

I N D I C E

**CATALOGO**

Pág.

I	-	INTRODUCCIÓN .....	1
II	-	INFORME MAPA GEOLÓGICO .....	5
III	-	MAPA ESTRUCTURAL .....	172
IV	-	ANÁLISIS GEOQUÍMICO .....	227
V	-	ANÁLISIS DE EXPLOTACIONES Y YACIMIEN-- TOS CONOCIDOS .....	270
VI	-	ASPECTOS ECONÓMICOS E INDUSTRIALES ..	403
VII	-	INFRAESTRUCTURA .....	807
VIII	-	SITUACIÓN INSTITUCIONAL .....	839
IX	-	MAPA METALOGÉNÉTICO .....	874
X	-	GRANDES UNIDADES DE INTERÉS ECONÓMICO.	908
XI	-	EVALUACIÓN DE LA INFORMACIÓN SENSORES REMOTOS .....	950
XII	-	EVALUACIÓN DE ÁREAS .....	961
XIII	-	PROGRAMAS DE PROSPECCIÓN Y EXPLORACIÓN	980
XIV	-	PROGRAMAS DE EXPLORACIÓN PARA LOS GRU- POS MINEROS PRIORITARIOS .....	995



0  
H.2222

B 19p

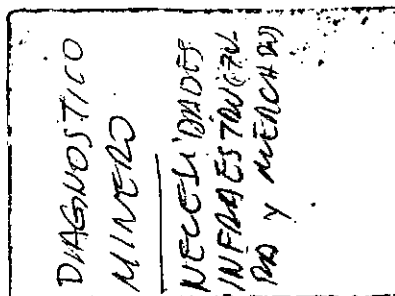
XV

V. ANALISIS DE EXPLOTACIONES Y YACIMIENTOS CONOCIDOS.

## 1. INTRODUCCIÓN:

El agrupamiento de los yacimientos y distritos se ha definido con relación a esas tres zonas, sin que esta clasificación implique más que una distribución geográfica y cierto parentesco genético, sobre el cual en algunos casos, no se cuenta con los suficientes antecedentes como para configurar conjuntos de carácter más precario.

271



Este criterio ha estado facilitado pues - se trata de zonas conocidas desde principios de siglo, - y aquellos yacimientos de mayor interés económico, han logrado a través del tiempo una mayor cobertura informativa y han merecido estudios más detallados y profundos.

Asimismo esta circunstancia de su explotación más intensa facilitó las observaciones realizadas durante las visitas realizadas a los distritos de que - se trata.

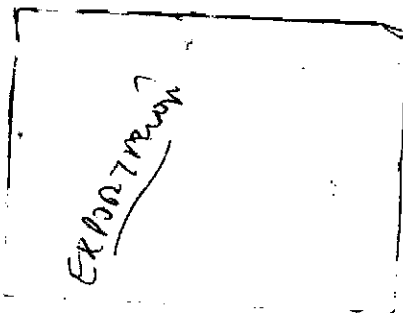
Sin embargo, hay casos en que, a pesar de tratarse de yacimientos en actividad y con antecedentes muy detallados, se los ha tratado aquí brevemente, son los casos de la mina Dal de fluorita, y la mina de estaño Vil Achay. Esto se debe a que se considera que esos dos yacimientos poseen estudios exploratorios concluí-dos o en marcha y su tratamiento exhaustivo excede los objetivos del presente trabajo que más bien está dirigi-do a tratar de desentrañar las causas que han detenido el desarrollo de zonas otrora muy activas y a señalar - algunos obstáculos que deben ser superados para permí-

tir su reactivación, como así también procurar establecer los estudios necesarios para incorporar nuevas áreas o yacimientos a la actividad minera provincial.

Las descripciones se detienen expresamente en las características naturales de los yacimientos: ambiente geográfico y geológico, características de las menas y de los cuerpos mineralizados, estructura, controles, datos de leyes y reservas cuando los hay y producción, estado de los laboreos, también se agregan datos sobre la infraestructura, recursos naturales y demográficos que se consideró necesarios. Muchos de los estudios consultados se refieren extensamente a las relaciones geológicas, a las descripciones de las rocas y minerales acompañantes, y a los problemas genéticos; todo eso ha sido aquí suprimido o abreviado al máximo, pues es motivo de desarrollo en los capítulos de geología general, zonas geológicas de interés minero y metalogenia, que constituyen los apartados pertinentes para los referidos estudios.

Las fuentes bibliográficas consultadas son las que figuran en la lista preparada especialmente

para este estudio, pero en la descripción detallada de los yacimientos importantes se han utilizado algunos - informes básicos que conviene mencionar. Para las pegmatitas de la zona de El Alto-Ancasti, las descripciones se basan en los trabajos de Herrera, Rinaldi, Lapidus y Balmaceda, incluyendo dos tesis dirigidas por Rinaldi. Para el distrito del Alto Grande el trabajo básico fue la tesis doctoral de Arrospide de la Facultad de Ciencias Naturales de La Plata. Para la mina VilaAchay el informe de Avila y referencias verbales de Lorefice en una visita conjunta al yacimiento. Para el distrito La Ramada los informes de Fernández Lima. Toda la información se controló en las visitas que se -- efectuaron a los distritos y con informaciones del --- plan NOA, la Dirección Provincial de Minas y conversaciones con algunos productores, propietarios o pobladores vinculados a la actividad minera, entrevistados durante las visitas. Sobre los lugares que no existen - antecedentes escritos o publicados se consignan las -- observaciones y opiniones resultado de visitas expeditivas. En los casos de los informes ante mencionados, se transcriben las observaciones de esos autores, a ve



ces casi textualmente, otras algo resumidas, suprimiendo las partes que no son pertinentes al objeto de este capítulo y modificando, cuando ello fue posible, informaciones que necesitaban actualización.

Al final de la descripción de cada zona se incluye un apartado con algunas consideraciones a modo de conclusión, señalando en cada caso, algunas -- iniciativas posibles para investigar aspectos que pu -- dieran influir en el desarrollo minero de esas áreas. --

Las dificultades a este respecto son importantes ya -- que si bien se trata de zonas mineras de importante po -- tencial productivo, sus minerales más valiosos: litio, berilio, wolframio y, parcialmente, estaño tienen poco o ningún mercado interno y dependen de las posibilidades de exportación lo cual ha producido los grandes al -- tibatijos de la producción de estos yacimientos, el pir -- quineo crónico a que han sido sometidos en la última -- etapa de explotación y su paralización actual. Este --  
proceso ha dado como resultado la "estrangulación" de buenos yacimientos dificultando su puesta en marcha -- aún en condiciones de mercado favorables. El objeto -- de este trabajo es señalar algunos pasos que podrían --

darse para facilitar esa reactivación. Algunos ya han sido encarados por la provincia como la construcción de caminos, huellas mineras y el proyecto de líneas energéticas.

