas de mina deben proyectarse para alojar los servicios de control de personal de mina, departamento de seguridad, producción, mantenimiento, almacén de mina, - incluyendo el departamento de ingenieros para supervisión de producción, proyectos de operación, topografía, voladuras, control y uso de explosivos, geología, actualización - de reservas, etc.

La gerencia o superintendencia de mina según sea el - caso, formulará información diaria, semanal, mensual y - - - anual de todas las operaciones a su cargo, mediante el sistema de control establecido, se remitirá con la periodicidad requerida y con la oportunidad necesaria a la gerencia general, para lo cual debe contarse con las áreas para alojar al personal administrativo correspondiente.

Las oficinas de planta deben proyectarse para controlar eficientemente al personal del sector, la operación del equipo y del proceso empleado, el almacén de planta (reactivos y partes), el taller de mantenimiento correspondiente, así como el laboratorio de análisis para toda la unidad y - metalúrgico en caso necesario. Rendirán a la gerencia en forma diaria, semanal, mensual y anual los reportes necesarios para determinar los estados técnicos y económicos de - la operación, para lo cual también como en el caso de las - oficinas de mina, deberá contar con las áreas para alojar - al personal administrativo necesario.

16.- Los talleres, en operaciones pequeñas y medianas, pueden centralizarse para cubrir los servicios de mina y de planta, en cuyo caso debe proyectarse un taller general con servicio mecánico, eléctrico, soldadura, pailería, mantenimiento automotriz y de motores de combustión interna (diesel o gasolina), según el equipo utilizado mayoritariamente. Este taller dará servicio a toda la unidad, por lo que debe depender directamente de la gerencia general.

En el caso de operaciones grandes es conveniente, tanto por razones técnicas como operativas, disponer de talleres separados, uno para la mina y otro para la planta de beneficio. En éstas últimas por lo general, las unidades se accionan por medio de motores eléctricos con transmisiones de bandas o mecánicas, por lo que el taller correspondiente debe proyectarse básicamente con máquinas herramientas de uso general, departamento eléctrico y mecánico apropiado al equipo instalado.

El taller de mina debe proyectarse tomando en cuenta el tipo, tamaño y número de unidades utilizadas, para realizar el mantenimiento mecánico, eléctrico, de soldadura, pailería, lavado y engrasado. Debe depender administrativamente de la superintendencia de mina.

Anexos a los talleres de mina deben proyectarse los almacenamientos de grasas y combustibles para abastecer individualmente los equipos. Para tal objeto, es conveniente

disponer de filtros o centrifugadoras antes de cargar los combustibles. Administrativamente, el manejo y control de estos almacenamientos debe depender del almacén de mina para su despacho.

En el caso de operaciones a cielo abierto, prácticamente todo el equipo se acciona por medio de motores diesel, que a su vez accionan componentes eléctricos, debido a lo cual el taller correspondiente debe tener capacidad y dimensiones apropiadas para realizar los trabajos de mantenimiento de estos equipos. Anexo, pero separado debe contener una zona con fosa para lavado y engrasado; también las oficinas de personal y guardado de herramientas. El edificio debe proyectarse para disponer de una grúa viajera que permita realizar todos los trabajos a lo largo de la nave y de espacio conveniente para reparación y cambio de llantas, trabajos de soldadura y de cambio de componentes. Es conveniente que este taller dependa administrativamente de la superintendencia de mina, al igual que el almacén de mina, el cual debe ubicarse cercano al taller.

En operaciones grandes a tajo abierto, la recarga de combustible se hace en el lugar de trabajo por medio de pipas destinadas a ese objeto, en igual forma, la lubricación por medio de camiones equipados para hacer esta operación en el campo.

17.- Los almacenes deben proyectarse en forma tal que

puedan manejar los materiales de consumo y refacciones con agilidad, tanto para recibirlos como para despacharlos.

Parte de dichos productos deben catalogarse y almacenarse en estanterías diseñadas en función del número y tamaño de los mismos, así como por su peso. Cuando se trata de refacciones, partes o componentes de tamaño grande o gran peso, se deben almacenar en el piso, cubierto o descubierto si no se dañan a la intemperie, tal es el caso de refacciones, blindajes, llantas (de acero), coronas o catarinas - grandes, etc., de equipos mayores.

El almacén de mina debe ubicarse cerca del taller correspondiente y en el caso del almacén de la planta cerca de ésta.

Ambos almacenes deben contar con una oficina para control y despacho de los materiales, dependiendo administrativamente de las superintendencias correspondientes.

- El almacenamiento de explosivos debe proyectarse en el lugar más conveniente y con las especificaciones exigidas por las disposiciones legales relativas.

La capacidad debe determinarse de acuerdo al consumo estimado para un período del orden de 30 días, tomando en cuenta la facilidad de reabastecimiento periódico.

En grandes operaciones, o en operaciones a cielo - -

abierto, la carga debe hacerse por medio de camiones de diseño especial cuando se usa ANFO. En las operaciones subterráneas el manejo y uso de este producto también debe hacerse en forma reglamentada. Igual en el caso del uso de distintas dinamitas.

Nunca deben almacenarse en el mismo almacén explosivos y artificios, estos últimos deben almacenarse separadamente en un polvorín ubicado a distancia, según las normas y especificaciones estipuladas en los reglamentos y disposiciones legales relativas.

El manejo administrativo de los almacenes de explosivos y artificios, debe depender de la superintendencia de almacén de mina, con la debida participación del departamento de seguridad de la unidad, el cual determinará, pondrá en práctica y vigilará el cumplimiento de los reglamentos para el uso, transporte y manejo de estos productos peligrosos.

El proyecto de los distintos almacenes debe hacerse conociendo el número de artículos que deben manejarse, por rubros, calculando por medio de máximos-mínimos, las existencias, con el criterio de tener todos los artículos de consumo o partes para reparación y poder dar un mantenimiento eficiente, cubrir cualquier reparación eventual y sostener el ritmo de operación normalmente, pero sin que el au-

mento de existencias determine un monto de capital improductivo nocivo para la economía de la operación.

El capital invertido en almacenes es un capital no productivo que debe minimizarse para obtener una eficiente operación y debe considerarse en un proyecto como parte del capital de operación (En un anteproyecto puede calcularse como % del costo de inversión en los equipos).

18.- Parte del anteproyecto es definir, aunque sea esquemáticamente, superficies cubiertas y especificaciones correspondientes a los edificios destinados a los siguientes servicios, donde se encuentren instalados:

- Subestación eléctrica.
- Planta de emergencia
- Planta de compresores
- Plantas de bombeo
- Ventiladores (si se requieren)
- Servicios médicos y de emergencia
- Casetas de vigilancia
- Lampistería
- Seguridad

Asimismo, deberán definirse las áreas que deben cercarse, calculando las longitudes de cerca requeridos y su tipo, así como también señalar y calcular superficies para estacionamiento y circulación de vehículos en la unidad.

19.- Deberá indicarse la forma en que se efectuará el drenaje pluvial, así como el drenaje sanitario y las fosas

sépticas requeridas.

Deberá considerarse en todos los edificios los baños y servicios sanitarios de acuerdo al número de personas en cada sección y, asimismo, el tipo de alumbrado interior de los edificios y en general, en la planta, instalaciones - - auxiliares, caminos y casetas de vigilancia.

20.- Hay que formular una relación de personal técnico, administrativo y obrero, con categorías y salarios, haciendo un diagrama operativo (organigrama), para calcular - el número de personas que integrarán el personal operativo, con su dependencia lineal y funcional y poder deducir el -- monto de salarios y prestaciones, así como los requerimientos de otras inversiones adicionales como comedores, o instalaciones habitacionales y recreativas, si éstas son aconsejables, según la organización operativa que se proyecte.

21.- Es conveniente formular una relación de insumos necesarios, tales como combustibles, lubricantes, reactivos, etc., así como papelería y artículos de escritorio, etc.. - para saber el tamaño de los almacenamientos requeridos en - cada caso, tomando en cuenta las facilidades existentes para su oportuno abastecimiento.

C A P I T U L O VI

FACTIBILIDAD



A partir de todos los datos técnicos y económicos que han permitido el desarrollo del proyecto en su etapa conceptual, así como del análisis del mercado de metales y minerales, la etapa de planeación a realizar posteriormente, es la de Factibilidad Económica, llamada también de Viabilidad o de Evaluación Financiera del proyecto.

Con este fin es necesario realizar en una etapa preliminar una serie de operaciones para obtener los siguientes parámetros financieros:

- Tasa interna de retorno de la inversión total requerida.
- Valor presente neto.
- Periodo de recuperación en la inversión.
- Punto de equilibrio.

Se debe disponer del Flujo de Efectivo, su elaboración requiere de los siguientes datos técnicos y económicos obtenidos del estudio conceptual realizado:

- A) Monto de la inversión total requerida.
- B) Cálculo de los costos totales en que se incurre para llegar al producto final para su venta.
- C) Importe de las ventas del producto final obtenido en la operación.
- D) Horizonte de evaluación (número de años, en fun-

ción de las reservas y del ritmo de producción).

- E) Origen de los recursos financieros requeridos para la realización del proyecto (Capital requerido).
- e-1- De procedencia de los accionistas (fijar intereses preoperativos).
  - e-2- Procedentes de financiamientos (fijar intereses y condiciones del o los créditos).
- F) Criterio para fijar los renglones de amortización y depreciación de los activos fijos y contingentes.
- G) Conocimiento de los impuestos que se aplicarán a las utilidades gravables y monto o tasa de la participación de utilidades a los trabajadores.
- H) Criterio corporativo para la aplicación de tasas - para fijar el valor actual neto de la recuperación de fondos, así como la tasa interna de retorno.

Con el conocimiento de los datos anteriores es posible obtener en forma tabular en los años que se consideren en el análisis (horizonte de evaluación), el flujo de efectivo (cash-flow), y en esa forma, la rentabilidad de la inversión y otros datos financieros que permitan tomar decisiones para la realización del proyecto minero-metalúrgico de que se trata.

A continuación se analizarán los renglones básicos a que se ha hecho referencia.

- A) MONTO DE LA INVERSION REQUERIDA, o sea del capital necesario para realizar el proyecto.

Este monto se obtiene de los estudios técnicos realizados para la explotación, beneficio e instalaciones auxiliares. Para el objeto es necesario disponer de los presupuestos correspondientes formulados preliminarmente a partir de la ingeniería conceptual, y agrupados en forma general como sigue:

1.- Inversiones fijas:

Equipo e instalaciones mineras _____	0000
Planta de beneficio _____	0000
Instalaciones auxiliares _____	0000
Caminos de acceso _____	0000
Presa de Jales _____	0000
Abastecimiento de Energía eléctrica _____	0000
Abastecimiento de Agua _____	0000
Talleres _____	0000
Almacenes _____	0000
Mobiliario, equipos varios _____	0000
Otros _____	0000

2.- Inversiones preproducción:

Exploraciones previas _____	0000
Descapote _____	0000
Constitución de reservas _____	0000
Preparaciones, desarrollos _____	0000
Gastos y pruebas de arranque _____	0000

3.- Exploración regional adicional  
(Si se requiere realizar) \_\_\_\_\_ 0000

4.- Escalación de precios y salarios \_\_\_\_\_ 0000  
(Si se considera que existen durante el desarrollo del proyecto).

5.- Estudios y proyectos (Correspondientes a las etapas de Ingeniería básica y en detalle) así como supervisión de construcción \_\_\_\_\_ 0000

6.- Capital de Trabajo:

a) Efectivo mínimo en caja (28 días de sueldos y salarios de acuerdo con tabulador vigente, más un incremento previsible de x %) _____	0000
--	------

b) Inventario de materiales de consumo _____	0000
(45 días de acuerdo con los consumos diarios estimados)	
c) Inventario de producto final _____	0000
(Concentrado o precipitado producido du- rante 30 días, que será liquidado en 60 días. Se considerará 60 días de costo - de producción, menos depreciación y - - amortización).	
d) Inventario de partes y refacciones _____	0000
(Se considerará un 10% sobre la inver- sión en equipos, o puede considerarse una inversión en la partida de Alma-- cén Renovables).	
e) Cuentas por pagar _____	0000
(30 días de los consumos de materiales)	
7.- Reposición de equipos _____	0000
(Si son usados durante la construcción del proyecto, caso frecuente cuando se requie- re un volumen de descapote importante, de- berá considerarse su reposición al totali- zarse el número de horas de duración eco- nómica especificadas por los fabricantes).	
Inversión Total	0000

La suma de las partidas de a) a e), dará el monto del capital de operación, que en muchos casos puede ser parcial-  
mente financiado por proveedores, y el efectivo requerido -  
por créditos revolventes de la Banca, si el capital suscri-  
to resulta insuficiente para cubrir el monto.

Durante la construcción, especialmente si los traba-  
jos se realizan simultáneamente en varias áreas del proyec-  
to, los requerimientos del Capital de Trabajo deben calen-  
darizarse desde el primer año.

El resumen de Inversión Total debe calendarizarse por  
años a efecto de que en forma programada puede tenerse la -

disponibilidad correspondiente en los tiempos previstos, -  
ya que el binomio costo-tiempo, es de suma importancia en  
la realización de un proyecto minero-metalúrgico, especial-  
mente cuando el costo del dinero es alto.

El monto calendarizado de la inversión total, permiti-  
rá conocer la necesidad de aportaciones, bien sean prove-  
nientes de recursos propios o de financiamiento.

<u>Inversión Total</u>	<u>19X1</u>	<u>19X2</u>	<u>19X3</u>	<u>19X4</u>	<u>...</u>	<u>Total</u>
1.- Inversiones fijas	0000	0000	0000		...	0000
2.- Inversiones pre-prod.	0000	0000			...	0000
3.- Explorac. adicionales		0000	0000	0000	...	0000
4.- Esc. de Prec. y Sal.		0000	0000	0000	...	0000
5.- Estudios y Proyectos	0000	0000	0000		...	0000
6.- Capital de Trabajo			0000	0000	...	0000
7.- Reposición de equipos			0000	0000	...	0000
	Σ 0000	0000	0000	0000	...	0000

Cuando el capital total requerido se puede proporcio-  
nar con recursos propios y aportado por los intereses o los  
accionistas en caso de Sociedades Mercantiles, este monto de-  
be ser el del capital social, pagado en los plazos calenda-  
rizados.

En caso de que los recursos propios sean insuficien-  
tes, se deberá recurrir a una o varias fuentes de crédito y  
constituirse un pasivo por ese monto, en cuyo caso, el pago  
del principal y los intereses correspondientes, especialmen-  
te estos últimos, constituirán un cargo financiero que debe-  
rá tomarse en cuenta al hacer el análisis financiero del -  
proyecto.

Salvo casos excepcionales, una sana presentación financiera de un proyecto minero-metalúrgico, indica que en lo general la aportación de capital propio debe ser por lo menos de un 50% de los requerimientos de inversión. No disponer de recursos suficientes de inversión puede conducir a un fracaso económico y financiero del proyecto, especialmente en épocas de alto costo del dinero.

Hay numerosos casos de Empresas que nacen descapitalizadas y nunca pueden alcanzar un nivel financiero aceptable que les permita conocer y obtener un grado de rentabilidad atractivo, por lo que es necesario, desde su planeación, tomar en cuenta los requerimientos mínimos de capital que hagan atractiva la inversión y competitiva con otros campos industrias o de rendimiento mayor, sin correr los riesgos inherentes a la industria minero-metalúrgica.

B) Cálculo de los costos totales de producción en que se incurre al obtener el producto final para su venta.

En la mayor parte de los proyectos no integrados con fundición y refinación, los productos finales pueden ser: Mineral natural de alta ley, precipitados obtenidos por -- cualquier procedimiento hidrometalúrgico, o concentrados -- obtenidos por cualquier procedimiento de concentración; en la actualidad la mayoría de los costos concentrados son obtenidos por flotación y generalmente por flotación selectiva.

Cualquiera que sea el proceso metalúrgico aplicado - para el beneficio, inmediatamente posterior al minado, los costos deben desglosarse en relación a todos y cada uno de los procesos unitarios que componen la explotación y el -- proceso de beneficio general, adicionando en cada uno de - los renglones correspondientes los costos proporcionales - por los servicios generales o auxiliares consumidos, tales como Agua, Aire, Mantenimiento, Seguridad, Administración, etc.

Mientras más desglosados se obtengan cada uno de los renglones de costo, mayor será el control de la operación y harán más fácilmente detectable cualquier desviación que pudiera suceder durante la operación.

La disponibilidad de sistemas computarizados facilita actualmente la contabilidad de costos, desglosando mediante los programas respectivos, cada uno de los renglones principales divididos en centros de costo y en subcentros, si esto se considera necesario, incluyéndose en cada caso la parte correspondiente a Energía, Mano de Obra y Materiales.

Se debe proyectar un catálogo de costos tomando en -- cuenta el método de explotación aplicado, el proceso de beneficio y el suministro de todos y cada uno de los servi-- cios auxiliares utilizados, así como el área o departamento donde se consumen. De acuerdo a la naturaleza de cada operación, se subdividirá cada centro de costo en los subcen--

tros necesarios.

En la etapa conceptual del proyecto, los centros de costo principales que deben componer el costo total de operación, en forma enunciativa y no limitativa, son los siguientes:

Mina

Tumbe  
Extracción  
Desagüe  
Transporte  
Desarrollo  
Preparación  
Exploración  
Mantenimiento  
Supervisión  
Administración

Planta

Trituración  
Molienda  
Flotación  
Asentamiento  
Filtrado  
Mantenimiento  
Supervisión  
Seguridad  
Administración

El estudio y cuantificación de los costos de operación constituye el problema más importante y difícil de estimar en el estudio de viabilidad económica de un proyecto minero-metalúrgico, el cual requiere de experiencia y cuidado para su determinación.

Es indispensable tomar en cuenta todos los factores que constituyen un costo, aún cuando no sea posible cuantificarlos con precisión. Al mismo tiempo, debe cuidarse el no incurrir en duplicaciones, es decir, no incluir costos considerados en otro renglón, como son: Impuestos, maquilas, recuperaciones y deducciones en tratamientos posteriores, fletes de producto final, costo de ventas, etc., que se incluyen al calcular el valor de las ventas, etc.; o en



forma general, en el estudio correspondiente (amortización, depreciación, gastos generales y de administración).

Al hacer un estudio de viabilidad económica, los costos deben agruparse en dos renglones:

Costos Fijos  
y Costos Variables.

Los Costos Fijos incluyen todo gasto que se debe hacer sin tener relación directa con la producción, como son: Rentas, Impuesto predial, Depreciación, etc., los cuales -- mas bien dependen del tiempo transcurrido.

Los Costos Variables son aquéllos gastos que dependen de la producción, los cuales aumentan, disminuyen o desaparecen si ésta aumenta disminuye o se suspende, aunque esta variación posiblemente no se efectúe en forma lineal o proporcional. Como ejemplo podríamos citar: Todos los materiales de consumo como reactivos, agua, energía eléctrica y -- mantenimiento entre otros.

A su vez, dichos costos deben aplicarse a la Mina y a la Planta de Beneficio, según corresponda para agruparse finalmente en la siguiente forma:

	Costo por ton de mineral		
Centro de Costos	Fijos	Variables	Total
- Mina	0000	0000	0000
- Planta	<u>0000</u>	<u>0000</u>	<u>0000</u>
	Σ 0000	0000	0000

C) Importe o valor de las ventas del o de los productos finales obtenidos.

Los ingresos por venta de los productos obtenidos - pueden proceder de minerales naturales (de alta ley de explotaciones selectivas, o como productos finales en la generalidad de los minerales no-metálicos, cuando por simple explotación y/o pepena alcanzan las especificaciones de mercado), precipitados obtenidos en procesos hidrometalúrgicos, o concentrados obtenidos por cualquier procedimiento de concentración, o bien, por flotación sea o no selectiva, cuyas características físicas y químicas los hagan susceptibles de adaptarse a tratamientos metalúrgicos convencionales posteriores, tales como fundición y refinación.

Los productos finales, en consecuencia, deberán venderse a las fundiciones establecidas de acuerdo a sus contenidos principales y a su naturaleza físico-química. Las fundiciones deberán seleccionarse de acuerdo a su ubicación geográfica, a los medios de comunicación existentes y a los procesos pirometalúrgicos utilizados, que puedan adaptarse al producto que se venderá.

El flete correspondiente entre la planta de beneficio y la fundición, constituye un cargo por tonelada de producto final, ya que las condiciones de compra establecen precios L.A.B. patios de la fundición.

Cotizaciones: El mercado de metales y minerales es --

un mercado mundial al cual concurren, internacionalmente, - productores y consumidores, en consecuencia, sujeto a la -- ley de oferta y demanda, lo cual ocasiona que numerosos metales y minerales estén sujetos a fluctuaciones periódicas determinantes, a su vez de variaciones en sus cotizaciones.

La demanda depende en gran parte de la actividad industrial o de la incorporación de determinados metales o minerales en nuevos usos o productos.

La oferta generalmente depende del aprovechamiento de nuevos yacimientos, de ampliación de operaciones, de factores políticos regionales o locales, de aplicación de tecnologías innovadoras e, inclusive en algunos casos no frecuentes, de acciones especulativas de control y venta de excedentes realizables y de sustitución de productos. El estudio y análisis de la oferta y la demanda y su proyección a mediano y largo plazo de cada uno de los minerales y metales a nivel mundial, constituye en la actualidad una especialidad en la economía minera y en numerosos casos, hay necesidad de recurrir a los especialistas para definir el comportamiento futuro a corto, mediano y largo plazo de cada uno de los metales y minerales normalmente cotizados.

Históricamente puede observarse un incremento en las cotizaciones, más o menos paralelo a las tasas mundiales - promedio de la inflación, lo cual determina, también históricamente, una tendencia alcista de los precios.

Este fenómeno alcista también es adicionalmente incrementado por la tendencia al agotamiento de los yacimientos de alta ley y necesidad de explotar yacimientos de baja ley que demandan explotaciones de grandes volúmenes con grandes inversiones de capital.

Cuando las cotizaciones bajan, el productor como medio de defensa, extrae los minerales de alta ley para nivelar sus ingresos, lo cual incrementa la oferta. Cuando no se dispone de este recurso, el productor paraliza sus operaciones por incosteabilidad, disminuyendo la oferta y en consecuencia encarece los suministros.

Si la demanda no se satisface, se provoca un incremento en la producción elevando las cotizaciones y como consecuencia vuelven a operar quienes dejaron de hacerlo, aumentando la oferta hasta nivelarla con la demanda.

Esta tendencia cíclica de alzas y bajas en los precios es histórica, pero su tendencia general es alcista dentro de una gráfica a largo plazo, que demuestra la tendencia mundial a requerir mayores cantidades de metales y minerales, debido posiblemente, a una mayor demanda originada por un mayor consumo per-capita de los países en desarrollo, pese a un consumo estacionario en los países industrializados, cuyo mayor grado de desarrollo tecnológico les permite un mejor aprovechamiento de estos productos minerales por reciclaje de los mismos ("re-scraping").

Independientemente de tomar en cuenta las posibles - circunstancias que pueden afectar en el futuro las cotizaciones de los distintos metales que se pretende producir, - para la elaboración del proyecto de que se trata, se partirá de las cotizaciones vigentes en el tiempo de su elaboración.

Hay publicaciones especializadas que en forma diaria, semanal, mensual y anual dan dichas cotizaciones y las especificaciones, lugar, unidades base y moneda usada.

Casi todas las cotizaciones, salvo indicación específica en algunos casos, se manejan con base en las Bolsas de Londres y Nueva York y se publican en las revistas Metals Week e Engineering and Mining Journal, estas se pueden consultar, encontrándose los precios, el lugar en que se cotiza, las unidades usadas y la moneda utilizada en la cotización. Estas cotizaciones deben transformarse a las unidades usadas en el proyecto y a los valores monetarios del mismo.

A efecto de poder hacer un mejor análisis económico - del proyecto, es conveniente en muchos casos, calcular el - ingreso por ventas a distintos niveles de precio del metal más representativo, significativo, o de mayor valor monetario a efecto de observar el comportamiento del proyecto a - diferentes precios de venta. lo cual facilita los cálculos financieros para toma de decisiones.

Condiciones de compra.- Las condiciones de compra entre el productor minero y el comprador (Fundición), se establecen en los contratos respectivos negociados en cada caso y en los que se establecen las normas para fijar:

Peso y humedad

Abonos

Deducciones: Maquilas  
Recuperaciones metalúrgicas  
Castigos  
Pagos  
Paridad monetaria para la liquidación  
Impuestos

Como información se incluyen formas de contrato para compra de concentrados de plomo, zinc y cobre, y de precipitados de oro y plata de algunas de las fundiciones que operan en la República Mexicana.

CONTRATO DE COMPRA-VENTA QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA "EL - REMITENTE ", Y POR LA OTRA, INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A., QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA " IMMSA ", ESTANDO SUJETO A LAS DECLARACIONES Y CONDICIONES CONTENIDAS EN LAS SIGUIENTES CLAUSULAS.

P U N T O S   G E N E R A L E S

1. PRODUCTO: Concentrados de plomo con el siguiente ensa  
ye y análisis típicos:

ORO:  
PLATA:  
COBRE:  
PLOMO:

2. TONELAJE: Hasta \_\_\_\_\_ toneladas métricas de con  
centrado de plomo por mes de calendario.

3. DURACION: Este contrato tendrá vigencia por el perio-  
do comprendido del día \_\_\_\_\_  
con derecho a cancelarse por cua-  
tesquiera de las partes mediante aviso por  
escrito con 90 (noventa) días de anticipa-  
ción.

4. ENTREGAS: La entrega de los productos se hará L.A.B.,  
en las instalaciones que para tal efecto --  
tiene establecidas IMMSA en su planta de --  
Chihuahua, en Avalos, Chih. Dicha entrega --  
se hará en camiones de volteo, revestida su  
caja con lámina de acero inoxidable, que --  
permita el deslizamiento total de los mis-  
mos.

Se acepta, sólo en forma esporádica, reci-  
bir los productos L.A.B. furgones de ferro-  
carril en las vías de descarga de dicha --  
planta.

Los productos entregados se dividirán en --  
porciones llamadas " lotes ", compuestos --  
por el contenido de \_\_\_\_\_ camiones o \_\_\_\_\_  
furgones de ferrocarril.

Se considerará como fecha de entrega de ca-  
da lote, la fecha de llegada a la planta de  
IMMSA del último camión o furgón de ferroca-  
rril. A la fecha del lote se referirán las  
cotizaciones, impuestos y demás renglones de  
la liquidación que se afectan a la fecha.

5.- ROMANEAJE  
Y MUESTREO:

Las maniobras de romaneaje, descarga y muestreo de los productos entregados serán por cuenta de IMMSA y se harán con el equipo -- de, y conforme a, los métodos usuales y -- pre-establecidos en la planta de la misma. Los resultados que se obtengan en estas maniobras servirán de base para las liquidaciones respectivas.

El REMITENTE tendrá derecho a vigilar por sí mismo o por medio de un representante, - las operaciones de romaneaje y muestreo des de el principio hasta el fin y podrá, duran te la práctica de las operaciones referidas, hacer las objeciones que considere necesari as si a su juicio no se están practicando debidamente. Queda entendido que el hecho - de no presentarse EL REMITENTE o su repre sentante en el momento en que se estén prac ticando las citadas operaciones, se conside rará automáticamente como una renuncia táci ta al derecho que la presente cláusula le otorga al respecto.

Terminada la toma de la muestra, IMMSA po drá disponer del lote correspondiente y una vez terminado el muestreo, EL REMITENTE tie ne derecho a recibir un tanto de los polvos sobre los cuales se van a verificar los ens ayes y análisis.

6. ENSAYES:

El promedio de los resultados de ensayos y análisis obtenidos por cada una de las partes será usado como base para efectuar la liquidación de los productos; pero en caso de que los resultados sometidos a comparación discrepen en cantidades que excedan -- los límites de tolerancia establecidos en la siguiente cláusula, se someterá un tanto de la muestra de que se habla en los párrafos anteriores al arbitraje de un tercer en sayador designado para el efecto, alternada mente, a los siguientes laboratorios:

---

---

---



Cuando el resultado obtenido por el tercero caiga en medio de los sometidos por las partes, la liquidación se basará en ese resultado; si el resultado del tercero queda fuera, más alto o más bajo, de los sometidos por las partes, entonces la liquidación se basará en el resultado de la parte que esté más cercano al resultado del tercero. El costo de la tercería lo pagará aquella parte cuyo resultado sometido esté más distante del resultado del tercero.

Las comparaciones se efectuarán por medio del representante de EL REMITENTE en la planta de IHMSA en Avalos, Chih.

**7. LIMITES DE TOLERANCIA**

De acuerdo con la cláusula anterior, se podrán promediar los resultados obtenidos por las partes para fijar el ensaye que servirá de base para la liquidación, cuando las diferencias de éstos no excedan los límites anotados a continuación:

ORO:	0.4 gramos por tonelada métrica
PLATA:	20 gramos por tonelada métrica
PLOMO:	0.60 por ciento
COBRE:	0.20 por ciento

**TARIFA DE LIQUIDACION**

**SISTEMA METRICO DECIMAL. MONEDA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE -- NORTEAMERICA.**

8. ABONOS: ORO: Cuando el ensaye no sea menor de un gramo por tonelada, se pagará por todo el contenido con base a \$1.04 por gramo para una cotización de \$35.00 (treinta y cinco dólares) la onza troy. El precio por gramo a liquidar se obtendrá proporcionando esta base -- con la cotización "London Final" promedio del mes en que se reciba el producto, publicado en el Metals Week, Órgano del Engineering & Mining Journal, aumentado en \$0.10 por onza troy.

PLATA: Cuando el ensaye no sea menor de 50 gramos por tonelada, se pagará por todo el conte-

nido al 95% (noventa y cinco por ciento) - del precio que resulte de descontar uno por ciento al promedio aritmético de los promedios del mes en que se reciba el producto, de las cotizaciones diarias "London Sport" y "Handy and Harman (para las compras de plata provenientes de productos recibidos en las fundiciones)", ambas cotizaciones - publicadas en el Metals Week.

**PLOMO:** Se pagará por el 90% (noventa por ciento) del contenido según ensaye por vía seca - - (vía húmeda menos 1.5 unidades) a la cotización L.A.B. Monterrey, publicada en el Boletín Financiero y Minero de México, el jueves subsiguiente a la semana de calendario en que se reciba la última parte de cada lote en la fundición, descontando a dicha cotización los costos de refinación y entrega vigente y que el día 31 de julio de 1983 - son 10.914 centavos por kilogramo de plomo.

**COBRE** Ensaye por vía húmeda. Se pagará por el 90% (noventa por ciento) del contenido con deducción mínima de cinco kilogramos por tonelada de concentrado, al promedio del mes - calendario anterior en que se reciba el -- producto de las cotizaciones diarias de Estados Unidos "MW US Producer Refinery".

Quando la cotización promedio del mismo - mes de Londres "LME Cash Wirebar Settlement" sea mayor que la de Estados Unidos, la cotización para pagar el cobre se formará multiplicando por 0.6 la de Estados Unidos y por 0.4 la de Londres y sumando los productos. Ambas cotizaciones serán las publicadas en el Metals Week.

En todo caso, se descontará de la cotización empleada los costos actualizados de refinación y entrega, que el día 31 de julio de 1983 son 67.017 centavos por kilogramo de cobre.

9. **DEDUCCIONES:** **INSOLUBLE.** Por las primeras 30 (treinta) -- unidades, se hará una deducción de \$0.125 por unidad y de \$0.20 por unidad después de aquel contenido, fracciones en proporción.

**ARSENICO.** Se hará una deducción por todo el contenido, a razón de \$0.50 por cada unidad; fracciones en proporción.

AZUFRE. Si el contenido excede de 3% (tres por ciento) se hará una deducción de \$2.50 por tonelada.

BENEFICIO. Se hará la deducción que esté vigente en la fecha de cierre de los lotes y que el día 31 de julio de 1983, es de \$77.03 por tonelada peso seco, fracciones en proporción.

HUMEDAD. Deducción mínima 1.0%

10. IMPUESTOS: Todos los impuestos y derechos de los gobiernos: federal, estatal o municipal (con excepción del Impuesto sobre la Renta, a cargo de IMMSA) pagados con respecto a los productos materia de este contrato, serán por cuenta de EL REMITENTE y deducidos por IMMSA.

El Impuesto al Valor Agregado se aplicará con lo dispuesto por la Ley de la Materia y su Reglamento.

Queda entendido que las anteriores disposiciones sobre impuestos están, en todo caso, supeditadas a las normas que establezcan -- las autoridades competentes.

11. DISPOSICIONES GUBERNAMENTALES:

Las disposiciones gubernamentales de carácter legislativo o de cualquiera otra naturaleza que se dicten con posterioridad a la fecha de vigencia del presente contrato, -- que afecten las deducciones impuestos, etc. estipulados en el mismo, serán motivo del ajuste correspondiente.

12. PAGOS:

La liquidación de los productos se verificará cuando se conozcan las cotizaciones finales de los metales así como los resultados de ensaye y análisis ya comparados y aceptados por las partes, o bien, al conocerse -- los resultados de la tercería, si es que la hubo.

El pago, valor de la liquidación se hará mediante la entrega de la factura correspondiente por parte de "EL REMITENTE", estando a su disposición desde la misma fecha en que IMMSA efectúa la liquidación final o definitiva.

## C O S T O S

La tarifa de liquidación está basada en el costo de afinación y entrega de los metales hasta el lugar que establecen las cotizaciones respectivas, siendo por cuenta de "EL REMITENTE" cualquier incremento o decremento, ya sea con motivo de modificaciones en los costos de afinación, cuentas de fletes, maniobras, seguros, etc.

La tarifa de liquidación está basada en el costo promedio de los salarios que se pagan en la Planta, y, por lo tanto, cualquier incremento o decremento que se produzca por este motivo, será por cuenta de EL REMITENTE. Para mayor claridad a este respecto, se considerará que el rendimiento de trabajo de un operario durante una jornada de ocho horas, es el tiempo que se requiere para el tratamiento de una tonelada de los productos materia de esta Tarifa, y, por consiguiente, por cada incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar en dicho promedio, se hará un aumento, o deducción en su caso, a razón de diez centavos de dólar por tonelada, por concepto de beneficio, fracciones en proporción.

La tarifa de liquidación está basada en el costo promedio de los salarios que se pagan en la Refinería de Plomo de IMMSA establecida en Monterrey, N.L.; siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar, o más, en dicho promedio; en la inteligencia que se ajustará la deducción que se hace de la cotización de plomo a razón de 0.01 ¢ de dólar por kilogramo por cada incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar en dicho promedio, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del coque entregado en la Planta necesario para el tratamiento de los productos siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a un dólar o más, por tonelada; ajustándose la deducción por beneficio a razón de quince centavos de dólar la tonelada, por cada incremento o decremento equivalente a un dólar por tonelada, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo de la -- energía eléctrica adquirida en la Planta, siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a un milésimo de dólar, o más, por kilowatt-hora; ajustándose la deducción por beneficio a razón de quince centavos de dólar por tonelada, por cada incremento o decremento equivalente a un milésimo de dólar por kilowatt-hora, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del gas natural entregado en la Planta, siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a 0.10 de dólar, o más, por medio cúbico; ajustándose la deducción por beneficio a razón de 2.8 ¢ de dólar la tonelada, por cada incremento o decremento equivalente a 0.10 de dólar por metro cúbico entregado, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del gas natural en la Refinería de plomo de IMMSA establecida en Monterrey, N.L., siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a dos centavos de dólar, o más por cada 1,000 pies cúbicos, ajustándose se la deducción que se hace de la cotización de plomo a razón de 0.014 ¢ de dólar el kilogramo, por cada incremento o decremento -- equivalente a dos centavos de dólar en el -- costo de cada 1,000 pies cúbicos de gas natural entregado en la Refinería, fracciones en proporción.

Las variaciones aquí enunciadas que se originen en moneda nacional se convertirán a dólares, empleando el tipo de cambio de la fecha en que la variación entre en vigor.

#### DISPOSICIONES VARIAS.

#### 13. FUERZA MAYOR:

Cualquier impedimento o demora en el cumplimiento de este contrato debido a actos de -- la naturaleza, huelgas de cualquier clase que afecten las operaciones de las partes contratantes o de cualquiera de ellas, incendios, inundaciones, interrupción de tráfico, demora en la transportación, falta de carros guerreros, insurrecciones, disposiciones gubernamentales, crisis económica, suspensión de

operaciones, total o parcial, en la planta de IMMSA por falta de suministros de mineral o cualquier otro factor de operación o cualquiera causa de incapacidad, sin tomar en cuenta lo antes enumerado, fuera del control de cualquiera de las partes, incluyendo sin limitación a la generalidad de lo antes mencionado, cualquier causa que produzca una pérdida económica a cualquiera de las partes mediante la ejecución de este contrato y que impida o cause daños serios a EL REMITENTE en la producción y embarque de los productos motivo de este contrato, o para que IMMSA compre o funda dichos productos en su planta de Chihuahua, o embarque, afine o venda cualquiera o todos los metales contenidos; ambas partes o cualquiera de ellas, estará relevada de responsabilidad o reclamación por daño o falta en el cumplimiento de vender o comprar esos productos mientras dure el impedimento; pero la compra y venta de acuerdo con este contrato se reanudará tan pronto como el motivo que ocasiona la suspensión quede eliminado y este contrato y las entregas bajo el mismo, continuarán durante el periodo de tiempo siguiente a la fecha en que este contrato hubiese expirado, por un periodo de tiempo igual a aquél en que los embarques hubiesen sido suspendidos por dichos casos de fuerza mayor, casos fortuitos o motivos de suspensión.

14. SUCESION:

Este contrato no podrá ser cedido por ninguna de las partes a un tercero, a menos de contar con el consentimiento por escrito de la otra parte.

15. NOTIFICACION:

Cualquier aviso o notificaciones que las partes tengan que hacerse con motivo de este contrato, se harán por escrito y se enviarán a las siguientes direcciones.

INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A.  
Ave. Baja California No. 200  
Apartado Postal No. 38 Bis.  
México, D.F. 06760 México

---

---

---

Siendo obligación de las partes notificarse los cambios de dirección que ocurran.

16. INTERPRETACION  
Y CUMPLIMIENTO:

Las partes contratantes, en todo lo relativo a la interpretación y cumplimiento de este contrato, se someten expresamente a los Tribunales competentes de la Ciudad de México, Distrito Federal, renunciando al fuero que les corresponde o pudiera corresponderles en razón a su domicilio presente o futuro.

17. ARBITRAJE: En caso de controversia en relación con este contrato, las partes convienen en someterla a arbitraje en la Ciudad de México como sigue:

La parte que desee acudir al arbitraje lo comunicará a la otra, indicándole por escrito el árbitro que hubiere designado y requiriéndolo para que en un plazo no mayor de 5 (cinco) días hábiles designe a su vez el árbitro que le corresponde. En caso de que dentro de ese plazo no hiciera la designación, el árbitro primeramente nombrado será el árbitro único.

Si se nombran dos árbitros como se indica anteriormente y las decisiones de ellos estuvieran en conflicto, entonces dichos árbitros de mutuo acuerdo nombrarán un tercer árbitro, cuya decisión será definitiva y obligatoria para las partes.

En el caso de que los árbitros no se hayan puesto de acuerdo sobre la designación del tercer árbitro, cualquiera de las partes podrá solicitar a la Cámara Minera de México el nombramiento del tercero, seleccionándolo de la lista de árbitros registrados en la sección mexicana de la Comisión Interamericana de Arbitraje Comercial.

La parte que pierda el arbitraje pagará los costos y gastos del mismo. Siempre que haya de ejercitar algún derecho o de ejecutar algún costo en este procedimiento, los plazos no serán mayores de 5 (cinco) días hábiles. Para la ejecución del laudo arbitral, las partes se someten expresamente a la juris-

dicción de los tribunales de la Ciudad de -  
México.

EN TESTIMONIO DE CONFORMIDAD, las partes firman el presente  
contrato en México, D.F. a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_  
Mil Novecientos Ochenta y Tres.

NOMBRE DE EL REMITENTE

INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A.

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que firma

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que firma.

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que firma

\_\_\_\_\_  
Nombre de la persona que firma.



CONTRATO DE COMPRA-VENTA QUE CELEBRAN, POR UNA PARTE                      QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA " EL REMITENTE ", Y POR LA OTRA, LA INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A., -- QUE EN LO SUCESIVO SE DENOMINARA " IMMSA ", ESTANDO SUJETO A LAS DECLARACIONES Y CONDICIONES CONTENIDAS EN LAS SIGUIENTES CLAUSULAS

### P U N T O S   G E N E R A L E S

1. PRODUCTO:      Concentrados de cobre con el siguiente ensaye y analisis tipicos:  
  
ORO:  
PLATA:  
COBRE:  
PLOMO:
  
2. TONELAJE:      Hasta                      toneladas métricas de concentrado de cobre por mes de calendario.
  
3. DURACION:      Este contrato tendrá vigencia por el periodo comprendido del día                      con derecho a cancelarse -- por cualesquiera de las partes mediante aviso por escrito con 90 (noventa) días de anticipación.
  
4. ENTREGAS:      La entrega de los productos se hará L.A.B. cargos de ferrocarril en las vías de descarga de la planta de cobre que IMMSA tiene establecida en San Luis Potosí, S.L.P.  
  
Los productos entregados se dividirán en -- proporciones llamadas " lotes ", compuestos por el contenido de                      furgones de ferrocarril.  
  
Se considera como fecha de entrega de cada lote, la fecha de llegada a la planta de -- IMMSA del último furgón del ferrocarril. A la fecha del lote se referirán las cotizaciones, impuestos y demás renglones de la liquidación que se afectan por la fecha.
  
5. ROMANEAJE Y MUESTREO:      Las maniobras de romaneaje, descarga y muestreo de los productos entregados serán por cuenta de IMMSA y se harán con el equipo de, y conforme a, los métodos usuales y pre-establecidos en la planta de la misma. Los re

sultados que se obtengan en estas manio- --  
bras servirán de base para las liquidacio-  
nes respectivas.

EL REMITENTE tendrá derecho a vigilar por -  
sí mismo o por medio de un representante,  
las operaciones de romaneaje y muestreo des  
de el principio hasta el fin y podrá, duran  
te la práctica de las operaciones referidas,  
hacer las objeciones que considere necesari-  
as si a su juicio no se están practicando  
debidamente. Queda entendido que el hecho -  
de no presentarse EL REMITENTE o su repre-  
sentante en el momento en que se estén prac-  
ticando las citadas operaciones, se conside-  
rará automáticamente como una renuncia táci-  
ta al derecho que la presente cláusula le  
otorga al respecto.

Terminada la muestra, IMMSA podrá disponer  
del lote correspondiente y una vez termina-  
do el muestreo, EL REMITENTE tiene derecho  
a recibir un tanto de los polvos sobre los  
cuales se van a verificar los ensayos y aná-  
lisis.

#### 6. ENSAYES:

El promedio de los resultados de ensayos y  
análisis obtenidos por cada una de las par-  
tes será usado como base para efectuar la  
liquidación de los productos; pero en caso  
de que los resultados sometidos a compara-  
ción discrepen en cantidades que excedan --  
los límites de tolerancia establecidos en -  
la siguiente cláusula, se someterá un tanto  
de la muestra de que se habla en los párra-  
fos anteriores al arbitraje de un tercer en-  
sayador designado para el efecto, alternada-  
mente, a los siguientes laboratorios:

---

---

---

Cuando el resultado obtenido por el tercero  
caiga en medio de los sometidos por las par-  
tes, la liquidación se basará en ese resul-  
tado; si el resultado del tercero queda --  
fuera, más alto o mas bajo, de los someti-  
dos por las partes, entonces la liquidación

se basará en el resultado de la parte que este más cercano al resultado del tercero. El costo de la tercera lo pagará aquella - parte cuyo resultado sometido este mas distante del resultado del tercero.

Las comparaciones se efectuarán por medio - del representante de EL REMITENTE en la - - planta de San Luis de IMMSA.