Otro de los criterios adoptados en base al estudio de los antecedentes es la concentración en cuatro producciones que son las que en las zonas propuestas presentan, hasta el momento las mejores perspectivas, estas son las de estaño, wolframio, berilio y litio, aunque en las áreas consideradas existen denuncias de otros materiales.

CONCENTRACION  
EN CUATRO  
Producciones:  
ESTAÑO Sn  
WOLFRAMIO W  
BERILIO Be  
LITIO Li



## 2. ZONA DE EL ALTO-ANCASTI.

Esta zona comprende los yacimientos ubicados en la Sierra de Ancasti o del Alto y que en su mayor parte son depósitos de pegmatitas que han sido explotados por berilio y litio, y algunas vetas de fluorita.

La Sierra de Ancasti, que limita por el este el valle que ocupa la Ciudad de Catamarca, pertenece al sistema de las denominadas Sierras Pampeanas Noroccidentales, constituidas por bloques fallados de rocas metamórficas de edad precámbrica intruidas por granitos y granodioritas.

La constitución litológica de estas serranías corresponde al denominado Basamento Cristalino Precámbrico y aquí está representado por metamorfitas de origen principalmente areno-arcilloso: pizarras, filitas, micacitas y cornubianitas; en cambio las metamorfitas de origen carbonático y cal-silicático, calizas cristalinas y anfibolitas son comparativamente escasas. El tipo

litológico de mayor distribución en toda la Sierra son los esquistos listados en parte migmatizados. También forman parte de la litología de la Sierra de Ancasti - las intrusiones magmáticas que se distribuyen en varios pulsos desde el Cámbrico hasta el Carbónico y que pertenecen a distintos tipos de rocas, entre las cuales debe destacarse el de los granitos postectónicos - relacionados con la formación de numerosas pegmatitas que determinan la característica minera de la zona.

El área a que se refiere el presente informe corresponde al faldeo oriental de la Sierra de Ancasti, que se extiende con dirección meridiana junto al límite este de la provincia de Catamarca.

El perfil morfológico de esta sierra está - definido por el de un sistema de bloques limitados por fallas inversas, con una inclinación topográfica al naciente.

La presencia de dos juegos de fallas, con - un rumbo general norte-sur con variaciones de hasta 15°

unas y rumbo NE y NO las fallas del segundo grupo, caracteriza la estructura.

Las alturas máximas rondan los 1.500 metros en el sector norte, perdiendo altitud la sierra hacia el sur y el este. El área donde se encuentran emplazados los cuerpos pegmatíticos presenta un relieve de suaves serranías cuyos desniveles no superan los 250 metros. La litología está netamente dominada por los afloramientos del basamento cristalino que destaca sus dos principales constituyentes: las rocas metamórficas y los intrusivos ácidos con sus asociados hipabisales.

En este lugar las metamorfitas son: micacitas inyectadas, esquistos cuarzo micáceos y algunas calizas cristalinas. Los esquistos presentan en general, N 10° O con buzamiento hacia el este. Los intrusivos ácidos están constituidos aquí esencialmente por granitos, cuerpos pegmatíticos y aplíticos, presentándose estos últimos orientados con rumbo general norte-sur.

Los más notables afloramientos de granito se observan entre las localidades de Anquicila y El Taco, - siendo de menor desarrollo los cercanos a las localidades de Icaño y El Baviano.

El granito es de color rosado, textura granuda gruesa, alterado en superficie. Las pegmatitas son de estructura simple en su gran mayoría y en menor proporción se encuentran las de estructura compleja, siendo estas últimas las que revistan mayor interés por la presencia de minerales de valor económico.

2.1. INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS.

La región presenta en este aspecto algunas condiciones favorables tales como la proximidad a la ciudad de Catamarca (50 km) y a la localidad de Frías, ambas con estación ferroviaria; la existencia de una excelente red de caminos vecinales transitables durante todo el año y la provisión local de leña y alimentos por tratarse de una zona agrícola-ganadera con montes aptos para proveer combustible.

Aspectos desfavorables son la escasez de -  
agua y de mano de obra experta y el costo relativamente  
alto del trazado de huellas mineras comparado con el valor presunto de cada yacimiento. Sobre el panorama del agua se debe señalar que es suficiente para el consumo humano y animal, no así para el funcionamiento de instalaciones industriales. En cuanto a la mano de obra, la misma podría obtenerse, en parte, de regiones cercanas como el norte de Catamarca. El trazado de huellas mineras debería relacionarse con trabajos de exploración o aprovechamientos combinados (mineros o de otro tipo) que justifiquen tales obras.

HA-Y  
CAMINOS Y  
ENERGIA

FALTA  
AGUA

## 2.2. YACIMIENTOS DE FLUORITA.

La única explotación minera que registra actividad en la zona al momento de la redacción de este informe es la mina Dal, sobre un yacimiento de fluorita. Produce fluorita de grado siderúrgico seleccionada a mano. El laboreo subterráneo es relativamente importante llegando hasta el nivel -80. Trabajan sobre una veta de fluorita con cuarzo de 2,4 m de potencia máxima. Las reservas cubicadas son 220.000 toneladas de fluorita de grado siderúrgico.

Existen otras manifestaciones de esta mineralización, (minas Elena, Ana, Oro Blanco, Virgen Morena) pero la mayoría no tiene labores.

Además de la mina Dal han sido objeto de trabajos para consumo local ocasional (fábrica de cemento) las minas Santa Bárbara que se abandonó hace 15 años y Cora que tiene unos 200 metros de galerías (también inactiva).

Porque este retroceso - NO HAY  
DEMANDA O LOS COSTOS INTERNOS SON MUY  
ALTOS ? O NO ANDEN?

2.3. DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS DE LOS YACIMIEN-  
TOS DE BERILIO Y LITIO.

El estudio de los antecedentes mineros y geológicos y una visita de comprobación realizada durante el mes de febrero han dado como resultado la elaboración de ciertas consideraciones generales.

Los yacimientos son muy numerosos y se encuentran relativamente dispersos, siendo difícil su identificación y ubicación, excepto los muy accesibles, o muy conocidos o de explotación reciente que constituyen una infima proporción del total. Si bien la red de caminos vecinales es densa y están en buen estado, la naturaleza del terreno y su cubierta montuosa no facilitan la ubicación de los yacimientos. Solamente una parte de las pegmatitas ha sido objeto de alguna explotación; ésta se ha realizado siempre en forma rudimentaria (al pirquén).

Con respecto a la explotación debe señalarse que las labores más importantes están en las pegmatitas productoras de litio. Esta está determinado por la forma

de presentarse del mineral el cual está en las porciones de la pegmatita que tienen mayor desarrollo (núcleo y zona interna). Las pegmatitas productoras de berilio, en cambio, presentan labores menores debido a que el mineral se presenta generalmente en zonas de poca potencia (zona externa).

Otro factor ha incidido también y es que el mercado del berilo ha sido algo más estable y eso ha determinado el pirquino crónico y que en la actualidad resulte difícil encontrar algún resto de mineral en los afloramientos.

Estas circunstancias han influido también sobre los estudios ya que los más detallados se refieren a pegmatitas productoras de litio, por ser más accesibles a la observación.

Se ha considerado que los antecedentes son insuficientes para dividir a la zona en distritos con características naturales fácilmente diferenciables, por eso se ha dividido a los yacimientos en base a si son



productores de berilio o de litio ya que, casi siempre, uno de los dos elementos domina ampliamente y sirve para caracterizar de este modo el yacimiento.

#### 2.3.1. Pegmatitas productoras de berilio.

Las pegmatitas correspondientes a este grupo son muy numerosas y se encuentran distribuidas por toda la ladera oriental de la Sierra de Ancasti o de El Alto. En todas ellas el principal mineral accesorio es el berilo.

Este conjunto de yacimientos ha sido objeto de muy pocos trabajos de exploración y explotación y en casi todos los casos solamente por berilo.

El berilo resulta difícil de extraer en estos cuerpos por la reducida cantidad y la distribución irregular que presenta. Como consecuencia, en la mayoría de los casos se trata de labores muy superficiales -

y sólo en los lugares donde la erosión ha puesto en descubierta las zonas portadoras de berilo.

A causa de la mencionada escasez de labores, la determinación precisa de las características morfológicas de estas pegmatitas resulta dificultosa. Por lo tanto la descripción se realiza con carácter general tomando el distrito en su conjunto.

La mayoría de las pegmatitas de este distrito son tabulares y sus potencias más frecuentes varían entre los 6 y los 9 metros, pero algunas pueden ser considerablemente mayores, como en la pegmatita Piedra Pasada, que tiene un espesor observable de más de 16 metros. En ninguno de los cuerpos examinados se pudo determinar el largo total, pero las longitudes observables en los cuerpos más expuestos -Santa Ana, Reflejo del Mar, San Francisco, Buena Estrella y El Aníml- indican que estas exceden, en general, los 100 metros. Se puede estimar, por lo tanto, que la relación entre la longitud y el espesor es 1:12 aproximadamente, o menor.

Los rumbos de estos cuerpos varían entre NNW y NNE. Las inclinaciones resultan difíciles de determinar por las razones ya expuestas y, por lo general, son mayores de  $70^{\circ}$ . La pegmatita Eduardo José, que parece ser un cuerpo globular, o una lente en posición más o menos horizontal, es una de las pocas excepciones a esta tendencia general de los cuerpos observados.

En cuanto a las relaciones con la roca de caja la mayoría son discordantes con respecto a la foliación de los esquistos. En algunos casos, los cuerpos son total o parcialmente concordantes.

Los contactos con la roca encajante se presentan muy bien definidos. El trazado de los mismos es regular, en general, pero se observan irregularidades menores producidas por irregularidades de las paredes de las fracturas en las que están alojados los cuerpos, o por ajuste a sistemas de diaclasas.

La aureola de alteración es de unos pocos milímetros de espesor y afecta muy poco la textura original de la roca, por lo que es poco notable.

En casi todos los cuerpos se presentan inclusiones de la roca de caja, alcanzando en algunos un desarrollo considerable.

#### Estructura interna.

La estructura interna de estas pegmatitas es muy simple. Casi todas ellas sólo presentan además de la zona marginal y del núcleo de cuarzo, una zona muy potente y continua de microclino y cuarzo que constituye la mayor parte de su volumen.

#### Zona marginal.

Presentan espesores que varían entre 2 y 8 centímetros. El tamaño del grano es fino (entre menos -

de 1 milímetro en el borde interior hasta 2 ó 3 centímetros en el contacto con la zona externa) y la textura es granitoide. Esta zona envuelve todo el cuerpo, y su espesor es relativamente constante en cada pegmatita. Los minerales esenciales que componen esta zona son plagioclase cuarzo y muscovita, el primero es dominante y llega a formar el 50 por ciento de la zona, luego sigue el cuarzo y la muscovita es muy bien escasa. Entre los minerales accesorios se observan topacio, granate, turmalina y apatita, además del berilo que aparece en pequeños cristales idiomorfos, a veces se observa la presencia de escasa biotita.

#### Zonas externas.

Estas pegmatitas presentan casi en todos los casos, una sola zona entre la marginal y el núcleo. Los minerales esenciales que la componen son microclino perfitico y cuarzo, constituyendo el primero, como promedio, alrededor del 80 por ciento del volumen de la zona.

En la mayoría de las pegmatitas esta unidad presenta variaciones, tanto en textura como en composición, desde la periferia hacia el centro. En el borde externo, es decir en las proximidades de la zona marginal, el tamaño del grano es fino o medio y la cantidad relativa de cuarzo es mayor que en el resto de la unidad. La potencia de esta subzona es muy variable -a veces es discontinua o falta casi totalmente- pero nunca es mayor que un tercio del espesor total. El resto de la zona está constituido por microclino con algo de cuarzo. Este último mineral se presenta en general en inclusiones irregulares que miden desde unos pocos milímetros hasta 20 ó 30 centímetros o formando una textura gráfica típica en el feldespató potásico. La cantidad de cuarzo disminuye hacia el centro del cuerpo y en las proximidades del núcleo la zona está compuesta por grandes masas de microclino prácticamente libres de este mineral. El grano gráfico está siempre limitado a la periferia de la zona externa y el tamaño de las inclusiones de cuarzo aumenta regularmente hacia el centro del cuerpo.

Los minerales accesorios que se encuentran en estas zonas son muscovita, turmalina, triplita, apatita, granate y berilo.