**7. LIMITES DE TOLERANCIA:**

De acuerdo con la cláusula anterior, se podrán promediar los resultados sometidos por las partes para fijar el ensaye que servirá de base para la liquidación, cuando las diferencias de estos no excedan los límites - anotados a continuación:

ORO: 0.4 gramos por tonelada métrica  
PLATA: 20 gramos por tonelada métrica  
COBRE: 0.20 por ciento

**TARIFA DE LIQUIDACION**

**SISTEMA METRICO DECIMAL. MONEDA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE -- NORTE AMERICA.**

**8. ABONOS:**

ORO: Cuando el ensaye no sea menor de un gramo por tonelada, se pagará por todo el contenido - con base a \$1.04 por gramo para una cotización de \$35.00 (treinta y cinco dólares) la onza troy. El precio por gramo a liquidar - se obtendrá proporcionando esta base con la cotización "London Final" promedio del mes en que se reciba el producto, publicado en el Metals Week, aumentando en \$0.10 por onza troy.

PLATA: Cuando el ensaye no sea menor de 50 gramos por tonelada, se pagará por todo el contenido al 95% (noventa y cinco por ciento) el - precio que resulte de descontar 1% al promedio aritmético de los promedios del mes en que se reciba el producto, de las cotizaciones diarias "London Spot" y "Handy and Harman (para las compras de plata provenientes de productos recibidos en las fundiciones)", ambas cotizaciones publicadas en el Metals Week, órgano de Engineering & Mining Journal.

**COBRE:** Ensaye por vía húmeda. Se pagará por el 90% (noventa por ciento) del contenido con deducción mínima de cinco kilogramos y máxima de trece kilogramos por tonelada de con centrado, al promedio del mes calendario anterior en que se reciba el producto de las cotizaciones diarias de Estados Unidos "MW US Producer Refiney".

Cuando la cotización promedio del mismo -- mes de Londres "LME Cash Wirebar Settlement" sea mayor que la de Estados Unidos, la cotización para pagar el cobre se formará multiplicando por 0.6 la de Estados Unidos y por 0.4 la de Londres y sumando los productos, ambas cotizaciones serán las publicadas en el Metals Week.

En todo caso, se descontará de la cotización empleada los costos actualizados de refinación y entrega que el día 31 de julio de -- 1983 son 19.820 centavos por kilogramo de Cobre.

9. **DEDUCCIONES:** **INSOLUBLE** por el contenido total se hará -- una deducción de \$0.10 por cada unidad; -- fracciones en proporción.

**ZINC** por el contenido que exceda de 8.0% se hará una deducción de \$0.25 por cada unidad; fracciones en proporción.

**ARSENICO** se hará una deducción por todo el contenido, a razón de \$0.50 por cada unidad; fracciones en proporción.

**BENEFICIO** se hará la deducción que este vigente en la fecha de cierre de los lotes y que el día 31 de julio de 1983, es de \$79.83 por tonelada, peso seco, fracciones en proporción.

**HUMEDAD** deducción mínima 1.0%

10. **IMPUESTOS:** Todos los impuestos y derechos de los gobiernos federales, estatal o municipal (con -- excepción del impuesto sobre la Renta, a cargo de IMMSA) pagados con respecto a los productos materia de este contrato, serán por cuenta del remitente y deducidos por IMMSA.

El Impuesto al Valor Agregado se aplicará -- con lo dispuesto por la ley de la materia

y su reglamento.

Queda entendido que las anteriores disposiciones sobre impuestos están, en todo caso, supeditadas a las normas que establezcan -- las autoridades competentes.

11. DISPOSICIONES GUBERNAMENTALES:

Las disposiciones gubernamentales de carácter legislativo o de cualquier otra naturaleza que se dicten con posterioridad a la fecha de vigencia del presente contrato, -- que afecten las deducciones, impuestos, -- etc., estipulados en los mismos, serán motivo del ajuste correspondiente.

12. PAGOS:

La liquidación de los productos se verificará cuando se conozcan las cotizaciones finales de los metales así como los resultados de ensaye y análisis ya comparados y aceptados por las partes, o bien, al conocerse -- los resultados de la tercería, si es que la hubo.

El pago, valor de la liquidación, se hará -- mediante la entrega de la factura correspondiente por parte de "EL REMITENTE"; estando a su disposición desde la misma fecha en que IMMSA efectúa la liquidación final o definitiva.

C O S T O S

La tarifa de liquidación está basada en el costo de afinación y entrega de los metales hacia el lugar que establecen las cotizaciones respectivas, siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento, ya sea con motivo de modificaciones en los costos de afinación, cuenta de fletes, manobras, seguros, etc.

La tarifa de liquidación está basada en el costo promedio de los salarios que se pagan en la planta, y, por lo tanto, cualquier incremento o decremento que se produzca por este motivo, será por cuenta del REMITENTE.

Para mayor claridad a este respecto, se -- considerará que el rendimiento de trabajo de un operario durante una jornada de ocho horas, es el tiempo que se requiere para el tratamiento de una tonelada de los productos materia de esta Tarifa, y, por consiguiente, por cada incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar - promedio, se hará un aumento, o deducción en su caso, a razón de diez centavos de dólar por tonelada, por concepto de beneficio, fracciones en proporción.

La tarifa de liquidación está basada en el costo promedio de los salarios que se pagan en la Refinería de Plomo de IMMSA establecida en Monterrey, N.L.; siendo por - cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar, o más en dicho promedio; en la inteligencia que se ajustará la deducción que se hace de la cotización de plomo a razón de 0.01 ¢ de dólar por kilogramo por cada incremento o decremento equivalente a diez centavos de dólar en dicho promedio, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del coque entregado en la Planta necesario para el -- tratamiento de los productos siendo por - cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a un dólar o más, por tonelada; ajustándose la deducción por beneficio a razón de quince centavos de dólar la tonelada, por cada incremento o decremento equivalente a un dólar por tonelada, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo de la - - energía eléctrica adquirida en la Planta, siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a un milésimo de dólar, o más, por kilowatt-hora; ajustándose la deducción por beneficio a razón de quince centavos de dólar por tonelada, por cada incremento o decremento equivalente a un milésimo de dólar por kilowatt-hora, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del aceite combustible entregado en la Planta, - - siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a veint-

ticinco centavos de dólar o más, por barril, ajustándose la deducción por beneficio a razón de cinco centavos de dólar la tonelada, por cada incremento o decremento de veinticinco centavos de dólar por barril entregado, fracciones en proporción.

La tarifa está basada en el costo del gas natural en la Refinería de plomo de IMMSA establecida en Monterrey, N.L., siendo por cuenta de EL REMITENTE cualquier incremento o decremento equivalente a dos centavos de dólar, o más por cada 1,000 pies cúbicos, ajustándose la deducción que se hace de la cotización de plomo a razón de 0.014¢ de dólar el kilogramo, por cada incremento o decremento equivalente a dos centavos de dólar en el costo de cada 1,000 pies cúbicos de gas natural entregado en la Refinería, fracciones en proporción.

Las variaciones aquí enunciadas que se originen en moneda nacional se convertirán a dólares, empleando el tipo de cambio de la fecha en que la variación entre en vigor.

#### DISPOSICIONES VARIAS

##### 13. FUERZA MAYOR

Cualquier impedimiento o demora en el cumplimiento de este contrato debido a actos de la naturaleza, huelgas de cualquier clase que afecten las operaciones de las partes contratantes o de cualquiera de ellas, incendios, inundaciones, interrupción de tráfico, demora en la transportación, falta de carros, guerras, insurrecciones, disposiciones gubernamentales, crisis económica, suspensión de operaciones; total o parcial, en la planta de IMMSA por falta de suministros de mineral o cualquier otro factor de operación o cualquier causa de incapacidad, sin tomar en cuenta lo antes enumerado, fuera del control de cualquiera de las partes, incluyendo sin limitación a la generalidad de lo antes mencionado, cualquier causa que produjese una pérdida económica a cualquiera de las partes mediante la ejecución de este contrato y que impida o cause daños serios a EL REMITENTE en la producción y embarque de los productos movidos de este contrato, o para que IMMSA compre o funda di-

chos productos en su planta de San Luis Potosí, o embarque, afine o venda cualquiera o todos los metales contenidos; ambas partes o cualquiera de ellas, estará relevada de responsabilidad o reclamación por daño o falta en el cumplimiento de vender o comprar esos productos mientras dure el impedimento; pero la compra y venta de acuerdo con este contrato se reanudará tan pronto como el motivo que ocasione la suspensión quede eliminado y este contrato y las entregas bajo el mismo, continuarán durante el período de tiempo subsiguiente a la fecha en que este contrato hubiese expirado, por un período de tiempo igual a aquél en que los embarques hubiesen sido suspendidos por dichos casos de fuerza mayor, casos fortuitos o motivos de suspensión.

14. SUCESION: Este contrato no podrá ser cedido por ninguna de las partes a un tercero, a menos de contar con el consentimiento por escrito de la otra parte.

15. NOTIFICACION:

Cualquier aviso o notificaciones que las partes tengan que hacerse con motivo de este contrato, se harán por escrito y se enviarán a las siguientes direcciones:

INDUSTRIAL MINERA MEXICO, S.A.  
Ave. Baja California No. 200  
Apartado Postal No. 38 Bis.  
México, D.F. 06760 México

---

---

---

Siendo obligación de las partes notificarse los cambios de dirección que ocurran.

16. INTERPRETACION Y CUMPLIMIENTO:

Las partes contratantes, en todo lo relativo a la interpretación y cumplimiento de este contrato, se someten expresamente a los Tribunales competentes de la Ciudad de México, Distrito Federal, renunciando al fuero



que les corresponde o pudiera corresponderles en razón de su domicilio presente o futuro.

17. ARBITRAJE: En caso de controversia en relación con este contrato, las partes convienen en someterla a arbitraje en la Ciudad de México - como sigue:

La parte que deseé acudir al arbitraje lo - comunicará a la otra, indicándole por escrito al árbitro que hubiere designado y - requiriéndolo para que en un plazo no mayor de 5 (cinco) días hábiles designe a su vez el árbitro que le corresponde. En caso de - que dentro de ese plazo no hiciera la designación, el árbitro primeramente nombrado - será el árbitro único.

Si se nombran dos árbitros como se indica anteriormente y las decisiones de ellos es- tuvieran en conflicto, entonces dichos ár- bitros de mutuo acuerdo nombrarán un ter- cer árbitro, cuya decisión será definitiva y obligatoria para las partes.

En el caso de que los árbitros no se hayan puesto de acuerdo sobre la designación del tercer árbitro, cualquiera de las partes - podrá solicitar a la Cámara Minera de Méxi- co el nombramiento del tercero, seleccio- nándolo de la lista de árbitros registra- dos en la sección mexicana de la Comisión Interamericana de Arbitraje Comercial.

La parte que pierda el arbitraje pagará los costos y gastos del mismo. Siempre que haya de ejercitar algún derecho o de ejecutar al- gún costo en este procedimiento, los plazos no serán mayores de 5 (cinco) días hábiles. Para la ejecución del laudo arbitral, las - partes se someten expresamente a la jurisdicción de los tribunales de la Ciudad de - México.

EN TESTIMONIO DE CONFORMIDAD, las partes firman el presente contrato en México, D.F. a los \_\_\_\_\_ días del mes \_\_\_\_\_ Mil Novecientos Ochenta y Tres.

NOMBRE DE EL REMITENTE

INDUSTRIAL MINERA MEXICO,S.A.

Nombre de la persona que firma

Nombre de la persona que firma

Nombre de la persona que firma

Nombre de la persona que firma

CONTRATO No.:

CON:

PRODUCTO: Concentrados Plomo

DESDE: HASTA:

PUNTO DE  
EMBARQUE:

ESTADO:

Au Ag Pb Cu Ins. Fe CaO Zn S As Sb

MONEDA AMERICANA

SISTEMA METRICO

Abonos:

ORO: Si 1.0 gramos, todo a \$1.04 por gramo. (Pago basado en \$35.00 dls./onza troy). Cotización London Final, más 10 ¢ por onza.

PLATA: Si 50 gramos, el contenido total al 95% -- del promedio aritmético mensual de las cotizaciones Handy & Harman de New York y London Spot de Londres, publicadas en el "Metals Week" aplicables para Plata contenida en productos sin afinar, menos 1.0% y menos 0.125 ¢ por onza troy.

PLOMO: Si 3.0% seco (ensaye húmedo menos 1.5 unidades) 90% a la cotización por plomo mexicano 1.a.b. Monterrey, menos 12.092 ¢ por kg.

COBRE: 90% (Deducción mín. cinco kgs.) al precio - fijado por la Comisión Intersecretarial de Tarifas para el mes anterior a la fecha de cierre del lote menos por 164.438 ¢ por kg.

CAL UTIL: Si 1.0% todo a 8 ¢.

Deducciones:

BENEFICIO: L.A.B. Fundición en Torreón, Coah. \$87.00 por 1,000 kgs. peso seco.

INSOLUBLE: Hasta 50% todo a 10 ¢ por unidad; exceso a 20 ¢ por unidad.

ZINC: 8% libre, exceso a 25 ¢ por unidad.

AZUFRE: Si 2.0% o más a razón de \$2.50 por ton. se ca de material recibido.

ARSENICO: El total a \$ 3.50 unidad.

HUMEDAD: 1% mínimo.

IMPUESTOS: Sobre metales pagados

PERIODO DE COTIZACION:

ORO/PLATA: Promedio aritmétrico del mes de cierre de lote.

COBRE: Promedio aritmétrico del mes anterior de - cierre de lote.

PLOMO: Promedio aritmétrico de la semana de cierre de lote.

CONTRATO No.:

CON:

VIGENCIA:

PRODUCTO: Concentrados de Zinc

CANTIDAD: Peso neto seco 2,500/3,000 tons., 200/250 -- tons. mes.

MONEDA: Dts. U.S. CY.

#### A B O N O S

ZINC: Se pagará por el 85% del contenido, con deducción mínima de 8 unidades al 90% del promedio aritmétrico de las cotizaciones "European Producer's", GOB, "LME Settlement y U.S. Producers calidad "High Grade" correspondiente al mes siguiente a la fecha de cierre del lote.

PLATA: Se descontarán 150 gramos de ensaye y se pagará por el 60%, del contenido resultante, al 95% del promedio aritmétrico mensual de las cotizaciones Handy & Harman de New York y London Spot de Londres, publicadas en el "Metals Week" aplicables para Plata contenida en productos sin afinar, menos 1.0% y menos 0.125 ¢ por onza troy. Las cotizaciones promedio serán las del mes inmediato siguiente en que se cierre el lote.

CADMIO: Se descontará 1.0 kgs., del ensaye y el contenido restante se pagará por el 60% a la cotización promedio "U.S. Producer's" publicada en el "Metals Week", para lotes mayores de -- una tonelada, menos \$0.75 por libra. La cotización promedio será la del mes inmediato siguiente que se cierre el lote.

#### D E D U C C I O N E S

BENEFICIO: Se cobrarán \$185.00 por tonelada seca del concentrado cuando el precio por tonelada métrica de zinc metálico "Good Ordinary Brand" de Londres, "Producer's Price" sea de 900.00 - - U.S. CY.  
Este cargo se aumentará ¢ 8.511 U.S. CY. por cada dólar que aumente el precio sobre la base de 900.00 U.S. CY. por tonelada métrica, fracciones en proporción.

**CASTIGOS POR  
IMPUREZAS:**

Fierro: 3% libre, exceso a razón de \$4.50 por cada 1%.

Cloro: 0.05% libre, exceso a razón de - - \$1.00 por cada 0.01%.

Fluor: 0.05% libre, exceso a razón de - - \$1.00 por cada 0.01%.

Arsénico: 0.1% libre, exceso a razón de - - \$1.00 por cada 0.1%. Máximo permisible 0.3%.

Antimonio: 0.2% libre, exceso a razón de 25 centavos por cada 0.01%.

Cobalto: 0.005% libre, exceso a razón de 25 centavos por cada 0.001%.

**IMPUESTOS:**

De cualquier naturaleza que fueren, serán -- por cuenta del vendedor. Los impuestos de -- producción se calcularán sobre contenidos pagados, aplicándose la tarifa correspondiente para el mes de cotización.

**HUMEDAD:**

Efectiva, mínimo 1.0%.

**FORMACION  
DE LOTES:**

Se formará un solo lote mensual y llegado el último día hábil del mes se cerrará el lote con los carros que se hayan recibido.

CONTRATO No.

CON:

PRODUCTO: Precipitados

PUNTO DE  
EMBARQUE:

ESTADO:

DESDE:

HASTA:

ENSAYES

Au  
11.6 kilos por ton.

Ag  
825 kilos por ton.

PAGOS

MONEDA AMERICANA

SISTEMA METRICO

ORO: 99% del contenido a razón de \$1,107.75 -  
por kilogramo. (Base \$35.00 por onza). -  
Cotización London Final, más 10 ¢ por on  
za.

PLATA: 99% del contenido, al promedio mensual -  
de las cotizaciones de Nueva York y Lon-  
dres, publicadas en el "Metals Week" pa-  
ra Plata sin afinar, menos 1% y menos --  
1.125 ¢ por onza troy.

DEDUCCIONES

BENEFICIO: \$500.00 por tonelada, peso neto seco, de  
precipitados entregados L.A.B. en la plan-  
ta de afinación del comprador en Torreón,  
Coah., aumentando a razón de \$25.00 por  
cada kilogramo de oro contenido, fraccio-  
nes en proporción, más \$3.50 por cada ki-  
logramo de plata contenida, fracciones en  
proporción.

HUMEDAD: Efectiva, deducción mínima de 1.0%.

IMPUESTOS: Sobre contenidos pagados por cuenta del -  
vendedor.

CIERRE DE LOTE: Fecha de llegada del lote a la Refinería

PERIODO DE  
COTIZACION:

Promedio aritmético del mes de cierre -  
de lote.



Cálculo del Valor Liquidado.- Con base en las condiciones de compra aplicadas en cada caso al producto, debe calcularse el Valor Liquidado por tonelada de concentrado, es decir el valor que recibirá el productor de cada tonelada.

Conociendo éste Valor y el número de toneladas anuales de concentrado producido se obtendrá el valor anual de la producción o sea el importe anual de las ventas.

Conocida la relación de concentración, fácilmente se puede calcular el Valor Liquidado de la tonelada de mineral en reserva.

Para los efectos del análisis económico de los ingresos debe calendarizarse el importe anual de las ventas (por años de operación) para determinar el importe de las mismas a partir del programa de producción y determinar el inventario de producto terminado.

D) Horizonte de Evaluación (o sea, el número de años en que se hace el análisis económico.

En el anteproyecto se ha señalado el ritmo de producción tomando básicamente el monto de las reservas y considerando que alcanzarán para una operación mínima de 10 años.

Sin embargo, el monto considerado de las reservas se

refiere a reservas mineras positivas o probadas. Si los estudios determinan reservas probables y posibles adicionales, la conversión de éstas a positivas mediante la ejecución de las obras exploratorias y de desarrollo requeridas, prolongará posteriormente la vida de la operación, haciendo las obras de referencia progresivamente durante la operación del proyecto.

Cuando en la evaluación se han definido en forma con fiable los términos físicos del yacimiento y se conocen to dos los parámetros del mismo, permitiendo determinar la reserva total, puede hacerse una evaluación completa y defi nirse el tiempo total de duración de la operación, proyec tando los resultados para ese tiempo. En estos casos, el -- criterio puede variar al hacer las proyecciones económicas y sustituir el concepto de amortización y depreciación a un plazo determinado, por el de agotamiento del yacimiento.

Ya se ha dicho que el ritmo de operación debe fixar se en relación a las reservas mineras, teniendo estas el lí mite señalado por la capacidad de inversión requerida para constituir las. No es posible, en general, disponer de recur sos de inversión para explorar y constituir reservas en for ma exhaustiva en un yacimiento mineral y, consecuentemente, las obras necesarias para el objeto se analizarán en rela ción a la disponibilidad financiera para ejecutarlas.

Las reservas minerales constituidas con dicha inver-

sión deben ser la base para amortizar y depreciar las inversiones iniciales necesarias, en un mínimo de 10 a 15 -- años, tiempo durante el cual se considera poder lograrlo - en forma aceptable.

Durante la operación se hará un cargo por exploración y desarrollo a cada tonelada de mineral producido, a efecto de mantener un volumen permanente de reservas mineras equivalente a la reserva inicial, o bien, a incrementarlas, lo cual permitirá aumentar el tiempo de operación del proyecto o incrementar su capacidad de producción.

La exploración y el desarrollo en una operación minera es permanente y no termina hasta lograr el total agotamiento del yacimiento.

No debe olvidarse que la exploración y los desarrollos en la minería son como la siembra en la agricultura. - Si no se hacen obras de exploración y desarrollo, con carácter permanente, la tendencia al agotamiento de las reservas es un hecho que puede determinar el paro de la operación, o requerir inversiones adicionales posteriores que, previendo con oportunidad las necesidades futuras, pueden no ser necesarias. El responsable de una operación minera deberá - cuidar en forma permanente el monto de las reservas mineras que aseguren el aprovisionamiento futuro de la planta.

Para el objeto, por lo menos, deben adicionarse las

reservas extraídas para mantener una reserva futura igual o mayor a la inicial. Para lograr lo anterior, se requiere ejecutar permanentemente las obras de exploración y desarrollo necesarias para el objeto, las cuales deben cargarse al costo de producción y en esa forma evitar las inversiones adicionales procedentes de los accionistas.

Para el estudio económico y financiero del proyecto, a nivel conceptual, el horizonte de evaluación se deberá hacer a 10 años, 3 de construcción y 7 de operación normal.

E) Origen de los recursos económicos o de capital requeridos por el proyecto:

En el inciso A) se vió la forma en que se debe calcular la necesidad de capital para realizar el proyecto.

Lo ideal es disponer de los recursos necesarios aportados por los interesados o accionistas en el caso de Sociedades Mercantiles, en cuyo caso, bastará con calendarizar -- los montos requeridos y las disponibilidades oportunas de los fondos. En este caso, la inversión será con fondos propios o capital social.

En algunos casos, por decisión corporativa se puede fijar un interés a las inversiones preoperativas, o bien, considerar esas aportaciones en forma diferida en futuras utilidades.