El berilo es, por su significación económica, el más importante de los minerales accesorios de estas zonas. Debido al hecho bien conocido del virtual abandono de todas las explotaciones de berilo, resulta bastante difícil determinar con precisión las características de la ocurrencia de este mineral en las pegmatitas. Todo el mineral a la vista ha sido extraído y aún las improntas de los cristales son en general difíciles de observar debido al aterramiento de las labores. La información que sigue, en consecuencia, es necesariamente incompleta.

En todos los cuerpos de este grupo se encuentra berilo, pero los que parecen haber producido este mineral en mayor cantidad son las pegmatitas Santa Ana, Piedra Parada, Eduardo José, San Francisco, El Gallego, Atalaya y Buena Estrella. En todas ellas las mayores concentraciones de berilo se encuentran en la parte interna de la zona, en el contacto con el núcleo de cuarzo. En el resto de la unidad aparecen también cristales de ese mineral, pero en general son pequeños y raramente forman concentraciones de valor económico. Es-

ta distribución coincide con la descripta para otros --  
distritos berilíferos del país. El berilo se presenta --  
en su mayor parte en cristales prismáticos imperfectos --  
cuyas dimensiones oscilan, según los datos suministrada --  
dos por algunos productores, entre unos pocos centímetro --  
tros y alrededor de un metro, aunque excepcionalmente --  
pueden ser mayores. Aunque menos frecuentemente, se enue --  
cuentra también en cristales subhedrales y anhedrales.  
Prácticamente en todas las pegmatitas las concentracione --  
nes de berilo del borde interno de la zona externa esta --  
n asociadas con unidades de reemplazo formadas por masa --  
sas de albita y muscovita de grano fino y con nódulos y  
cuerpos vetiformes de cuarzo oscuro. Esta asociación --  
constituye a veces una verdadera subzona discontinua, --  
pero fácilmente diferenciable. En la pegmatita Santa --  
Ana, por ejemplo, tiene la forma de una faja de 5 a 30  
centímetros de ancho ubicada en el borde interno de la  
zona de cuarzo y microclino. A lo largo de casi todo --  
el límite externo de esta faja aparece una banda muy --  
irregular de cuarzo oscuro, seguida hacia la parte inte --  
terna por las masas de albita y muscovita de grano fino  
ya mencionadas, que recubren también las superficies de  
los cristales de pertita adyacente.



En algunos sectores, la vena de cuarzo oscuro penetra en el agregado de albita y muscovita y se hace discontinua, apareciendo en forma de una serie de nódulos incluidos en el mismo. Casi todo el berilo extraído de la pegmatita lo ha sido de esta unidad.

En otros cuerpos la masa berilífera está menos definida y sólo se manifiesta por la presencia de algunas concentraciones dispersas de berilo, pero la posición, en el borde interno de la zona de cuarzo y microclino, y la asociación con los reemplazos de albita y muscovita y con las venas de cuarzo oscuro es prácticamente constante. Por otra parte, aún en los casos en que la faja berilífera descripta está bien desarrollada, sólo abarca sectores reducidos del límite interzonal y la insuficiencia de los trabajos de explotación efectuados no permite por ahora extraer conclusiones en cuanto a la extensión y distribución de los mismos.

En algunas de las pegmatitas más septentrionales del grupo (Atalaya y Buena Estrella) se han encontrado indicios de la presencia de una zona muy an-

gosta y discontinua, de grano fino, y compuesta por cuarzo y plagioclasa, ubicada entre la zona que se acaba de describir y la marginal. La insuficiencia de las labores realizadas y la erosión de las partes aflorantes de los cuerpos sólo han permitido observar algunos trozos de esta zona en las escombreras y muy escasos relictos "in situ".

#### Núcleos.

En todas estas pegmatitas (excepto Buena Estrella) se observa la presencia de núcleos de cuarzo. La escasez de labores impide determinar con exactitud el volumen relativo de estas unidades, pero las observaciones efectuadas en muchos cuerpos permiten suponer, con razonable seguridad, que nunca representan menos del 30 por ciento del volumen total de las pegmatitas. En muchos casos estas masas de cuarzo están ubicadas en forma marcadamente asimétrica con respecto a los contactos del cuerpo y son frecuentemente de contorno muy irregular con salientes que penetran en la zona adyacente.

Los minerales accesorios son los mismos -- que en las zonas externas pero se encuentran en proporciones mucho menores. En la parte periférica del nú -- cleo el cuarzo suele presentar color rosado y hasta casi rojo. En la pegmatita Buena Estrella no se observa núcleo de cuarzo en la parte descubierta, pero puede -- que exista en la porción no aflorante de la misma.

#### 2.3.2. Pegmatitas productoras de litio.

Estos yacimientos, si bien han sido poco - explotados, las labores son, en general más importantes que las de los yacimientos de berilo, también el número de explotaciones es menor y la extracción de litio co - mienza con posterioridad a la de berilio. De esta mane - ra resultará más ilustrativo describir individualmente algunos de los yacimientos más conocidos.

. Pegmatita Santa Gertrudis.

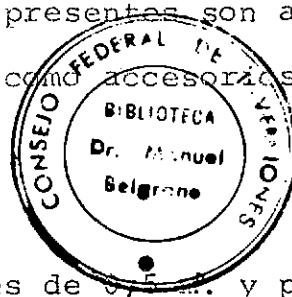
Fue uno de los primeros yacimientos visitados por ser muy conocido y fácilmente accesible. Se encuentra a unos 5 km de la localidad de Ancasti hacia el sur, por una huella minera en regular estado pero transitable.

El cuerpo pegmatítico en posición sub-vertical, tiene un rumbo aproximado N 18°O se reconocen -- tres afloramientos vinculados entre sí. El afloramiento norte tiene una corrida de unos 180 metros y una potencia de cinco metros, el afloramiento central se ex-tiende sobre 160 metros con un ancho de 4 metros y el - afloramiento sur presenta 180 metros de longitud y una - potencia de 6 metros.

En los tres afloramientos se observa la misma distribución de componentes, la que examinada a través de algunos laboreos existentes, puede resumirse como sigue:

Zona marginal: de muy escasa potencia (no más de un centímetros), está constituida por cuarzo, plagioclasa turmalina apatita y muscovita, en textura de grano fino.

Zona externa: de potencia reducida, pero llega a veces hasta 0,8 metros, los minerales presentes son albita, - cuarzo, muscovita y microclino; como accesorios apatita y berilo.



Zona interna: el espesor medio es de 0,5 m. y pasa en transición hacia el núcleo, la diferencia con la zona anterior es la aparición del espodumeno que aumenta hacia el centro, la textura es fina a mediana.

Núcleo: es la parte más voluminosa del cuerpo de la pegmatita, tiene una potencia media de 4 metros, la textura es de grano mediano a grueso y los minerales son microclino, cuarzo, albita, espodumeno y muscovita (escasa), los prismas de espodumeno llegan hasta 0,5 m. y se presentan algo alterados.

Se ha estimado que en el núcleo puede haber hasta un 30 por ciento de espodumeno, por lo que dado el volumen del cuerpo se trataría de un yacimiento de cierto interés, dado que existe además una huella y campamento rudimentario.

. Pegmatita Reflejos del Mar.

Este yacimiento es uno de los mayores depósitos de litio de la región de Ancastí. Se han extraído de esta pegmatita más de 1.000 toneladas de espodumeno con una ley de aproximadamente 6 por ciento de  $\text{Li}_2\text{O}$  y aunque actualmente se han abandonado dichos trabajos los importantes laboreos realizados permiten una observación más o menos detallada de su forma, estructura y composición.

El cuerpo se ubica en el camino que une la ciudad de Catamarca con la localidad de Frías, pasando por Vilismán a 37 kilómetros al SSO de la localidad de El Alto.

Las rocas que contienen a la pegmatita son metamorfitas del Basamento Cristalino de la Sierra de -- Ancastí, en este caso micacitas de grano fino, en parte gneissicas, de rumbo N-S y  $70^\circ$  de inclinación hasta -- subvertical. La coloración es gris verdosa, con marcada foliación y típica estructura "lit par lit".

El contacto con la pegmatita es , en general, neto, salvo donde hay algo de metasomatismo en la roca de caja.

La pegmatita en sí es un cuerpo típicamente granítico, de hábito lenticular, con zonación bien -- marcada. Está expuesto a lo largo de 115 metros aproximadamente merced al laboreo existente. Su espesor máximo es de 4 metros; su arrumbamiento general es N  $5^\circ$  E, inclinando entre  $70^\circ$  E y la vertical. Como es común en estas formaciones, hay variaciones locales del rumbo y diferencias en ambos flancos.

En cuanto a la estructura del cuerpo puede indicarse que las cuatro zonas típicas de las pegmatitas --

tas: marginal o de borde, externa, interna o intermedia y núcleo, aparecen perfectamente diferenciadas, aunque las dos primeras se presentan en forma discontinua. El tamaño del grano aumenta hacia el interior del cuerpo.

Zonas de borde o marginal: es de muy escasa potencia, - no supera los 3 centímetros. Está compuesta por cuarzo, plagioclasa, muscovita y microclino, y como accesorios, turmalina, zircón, apatita y topacio; a veces esta zona está ausente y este fenómeno coincide con una intensa - turmalinización de la roca de caja.

Zona externa: tiene un espesor general de unos 20 cm. - aunque en algunos sitios se adelgaza hasta 3 cm. y en - otros se ensancha hasta 60 cm. Está constituida por -- muscovita, cuarzo y plagioclasa; cristales de microcli - no aparecen en el contacto con la zona de borde. Como accesorios se encuentran turmalina, zircón, rutilo y si - llimanita. En esta zona es donde abunda la mica.

Zona interna o intermedia: esta muy bien desarrollada, - su potencia oscila entre 1,20 y 2 metros; es la más im-



portante desde el punto de vista minero y esta compuesta por espodumeno, albita cleavelandita, cuarzo, rutilo, apatita, muscovita, litiofilita; el microclino presente está formando antipertitas. Los cristales de espodumeno miden entre 20 y 90 centímetros de largo y presentan un diámetro de entre 6 y 20 centímetros, en general no están alterados y aparecen con sus ejes mayores perpendiculares al contacto, pasando hacia el interior del -- cuerpo, a una posición subvertical. Los cristales adoptan en ocasiones un llamativo hábito cuneiforme (debido sin duda a las condiciones del crecimiento) siendo el -- sector de mayor desarrollo el interno, para ir acunándose hacia la zona de contacto con la zona externa. Su -- coloración es variable, predominando el blanco grisáceo hacia la parte externa de la zona y pasando a color ver de hacia la zona central.

La pagioclasa (cleavelandita) forma agregados radiales y el cuarzo rellena los espacios intest -- ciales.

Zona central o núcleo: esta compuesta por cuarzo, espodumeno y, en menor proporción por cleavelandita y silli-

manita. No es continua, ya que el cuarzo, en grandes masas, a veces ocupa esta posición, lo que determina una distribución en rosario.

. Pegmatita Ipizca I.

Este cuerpo se encuentra ubicado en las inmediaciones de la localidad de Ipizca, departamento de Ancasti, distando de ella unos dos kilómetros en dirección gso, se accede a la mina por caminos vecinales y huella minera en buen estado.

La pegmatita está emplazada en micacitas de color gris oscuro con rumbo general N 10° O y con buzamiento promedio de 70° al este.

Es un cuerpo tabular de composición granítica, cuyo afloramiento se presenta como un relieve positivo (crestón) y puede observarse a lo largo de aproximadamente 700 metros con una potencia media de 6 metros y tendencia al aumento de ésta hacia niveles más

profundos. El rumbo general es N 8° O y presenta buzamiento subvertical.

El laboreo es muy escaso y no esta expuesta la sección completa en ningún lugar por lo que la descripción que sigue se ha realizado en base a interpolación.

Zona marginal: menor de 4 cm. de grano fino, constituida por plagioclasa, cuarzo y muscovita; como accesorios se observan apatita y berilo.

Zona externa: registra una potencia considerable (75 centímetros), textura de grano fino, aunque algunos cristales alcanzan los 4 centímetros. Los minerales de esta zona son plagioclasa, cuarzo, microclino y muscovita; como accesorios se encuentran apatita y berilo.

Zona interna: el desarrollo es similar a la anterior y la textura granosa mediana. Los minerales son microclino perfitico, cuarzo lechoso, albita, muscovita y, como accesorios, litiofilita, berilo y apatita. Se destaca

en esta zona la aparición del espodumeno en una proporción cercana al 7 por ciento.

Núcleo: es la zona más desarrollada, sobrepasando los tres metros de potencia en los lugares observados, la textura es más gruesa alcanzando a medir algunos cristales 50 centímetros (espodumeno). Los minerales presentes son además del mencionado que se presenta de color blanco grisáceo con tonalidades verdosas, microclino -- gris parduzco claro que predomina, cuarzo, litiofilita y muscovita.