Quando el capital propio es insuficiente y el negocio es atractivo, el diferencial requerido debe obtenerse con capital ajeno, o sea, por medio de créditos. La valoración del monto de los créditos y su origen es un problema de alta decisión que implica conocimientos amplios del sector y debe considerar numerosos factores, entre los cuales el factor oportunidad es muy importante.

En términos muy generales, aunque no absolutos, los requerimientos de inversión deben proceder preferentemente de recursos propios y complementarse con créditos, procurando que estos sean los mínimos necesarios. Como ya se expresó, la relación de 1 a 1 entre fondos propios y fondos de crédito, puede dar una relación satisfactoria financieramente hablando; sin embargo, considerando los distintos factores que deben tomarse en cuenta para esta decisión, este criterio no es norma y puede variar bastante de un caso a otro, si en un momento dado se toma en cuenta el factor oportunidad.

Determinado el monto de los créditos requeridos para la realización del proyecto, operación de arranque, pruebas y recursos iniciales de operación, es necesario estudiar y resolver su procedencia y condiciones.

Estos recursos pueden ser de origen interno o externo y a su vez pactarse a corto, mediano y largo plazo, con o sin plazos de gracia.

Como su nombre lo indica, los de origen interno proceden de fuentes de financiamiento obtenidas dentro del -- País al través de Bancos o Instituciones Financieras que se obtienen en moneda nacional en las condiciones de interés -acordes al costo del dinero local. Los recursos externos -- proceden de fuentes de crédito que se negocian fuera del -- país a través de Bancos extranjeros o Instituciones Internacionales de crédito como el B.I.D., B. Mundial, BIRF, etc. Estos créditos generalmente se negocian en la moneda en que se otorga el crédito y las tasas de interés se fijan en relación al Prime-rate de los Bancos Norteamericanos o al Libor, o tasa de interbancos europeos, según la procedencia de los fondos, más un por ciento sobre dichas tasas. Adicionalmente a los bancos enunciados, la banca privada también puede negociar estos créditos y de acuerdo con su monto será un solo banco o un consorcio o sindicato de bancos.

El plazo pactado para el pago de estos créditos determina que sean considerados de corto, mediano o largo plazo y deben estudiarse cuidadosamente a efecto que en los -- plazos negociados se cumpla oportunamente el pago del principal y de los intereses correspondientes de acuerdo a las tasas estipuladas, lo cual se determina al formular el estado proforma de disponibilidad de efectivo o "cash-flow", y a efecto de que estos pagos sean generados por el negocio mismo (conveniencia de pactar plazos de gracia para el pago del principal).

Los términos de corto, mediano y largo plazo son relativos, pero el primero se aplica a créditos hasta 2 años, medianos de 2 a 5 años y los terceros de 5, 10 o mas años.

Los intereses generalmente se pactan sobre saldos - insolutos y su amortización por semestres o anualidades.

Parte de los créditos necesarios para realizar un - proyecto minero-metalúrgico pueden obtenerse algunas veces de los proveedores de equipos y materiales, especialmente favorables en algunos casos, en comparación con créditos - de efectivo, o cuando se consideran como créditos atados.

Los créditos son fuentes de capital muy importantes, pero deben usarse prudentemente para no comprometer la vida de un proyecto o hacer peligrar su estabilidad financiera. El análisis económico debe contemplar este aspecto en forma realista, especialmente cuando el mercado del dinero, local y mundialmente, determina alto costo reflejado en altas tasas de interés.

El crédito, como fuente de capital de inversión complementario de los recursos propios, es necesario y, en muchos casos conveniente, para el desarrollo de la industria minero-metalúrgica, pero su utilización debe ser limitada, prudentemente planeada en su monto, términos y condiciones, de tal manera que las obligaciones económicas que dichos -- créditos generen, en los plazos pactados, puedan ser riguro

samente cumplidas y no hagan peligrar la estabilidad financiera de la operación.

El uso prudente y suficientemente bien planeado del crédito es un auxiliar muy importante para el desarrollo de esta industria, especialmente en los países en vías de desarrollo en los cuales el capital propio es escaso.

F) Criterios para fijar la amortización y depreciación de las inversiones.

La Depreciación es un cargo cuyo monto acumulado -- constituye una reserva contable destinada a la sustitución de equipos y obras específicamente hechas para la realización del proyecto.

La Amortización es también una reserva constituida -- con el objeto de redimir al inversionista otros cargos no depreciables, como son obras de exploración y preparación de minas, gastos de arranque, estudios, proyectos y en general todos los gastos no sujetos a depreciación.

De acuerdo con los conceptos anteriores, tanto la depreciación como la amortización constituyen renglones del costo total de producción.

Desde el punto de vista del proyecto, habiéndose determinado el número de años de operación y, en consecuencia, los tonelajes tratados anualmente, tanto la depreciación co



mo la amortización se obtendrán dividiendo la inversión -- inicial, entre el número de años de duración, y esta cifra a su vez entre el número de toneladas de reserva procesadas, o, en su caso, del número de toneladas de producto final obtenido por año.

En el primer caso se obtendrán los cargos de depreciación y amortización por tonelada de reserva minera y en el segundo caso por tonelada de producto final. Como consecuencia, al final del periodo considerado se habrán depreciado y amortizado todas las inversiones.

Legalmente, estos renglones son deducibles, por lo que es necesario conocer cual es el criterio para su aplicación (cinco años para equipo rodante y de uso rudo, 10 a 15 años para equipo estacionario, 15 a 30 años para edificios y otras instalaciones de carácter permanente).

También las disposiciones legales en materia minera preveen la posibilidad de depreciar rápidamente dichas inversiones mediante la aplicación de las normas de depreciación y amortización acelerada.

Otro criterio podría ser la aplicación de dichos renglones al total de la reserva minera de un yacimiento con el criterio de agotamiento.

Cualquier criterio deberá ser propuesto por los Eje-

cutivos y autorizado por la autoridad fiscal, ya que, al ser estas cantidades deducibles, afectan la utilidad del negocio durante el tiempo en que son aplicadas y, consecuentemente, la disminuyen al desaparecer.

Lo anterior determina la necesidad de conocer el -- criterio que debe aplicarse para calcular estos renglones de costo.

Para el objeto de proyecto, una vez determinado el - monto de las inversiones, se aplicará un cargo lineal durante el tiempo analizado, bien sea por tonelada de reserva minera, o bien, por tonelada de producto terminado.

#### G) Impuestos:

Son de dos tipos, Directos e Indirectos. Los Directos son aquellos que causan por las cantidades de metales producidos, independientemente de la utilidad que pueden producir, llamados actualmente "Derechos sobre Minería", - en consecuencia, forman parte del costo directo de producción y han sido considerados al calcular el Valor Liquidado (Ley Federal de Derechos - Minería).

Los impuestos indirectos o impuestos sobre la renta aplicados a la utilidad gravable que causan las personas - morales, o sean las Empresas, de acuerdo a las disposiciones legales en la materia, se calculan en función de dicha

utilidad gravable.

Igualmente, la utilidad gravable sirve de base para calcular la participación de los trabajadores en la utilidad que es del 10% sobre la misma.

Al deducir dichos renglones fiscales se obtiene la utilidad neta repartible o disponible, cuyo destino final generalmente lo determinan las asambleas de accionistas, - bien sea para reinversiones o para dividendos, o en forma mixta, según convenga a la situación del negocio.

H) Tasas del Valor Actual Neto de la recuperación de fondos y Tasa Interna de Retorno (Tasas de conveniencia corporativa).

Estos dos criterios toman en cuenta el valor que el dinero va teniendo en el tiempo, o sea, se reduce al valor actual o presente. Puede definirse el valor presente de la cantidad que se obtendrá en el futuro, como la cantidad que se recibe en el momento presente y que es equivalente a la cantidad obtenible en el futuro. Hay que entender que las cantidades nunca pueden ser iguales en número, pero sí equivalentes. Este cambio de valor del dinero en el tiempo se realiza a interés compuesto por el fenómeno de devaluación natural, de ahí que la ecuación para su cálculo este efectuada por el factor de interés compuesto.

$$V_f = V_p (1+i)^n$$

$$V_p = \frac{V_f}{(1+i)^n}$$

donde:

$V_f$  = Valor futuro

$V_p$  = Valor presente

$i$  = Tasa de interés

$n$  = Número de años.

Al término  $\frac{1}{(1+i)^n} = (1+i)^{-n}$  se le llama factor de actualización y corresponde al recíproco del factor de interés compuesto. Dicho factor de actualización se puede encontrar en tablas expresamente elaboradas para estos fines y - en los que se considera que la cantidad por transportarse - al valor presente es diferente en cada año. Para el caso en que las cantidades sean iguales en todos los años considerados, se dispone de tablas con valores acumulativos.

La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que, aplicada a la actualización de la inversión y de los ingresos netos, o sea, las diferencias entre ingresos y gastos de cada periodo de vida del proyecto, iguala a los valores actualizados en las inversiones.

Es el valor de  $r$  dado por la ecuación:

$$\sum_{t=0}^{t=n} (I_t - G_t) (1+r)^{-t} = \sum_{t=0}^{t=n} K_t (1+r)^{-t}$$

donde:

$I_t$  = Ingresos efectivamente entregados en caja en el periodo  $t$ .

$G_t$  = Gastos efectivamente pagados en el periodo  $t$ .

$K_t$  = Monto de la inversión realizada en el periodo  $t$ .

$r$  = Tasa interna de retorno.

$n$  = Vida útil del proyecto, incluido el periodo o periodos de inversión.

Si la inversión se considera realizada toda en una sola fecha y los gastos e ingresos a partir del periodo, siguiente, la ecuación se simplifica como sigue:

$$\sum_{t=1}^{t=n} (I_t - G_t) (1+r)^{-t} = K$$

El Valor Actual Neto (V.A.N.) es la diferencia positiva o negativa entre los ingresos actualizados y los gastos actualizados (incluida como gasto la inversión), utilizando una cierta tasa  $i$  de actualización.

$$V.A.N. = \sum_{t=0}^{t=n} (I_t - G_t) (1+i)^{-t} - \sum_{t=0}^{t=n} K_t (1+i)^{-t}$$

La elección de la tasa  $i$  de actualización para el cálculo del V.A.N. depende de consideraciones económicas sobre las tasas de interés y de descuento del mercado, a fin de determinar si expresan realmente la utilidad marginal del capital o si se encuentran distorsionadas.

En el caso de empresas privadas se puede utilizar - la tasa a que efectivamente se obtiene el capital a través de operaciones de crédito.

Flujo de Efectivo (Cash-Flow).

Se calcula este flujo tabularmente, por años (los de construcción y los de operación), tomando en cuenta los siguientes datos:

1.- Estimación de la Inversión Total requerida, o -- sea, del Capital de Inversión, a partir de los Gastos Preoperativos, sus Intereses, el Capital de Operación y todos - los costos de inversión como se han considerado en el inciso A).

2.- Estimación de la Utilidad Bruta, la cual se obtiene de descontar al valor de ventas los costos totales de producción, inciso C) menos inciso B).

3.- Estimación de los renglones de Amortización y Depreciación de acuerdo con los criterios expuestos en el inciso F).

4.- Cálculos de los Cargos Financieros resultantes - de los créditos requeridos en la inversión inicial, como -- complemento del capital propio según criterio expresado en E).

5.- Cálculo de la Utilidad Gravable anual durante - los años considerados en el análisis, la cual se obtiene - al deducir de la Utilidad Bruta anual los renglones 3 y 4.

6.- Cálculo del Impuesto Sobre la Renta y de Participación de Utilidades de los Trabajadores, con el criterio expuesto en G).

7.- Cálculo de la Utilidad Neta o repartible, la obtiene al deducir de la Utilidad Gravable (5), los renglones contenidos en (6).

La Utilidad Neta estimada para cada año de duración del proyecto, dará el Flujo de Efectivo o Cash-Flow, la -- cual en algunos casos conviene calcular para diferentes precios de venta del contenido más importante o económicamente significativo del producto final producido.

En seguida se muestra una forma de presentar el Flujo de Efectivo o Cash-Flow.

	19x1	19x2	19x3	19x4	19x5	...	19x9	19x10
1. Inversión Total (seg. inc. A)	0000	0000	0000					
2. Utilidad Bruta (incs. C-B)				0000	0000	...	0000	0000
3. Amortización (inc. F)	0000	0000	0000	0000	0000	...	0000	0000
Depreciación (inc. F)	0000	0000	0000	0000	0000	...	0000	0000
4. Intereses (inc. E)		0000	0000	0000	0000	...	0000	0000
5. Utilidad Grav. ( 2-3-4)				0000	0000	...	0000	0000
6. Imp. s/la Renta				0000	0000	...	0000	0000
Part. de los Trab. en las Utilidades.				0000	0000	...	0000	0000
7. Utilidad Neta ( = 5-6)	(00)	(00)	(00)	0000	0000	...	0000	0000

Se supone un proyecto que durará 10 años (3 de construcción y puesta en marcha, el 4º como arranque y del 5º - en adelante de operación normal). Es natural que durante - los años de construcción, el Flujo de Caja resulte negativo, puesto que en esta etapa no hay recuperación de capital y - se realizan prácticamente todas las inversiones. A partir - de la puesta en marcha comienza a producirse y se inician - las ventas, por lo cual, el Flujo de Caja va siendo progresi - vamente positivo hasta normalizarse, varían en relación a - los precios de realización del o los productos finales obte - nidos.



## Evaluación Financiera del Proyecto.

Para realizar la presentación de esta etapa, con la cual termina el estudio de Factibilidad, ya sea preliminar o definitiva, lo cual depende del grado de confiabilidad - de los datos con que se cuente, es conveniente la cooperación de especialistas para que dicha presentación contenga los criterios generales, conceptos, datos y cálculos apropiados para que a nivel de decisión general o corporativa, puedan tomarse las que procedan.

A continuación se enumeran y explican en forma muy general, los conceptos y datos que debe contener esta etapa, los cuales se consideran fundamentales, a reserva de - que quienes deseen tener mayor información acudan a la extensa literatura que existe sobre el particular.

Hay cierto número de criterios para la evaluación financiera de proyectos de diversa índole, incluidos los de - carácter minero-metalúrgico, los cuales, como naturaleza específica tienen aspectos derivados de la variabilidad de algunos factores que determinan incertidumbre y carácter aleatorio de las inversiones a largo plazo, factores muchas veces indeterminables y que no dependen de factores técnicos (factores socio-políticos, de sustitución y uso de productos, de mercados, etc.).

Todas estas razones hacen que los inversionistas con

sideren en muchos casos el factor Riesgo como un factor - muy importante en la toma de decisiones y, por otro, lado requieran un crédito a su inversión suficientemente atractivo y competitivamente más alto y sólido en relación a -- otras inversiones. Lo anterior determina que las conclusio nes derivadas de la evaluación financiera de un proyecto, estén sólidamente apoyadas en los estudios técnicos y económicos realizados anteriormente y que son de la responsabilidad de los ingenieros en sus diversas áreas,

El primer dato fundamental que debe contener esta - etapa es el monto total de la inversión necesaria, desglosando el monto del capital propio del o los accionistas y el capital procedente de créditos, bien sea de proveedores o de otras fuentes de financiamiento, considerando las tasas, plazos y condiciones en que es posible obtener esos - fondos y la moneda en la cual serfan obtenidos,

Estas inversiones, desglosadas en renglones principales, deben tabularse y calendarizarse para conocer, independientemente de la fuente de los recursos y su costo, las fechas en que hay que disponer de esos fondos.

Adicionalmente, debe presentarse el estado proforma del flujo de efectivo, de ser posible como ya fué indicado, a distintos niveles de precios de los metales más significativos contenidos en el punto final que se pretende vender.

Estos estados son la base del análisis financiero y, en consecuencia, deben elaborarse con el mayor cuidado y acuciosamente a efecto de presentar situaciones aceptables reales y confiables, pues son resúmenes de todos y ca da uno de los factores técnicos y económicos obtenidos en el estudio del proyecto de que se trate.

Como ya se indicó, hay varios criterios para el análisis financiero de un proyecto, sin embargo, en la industria minera es usual utilizar los siguientes indicadores como instrumentos:

- 1.- Tasa Interna de Retorno de la inversión.
- 2.- Valor Actual Neto
- 3.- Periodo de Recuperación de la inversión.
- 4.- Punto de Equilibrio.

Los dos primeros ya se comentaron en el inciso H) de este mismo capítulo, quedan por definir los dos últimos.

Periodo de Recuperación ("Payback Period").- Es el plazo en que la inversión original se recupera con los flujos producidos por el proyecto (sin actualizar). Esto se puede expresar como:

$$\sum_{t=1}^S (I_t - G_t) = K$$

Cuando los beneficios del proyecto son iguales en to

dos los años, basta dividir el monto de la inversión entre los beneficios esperados anualmente para obtener el tiempo en que se recupera la inversión. Si es el caso en que los beneficios anuales son diferentes para cada año, deberán sumarse estos año con año hasta que se iguale la inversión. No existe un patrón definido respecto a cual es el número de años en que debe recuperarse la inversión. Sin embargo, con base en la práctica y en los resultados obtenidos, si el tiempo de recuperación es igual o menor a la mitad de la vida útil del proyecto, ese proyecto es atractivo.

Punto de Equilibrio ("break-even point").- El Punto de Equilibrio es parte del Sistema de Equilibrio, el cual es una técnica de análisis que relaciona los diferentes ingresos, costos y gastos, como herramienta para la toma de decisiones, solución de problemas y planeación de utilidades.

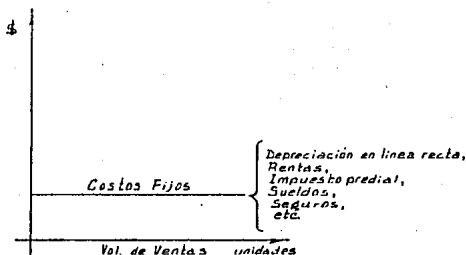
Trataremos de ilustrar en la forma más breve, objetiva y gráfica en que consiste este sistema de análisis.

La producción, los costos y los precios, son elementos que el empresario puede manejar y cualquier variación en éstos, va a repercutir directamente, ya sea por variación individual de alguno de ellos o por la acción combinada de varios, sobre las utilidades.

Los conceptos que se relacionan (sin subdividirlos -

ni detallarlos) son los siguientes:

Gastos y Costos Fijos.- Son independientes del volúmen de producción o ventas y se generan a través del tiempo, o sea que en una gráfica quedan representados por una línea horizontal a la altura correspondiente, su ordenada



o valor permanece constante para cualquier valor de la abscisa o volumen de ventas. Esto pudiera ser no muy cierto, puesto que los costos fijos pueden variar con el tiempo, pero la suposición de que son constantes es bastante aproximada, ya que los periodos en este tipo de análisis son relativamente de tiempos cortos.

Gastos y Costos Variables.- Dependen o se generan de acuerdo al volumen de ventas o producción. Aquí también haremos la suposición de que su variación es proporcional a las ventas y su gráfica será una línea recta que parte del origen con pendiente positiva. En sistemas no lineales, el

planteamiento sería del mismo y la mayor diferencia estibaría en la necesidad de recurrir al cálculo.

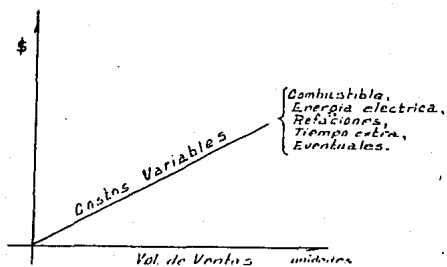


Fig. VI.2

Si se traza una recta paralela a ésta, con ordenada al origen igual a los Costos Fijos, tendremos la recta de los Costos Totales, o sea, la gráfica de los Costos Fijos más los Costos o Gastos Variables:

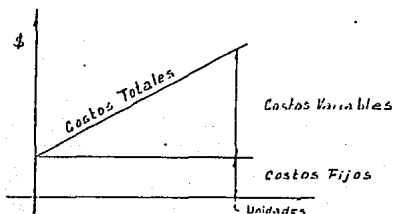
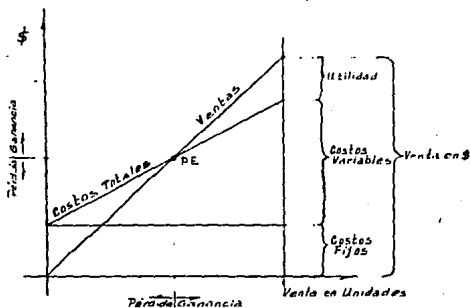


Fig. VI.3

La línea correspondiente a los Ingresos o en general a las Ventas, parte del origen con pendiente positiva mayor a la pendiente de la línea de Costos Totales de tal forma que genera Utilidades.

Trazando estos diferentes conceptos obtenemos la



Gráfica del Sistema de Equilibrio (Punto de Equilibrio)

Fig. VI.4.

Este tipo de gráfica se elabora para un determinado periodo que puede ser, semana, mes o año, siendo lo más común en operación la gráfica mensual, en proyectos se puede hacer anual para en el flujo de caja comparar los años de operación diferentes.

La intersección de la línea de Ventas y la línea de Costos Totales nos dá el punto en el que las Utilidades se

anulan; a éste punto se le llama Punto de Equilibrio y su ordenada nos da en pesos el nivel de ventas a partir del cual se inician las utilidades o bajo el cual se tienen -- pérdidas. Quedando definido el Punto de Equilibrio como el momento o punto económico en que una empresa no genera ni utilidad ni pérdida. Se puede decir también que es el nivel en que la Contribución Marginal (Ingresos menos Costos y Gastos Variables) es de tal magnitud que cubre exactamente los Costos y Gastos Fijos!

Fórmula del Punto de Equilibrio:

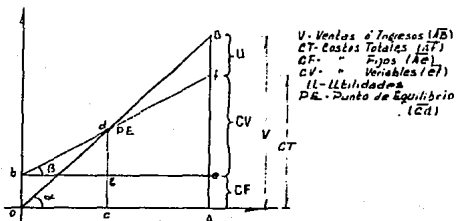


Fig. VI.5.