Esta pegmatita ha sido explotada al pir -- quén muy superficialmente y sobre todo por berilo, el cual se ubica en las zonas de menor desarrollo, por lo tanto, las labores no permiten formarse una opinión firme sobre la importancia de su contenido mineral.

. Pegmatita Ipizca II.

Este yacimiento se encuentra a unos 12 kilómetros al oeste de la localidad de Ancasti a unos --

400 metros de la ruta provincial que une la localidad -  
de Ancastí con la de Anquicila.

El cuerpo pegmatítico se encuentra alojado  
en un esquisto micáceo, en forma concordante sus contac-  
tos son netos, salvo en el flanco oeste de la parte nor  
te, donde es un poco difuso constituyendo una franja de  
0,9 m. que se presenta bandeada en transición a la roca  
de caja.

Debe señalarse que en el área en que se --  
ubica esta pegmatita aparecen otros cuerpos sobre un to  
tal de 2 kilómetros cuadrados, todos con rumbo general  
norte-sur y separados entre sí por distancias del orden  
de 80-100 metros. Forman relieves positivos (crestones)  
por su mayor resistencia a la erosión e Ipizca II es la  
única que registra labores y en la que se ha encontrado  
espodumeno. Tiene una longitud de aproximadamente 120 -  
metros y una potencia media de 8 metros, siendo bastan-  
te mayor en su parte central, por lo que su forma tabu-  
lar acusa cierta tendencia lenticular. El rumbo aprox  
mado es N 70° O con un buzamiento de 45° al este. Los

esquistos micáceos gris oscuro de la roca de caja tienen rumbo general N 10° O con inclinación de 40° al este.

Como puede observarse en las labores practicadas para la extracción de espodumeno y que afectan todo el ancho del cuerpo pueden distinguirse en el las mismas zonas que en el resto de las pegmatitas descritas y que tienen la siguiente estructura y mineralogía:

Zona marginal: no sobrepasa, en general, los 3 cm. de potencia, la textura es granuda fina y los minerales son: plagioclasa, cuarzo y mica, como accesorios se presentan apatita, berilo y turmalina (esta última muy abundante en la roca de caja cerca del contacto.

Zona externa: se presenta bien definida y con potencias entre 0,8 y 2 metros, la textura es de grano mediano y hasta gruesa en el sector norte donde abunda la mica.- Los minerales presentes son cuarzo, mica y plagioclasa; como accesorios aparecen apatita, berilo y turmalina.

Zona interna: presenta una potencia media de 0,8 metros, hacia la zona externa el contacto es neto y más difuso hacia el núcleo. La textura es granuda mediana y los minerales son: cuarzo, microclino, muscovita, espodumeno y plagioclasa; como accesorios: ambligonita, berilo, litiofilita y óxidos de manganeso y hierro. El espodumeno se presenta en prismas de no más de 6 cm.

Núcleo: es la zona con mayor desarrollo, alcanzando una potencia de 3 metros, la textura es granuda gruesa a -- muy gruesa y presenta los siguientes minerales: microclino, cuarzo, espodumeno y, como accesorios, litiofilita, mica, ambligonita y óxidos de hierro y manganeso. El espodumeno aparece en cristales prismáticos de hasta 0,9 m. en parte alterado y de color blanco parduzco; esta presencia de espodumeno en el núcleo ha determinado que las labores afecten mayormente a esta zona.

- ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE LA ZONA DE EL ALTO-  
ANCASTI.

Esta zona aparece con una historia de -- producción de berilio y litio, actualmente paralizada y una pequeña producción de fluorita que acusa cierta continuidad y que se encuentra activa, aunque en pequeña - escala.

La diferencia entre los fuertes altiba - jos de los yacimientos pegmatíticos (berilio y litio) y la relativa continuidad de la produccón de fluorita, no se debe a la calidad de los yacimientos sino al mercado. En efecto, mientras que el berilio y litio son casi ex - clusivamente de exportación, en el caso de la fluorita hay un mercado nacional y hasta local, por lo tanto, -- los yacimientos de fluorita que son pequeños y de muy - baja ley, encuentran un mercado local para fluorita de grado metalúrgico y esto les permite mantener cierta -- actividad, por lo que este sector presenta característi - cas definidas que lo hacen salir un poco del marco de - referencia propuesto para este estudio. En efecto, las



condiciones de la fluorita en esta zona son bien conocidas y sus posibilidades han sido aprovechadas íntegramente por los productores, en las condiciones del mercado nacional y local.

Diverso completamente resulta el caso de las pegmatitas productoras de berilio y litio, para las cuales se trata de prever anticiparse a la posibilidad de un incremento de la demanda mundial de esos materiales y proponer la elaboración de algunos estudios que permitan encarar ese auge con el aprovechamiento máximo de las posibilidades de los yacimientos.

La exploración es siempre aconsejable, aunque en el caso de las pegmatitas es conveniente limitar los costos pues los resultados son muchas veces impredecibles.

La zona que tratamos presenta buenas características como distrito pegmatítico para la producción de berilio y litio en el caso de incrementarse la demanda de esos productos, pero la dispersión de los ya-

cimientos y su tamaño de mediano a pequeño, no permiten definir un área para concentrar el mejoramiento de la infraestructura.

De todos modos la infraestructura existente en la zona es suficiente para permitir la explotación de este tipo de yacimientos, a lo sumo deberían construirse algunas cortas huellas mineras en caso de necesidad ante una explotación con mercado cierto y una estimación de volumen. Un modo de abaratar estas huellas es combinar su utilización con los demás productores agrícola, ganaderos, y prorratar, aunque sea idealmente, su amortización para justificarla.

La explotación de estos yacimientos difícilmente pueda mejorarse en el caso de los de litio, porque al estar el mineral dispuesto en las zonas predominantes a lo ancho del yacimiento, las labores difícilmente se "ahoguen", como ocurre con el caso del berilo, o sea que siempre los yacimientos están prácticamente preparados para la producción.

En el caso del berilio, es diferente, por que al estar limitado el mineral a zonas estrechas del perfil, sucede que la explotación cierra las labores ya que se evita trabajar en "estéril", además este tipo de explotación impide la evaluación y a veces puede resultar en el abandono temporario o definitivo de buenos ya cimientos por considerarlos, erróneamente, agotados.

Para resolver este problema se sugiere es tudiar la posibilidad de combinar la explotación de berilo con cuarzo, para el cual se podría conseguir un -- mercado local (Córdoba) y tal vez en algún yacimiento -- pagaría los costos de explotación y exploración permi -- tiendo extraer fácilmente todo el berilo. Esto resulta posible porque la irregularidad en la mineralización en las pegmatitas lo es para los minerales accesorios, no así el cuarzo y el feldespato. Esta posibilidad podría ser motivo de un pequeño proyecto de exploración en peg matitas berilíferas que contengan cuarzo comercializa -- ble.

### 3 - ÁREA FIAMBALÁ-ZAPATA.

Las sierras que alojan la zona mineralizada cuyos yacimientos se describen, son las de Fiambalá y la de Zapata que pertenecen al grupo de las Sierras Pampeanas Noroccidentales.

Estas sierras están formadas por bloques limitados por fallas inversas y constituidas en su mayor parte por el basamento cristalino. Este está integrado por una serie de metamorfitas originadas a partir de sedimentos pelíticos y que de acuerdo con sus caracteres texturales se reconocen en tres tipos que son, en orden de abundancia: filitas cuarzosas bandeadas, filitas cuarzosas, micacitas y cuarcitas biotíticas, también comprenden esquistos cuarzo sericíticos, a veces con intercalaciones de anfibolitas. Las rocas calcáreas son muy escasas.

El otro elemento fundamental del basamento son las intrusiones de las cuales las más importantes son el granito gnéissico de La Puntilla que forma -

la parte suroeste de la sierra de Fiambalá y el Batolito de San Salvador y stocks subsidiarios (granitos postectónicos) que forma las sierras de El Fraile, Las Lajas, Fiambalá (parte noreste). Los Colorados, Zapata y Belén. El plutón de Los Ratones pertenecería a este conjunto.

En cuanto a la estructura, además de las grandes fallas inversas de alto ángulo que dominan la arquitectura de la región con orientación mediana, existen otras fracturas con rumbos que van desde N 10-80° oeste a N 10-80° este que tienen importancia por aljar la mineralización en algunos yacimientos.

Otro rasgo estructural importante desde el punto de vista minero son las diaclasas de las cuales existen dos sistemas principales denominados ( $d_1$  y  $d_2$ ) con rumbos meridional y ecuatorial respectivamente, que acusan altos buzamientos y son hasta verticales, y podrían considerarse diaclasas de extensión. Otros dos sistemas ( $d_3$  y  $d_4$ ) presentan un desarrollo limitado, tienen rumbos 40°E y 20°O respectivamente, pueden consi

derarse como de "stress" y presentan mineralización en algunos sectores.

Existe un quinto sistema que no presenta mineralización en absoluto, tiene rumbo meridiano y alto ángulo (casi vertical) y puede considerarse como originado en la expansión por alivio de la carga.

Se mencionan con algún detalle las dia-clases por estar relacionadas con cierta mineralización y por ser necesario aludir a ellas en la descripción de algunos yacimientos.

En la sierra de Fiambalá se presentan asociadas a rocas graníticas una serie de mineralizaciones hipogénicas de estaño y tungsteno, con una participación menor de depósitos de plomo y zinc.

Genéticamente los yacimientos de estaño y wolframio pertenecen al estadio neumatolítico-hipotermal. En ellos simultáneamente con los procesos hidrotermales jugó un papel considerable la neumatólisis, --

siendo evidencia de ello la presencia de minerales como topacio y fluorita, y por el carácter de las alteraciones que afectan al granito y circundan a las vetas, las cuales se revelan en un amplio desarrollo de "greisen", sin embargo, el factor primordial en la formación de -- los yacimientos ha sido el relleno de las vetas y no el reemplazo.

En el concierto mundial los depósitos neumatolítico-hipotermales tienen una importancia enorme. Ocupan el primer lugar por las reservas y por la extracción de wolframio, y tienen un desarrollo preponderante en las principales regiones estanníferas (Península Malaya, Transbaikal, Erzgebirge, Cornwall y otros).

La presencia de mineralización de estaño en la sierra de Fiambalá es conocida desde hace más de cuarenta años. En 1927 se comenzó a explotar y en 1930 se instaló la primera planta de concentración para beneficiar los minerales en el lugar denominado "La Aguadita" aprovechando la vertiente termal de "Los Baños", -- ubicada a 1 kilómetro más arriba.

La producción decayó al descubrirse los yacimientos de la zona de Pirquitas y Las Pircas en la Provincia de Jujuy.

La explotación de minerales de tungsteno en el área, comienza en 1935, como consecuencia de su creciente demanda. La máxima producción se alcanza en 1939, principalmente a través de los trabajos realizados en las minas "Los Viejos" y "Los Arboles" (hoy "Buena Suerte").

En el período 1947-1948, se hizo un intento vano de explotación y tratamiento por flotación del mineral de la mina de plomo y zinc "Los Ratones", que fracasó debido, principalmente a la baja ley y escaso volumen del yacimiento.

En la actualidad la actividad minera del área se reduce a un intento de aprovechar las escombreras de la mina "Buena Suerte", para lo cual se ha instalado una planta rudimentaria, y a reducidas extracciones de mineral de estaño que se realizan en la mina --- "San Jorge".



El distrito visitado se ubica en la falda occidental de la sierra de Fiambalá, limitado por la quebrada de "Los Ratones" en el norte y por la de Los Arboles en el sur, ocupando un área de más de 25 kilómetros cuadrados. Se lo denomina también distrito del Alto Grande, aludiendo al cerro que domina el sector y -- que se encuentra entre las mencionadas quebradas.

La sierra de Fiambalá se desprende del borde austral de la Puna al sur de la Laguna Helada, -- llegando hacia el sur hasta cerca de Tinogasta, siendo acompañada en parte por el cordón de las sierras de Las Lajas - El Fraile - Soconte y de Zapata.

Al poniente de la sierra, entre ésta y -- las serranías ubicadas al pie de la sierra de Narváez, -- se encuentra el amplio valle de Fiambalá. Este es recorrido por el río Abaucan, el cual mantiene un lecho más o menos profundo invadido por la arena que se acumula -- como médanos; forma una pequeña vaguada que se insume -- en los arenales, y que lleva agua sólo durante las crecientes. Frente a La Ramadita se le une en su margen --

derecha el río Guanchín cuyas aguas aprovechadas a través de un pequeño embalse han servido de asiento al pueblo de Fiambalá.

La zona de los yacimientos dista unos 13 km. hacia el este de Fiambalá; este pequeño asentamiento humano (centro urbano) se halla dedicado fundamentalmente al cultivo de la vid, y se une a Tinogasta a través de un camino pavimentado de 50 km. (ruta nacional - N° 60). Desde Fiambalá se llega a los yacimientos por un camino pavimentado que conduce al pasaje denominado - Los Baños, el cual se recorre hasta la desembocadura de la quebrada Los Arboles en unos 10 km. Desde allí se continúa la citada quebrada siguiendo una huella minera, hasta el campamento de la mina "Buena Suerte", por unos 3 km. Esta huella, construida por la Dirección Provincial de Minería está siendo prolongada y mejorada para que sea de tránsito permanente.