El Punto de Equilibrio está representado por la ordenada del punto d.



$$\overline{cr} = \overline{OC} \operatorname{tg} \alpha \quad (1)$$

$$\overline{cr} = \overline{cg} + \overline{bg} \operatorname{tg} B$$

$$\overline{bg} = \overline{OC}$$

$$\overline{cr} = \overline{cg} + \overline{OC} \operatorname{tg} B \quad (2)$$

de (1)  $\overline{OC} = \frac{\overline{cd}}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (3)$

en (2)  $\overline{OC} = \operatorname{tg} B = \overline{cr} - \overline{cg}$

$$\overline{OC} = \frac{\overline{cd} - \overline{cg}}{\operatorname{tg} B} \quad (4)$$

(3)=(4)  $\frac{\overline{cd}}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{\overline{cd} - \overline{cg}}{\operatorname{tg} B}$

$$\frac{\overline{cd}}{\overline{cd} - \overline{cg}} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} B}$$

$$= \frac{\overline{AB}}{\overline{OA}}$$

$$= \frac{\overline{ef}}{\overline{OA}}$$

$$\frac{\overline{cd}}{\overline{cd} - \overline{cg}} = \frac{\overline{AB}}{\overline{ef}}$$

$$\frac{\overline{cd} - \overline{cg}}{\overline{cd}} = \frac{\overline{ef}}{\overline{AB}}$$

$$\overline{cd} - \overline{cg} = \frac{\overline{ef}}{\overline{AB}} \cdot \overline{cd}$$

$$\overline{cg} = \overline{cd} - \frac{\overline{ef}}{\overline{AB}} \times \overline{cd}$$

$$\overline{cg} = \overline{cd} \left( 1 - \frac{\overline{ef}}{\overline{AB}} \right)$$

$$\overline{cd} = \frac{\overline{cg}}{1 - \frac{\overline{ef}}{\overline{AB}}}$$

$$\overline{cg} = \overline{Ae} = \overline{CF}$$

$$PE = - \frac{\overline{CF}}{1 - \frac{\overline{cv}}{v}}$$

$$\text{Contribución Marginal} = \text{CM} = \text{V} - \text{CV}$$

$$\% \text{ CM} = \frac{\text{V} - \text{CV}}{\text{V}}$$

$$\% \text{ CM} = 1 - \frac{\text{CV}}{\text{V}}$$

$$\text{PE} = \frac{\text{CF}}{\% \text{ CM}}$$

El Punto de Equilibrio, como ya se dijo, es un método de análisis, para que en operación, mejorar u optimizar las utilidades y, en el desarrollo de proyectos, para el análisis de estados financieros, proforma que contienen en todo o parte, supuestos o hipótesis, con objeto de conocer cual sería la situación financiera o el resultado de las operaciones si éstos acontecieran. La industria minero-metalúrgica está sujeta a cambios muy variados fuera de control y, se puede bajo el estudio de tendencias analizar casos extremos.

Al determinar gráficamente el Punto de Equilibrio, podemos ver que del lado izquierdo de este punto, la línea de Ingresos, está debajo de la línea de Costos Totales; --

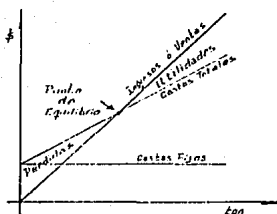
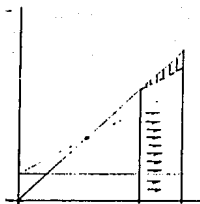


Fig. VI.6.

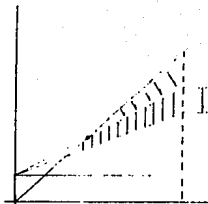
por el contrario del lado derecho, la línea de Ingresos está por encima de la línea de Costos Totales, por lo tanto el área o cuña entre las dos líneas, a la izquierda, se le llama área de pérdidas y la cuña a la derecha, se le llama área o zona de ganancias o utilidades.

Como las pérdidas o las ganancias resultan de la diferencia entre los Costos Totales y los Ingresos, si analizamos la gráfica representativa del Punto de Equilibrio, vemos que para ampliar al máximo el área de utilidad contamos con cuatro recursos, los cuales son:

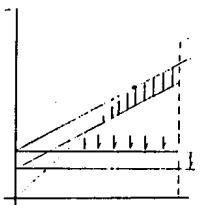
- 1.- Aumento de Producción.
- 2.- Disminución de Costos Variables.
- 3.- Disminución de Costos Fijos.
- 4.- Aumento del precio de venta.



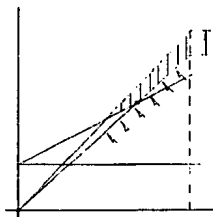
1. Aumento de Producción.



2. Disminución de Costos Variables.



3. Disminución de Costos Fijos.



4. Aumento de Precio.

Comparando las cuatro formas mediante las cuales se pueden maximizar las utilidades, vemos que las de tomarse en cuenta en el desarrollo de un proyecto son dos:

Disminución de Costos Fijos, la mejor forma de controlarlos es a través de buenos estudios financieros, administrativos y una planeación adecuada, ya que, normalmente una vez que se han incurrido en ellos, es más árduo su abatimiento.

Aumento de Producción (si los Costos Fijos se mantienen constantes). para esto, en la Etapa de Ingeniería Básica del proyecto, el equipo principal seleccionado, no de-

be quedar limitado en capacidad para lograr estos incrementos de producción si no es en un porcentaje alto. También se debe considerar en el diseño, las facilidades para dar el mantenimiento rápido y eficiente al equipo principal, - como son canchales para colgar diferenciales, grúas viajeras para mover piezas grandes de refacción o unidades completas, como el pilón de una quebradora de campana, algún motor grande, compresor o molino completo. Evitar que alguna máquina quede arrinconada o sin salida, etc. Todo esto mejorará el factor de servicio del equipo y, como consecuencia, la producción se mantendrá en niveles altos.

• El aumento de precio de venta no es viable en la fase de proyecto, además de no contar con el producto real. Los precios de los metales o de los minerales están sujetos al mercado internacional. En operación se puede lograr un mejor precio de venta mejorando las leyes y eliminando los castigos por impurezas, al máximo costeable en los concentrados.

La disminución de los costos variables no es controlable en un proyecto, sólo en la operación, a través de: Un mejor aprovechamiento del personal, mejoras en los factores de operación y de servicio del equipo y, optimizando - los consumos de combustible y energía.

Una vez terminado el estudio de viabilidad, deberá

elaborarse el reporte correspondiente, el cual tendrá que ser largo y deberá contar con un índice adecuado, fácil de leer y, presentado de una manera lógica y clara, de manera que sea accesible al personal de finanzas, así como al personal técnico. El reporte se dividirá en secciones e incluirá los siguientes incisos:

- Introducción.- Establece brevemente toda la información que se ha reunido en relación al objetivo del proyecto.

- Alcance del estudio.- Describe las actividades desarrolladas por el personal que contribuyó al estudio y lo que se incluye en el estudio.

- Resumen.- Presenta los resultados y observaciones en todas las etapas sucesivas. Se deben mostrar preferentemente formas tabulares tan completas, que el lector, pueda informarse sobre propiedades, servicios propuestos, programa de producción, costos de capital y de producción y, los beneficios del proyecto, sin necesidad de leer el detalle de todo el resto del reporte.

- Reservas de mineral.- Incluye la magnitud y forma geométrica del yacimiento, un análisis geológico, mineralización, tipos de minerales, muestreo por barrenación o a través de obra minera. Se deberá incluir cálculos para -

determinar la ley para el molino, basada en el pronóstico de los precios de los metales, de los costos de operación, el tonelaje y la ley de estas reservas.

- Programa de pre-producción minera.- Describirá en detalle todo el trabajo necesario para desarrollar la mina, un programa práctico de tiempos (aún no se pueden dar fechas) para terminar ese trabajo, requerimientos de mano de obra, lista de equipo y las necesidades anuales o semi-anuales de efectivo para todo el trabajo de pre-producción.

- Proyecto de minado.- Describe el arreglo de la mina para los diferentes servicios (ventilación, bombeo, alumbrado, acarreos, etc.), y el método de extracción del mineral, el porcentaje de mineral recuperado, el programa de producción, el transporte de pepetate a los terreros y de mineral a la trituración, lista de equipo y suministros, programa de trabajo y requerimientos de mano de obra.

Pruebas metalúrgicas.- Revisión de las pruebas metalúrgicas del Laboratorio y de la Planta Piloto si la hubo, proponer un programa posterior de pruebas tanto para el proceso como de las reservas

Programa de Producción.- Se tabulará el programa de operación y ritmo de producción en el minado y las unidades del proceso en el beneficio, las recuperaciones y las leyes

y tonelajes de los productos.

Descripción del proceso y criterio del diseño.- Incluye los diagramas de flujo del proceso, la trituración - primaria, la secundaria y la molienda estimada, balances - de material en las diferentes unidades de proceso y criterio de diseño para:

- Trituración primaria.
- Tolva o almacén de gruesos.
- Trituración secundaria o terciaria (o trituración fina).
- Tolva o almacenamiento de finos.
- Concentración.
- Filtrado y dispositivos de carga.
- Instalaciones para reactivos.
- Eliminación de colas o presas de jales.
- Instalaciones para agua potable y agua industrial.
- Recuperación de agua.
- Consideraciones para lixiviación futura de terrenos.

Obra civil e instalaciones.- Incluye un plano general del área del proyecto y los planos particulares de detalle, mostrando:

- Sistema eléctrico.
- Suministro de agua.



- Almacenes generales.
- Baños y cambio de ropa.
- Oficinas.
- Almacén de muebles y mercancías domésticas.
- Aire comprimido.
- Calzadas y estacionamientos.
- Alumbrado y cercas o vallas.
- Drenaje o fosas sépticas.

Lista de equipo mayor.- Se tabularán las especificaciones y cotizaciones de todo el equipo mayor dentro de las siguientes áreas:

- Mina.
- Trituración primaria.
- Almacén de gruesos y trituración secundaria.
- Tolva de finos y concentración.
- Espesadores, filtros y dispositivos de carga o embarque de productos.
- Almacén de jales y sistema de recuperación de agua.
- Instalaciones para reactivos.
- Obra civil e instalaciones.

Estimación del Costo del Capital.- Incluye tabulación de todas las partidas de Costo de Capital directas e indirectas para la Mina y todas las instalaciones de superficie.

Estimación del Costo de Operación.- Se tabulan todas las partidas del Costo de Operación por departamentos, calculando los gastos de operación directos e indirectos para la operación total.

Consideraciones de medio ambiente.- Incluye todas las disposiciones federales y estatales para una instalación de éste tipo, y la necesidad de los permisos de operación. El equipo auxiliar necesario para cumplir con estas disposiciones se incluirá en el diseño y en la estimación de Costo de Capital.

Análisis financiero del proyecto.- Incluye el valor bruto anual de los productos que se venderán, el gasto anual de ventas, los prediales anuales sobre las propiedades, todos los gastos de operación anuales, amortización y depreciación, ingreso antes y después de impuestos, posibles subsidios, el flujo de caja por años durante la vida del yacimiento y cálculo de los parámetros financieros. También análisis de sensibilidad, o sea, el efecto sobre los parámetros financieros de condiciones diversas de inversión de capital, ventas, costos, etc.

Lista de planos.- Incluye la lista de todos los dibujos o planos que ilustran los diferentes capítulos del estudio de viabilidad. Estos planos reducidos se anexan en el Apéndice.

C A P I T U L O    V I I

PRE - PLAN EACION

Si el resultado del estudio de Factibilidad hubiese sido negativo, se determinará a nivel de decisión si se abandona el proyecto en definitiva o, siendo las causas -- del resultado negativo de tipo circunstancial o transito-- rias, si se difiere su realización a un plazo posterior, en cuyo caso, será necesario actualizar el estudio de Fac-- tibilidad al presentarse situaciones que renueven el inte-- rés de los inversionistas.

En caso de que el estudio de Factibilidad resulte - positivo, se requiere ejecutar el proyecto a la mayor bre-- vedad, minimizar los costos, limitar los desembolsos en mo-- neda extranjera y planear el financiamiento.

Podemos considerar la Pre-planeación formada por - los siguientes puntos:

- 1.- Nombramiento por parte de los inversionistas de un Ingeniero de Proyecto.
- 2.- Elección de una Empresa de Gerencia de Proyec-- tos (Contratista).
- 3.- Nombramiento del Ing. Gerente de Proyecto (por - parte del Contratista).
- 4.- Definición del Alcance del Proyecto.
- 5.- Revisión de los cálculos de la Ingeniería Básica.

## 6.- Elaborar la Red Maestra.

1.- Resulta que la mayoría de las empresas o inversionistas en esta situación, si es su primera experiencia en la industria minero-metalúrgica, no pueden desarrollar el proyecto solos; si se trata de una empresa minera o con conocimientos en este campo, no pueden hacerlo, porque están muy ocupados con su trabajo y el cuerpo de ingenieros o técnicos con que cuentan están dedicados a la operación, no al diseño ni a la construcción, que como quiera que sea es otro aspecto de la experiencia profesional.

Los inversionistas deberán elegir de entre su personal un ingeniero para el cargo de Ingeniero de Proyecto, o contratarlo, el cual se encargará de investigar u organizar como debe llevarse a cabo el proyecto.

El diseño y construcción de una Unidad con Mina y Planta de Beneficio, nunca podrá llevarse a cabo por profesionales de una sola rama de ingeniería. Debe ser el resultado de los esfuerzos combinados de ingenieros geólogos, de minas, metalurgistas, mecánicos, electricistas y civiles, así como de químicos y especialistas. Este esfuerzo combinado se debe dirigir por un solo individuo capaz de guiar a los ingenieros, anticipar los problemas rutinarios y, programar las diversas fases del trabajo. Por lo tanto ha llegado a ser práctica común asignar ésta responsabili-

dad global a un solo ingeniero, llamado Gerente de Proyecto.

Es muy difícil para una compañía minera en operación contar con el personal adecuado y en forma temporaria, para cumplir con las exigencias de la gerencia de proyectos medianos o grandes. Es por esto que aparecen en el mercado las firmas de Ingenieros Consultores o de Gerencia de Proyectos, para constituirse en el brazo derecho del Propietario o Cliente en la ejecución del proyecto dado. Estas organizaciones han desarrollado los sistemas, procedimientos y experiencias para programar, dirigir y controlar por cuenta del Cliente, todas las numerosas actividades de un proyecto, desde los estudios de factibilidad, pasando por el diseño, estimación, abastecimiento, construcción y puesta en servicio. Al mismo tiempo, éstas asisten muy a menudo al Cliente en la obtención del financiamiento, los estudios de comercialización, las gestiones ante las autoridades gubernamentales (estudios ambientales, convenio fiscal, permisos de construcción, de uso de tierras, de agua, de energía eléctrica, etc.) y las innumerables tareas que se presentan durante el ciclo vital de un proyecto. Este servicio generalmente se proporciona al Cliente o Propietario a través de un grupo especializado, que comprende un gerente de proyecto, contralores de costos, estimadores y proyectistas, personal técnico, compradores, despachadores, inspectores, contralores de materiales, gerente de

construcción, administradores de contratos, ingenieros residentes, superintendentes y supervisores en diferentes -- disciplinas, aportando cada uno de ellos su experiencia - particular a un proyecto global.

Es posible tener numerosas variantes en la división del trabajo, entre la Empresa de Gerencia de Proyectos - - (Contratista) y la Compañía a la cual se le está realizando el trabajo (Cliente o Propietario):

A. El Contratista se encarga del desarrollo del proceso de la ingeniería y de la construcción.

B. El proceso ha sido desarrollado por el Cliente, el Contratista y el Cliente trabajan conjuntamente en el diseño del proceso, la ingeniería y la construcción a cargo del Contratista.

C. Todo el diseño del proyecto ha sido desarrollado por el Cliente, quedando únicamente para el Contratista la construcción, al que se le debe proporcionar todo el diseño. No es difícil que el Cliente solicite al Contratista - para que compruebe su diseño, ya sea parcial o totalmente.

Se pueden tener otras variaciones en la forma de compartir la responsabilidad. Pero es conveniente hacer notar que el papel desempeñado por el Ingeniero de Proyecto es ex

tremadamente importante, cualquiera que sea el arreglo. - Cuando tanto el Contratista como el Cliente son participantes, el Ingeniero de Proyecto del Cliente y el Ingeniero o Gerente de Proyecto del Contratista, tienen esencialmente deberes paralelos.

En algunos casos, particularmente para un proyecto grande, donde se requiere un amplio rango de servicios, se combina un número de firmas para formar un grupo que pueda realizar un proyecto.

2.- Ya sea que se tenga la necesidad de recurrir a una empresa de Gerencia de Proyectos para hacer desde el - Estudio de Factibilidad, o a partir de éste y, en cualquiera de las variantes mencionadas anteriormente, se debe hacer la selección de ésta empresa de manera cuidadosa.

El Cliente puede invitar a firmas calificadas a que hagan proposiciones y entonces hacer la selección más conveniente tomando como base:

- a) Su desempeño en estudios similares.
- b) La disponibilidad de personal suficiente y calificado.
- c) La forma propuesta para llevar a cabo el proyecto.



d) Un arreglo aceptable de pago.

De éstos factores, los más importantes son el a) y el b). La firma que haya efectuado el Estudio de Factibilidad, también puede retenerse para continuar con la Gerencia del Proyecto en la parte restante, o sea, diseño o ingeniería de detalle, procuración, construcción y arranque. Esto tiene la ventaja de que ya conoce y conservará los lineamientos iniciales del proyecto.

3.- Puede decirse que la Pre-planeación se inicia - en el momento en que se nombra el Gerente de Proyecto del Contratista y éste forma, o escoge su equipo de trabajo. - Quedan así bajo su responsabilidad los siguientes objetivos:

- a). Construcción de una unidad minera o minero-metalúrgica que cumpla con los requisitos de desempeño (capacidad de producción) y calidad del producto establecidos por el Cliente.
- b) Costos totales de la obra dentro del presupuesto.
- c) Terminación dentro del programa.

En otras palabras, los parámetros fundamentales de la Gerencia de Proyectos son: Alcance/Calidad, Costo y -- Tiempo. Los cuales están íntimamente ligados entre sí y cada uno de ellos ejerce su influencia sobre los demás, debiendo establecerse un equilibrio entre los tres.

El Ingeniero de Proyecto del Cliente será el representante que en todo momento lo mantendrá informado, establecerá o vigilará que se cumplan las normas de la Empresa en las diferentes áreas o ingenierías de diseño o de control y, deberá resolver o coordinar de manera pronta las decisiones necesarias; esto será de gran ayuda y permitirá que el proyecto avance sin tropiezos inesperados o mal entendidos, evitando tiempos perdidos o gastos fuera de presupuesto.

Las firmas de gerencia de proyectos tienen su organización establecida, de modo que el Gerente de Proyecto ya cuenta con el personal necesario, únicamente deberá hacer pequeños cambios para adaptarse a los requerimientos del proyecto, si éste tiene alguna característica especial.

Esta organización es del tipo "Matriz", en la cual el Gerente de Proyecto tiene bajo sus órdenes el personal especializado necesario; éste personal técnico y administrativo le reporta al Gerente del Proyecto, al mismo tiempo le reporta a la cabeza de su departamento (Jefe de su -

disciplina o Jefes funcionales) para la supervisión técnica. El Gerente de Proyecto y las cabezas de departamento reportan a toda la organización administrativa de la firma.

Organización Administrativa Total

GERENTES DE PROYECTO	Disciplina de Ingeniería y otros Departamentos									
	Mesa de Abastecimiento	Civil Estructivos	Mecánica	Eléctrica	Mantenimiento, Reparación, Control de Costos	Compras	Contratación	Operación	Contabilidad	
PROYECTO A										
PROYECTO B										
PROYECTO C										
PROYECTO D										
TOTALES										

PERSONAL ASIGNADO

Fig. VII.1: Organización Matricial para una firma multidisciplinaria de asesoría o consulta.

4. Formando parte de la Pre-planeación se debe definir el Alcance del proyecto, o sea: el Cliente debe establecer junto con el equipo de diseño y con la participación del personal de operación y mantenimiento en las diferentes áreas, los criterios básicos para la capacidad, la posibilidad de mantenimiento y el grado de automatización de los controles y sistemas de operación de la unidad.

Deben también considerarse en el Alcance, aspectos - - -

tan importantes como la Seguridad y dispositivos anticonta  
minantes.

Como ilustración de lo anterior podemos mencionar -  
algunas de las características que definen el Alcance:

- Grado de integración, sea que se trate de:  
Mina Únicamente,  
Mina y Planta de Beneficio, o  
Mina, Planta de Beneficio y Fundición,  
etc.
- Calidad del material que se recibe de la mina - -  
(ley, tamaño, humedad, etc.)
- Grado de mecanización en la mina.
- Iluminación interior total.
- Iluminación interior sólo en despachos, cribas, -  
tolvas, etc..
- Acceso solo por tiros.
- Construcción de rampas.
- Capacidad de producción total, o por departamentos.
- Calidad del producto en cada paso del proceso, y  
calidad final después del beneficio o concentra- -  
ción.
- Instrumentación en la Planta Únicamente para el --

control automático de los principales parámetros metalúrgicos y de algunas o todas las variantes de operación.

- Tableros de control por departamento.
- Tableros de control centralizado para toda la - - planta.
- Tablero de control centralizado con control ma- - nual.
- Tablero de control centralizado con control por - computadora
- Caminos de acceso de terracería, asfalto o cemento.
- Tipo o clase de edificios
  - Cimientos
  - Estructura
  - Muros
  - Techos.
- Colonia de casas habitación con determinadas caracte- - rísticas arquitectónicas.
- Casa Club para reuniones familiares.
- Alberca y campos deportivos.
- Casa de visitas, etc.

Una buena definición del Alcance/Calidad del proyecto, se hace tanto más importante, cuando que aquí es donde se van a evitar gastos innecesarios, y se harán aquellos -

que sean convenientes, en razón de su respuesta o utilidad, ya sea técnica, administrativa o simplemente que redunden en alguna prestación o comodidad para el personal, mejorando el ambiente de trabajo.

5.- La Ingeniería Básica desarrollada con anterioridad para el Estudio de Factibilidad, deberá revisarse confirmando los datos del Equipo Principal que servirán de base para la Ingeniería de Detalle o Diseño y de acuerdo a su dimensión y características la necesidad de datos del lugar y la Ingeniería de Campo correspondiente.

6.- Podemos considerar como último punto de la Preplaneación, la elaboración de la Red Maestra o Cronograma. En éste, de una manera global se definirá la duración de las actividades principales en cada una de las especialidades o ingenierías, sin fijar fechas. El Cronograma se elaborará, no por el Gerente de Proyecto, ni de manera arbitraria, sino con la participación de los responsables en cada actividad, desde la Ingeniería de Campo, Diseño, Abastecimiento y Construcción, para terminar con el Arranque y Puesta en Marcha. De esta manera se podrá estimar para una fecha de inicio, la fecha de terminación del proyecto. Este Cronograma se definirá y confirmará, al desglosar estas actividades principales como sub-redes con mayor detalle,

C A P I T U L O   V I I I

P L A N E A C I O N

La Planeación y Programación cuidadosas son vitales para cualquier proyecto, y son tan complejas como el mismo Diseño o la Construcción.

Los elementos que componen la Planeación son:

- 1.- Ingeniería preliminar.
- 2.- Calendario del proyecto.
- 3.- Manual de Procedimientos.
- 4.- Calendario de inversión de capital, ajustado al presupuesto.

1.- Indudablemente la Ingeniería preliminar, la cual debe --- desarrollarse simultáneamente a los otros tres elementos y, antes del Diseño ó Ingeniería de Detalle, también es parte de la Planeación, -- pues generalmente se inicia con el estudio de tipo económico de una -- serie de alternativas, digamos por ejemplo de la localización de la -- Planta con respecto a la Mina y a suministros como puede ser agua ó -- energía eléctrica; localización de Planta con respecto a vías de comu -- nicación, sea carretera o vía de ferrocarril, etc. Según el resultado del estudio de las diferentes alternativas, se decidirá por la o las más viables, con aprobación desde luego del cliente.

2.- Después de la Ingeniería Básica, de los diagramas de flujo y de los planos de distribución de todos los servicios, se puede -- desarrollar el Calendario del Proyecto, aprovechando el Cronograma -- Maestro, lo cual se hará con todo detalle en cada una de las Areas o



## Lotes.

Se producen cinco tipos de distribución durante la Etapa de Planeación. Estos son:

- El Desglose del Lote de las Ingenierías.
- El Desglose del Lote de Abastecimiento de Equipos y Materiales.
- El Desglose del Lote de Construcción.
- El Desglose del Lote de Operación, y por último,
- El Desglose del Lote Contable.

El siguiente paso en la preparación del Calendario consiste en determinar la fecha más cercana de terminación del proyecto. Esta fecha por lo general está controlada por el renglón de equipo que tenga la fecha de entrega más tardía.

Una vez que la fecha probable de terminación se deduce, se programan en detalle la ingeniería, el dibujo de planos y la construcción, para deducir también sus fechas de inicio y terminación.

Cualquier proyecto con duración de más de tres meses debe programarse con el Método de la Ruta Crítica.

Programación por Ruta Crítica.- El principio de la Programación por Ruta Crítica, es el de resolver la interdependencia de unas

actividades con respecto a otras, algunas deben terminarse antes de - que otras se inicien.

Considerando la duración de cada actividad, respetando las se cuencias resultantes y, representando las actividades por flechas, se pueden ordenar o acomodar formando una red, de la cual se deduce el - Camino Crítico y la duración total del proyecto.

El Camino Crítico es la secuencia de las actividades que dan el tiempo más largo para terminar el proyecto.

Teniendo como base esta red, se puede:

- Reducir el proyecto al tiempo óptimo, o sea, la duración - del proyecto que dé el costo más bajo.
- Programar la entrega de materiales, la mano de obra, y el equipo de trabajo (recursos), para emplear los mínimos.
- Haciendo revisiones periódicas de los trabajos con respec- to a la red, se pueden controlar tiempos perdidos por cau- sas no previstas (materiales atrasados, condiciones meteo- rológicas, huelgas o problemas laborales, siniestros, etc.), acelerando las actividades restantes, para no modificar la fecha de terminación.
- También la red ayuda para elaborar un programa de pagos y planeación de financiamientos de ser necesario, (Punto 4 de la Planeación).

- Como muy importante, ayuda para circular un reporte periódico, digamos cada mes, del avance o estado del proyecto, - el cual es esencial para el Gerente de Proyecto, ya que le permitirá hacer correcciones o modificaciones oportunas, - mantener informado al Corporativo, y sobre todo al cliente a través de su Ingeniero de Proyecto.

El Gerente de Proyecto es la persona esencialmente responsable del Alcance/Calidad, el Costo, el Tiempo y los recursos de su proyecto. Es el que posee la autoridad general dentro del equipo y está apoyado por las autoridades funcionales, "productoras" o "corporativas" en la aplicación de sistemas, métodos, procedimientos y normas de calidad.

El Gerente de Proyecto delega directamente a los Gerentes de Ingeniería, Abastecimiento, Construcción y Operación sus responsabilidades, pero mantiene bajo su control directo y para sus operaciones diarias las funciones de Planeación y Programación, Estimación de -- Costos, Control de Costos y preparación de los informes del proyecto, ayudado por las funciones de un grupo de trabajo, al que se le denomina "Servicios de Gerencia de Proyecto", ya que estas actividades se consideran como los instrumentos activos de trabajo del Gerente de Proyecto.

### Servicios de Gerencia de Proyecto:

Estimador de Costos.

Contralor de Costos.

Planeación y Programación.

Dependiendo de la magnitud o tamaño del proyecto, estos ---- puestos pueden cubrirse por una o varias personas. En una organiza-- ción matricial también dependerán de los puestos correspondientes a nivel corporativo, a los cuales podrán recurrir para asesoría.

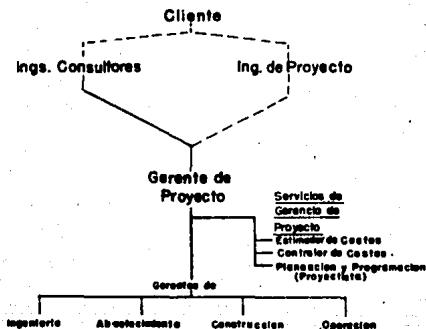


Fig. VIII 1.- Servicios de Gerencia de Proyecto.

3.- Es conveniente para la firma de ingenieros consultores - elaborar un Manual de Procedimientos, el cual deberá ser aprobado -- por el cliente. Algunos de los temas más importantes que se incluirán

en este manual serán:

- Definición de responsabilidades y límites de tiempo para aprobaciones.
- Distribución de correspondencia.
- Autorización y procedimientos para pago a contratistas y proveedores.
- Procedimientos de compra y embarque: bonificaciones de pronto pago, o también por entregas a tiempo; castigos por demoras; reposición de equipo dañado o materiales defectuosos; seguros y vigilancia para equipo en tránsito; anticipos, pagos parciales, pagos definitivos; compras que requieren asistencia técnica; compromisos por préstamos atados; etc.
- Procedimiento para distribución de planos o dibujos de diseño.
- Revisión y circulación de planos certificados de proveedores, tantos necesarios.
- Juntas periódicas, carácter de la junta, frecuencia y asistentes.
- Estimaciones del costo del proyecto, y en qué momento se considerará la última o definitiva.
- Dado que siempre se presentan eventualidades, definición del porcentaje tolerable de desviación del costo estimado al costo final al término de la obra, en forma general o para cada una de las áreas.

- Normas o códigos que registrarán a cada una de las ingenierías, en el diseño y la construcción.
- Normas por parte del cliente, según su experiencia o necesidades.
- Especificaciones técnicas para los documentos de licitación, ya sea para compras o para construcción.
- Tipos de contrato en las diferentes obras.
- Informes o reportes al cliente.
- Sistema de numeración o código que se empleará, también llamado Catálogo de cuentas. Este será de suma utilidad en el registro del cargo de insumos o gastos y también -- para el control de costos y gastos en la construcción dentro de presupuesto. Generalmente este Catálogo de cuentas se elabora de acuerdo a:

A.- Areas de trabajo, y

B.- Funciones

A.- Areas de trabajo:

- Trituración primaria.
- Trituración secundaria.
- Tolva de almacenamiento de gruesos.
- Tolva de almacenamiento de finos.
- Molienda.
- Concentración (flotación, gravimétrica, magnética, -- etc.).

- Espesamiento de concentrados.
- Filtrado de concentrados.
- Almacén de concentrados.
- Presa de Jales.
- Talleres.
- Almacenes.
- Laboratorio y/o ensaye.
- Oficinas generales.
- Escape y vías auxiliares.
- Báscula de mina.
- Hospital, y
- otras según sea necesario.

A cada una de estas áreas se asigna un número o código, seguido del número de la subdivisión necesaria de acuerdo a la función, las cuales pueden ser:

B.- Funciones:

- Nivelación.
- Excavación.
- Relleno.
- Cimentación.
- Cimbrado.
- Estructura de concreto, o colado de.
- Estructura para techo, o armado de.
- Instalación eléctrica.

- Iluminación.
- Montaje de equipo.
- Instrumentación, y
- otras según sea necesario.

4.- El Calendario de Inversiones de Capital se hará para -- cumplir con los compromisos de abastecimiento, pago a constraatistas, gastos diversos, así como los compromisos derivados de los posibles financiamientos, haciendo a tiempo las provisiones necesarias y los pagos correspondientes puntualmente. Este Calendario tiene como base el desgloce del Lote Contable en el Calendario del proyecto.

A continuación se mencionan de manera general y por su impor tancia, algunas actividades que deben tenerse presente en la Planea ción de Proyectos Minero Metalúrgicos:

- Cartas de intención para el pedido de equipo principal.
- Ingeniería de campo: datos generales, planos topográficos, resistencia del suelo en lugares donde se requiera cons-- truir, datos meteorológicos, hidrológicos, clima, sismici dad, etc.
- Pedidos de equipo principal y fechas de entrega. Conductos de los envfos. Se deben tener preparados almacenes para re cibir equipo de manejo delicado y también para poder llevar el control de partes recibidas.
- Solicitud de planos certificados a los fabricantes del -- equipo principal, para inicio del diseño de su instala---



ción y características para su transporte y manejo.

- Datos sobre abastecimiento de equipo auxiliar, fechas de entrega y conductos.
- Diseño: antes de iniciar el Diseño, se deberá estimar su costo, tomando como base el número de planos necesarios en cada una de las áreas o ingenierías y el número de horas-hombre de ingenieros o calculistas y dibujantes requeridas para cada plano.

A medida que se avanza con el Diseño, aparecerán nuevas actividades, las cuales deberán programarse e incluirse en el Calendario del Proyecto. Terminado el Diseño y -- conocido el costo de éste, se podrá hacer una mejor estimación del costo final del proyecto, considerando los volúmenes de obra resultantes y aplicando precios unitarios.

- Control de calidad del equipo que requiere fabricación, o pruebas en el equipo ya fabricado de entrega inmediata.
- Permisos:

De construcción de acuerdo a los reglamentos locales.

De uso de tierra, o convenios por servidumbre, ya sea con propietarios particulares, ejidatarios, o comuneros. -- Convenio ante la Secretaría de la Reforma Agraria.

De uso de agua, de donde se quiera hacer la toma, -- aún en el caso de planear la perforación de un pozo por -- cuenta propia, ante la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

De uso y manejo de explosivos, ante la Secretaría de la Defensa Nacional, o en la Zona Militar correspondiente,

dependiendo del tipo de trámite, puede ser dilatado.

De importación para el equipo de fabricación no nacional, ante la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Aprobación por parte de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología del equipo o diseños anticontaminantes.

- Caminos: Se debe planear la comunicación de la Unidad con red nacional de carreteras y/o de los Ferrocarriles Nacionales. Para este fin hay que investigar con las autoridades correspondientes, si el camino puede considerarse dentro del programa estatal de construcción de caminos vecinales, o bien, de la construcción con participación tripartita, Gobierno Federal, Estatal e iniciativa privada.
- Comunicaciones: La comunicación telefónica debe conectarse a la red nacional de teléfonos, o en su defecto, buscar la comunicación radio-telefónica con las oficinas centrales de la empresa.
- Convenio para la compra o disfrute de Concesiones Mineras, si es el caso, el cual deberá anotarse en el Registro Público de Minería, para evitar que se hagan nuevos compromisos sobre los mismos fundos mineros.
- Convenio con los Ferrocarriles Nacionales: en el caso de embarcar los productos de la unidad a los posibles mercados o a las fundiciones, se deberá elegir el lugar de embarque y habrá que determinar la superficie de las instalaciones necesarias y negociar con los Ferrocarriles Nacionales la renta del terreno, si es el caso, así como de la construc-

ción de la espuela y vías auxiliares.

- Convenios Fiscales:

Solicitud de la devolución de la Percepción Neta Federal (PNF).- El Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y por conducto del Departamento Técnico de Minería, concede a los mineros mexicanos, una ayuda fiscal consistente en la devolución de hasta el 100% de la Percepción Neta Federal de los Impuestos de Producción y Exportación de Minerales.

También se puede lograr una reducción hasta del 40% -- del Impuesto Sobre la Renta.

Estos convenios generalmente tienen una duración de -- cinco años, después de los cuales se pueden renovar, a juicio de la Secretaría de Hacienda o del Departamento Técnico de -- Minería.

Sería difícil enunciar todas las actividades posibles de Planeación o por lo menos las más importantes, de una manera general, dado que no hay dos proyectos que sean iguales.

Cabe ahora considerar como se cumple con los tres parámetros que rigen la actividad de la Gerencia de Proyectos en la fase de Planeación.

### Planeación del Parámetro Calidad.

Básicamente, la búsqueda de la Calidad en el proyecto se inicia desde el momento en que el Ingeniero de Proyecto de la Empresa -- (Cliente) selecciona la firma de Consulta o de Gerencia de Proyectos, punto 2 de Pre-Planeación; posteriormente en el Punto 4, se indica -- que se deben establecer las bases para el Alcance/Calidad del proyecto, estos datos servirán para determinar los criterios de diseño en -- cada una de las ingenierías o disciplinas técnicas, fijando las normas códigos o reglas para los métodos de diseño y calidad de materiales y equipo. Estas deben ser revisadas y aprobadas por los jefes especialistas en cada una de esas disciplinas y además por el Cliente.

### Planeación del Parámetro Tiempo.

En el Punto 6 de la Preplaneación se menciona el Cronograma Maestro, documento que en términos amplios indica en qué forma debería progresar el proyecto, desde el principio hasta el final. Del -- Cronograma Maestro, en el cual se consideran solo duración de las actividades se pasa al Calendario del Proyecto, Punto 2 de Planeación, al hacer el desglose por rubros se representa cada actividad en la -- red de Ruta Crítica, con sus fechas de inicio, terminación, holguras, etc., quedando bien definida la realización de las actividades de todo el proyecto.

### Planeación del Parámetro Costo.

Podemos entender como Planeación del Costo en un proyecto el tratar de lograr determinado valor al variar los otros dos parámetros que son Calidad/Alcance y Tiempo. Desde luego que el valor del Costo tendrá un grado de aproximación bajo o muy bajo, según los datos con que se cuente para estimarlo. El Costo irá precisándose a medida que el Diseño avance. Al terminar el Diseño se podrá calcular el Estimado de Costo del Proyecto. Este servirá para hacer las últimas modificaciones en lo que se refiere a criterios de elección de equipo, de ---compras, decisiones financieras, calendario de pagos y base de comparación para licitaciones de obra, instalación o montaje.

Al Estimado de Costo con datos de Diseño se le puede considerar con un margen de variación de un 10%. Se logra un dato de costo - con mayor aproximación al contar con los resultados de concurso de -- los diferentes contratistas de obra, siendo este de 5% en su margen - posible de variación.

La Fig. VIII.2, nos ilustra la relación entre los tres parámetros y el lugar para un balance óptimo. La Fig. VIII.3 nos muestra la relación entre los factores implicados en las estimaciones del valor - del Costo del Proyecto.

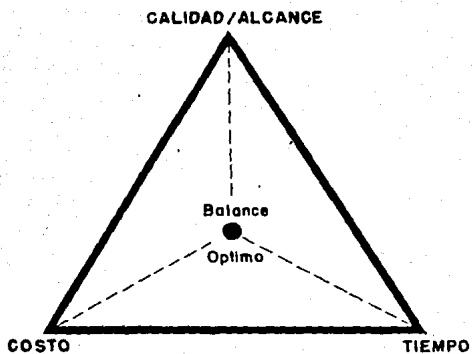


Fig. VIII.2.- Objetivo primordial de la Gerencia de Proyectos: Balance óptimo entre los tres parámetros.

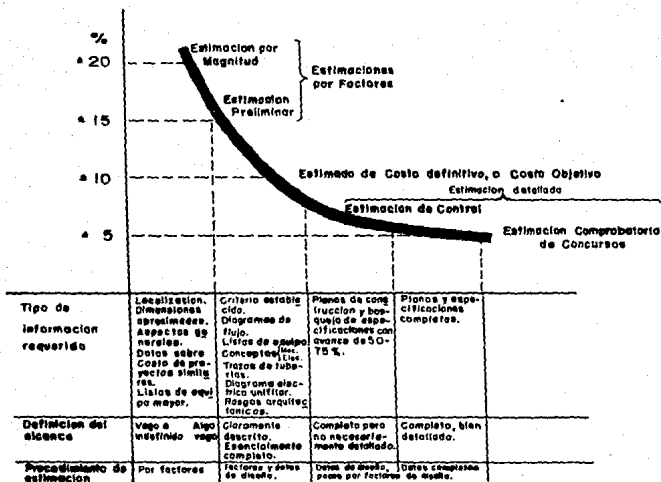


Fig. VIII.3.- Relación gráfica entre los factores implicados en las estimaciones de Costo del Proyecto.

C A P I T U L O   I X  
E J E C U C I O N



Podemos considerar la Ejecución como la implantación de la -- Ingeniería, Abastecimiento y Construcción. Aquí se efectúa el mayor volumen de trabajo y los fondos más importantes se aplican. Puede considerarse como la fase de producción en la realización del proyecto.

La Fig. IX.1, da idea del esfuerzo en las diferentes etapas y cómo se sobreponen éstas, no habiendo una línea de división precisa entre ellas.

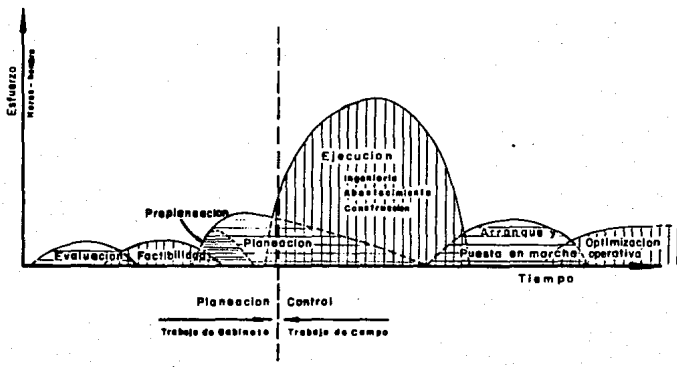


Fig. IX.1.- Gráfica Esfuerzo-Tiempo de la etapa del Proyecto.

No es el objetivo de este capítulo el describir cómo se - - - desarrolla la Ingeniería o todas las ingenierías, ni la Construcción con sus posibles múltiples métodos, sino que consideraremos como esencial en la Ejecución y aquí se inicia, el Control de lo ya planeado.- Los instrumentos para realizarlo consisten en:

Sistemas y programas detallados.

Gráficas de avance.

Estimaciones y previsiones de costos.

Elementos contables del proyecto.

#### Control del parámetro Calidad.

Durante la fase de Ingeniería, el control de la Calidad se -- efectúa por la inspección regular del trabajo por los jefes funcionales en cada una de las especialidades, comparándose el trabajo con -- las normas establecidas desde el principio, en la determinación del -- alcance del proyecto. Esto se puede hacer diariamente, sobre los planos en la oficina de diseño, o por sesiones periódicas con un grupo -- de revisión técnica.

En la fabricación de equipo, el control de la Calidad se inicia con la visita a los talleres de proveedores de equipo, para valuación de su capacidad y que sean admitidos en la lista de licitantes.- Después de conceder al elegido el contrato para fabricación de equipo, se hace el seguimiento o control de calidad, partiendo del muestreo --

de los materiales de construcción para su análisis, obtención de pruebas para pruebas mecánicas de resistencia y fatiga, se verifican dimensiones, soldaduras, y todas las pruebas relacionadas con el proceso de fabricación, como pueden ser Rayos X, Ultrasonido, o el uso de tintes para detectar grietas o fallas.

En el equipo eléctrico también son aplicables una serie de --- pruebas antes de su embarque, como pueden ser:

<u>Prueba de:</u>	<u>Por medio de:</u>
Aislamiento sólido	Megger
Aislamiento líquido	Probador de rigidez dieléctrica
Humedad en sólido	Megger
Humedad en líquido	Probador de rigidez dieléctrica
Falsas conexiones	Inyección de corriente a bajo voltaje Temperatura
Devanados o circuitos cruzados	Pruebas de impedancia (con voltmetro y amperímetro)
Devanados o circuitos a tierra	Megger

Todas las pruebas que se hagan ya sean mecánicas o eléctricas deberán ser del tipo no destructivo.

Para el aseguramiento de la calidad en la fabricación del --- equipo, o las pruebas en el equipo ya fabricado, generalmente se trata bajo gestión del Departamento de Compras o Abastecimiento, ase-

sorado por Ingeniería en el área correspondiente, los servicios de - alguna compañía dedicada a esto, ya que se requiere de equipo muy especializado y personal calificado con mucha experiencia. Además, se debe dar a este personal cartas de presentación para que sean recibidos en los talleres de proveedores en los momentos oportunos para -- las diferentes verificaciones.

En la obra o construcción en el terreno, se efectúan pruebas y procedimientos semejantes, de acuerdo a lo especificado en los documentos de contrato según los códigos y reglamentos aplicables. El personal de la Gerencia de Construcción, debe contar con un equipo especializado que verifique cada aspecto del trabajo, como niveles, dimensiones, procedimientos, muestreos y pruebas.

Es muy sano que el personal de confianza que va a manejar u - operar la planta ya se encuentre en el lugar en el momento de iniciar la construcción, podrá ayudar en hacer seguimiento desde los cimien--tos hasta terminar el montaje, anticipándose a modificaciones de última hora, evitar que se quede pendiente algún detalle, sobre todo desde el punto de vista de operación o seguridad, también puede ayudar en - los reportes de avance y en el control del equipo recibido, para su - mejor trato, su almacenamiento o despacho en el momento necesario.

En compañía mineras, casi todas las obras de mina, sobre todo las de desarrollo y preparación se hacen por cuenta propia.

Los resultados de todas las inspecciones se registran y se --  
presentan a la Dirección, al Gerente de Proyecto, al Ingeniero de Prog  
yecto del Cliente, o a las personas indicadas en el Manual de Proced  
imientos, para su aprobación. El Departamento de Compras es el encarg  
ado de registrar y distribuir los reportes de inspección.

Si se encuentra o se rechaza material de línea o equipo defecu  
toso, el Departamento de Compras hará los trámites para la reposición  
del lote (varilla corrugada, fierro ángulo o estructural, riel, etc.),  
o para el cambio de piezas defectuosas (en válvulas, filtros de compres  
ores, empaques, cheques, rodamientos, etc.). De cualquier forma lo --  
reportará al Gerente de Proyecto y se asesorará con el área de ingenier  
ía correspondiente, sobre todo si se trata de equipo principal o cost  
oso (transformadores, equipo de minado, instrumentos de cualquier tip  
o, etc.).

#### Control del Parámetro tiempo.

Como ya se dijo, con base en el Cronograma Maestro, se elabora  
el Programa por Ruta Crítica, en el que aparecen todas las actividades  
resultantes del desgloce de los diferentes lotes o áreas. Cada una de  
las actividades que merece un control se representa por una flecha, --  
con los enlaces que indican las limitaciones. Al disponerse de numeros  
programas, se pueden obtener diferentes tipos de datos elaborados  
para utilizar en la asistencia de toma de decisiones, a nivel de la Ger  
encia de Proyecto. Mediante la aplicación adecuada del sistema de co-

dificación, es posible producir mediante computadora, programas bajo forma de gráficos de barras, adaptados a las necesidades de los centros de responsabilidades en el grupo de trabajo del proyecto. Otros elementos de programación producidos proporcionan diferentes tipos de herramientas de control, tales como gráficas, en donde se puede observar tanto el avance de un proceso, como su rendimiento, o del proyecto completo; cuadros de evaluación, histogramas, gráficos y cuadros de terminación adelantada o retrasada, etc.

En caso de que alguna actividad crítica se atrase, se deberá recuperar el tiempo perdido mediante el incremento de recursos en esa actividad, o comprimiendo alguna o algunas de las actividades posteriores con pendiente de bajo costo, a fin de terminar el proceso o todo el proyecto en el tiempo planeado, con un incremento de costo por contingencias, que deberá ser mínimo. A la larga, un día de atraso será un día sin producción, y consecuentemente motivará atraso en compromisos financieros.

#### Control del Parámetro Costo.

Una vez definido o calculado con datos de diseño el Estimado de Costo del proyecto, la función del Contralor de Costos es la de informar a tiempo, a nivel Gerencia de Proyecto, acerca de las variaciones en el alcance, calidad, cantidad y costos y de proporcionar al Gerente de Proyecto y su personal principal las medidas correctivas, así como de la previsión realista de los costos.

Las previsiones de costos se podrán hacer por:

Rubros	Mano de Obra	Administración
		Supervisión
Rubros	Materiales	Obreros de contrato
		Obreros sindicalizados
Sistemas o Areas	Mina	etc.
		Combustibles
Sistemas o Areas	Planta	Explosivos
		Vía
		Tubería
		Mats. de construcción
		Mats. eléctricos
		etc.
		Desarrollo
		Preparación
		Ventilación
		Acarreo
		etc.
		Trituración
		Molienda
		Concentración
		Presa de Jales
		etc.

Lote de Contratos	}	Contrato para desarrollo y preparación
		Contrato para profundización y ademe de tiro, Estructuras para manteo
		Contrato para obra civil
		Contrato para instalación eléctrica
		Contrato para montaje etc.

La Fig. IX.2, nos da idea de un reporte de costos y previsiones (por disciplina). La primera columna corresponde al número de -- cuenta del código, la segunda su descripción, la tercera corresponde a lo comprometido o gastado en mano de obra y materiales, la cuarta columna es el costo o previsión estimada de lo faltante por gastar, -- la quinta columna es el pronóstico del costo, resultado de la suma de la tercera más la cuarta. La sexta columna es el costo, no con datos de diseño, sino su verificación con los precios de construcción de -- los contratistas, la séptima columna es la variación en cantidad --- (puede ser en porcentaje) entre la sexta y la quinta, la octava co-- luma es el costo objetivo, igual al estado de costo a partir de los datos de diseño. En este caso las columnas sexta y octava son igua-- les, debido a que los costos de los contratistas se ajustaron o nego-- ciaron al costo objetivo.

Los sistemas de control de costos y tiempo en la construcción, ponen mayor énfasis en el uso efectivo de la mano de obra, siendo ----



1 CUENTA No.	2 DESCRIPCION	3 COMPROMETIDO	4 ESTIMADO P/COMPLETAR	5 TOTAL PROVISION	6 ESTIMADO	7 VARIACION	8 COSTO OBJETIVO
0	SERVS. GER. DE PROJ.	M 931,909	1,646,470	2,580,379	2,350,086	230,291	2,350,086
1	MOV. DE TIERRA	M 30,797 M.O. 5,328	14,861 218,076	45,658 221,404	17,728 218,295	27,930 3,109	17,728 218,295
2	CONCRETO	M 27,554 M.O. 3,401	298,633 245,834	324,387 249,235	285,163 247,260	59,224 1,975	265,163 247,260
3	ESTRUCTURA Y ACERO MISC.	M 18,451 M.O. 557	350,841 118,489	365,292 119,046	358,192 118,818	8,100 230	359,192 118,818
4	ARQUITECTURA	M 0 M.O. 0	166,203 40,412	166,203 40,412	166,203 40,412	0 0	166,203 40,412
0	EQUIPO	M 1,252 M.O. 0	8,758 712	10,010,47 712	9,978,791 710,038	31,680 2,078	9,978,791 710,018
6	TUBERIA	M 17 M.O. 445	4 0	60 2	48 2	32,6 1,4	48 2
2	ELEO	M 6,693 680	0 0	399 920	0 0	20 0	77 83
2	INSTRUMENTACION	M 11,813 0	53 00	69,876 238,800	6 00	0 0	676 3,300
9	CONSTRUCCION INDIR.	M 101,894 M.O. 19,744	2,273,791	2,375,628 790,488	2,368,555 790,485	7,072 1,621	2,368,555 790,485
	TOTAL	M 2,581,060 M.O. 25,611	18,057,529 3,028,773	17,658,889 3,052,384	17,221,332 3,041,459	417,252 10,925	17,221,337 3,041,459
-----							
	TOTAL M Y M.O.	2,606,671	18,084,302	20,690,973	20,262,796	428,177	20,262,798
	CONTINGENCIAS	0	1,800,000	1,800,000	2,355,000	555,000	2,355,000
		2,606,671	19,884,302	22,490,973	22,617,796	128,623	22,617,796

M - Materiales  
M.O. - Mano de Obra

Fig. IX.2.- Reporte de Costos y Provisiones (resumen por disciplina).

orientados hacia la productividad de la misma. A partir de los programas detallados, se estiman las horas-hombre y la cantidad de personas requeridas para cumplir con cada una de las actividades, ajustándose a los cronogramas de manera de utilizar los recursos lo más efectivamente posible y, por lo tanto, al costo más reducido.

Un instrumento de la Gerencia de Proyecto muy útil para el control y que abarca todas las actividades, son las revisiones periódicas y las verificaciones formales del proyecto.

Las revisiones periódicas se hacen cada mes y se reúnen para una revisión detallada del rendimiento del equipo de proyecto, por una parte, los responsables del Equipo de Gerencia de Proyecto y por la otra, la Dirección con las cabezas o jefes en cada una de las especialidades, siendo participantes muy útiles en la etapa de construcción, el área contable y el área de abastecimiento. Se revisan avances en actividades, sobre todo las críticas, posibles desviaciones en tiempo y costo, las medidas o acuerdos para su corrección; muy importante el reporte de rendimiento y calidad de trabajo de contratistas, el que servirá para un mejor conocimiento de estos y su empleo en compromisos posteriores. La minuta de la junta algunas veces se elabora en forma de reporte dividido por áreas, con el detalle de lo comentado y las acciones a tomar, distribuyéndose a los asistentes y personas indicadas en el Manual de Procedimientos.

La verificación formal del proyecto, tiene una periodicidad

de menor frecuencia, digamos cada seis meses, en ésta, un grupo de -- especialistas de construcción visita la obra durante dos o más días;-- examina todos los métodos y procedimientos en forma similar a una au-- ditoría, relacionados con la seguridad, manejo y almacén de materia-- les, la inspección, las pruebas, el abastecimiento y contabilidad en la obra, relaciones sindicales, vigilancia, etc.

Indudablemente que a los ingenieros, en la etapa de ejecución les dará más confianza la implantación de la o las ingenierías y de la construcción, puesto que cuentan con métodos, normas bien defini-- das y personal especializado. El ingeniero de proyectos no solo trabaja con problemas técnicos, sino también se relaciona con operaciones de adquisición, procedimientos de oficina e interpretación de contratos, con esto nos estamos refiriendo a las operaciones de abasteci-- miento, a las que también se les llama procuración.

La función de procuración se efectúa por el Departamento de - compras de la firma de consulta o según el arreglo por el Departamen-- to de compras del cliente y van desde el concurso y selección de pro-- veedores, hasta la entrega del equipo y materiales en el lugar y fe-- cha necesarios.

En general, las Operaciones de procuración para cada uno de - los artículos necesarios son:

- 1.- Solicitud de cotización.
- 2.- Cotización.

3.- Comparación de ofertas.

4.- Orden de compra.

5.- Orden de aceptación.

6.- Inspección.

7.- Explotación.

#### 1.- Solicitud de cotización.

Casi todas las compañías tienen formas impresas de solicitud de cotización, en las que se imprime claramente para evitar confusiones la advertencia: "esta solicitud no es un pedido". Se envía solicitud de cotización por lo menos a tres vendedores para poder asegurar la selección de uno de ellos sobre la base precio, tiempo de entrega y calidad del producto. Por lo que las operaciones para una solicitud de cotización son:

- a) presentación de datos en forma de especificaciones o planos, que es función de ingeniería
- b) selección de vendedores a quienes se les va a dirigir la solicitud de cotización, con base a experiencias anteriores
- c) mecanografía y envío que es una operación de oficina.

#### 2.- Cotización.

El vendedor presenta o envía su cotización en forma impresa, en la que se especifican sus diversas condiciones o definiciones, las

cuales generalmente figuran impresas en letras pequeñas, pero no se -  
deben pasar por alto pues complementan la parte legal del documento.

Lo mecanografiado en la forma de cotización debe ser:

- Cantidad y descripción: del material que se está cotizando, puede ser breve si es suficiente, o se agregan planos, catálogos o literatura descriptiva para mostrar características o calidad del renglón considerado.
- Precio: debe proporcionarse sobre la base de precio unitario y precio por renglón, como sobre la base de precio total (precio por el número total de renglones) y también el precio total del pedido.
- Peso estimado: este dato es útil porque permite hacer una mejor planeación de los métodos de embarque. Los costos de embarque y los impuestos aduanales de exportación o importación si los hay, dependen del peso bruto o del neto o legal.
- Tipo de cotización: el precio cotizado es obligatorio para el vendedor, pero estipula durante qué tiempo, generalmente lo mantiene por 30 días. Algunas veces se incluyen cláusulas de aumento debido a incrementos en mano de obra, materiales o transporte, que pudieran presentarse en el periodo entre la fecha de cotización y la fecha de embarque.
- Descuentos: los descuentos se hacen por volumen o a personas que van a revender (como contratistas). El monto del descuento se debe dar en la cotización y se expresa en porcentaje aplicable a los precios de lista del vendedor, los cuales se

publican anualmente o con menor periodicidad. Los descuentos son ventajosos, tanto para el comprador como para el vendedor.

- Condiciones de pago y entrega: algunas veces se anota "5 %, 10 días, 30 días neto, L.A.B. Pantaco, Méx., D.F.", esto quiere decir que se hará un descuento del 5% si se paga a la presentación de la factura o dentro de los 10 primeros días, en cualquier caso hasta los 30 días después de la presentación de la factura se cubrirá el precio neto. Si se paga después de los 30 días, las condiciones de pago caerán en alguna de las otras cláusulas, ya sea de escalación, o pago de intereses. El término L.A.B. (Free on board) quiere decir que el vendedor pagará los gastos o entregará la mercancía, a bordo de carro de ferrocarril en la estación de carga de Pantaco en el D.F.. Además el título legal de la mercancía pasa al comprador en el punto L.A.B.

Existe una serie de abreviaciones o términos para indicar hasta donde el vendedor se compromete en la entrega de la mercancía como:

- L.A.B., libre a bordo en el punto especificado,
- L.A.B. fábrica o almacenes fábrica,
- L.A.B. barco, libre a bordo del barco en el puerto especificado. (F.O.B.S., Free on board steam).
- L.A.L. barco, libre a un costado del barco (F.A.S.S., Free along side steam). El precio cotizado incluye el costo de la mercancía y los gastos de transporte y descarga necesarios para entregar la mercancía dentro del alcance del aparejo de carga de los barcos.

C.I.F. (Cost, Insurance and Freight), un término del comercio de exportación. El precio cotizado por el vendedor incluye el costo de la mercancía, seguro marino y todos los costos del transporte. En general los --precios cotizados son en la moneda del país de destino.

En cualquiera de los casos se deberá averiguar el significado de las abreviaciones, para evitar malos entendidos.

### 3.- Comparación de ofertas.

Después de recibir las cotizaciones, se selecciona la mejor, tabulando las características de oferta de cada vendedor, algunas --- compañías cuentan con formas estandar diseñadas para tabular ordenadamente los diferentes factores como:

- 1.- Especificaciones
- 2.- Precio y cláusulas de aumento
- 3.- Entrega
- 4.- Condiciones de pago
- 5.- Condiciones generales
- 6.- Garantía
- 7.- Fletes
- 8.- Método de embarque

Cuando se hace un análisis detallado de las características de oferta de cada vendedor, se alcanzan a ver con bastante claridad características que pudieran haber quedado ocultas.

El Departamento de compras debe ser particularmente cuidado-

so en la indicación de todos los factores de transporte, y señalar -- las diferencias que se encuentren.

Para facilitar la labor del ingeniero, con la tabulación se le deben suministrar copias de las cotizaciones. A su vez el Ingeniero de Proyecto del contratista, presentará la mejor o las mejores cotizaciones al Ingeniero de Proyecto del cliente para su aprobación.

#### 4.- Orden de compra.

Basado en la mejor cotización, se emite la orden de compra o pedido correspondiente al vendedor seleccionado.

El pedido se hace llenando una forma que consta de tres partes principales:

- 1.- Encabezado
- 2.- Parte principal
- 3.- Anotaciones

En el encabezado aparece el nombre y dirección del comprador, espacios para el nombre y dirección del vendedor, dirección a la que se va a enviar el embarque e instrucciones relativas, punto L.A.B., fecha de la orden, número de serie, fechas en que se requiere el material y condiciones de pago.

La parte principal del pedido contiene la relación de todos los



artículos con su cantidad, descripción, precio y peso si se conoce, - también se anota el precio total del pedido. Si es necesario se anexa descripción extra o planos.

Desde luego se hace referencia a la cotización del vendedor. Las anotaciones que forman parte de las normas o política del comprador van impresas, no mecanografiadas, estas anotaciones incluyen instrucciones para el envío de la guía de embarque, de la lista de empaque (lista del contenido, dimensiones y peso de cada paquete o conjunto de paquetes del embarque), también se proporcionan instrucciones - para identificar todos los embarques cartas y documentos, con el número de orden de compra y con el número de partida del equipo.

Las notas no impresas y que van mecanografiadas incluyen conceptos propios del pedido, como son:

- Garantías
- Inspección
- Calidad de materiales
- Cláusulas de subcontratista
- Instrucciones de embarque
- Protección de patente.

Todas las anotaciones deben estar claramente redactadas y -- sobre todo deberán ser las menos posibles. Al parecer, las cláusulas de protección del comprador deben limitarse a aquéllas que lo protejan contra fraude y contingencias fuera de su control. Nunca se idea

rán cláusulas tan hábilmente redactadas que protejan contra prácticas que son legales, pero a pesar de todo, no éticas y perjudiciales. La mejor protección la constituye un fabricante honesto.

#### 5.- Orden de aceptación.

El pedido u orden de compra se convierte en contrato únicamente después de ser aceptado por el vendedor. Por consiguiente es práctica común enviar al vendedor un documento de aceptación de la orden de compra, a modo que él pueda firmarlo y retornarlo. Por parte del vendedor, el signatario puede ser un agente autorizado del fabricante.

#### 6.- Inspección.

Ya se comentó en la parte correspondiente al control del parámetro Calidad, lo referente a la inspección del equipo durante la fabricación o del equipo ya fabricado. Cabe solo agregar que el privilegio de inspeccionar el equipo en la planta del vendedor, generalmente se obtiene antes de fincar el pedido, y se hace figurar en la orden de compra. Muchos fabricantes dan por bienvenidas las sugerencias de un inspector competente, una gran parte de su trabajo consiste en evitar los errores antes de que ocurran.

Los reportes del inspector se hacen directamente al departamento de compras y por su conducto se le notifica al Ingeniero de Proyecto sobre el equipo rechazado para en dado el caso encontrar otra solución, pero los ajustes se manejan por el departamento de compras. Debido al -

alto costo de la inspección, solo los renglones principales de equipo se inspeccionan antes de su embarque. Renglones de línea, tales como válvulas, interruptores, medidores, etc., deben verificarse en el lugar de construcción y se hacen los arreglos necesarios para reemplazar y regresar al vendedor el material rechazado.

#### 7.- Expeditación.

Dado que todas las operaciones de fabricación y entrega son responsabilidad de los proveedores, lo único que puede hacer el comprador para asegurar su entrega es lo que se llama Expeditación, cuya función primaria es asegurar en el sitio de la obra, y de acuerdo con el calendario del proyecto, la entrega de los materiales comprados.

En resumen, las obligaciones de un expeditador pueden ser brevemente descritas como sigue:

- 1.- Acumular datos que puedan afectar la entrega.
- 2.- Anticiparse a retrasos y a los "cuellos de botella", y resolver estos directamente con el vendedor.
- 3.- Ayudar al vendedor a obtener prioridades.
- 4.- Ayudar al vendedor en la resolución de sus problemas de -  
procuración.
- 5.- Cambiar los calendarios de entrega cuando se necesario.
- 6.- Sostener correspondencia con los subvendedores y proveedores del vendedor principal.
- 7.- Estar al pendiente de cambios en los calendarios de ingeniería de su propia organización y, cuando sea necesario,

pasar esta información al vendedor o fabricante.

8.- Expeditar en su propia empresa la terminación dentro de - calendario, de planos vitales.

Un expeditador debe tener un conocimiento práctico de los -- procedimientos de fabricación, métodos de procuración, fuentes de -- abastecimiento y prácticas de embarque. Además debe poder trabajar de manera efectiva con la gente, tanto en su empresa como con el fabri-- cante. Puesto que su obligación principal es animar a la gente a ter-- minar a tiempo su trabajo, sus acciones deben ser diplomáticas con -- objeto de evitar resentimientos.

Terminado el diseño, antes de iniciar la construcción y el -- montaje, se debe hacer el o los concursos para seleccionar a los con-- tratistas en las diferentes áreas. Después de hacer la convocatoria - a concurso por los medios apropiados, se le entrega a los contratis-- tas que deseen participar (mediante el pago correspondiente), el paque-- te de especificaciones, planos detallados, volumen de obra y caracte-- rísticas especiales como pueden ser pruebas de calidad y tiempo para - terminación.

Recibiendo las ofertas de los diferentes contratistas se hace - la selección de manera muy semejante a la selección de los proveedores o vendedores de equipo, ya que también los contratistas venden un tipo de mercancía que es su trabajo. El mejor seguro para el propietario se finca en la capacidad y la integridad del contratista, comprobadas por

medio de experiencias anteriores.

Una vez hecha la selección, se firma contrato con el o los -- escogidos.

En términos sencillos, un contrato es un acuerdo entre dos o -- más partes, por el cual se obligan a sí mismas a cumplir con determina das cosas. La forma de contrato utilizada varía con las diferentes --- empresas y con el tipo de objetivo del servicio requerido. Los contra tos pueden referirse únicamente a servicios de ingeniería, o a toda la ingeniería y construcción, incluyendo la compra y la elección de mate riales. Un contrato puede ser un simple instrumento, tal como una orden de compra, o puede ser un documento largo y extenso. En todos los casos los documentos se vuelven efectivos al ser formalmente firmados por los representantes de cada empresa.

En la ingeniería de proyecto, la fase de contrato requiere de -- un competente departamento legal. Miembros ideales de este grupo son -- las personas que tienen experiencia tanto en ingeniería como en leyes.

Todos los ingenieros de proyecto, no obstante, deben tener cono cimiento sobre contratos, ya que su obligación consiste en ejecutar mu chos de los términos de un contrato. Al desarrollar dichos conocimien-- tos, el ingeniero debe evitar una actitud de crítica excesiva hacia la terminología legal. Debe recordarse que las frases largas y las expre-- siones legales acostumbradas son parte de la tendencia conservadora de

una práctica legal y han comprobado su estabilidad a través de décadas de decisiones legales.

La clasificación de contratos de acuerdo con el modo de reembolso es el método más conocido y el más importante desde el punto de vista legal y de negocios. La referencia a alguna bibliografía sobre este particular resultará valiosa para quienes quieran mayor información, pero es obvia la necesidad de consejo legal en todas estas materias.

Los contratos de construcción son generalmente de tres tipos, a precio alzado (lump sum), por administración (unit rate) y a porcentaje (unit rate and cost plus).

Las obras planeadas pueden ejecutarse de tres maneras:

- a) Con elementos propios
- b) A través de un contratista único
- c) Con varios contratistas especializados, controlados directamente por el propietario.

El primer caso, a) no es recomendable, dado que una empresa no cuenta permanentemente con un equipo de construcción. Se llega a hacer en el caso único de desarrollo minero.

El caso b), da buenos resultados pero eleva los costos, debido a que generalmente se ve el contratista en la necesidad de subcontratar por falta de recursos o en trabajos especiales.

Aparentemente es más recomendable la ejecución de las obras mediante contratistas especializados que se dediquen a un tipo de -- obras (instalaciones eléctricas, construcción de casas, obras mine-- ras, descapotes, construcción de caminos, etc.), es la mejor de las formas pues se evitan los subcontratos que encarecen la construcción y se tiene más control sobre la calidad y acabado de los mismos.

Del abastecimiento de materiales para la construcción y de la facilidad de supervisión, dependerá la mayor parte del éxito en la -- construcción, por lo tanto, lo primero que debe ponerse en operación son los caminos de acceso a las diferentes obras, procurando no hacer los provisionalmente, sino bien terminados. En seguida construir el - almacén, asignando las secciones correspondientes a cada uno de los - departamentos, para recibir en principio los materiales de construc-- ción, después los de montaje o instalaciones y por último las refac-- ciones para mantenimiento o materiales para operación.

Habrán materiales de construcción que deberán descargarse en - el lugar a usar, pero otros de uso posterior en acabados se tendrán - que almacenar.

Algunas veces en las operaciones de construcción, se anticipan las bases de equipo pesado o cimientos de edificios, si estos van a requerir de excavaciones, piloteado u operaciones de largo tiempo, - es posible que su construcción se inicie al término de su diseño. Es práctico también si en la zona se pueden explotar materiales para ---

construcción, enviar el equipo necesario y montar una plantita para -  
agregados y concreto en obra.

Se deberán evitar dobles movimientos, sobre todo para el equipo  
muy pesado, el cual se descargará colocándolo en su lugar de montaje  
o lo más próximo reduciendo así el número de maniobras (bases de  
malacate, tambores, motor reductor, molinos, etc.). También el equipo  
voluminoso o de muchas piezas para armar, deberá descargarse en el lug  
ar próximo a su instalación (horcas, estructuras y láminas para te--  
chos, estructuras para bandas transportadoras, etc.). Sólo el material  
pequeño se guardará en el almacén, para su despacho cuando sea requerid  
do.

Es necesario, después de elaborar las rutas críticas con el mayo  
r detalle y por áreas o centros de responsabilidades, el discutirlos  
con los contratistas, para hacer las modificaciones necesarias, de ---  
acuerdo a sus recursos, antes de empezar y lograr su compromiso real -  
(no muy optimista, ni muy pesimista), de terminación en el tiempo estimi  
ado, bajo la calidad requerida y dentro de presupuesto.



## C A P I T U L O X

### ARRANQUE Y PUESTA EN MARCHA

Terminando el diseño, se le debe solicitar a la empresa de Gerencia de Proyecto, los Manuales de operación y de Mantenimiento del equipo, si no los tienen, deberán pedirlos a los proveedores o fabricantes, esto para:

- 1.- Entrenamiento de los operadores.
- 2.- Programas de mantenimiento.
- 3.- Listado para la adquisición de refacciones mínimas que deberán tenerse en el almacén.
- 4.- Lista de materiales necesarios para cargar el equipo - (cantidades y consumos promedio).

1.- Terminado el diseño, se está en posibilidad de recomendar la calidad y cantidad del personal que se debe contratar para operación y mantenimiento, a medida que se acerca el término de la construcción.

Los ingenieros consultores de mina, metalurgista, mecánico, electricista e instrumentista que han estado involucrados en el diseño y construcción del proyecto, se adaptan idealmente para capacitar a los futuros operadores y supervisores en los pasos sucesivos de arranque y operación, hasta que alcancen los niveles de desempeño requeridos por el cliente.

La construcción, montaje mecánico e instalación eléctrica es una buena oportunidad para seleccionar a mejores trabajadores o empleados y entrenarlos para que continúen en la unidad al terminar

la construcción.

También el cliente puede escoger el personal para cubrir los nuevos puestos de alguna otra de sus unidades que sea semejante.

Durante la construcción aparecen inquietudes de parte de los obreros para afiliarse a algún sindicato; sin embargo, por la gran cantidad de cambios y población obrera flotante, la formación de una Sección o Fracción sindical independiente no es recomendable. Lo mejor en estos casos es convenir con el Sindicato Industrial de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos y similares de la República Mexicana, para firmar un contrato colectivo de trabajo y con esto, quedar amparados para evitar la agrupación prematura de los obreros y poder así quedar con una buena selección de estos.

2.- Desde el momento en que se termina la instalación de alguna máquina, se deberá verificar ésta como parte de la inspección para recibirle el trabajo al contratista. Hasta ahí el trabajo de construcción, pero de todas formas el personal de mantenimiento que quedará al cuidado del equipo, como primer paso verificará:

Bases de concreto: solidez y acabado.

Ancias: si quedaron bien ahogadas o coladas, lanas bien colocadas, largo suficiente, rondanas las necesarias y tuercas bien apretadas.

**Acoplamiento:** niveles y alineamiento, claro entre coples de motor y reductor, entre reductor y pieza movida directamente.

**Engranado:** entre dientes en el interior de reductores, entre piñón y corona de transmisión, etc.

**Lubricación:** tipo de lubricante, cantidad apropiada y buena operación de los aparatos de lubricación automática (compresores). En cojinetes de chumaceiras grandes la iluminación interior para verificar funcionamiento de anillos elevadores, -- que no estén pegados ni abiertos (molinos).

**Rodamientos:** bien sellados, lubricación, sobre todo si son grandes con lubricación automática. Ya armados es difícil verificar holguras, pero se vigilará si no producen ruido o temperatura fuera de lo normal.

**Sistemas de enfriamiento:** circulación de agua. Sistemas automáticos. Empaques con fuga en camisas de enfriamiento de cojinetes (se sube el nivel del aceite sin razón). Enfriadores con buena circulación (intercoolers en compresores).

**Recipientes:** Con manómetro, válvula de seguridad y de purga funcionando correctamente (compresores).

**Cubiertas de seguridad:** En coronas de transmisión, catarinas con cadena, coples, flechas, sobre todo si tienen opresores o cuñas salientes.

Bandas transportadoras: lubricación correcta en rodillos, - rodillos de carga o de retorno bien acomodados y girando libremente, rodillos de impacto y cachetes para evitar derrames, bien ajustados. Tensores de contrapeso bien lubricados y accionando - correctamente, al arranque no deben golpear en parte alta. La banda no debe rozar en ningún lado. Juntas vulcanizadas, evitar grapas. No se debe ir de lado la banda, ajustar polea movida con tensores manuales y verificar posición de otras poleas o rodillos inclinados a que no la jalen.

Señalamientos y avisos de seguridad: los pertinentes. Por variación de piso o reducción de altura. De localización de extinguidores. De localización de equipo contra incendio. De primeros auxilios (camillas, oxígeno, botiquines).

Todos estos puntos de carácter mecánico, son sólo algunos de los que hay que verificar, pueden ser mucho más.

En el área eléctrica muy importantes son:

Tableros de control: con luces de equipo trabajando, luces - de alarma y botones en buen funcionamiento. Buena iluminación y ambiente.

Centros de carga: operación correcta, no torpe en los interruptores magnéticos. Elementos térmicos apropiados.

dos a la carga. Apaga chispas en su lugar.

Luces de emergencia: para restablecer el servicio en caso de falla de energía eléctrica, en subestación, tableros de control en planta eléctrica y centros de carga.

Arrancadores: nivel de aceite o líquidos usados. Contactos o dedos en buen estado. Operación correcta de los diferentes pasos, etc.

Conexiones: bien apretadas y bien aisladas las que lo requieren. Verificar si no tienen calentamiento.

Switches o interruptores: nivel y calidad del dieléctrico. Si son de navajas, verificar su buen funcionamiento y disparo.

Todo el equipo eléctrico se debe conectar a tierra. Como se comentó en las verificaciones de tipo mecánico, estas son solo unas -- cuantas de las posibles verificaciones de tipo eléctrico.

En general se deben verificar todos los servicios disponibles, como pueden ser los de:

Agua	{	Potable	{	Enfriamiento
		Industrial		Tratamiento
	Contra-incendio			

Aire { Comprimido  
      { Instrumentos (de baja presión pero limpio)

Vacío (filtros).

Drenajes y desagües

El segundo paso de mantenimiento será establecer, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes, los programas de mantenimiento, y desde luego surtir el almacén con las piezas de reemplazo inmediato, según las horas de trabajo de cada máquina.

También se deberán pedir todos los materiales necesarios para cargar y arrancar el equipo, como pueden ser:

Aceites lubricantes: especial para compresores, la carga inicial, más lo necesario para el consumo diario. - Aceite para reductores grandes, no será raro que el reductor de un motor de 2000 HP para molino, requiera de 12 o tal vez 20 tambos de 200 lts. - de aceite, posiblemente de características especiales, aunque su cambio puede dilatar 6 meses, - 1 año o más, según el ambiente y sellos (se debe muestrear periódicamente). Aceite para reductores pequeños y cadenas de transmisión, de consumo diario.

Grasas: las necesarias para arranque, pueden ser de baja cantidad, pero su consumo es diario y constante.

Aceite dieléctrico: para transformadores grandes, pequeños, -- interruptores y arrancadores, se requiere la carga inicial pero generalmente dura bastante. Se -- cambia cada año o más. Hay que muestrearlo para -- verificar su calidad.

Blindajes: en trituradoras se requiere el blindaje inicial y -- cambio cada 3 meses o más. Para molinos se requie -- re el blindaje inicial y cambio cada año o más.

Bola: se requiere la carga inicial de bola para molinos con -- su distribución de tamaños correcta, su consumo -- es diario y varía según el material que se muele de 200 gramos a 1 kilogramo por tonelada, se agre -- ga a cada molino según su producción, diariamente el peso de bola que se consume en el tamaño gran -- de, por la alimentación. Se cambia carga nueva a cada molino posiblemente cada seis meses o más.

Reactivos: el dato de consumo diario de los diferentes es el -- dado por las pruebas metalúrgicas.

Para iniciar las operaciones en la unidad, se requiere la exis -- tencia de los suministros iniciales, más por lo menos una existencia -- para un mes en los materiales de consumo diario, esto dependiendo de -- la dificultad que se tenga para recibir todos los insumos en la unidad, se deberán aumentar las existencias para más tiempo.



Una vez verificado el montaje mecánico y la instalación eléctrica, se entrenará al personal en la secuencia de los pasos de arranque para cada máquina en vacío, para cada departamento y para toda la planta, enseguida en operación normal con carga y por último el arranque después de un paro repentino, como la falla inesperada de energía eléctrica con posibles atascamientos o derrames en las máquinas.

Al arrancar toda la planta o un departamento se tendrá cuidado de arrancar los motores grandes uno por uno y espaciados. Hay que esperar después de arrancar el primer motor que baje la aguja negra - del indicador de demanda máxima para arrancar el segundo motor grande. Si se arranca el segundo motor con la aguja negra todavía alta, subirá más aún, arrastrando la aguja roja la cual se quedará fija en el punto de mayor demanda. La compañía o Comisión Federal de Electricidad al tomar sus lecturas mensuales anota la demanda máxima y baja la aguja roja. Si se acumulan 3 lecturas altas sucesivas, subirán la tarifa para el KWH, lo que puede significar un costo muy alto en la energía y mucho dinero durante la vida de la unidad.

Para la puesta en marcha de la planta, la mina deberá tener a la mano varios terreros para cantidades pequeñas y uno o varios rebajes de sobrecarga para el momento de arranque definitivo, en lo que normaliza la producción de mineral de rebajes del tipo conveniente e iniciará su producción normal o sea para surtir la capacidad de la planta de 7 días en 6 de producción de la mina.

Una vez puesta en marcha la unidad minera o minero-metalúrgica, se está en posibilidad de hacer un resumen, balance del resultado del desarrollo total del proyecto, para sacar conclusiones, como por ejemplo:

Tiempo estimado para realizar el proyecto	_____
Tiempo real para realizar el proyecto	_____
Diferencia	_____
¿Razones?	
Costo estimado	_____
Costo real	_____
Diferencia	_____
¿Razones?	_____
¿Costo de la tonelada instalada?	_____

Se puede hacer un desglose total del proyecto y obtener datos interesantes, como:

¿Qué fracción o por ciento del costo total del proyecto corresponde a la Ingeniería de Diseño?

¿Al equipo principal?

¿A la construcción?

También se puede rehacer el estimado de costo por factores, en los diferentes renglones de costo, tomando como base el costo del equipo principal, para compararlo con el hecho en el Estudio de Factibilidad y hacer el ajuste en los factores que lo requieran, para futuros -

proyectos.

Es de recomendarle a cualquier ingeniero que pueda participar en el desarrollo de un proyecto hasta su construcción y puesta en marcha, no perder la oportunidad, pues de esa experiencia obtendrá interesantes y muy valiosos conocimientos.

# C A P I T U L O   X I

## OPTIMIZACION OPERATIVA

Una vez iniciada la operación de la Unidad, los costos estimados se convierten en reales, pero la evaluación económica de los procesos debe continuar. Al principio los costos estimados se podrán considerar, si no como objetivo, sí como un punto de referencia.

Los planes para aumento de producción o para reducción de -- costos deben ser evaluados siempre sobre una base económica; ya en el capítulo de Factibilidad, se analiza una herramienta muy útil para -- esto, llamada "Sistema del punto de equilibrio".

Se podría considerar que la responsabilidad del éxito o de -- resultados, en la operación de la Unidad recae en la Gerencia. Tal vez el Gerente sea una persona de mucha experiencia y conozca muy bien todo el proceso, pero esto, siendo muy necesario, solo es parte de la -- experiencia necesaria, el resto corresponde a sus habilidades gerencia les, que le servirán para controlar y motivar a su equipo de trabajo - con el cual compartirá su responsabilidad; este equipo de trabajo será el formado por todos sus primeros mandos o superintendentes.

Sin mucho detalle podemos decir que los activos de una empresa son:

Terrenos o propiedades.

Equipo y maquinaria.

Personal            { Empleados  
                          { Obreros

Efectivo

Sobre estos activos se tienen que ejercer dos funciones o actividades que son:

Mantenimiento y  
Operación.

Se piensa que el mantenimiento es una actividad aplicable únicamente al equipo o maquinaria, pero qué se puede decir respecto a -- edificios?, a terrenos?, a personal?.

El personal también es susceptible de mejorar, capacitándolo.

La operación consiste en el buen manejo, uso o empleo del -- equipo o maquinaria, desde luego. Pero que se puede decir respecto - al manejo del personal?

¿Cuál es el impacto en la producción que produce el ausentismo?

¿Cuál es el objeto de los planes de carrera y motivación del del personal?

¿Qué hace Recursos Humanos, departamento de casi cualquier - empresa?

¿Qué hace el Departamento de Seguridad?

Vemos que el personal, como en el equipo o las propiedades, también se somete a mantenimiento y operación.

Dentro de estas dos actividades de mantenimiento y operación queda implícito el Control de Costos, o sea el buen empleo y cuidado del efectivo.

La correcta aplicación de estas tres acciones:

Mantenimiento,

Operación y

Control de Costos,

da la producción, que puesta en el mercado se transforma en un ingreso, el que bajo un buen juicio financiero se empleará en pago de pasivos y la diferencia será finalmente utilidades.

Podemos llegar a la conclusión de que la operación y el mantenimiento son factores muy importantes, donde mejor se observa su efecto, es en el equipo o la maquinaria. Definiremos dos factores que nos servirán como índices para juzgar si la producción es baja o normal.

El Factor de Servicio, corresponde a la fracción del tiempo posible de trabajo para una máquina en un período determinado y depende del mantenimiento.

El Factor de Operación, corresponde a la fracción de la capacidad real que dió una máquina en un período determinado y depende de la

operación.

Algunas veces se le llama Departamento de Producción al que opera las máquinas o equipo, pero se presta a confusión puesto que -- hay acciones de mantenimiento que también mejoran la producción o sea aumentan el producto.

El producto o multiplicación de los dos factores, nos dará la fracción de la producción posible de una máquina en determinado período de tiempo.

Así se pueden determinar los Factores de Operación y de Servicio para una máquina, para un departamento o para toda la unidad y para períodos de un día, un mes o un año.

Así que, los Factores de Operación y de Servicio se pueden mejorar como índices para mejorar la operación de la unidad.

Cualquier reducción en los diferentes centros de costo es benéfica, pero es más efectivo lograr un porcentaje de reducción pequeño - en elementos o artículos de alto consumo.

No siempre se pueden aplicar todas las acciones para mejorar la operación de una unidad en otra unidad semejante, porque condiciones - diferentes generalmente externas, como:



- Clima.
- Posición geográfica.
- Condiciones meteorológicas.
- Distancia respecto a proveedores.
- Distancia respecto a mercado.
- Escacés de mano de obra (que la encarece).
- Costos diferentes en insumos.
- Vías de comunicación.

Pero si hay recomendaciones de tipo interno y que son de tomarse en cuenta.

A continuación se da como ejemplo, varias recomendaciones para reducción de costos en el consumo de energía eléctrica, que es de los renglones de costo más altos, o el más alto en algunos casos.

Con el alto costo de la energía eléctrica y la probabilidad de su constante aumento es correcto considerar las formas de reducir su consumo y costo.

#### 1.- Motores sobrados o sobrecalculados.

Si un motor es más grande de lo necesario demandará mas Amps., que un motor del tamaño correcto, debido a que el motor más grande -- trabajará con un factor de potencia más bajo.

Esta falla se puede deber a que los fabricantes o proveedores

de equipo aplican factores de seguridad altos para cubrir cualquier posible falla.

También mantenimiento por emergencia cambia un motor y pone uno mayor porque es el que tiene a la mano y con el tiempo esto se -- olvida.

## 2.- Efecto de la eficiencia del motor.

Algunas personas prefieren motores viejos porque soportan una mayor sobrecarga y son más robustos, esto puede ser cierto, pero los motores antiguos sobre todo si son de 50 - 60 años de edad, son mucho menos eficientes. Cualquier motor de esta edad, son mucho menos eficientes. Cualquier motor de esta edad se puede cambiar sobre la base de ahorro en costos.

## 3.- Lubricación.

La lubricación pobre dará como resultado mayor consumo de --- energía, aún cuando esto no de lugar a falla en las chumaceras.

## 4.- Iluminación.

Siempre que sea posible toda la iluminación externa se debe -- encender o apagar por medio de sensores de luz.

## 5.- Carga de bola en molinos

El consumo de energía en los molinos depende de la carga de bola que se pone. Conviene hacer pruebas para cada molino y determinar cuál es la carga de mayor eficiencia.

#### 6.- Colectores de polvo.

El ciclo de golpeo para sacudir los colectores, generalmente se fija con timers ajustados entre 20 y 30 segundos. Esto quiere decir que los colectores, o mejor dicho las bolsas de los colectores se sacudirán cada 20 ó 30 minutos, aunque no lo requieran debido a que no se han tapado, dando un consumo innecesario de energía, debido al aire comprimido que se desperdicia. Puede ahorrarse la energía si el sacudido se inicia midiendo la caída de presión a través del colector. La mayoría de los colectores requieren limpiarse cuando la presión baja 4 - 5 pulgadas de agua aproximadamente.

## B I B L I O G R A F I A .

- 1.- Costos.- Ing. Jaime de la Pesa.  
Curso de Tecnología del Cemento, La mansión, Qro.  
Servicios Profesionales Tolteca, S.A., Mzo. 1980.
- 2.- Elements of Mining - George J. Young.  
McGraw Hill, 1946.
- 3.- Enfoque de la Gerencia de Proyecto en el campo de la Minería  
y Metalúrgia.- T. L. Papucciyan P. Kermack. Grupo SNC.  
Convención AIMMG, Acapulco, Gro., Oct. 1981.
- 4.- Field Geology - Frederic H. Lahee, Ph. D.  
McGraw Hill, 1952.
- 5.- Geophysical Exploration - C.A. Heiland, Sc. D.  
Prentice Hall, Inc. 1951
- 6.- Guía para la presentación de proyectos - Textos del Instituto  
Latinoamericano de Planeación Económica y Social.  
Siglo Veintiuno editores, 17 ed. 1988.
- 7.- Iniciación al Método del Camino Crítico - Agustín Montaño.  
Ed. Trillas, México, 1974.

- 8.- Las Finanzas en la Empresa - Joaquín Moreno Fernández.  
Inst. Mex. de Ejecutivos de Finanzas, A. C., México, 1983.
- 9.- Manual para la Exploración del Uranio - Ing. Francisco Antunez Echagaray.  
Comisión Nacional de la Energía Nuclear, 1958.
- 10.- Mineral Processing Plant Design - Andrew L. Mular, Roshan B. Bappu.  
AIME, 1980.
- 11.- Mining Engineering Handbook - Cummins & Given.  
SME, 1973.
- 12.- Mining Geology - Hugh Exton Mckinstry.  
Prentice Hall, Inc., 1949.
- 13.- Notas guía para la exposición de la cátedra "Proyectos Minero Metalúrgicos" en la Facultad de Ingenieros, UNAM  
Ing. Manuel Franco López.  
1985.
- 14.- Planeación y Programación de Proyectos Mineros.  
Curso Industrial Minera México, S.A., Mayo 1977.
- 15.- Project Engineering of Process Plants - Howard S. Rase,  
M.H. Barrow.  
John Wiley & Sons, Inc. 1961.

16.- Rock Products: Cutting electrical energy costs.

Ernest W. Fair.

Octubre, 1962.

17.- Secuencia l6gica de la planeaci6n y construcci6n de una Unidad  
Minera en la Rep6blica Mexicana.- Ing. Carlos Sierra.

Junio, 1974.