A la quebrada de Los Arboles convergen - numerosos caminos de herradura que conducen a las diferentes minas y unen a éstas entre sí. Los mismos datan

de la época en que hubo mayor actividad minera en el --  
área. Se trata en general de sendas angostas, que se --  
hallan en la actualidad parcialmente destruídas, resul-  
tando difícil y en partes imposible su tránsito.

El clima es árido y muy seco, en espe --  
cial durante el invierno. Las esporádicas lluvias se --  
producen durante los meses de enero y febrero; las lade --  
ras orientales de la sierra son más húmedas, como conse --  
cuencia de los vientos predominantes. En el valle de --  
Fiambalá el clima es desértico, se halla sometido al --  
viento "zonda" durante la primavera y principios del ve --  
rano, y se caracteriza por la presencia de médanos y --  
una vegetación rala y (muerta) xerófila.

Los recursos naturales en el área son --  
muy escasos. Se dispone de agua en la quebrada de Los --  
Ratones a unos 5,5 km. de su boca y a 2,5 km. de la mi-  
na homónima; y en la quebrada de Los Arboles a unos ---  
1000 metros hacia sus nacientes, desde la unión de ésta  
con la de La Botija. Se trata de ojos de agua donde se  
abren pequeños pozos que se borran luego de cada cre --

ciente. Su caudal es muy reducido y su recuperación es lenta.

El agua, indispensable para la concentración de los minerales de estaño y de wolframio, se obtiene de la vertiente termal de Los Baños. El caudal de esta vertiente se estima en 0,8 a 1 m<sup>3</sup>/mín.; corre por un canal de unos 600 m, hasta donde se ha efectuado un pequeño endicamiento, conduciéndose desde allí 400 m. - por cañerías hasta el asiento de la antigua administración y planta de concentración. El caudal recuperado es de alrededor de 200 l/min. La distancia desde este lugar hasta el campamento de la mina "Buena Suerte" es de 7 km.

El pasto falta por completo en la parte occidental de la sierra, en las partes altas del cordón se puede encontrar algo de "pasto puna", "apiyuyo" y -- "arca", que han dado lugar al asiento de dos puestos dedicados a la cría de caprinos. La leña es muy escasa, especialmente en las partes altas de la sierra; en las quebradas principales se pueden encontrar algunos algarrobos y "chilca".

### 3.1. GENERALIDADES SOBRE LOS YACIMIENTOS.

En la zona existen 46 denuncios mineros, siendo las mineralizaciones en orden de importancia de estaño, wolframio y de plomo y zinc. Se trata de mineralizaciones hipogénicas, que involucran al granito normal, granito porfiroide y metamorfitas.

Tomando en cuenta el número de denuncios, la mayoría de estos corresponden a mineral de estaño, y se hallan preferentemente alojadas en el cuerpo de granito normal.

Los denuncios registrados hasta el año - 1979 se presentan encajados en los siguientes tipos rocosos:

#### a) Granito normal

<u>MINAS</u>	<u>MINERAL</u>
. Santa Inés	estaño
. San César	estaño
. Nueve de Julio	estaño

BIANSA S. A.  
CONSULTORES

MINAS	MINERAL
. La Nueva	estaño
. San Ramón	estaño
. San Antonio	estaño
. La Argentina	estaño
. Catamarca	estaño
. La Cuesta	estaño
. América	estaño
. San Ricardo	estaño
. San Teodoro	estaño
. Dolores	estaño
. Morro Bayo	estaño
. San Francisco	estaño
. San Agustín	estaño
. San Marcos	estaño
. San Alfredo	estaño
. San Eduardo	estaño
. El Alto	estaño
. República	estaño
. San Alberto	estaño
. Santa Adela	estaño
. Bienvenida	estaño
. San Jorge	estaño

MINAS	MINERAL
. Fiambalá	estaño
. Los Viejos	wolframio
. Ofelia	wolframio y estaño
. San Marcelino	wolframio y estaño
. Venganza (La Campana)	wolframio y estaño
. San Emilio (Las Pircas)	wolframio y estaño
. San Carlos	wolframio y estaño
. Buena Esperanza	estaño y plomo
. Santa Bárbara	estaño y plomo
. La Rica	estaño y plomo

b) Granito porfiroide.

. Buena suerte	wolframio
. San Emilio (en parte)	wolframio y estaño
. Kilómetro Siete	wolframio
. El Cóndor (en parte)	wolframio

c) Metamorfitas.

. San Pedro	estaño
. San Felipe (Hernán Cortés)	estaño

MINAS	MINERAL
. San José	estaño
. Santa Emma	wolframio
. San Adolfo	wolframio
. El Cóndor (en parte)	wolframio
. Los Ratones	plomo y zinc
. El León	plomo y zinc

Los depósitos de estaño y de wolframio pertenecen a un mismo tipo de formación, los que difieren por sus condiciones de depositación con los de plomo y zinc, indudablemente de menor temperatura.

Se pueden encontrar casiterita y wolframita juntas dentro de los depósitos de alta temperatura. En la mina Los Viejos se presentan cristales del mineral de estaño en una guía de "greisen" que corre paralela a la veta cuarzosa portadora de wolframio. En las minas San Alfredo, San Marcelino y Ofelia se hallan casiterita y wolframita asociadas dentro de las vetas de cuarzo.



En la mina Buena Esperanza, se ha podido observar en el material de cancha pequeños "puntos" de galena en cuarzo, procedente de la vena portadora a su vez de casiterita. Aunque en este caso podría tratarse de una generación tardía de cuarzo con galena. En la mina Santa Bárbara existen casiterita y galena, pero en vetas separadas.

Caracteriza a la casi totalidad de los depósitos de casiterita y wolframita, su rumbo general norte-sur con desviaciones de 20 a 30° hacia el este o el oeste y una inclinación variable siendo preferentemente subverticales. Las zonas mineralizadas en rocas graníticas se ubican en zonas de debilidad (fundamentalmente diaclasas) las que posibilitaron el ascenso de los fluidos responsables de la alteración (especialmente greisenización) y de la depositación del estaño y del wolframio.

Según la distribución de los juegos de diaclasas y su relación con la mineralización, llama la atención la falta de esta en el sistema  $d_2$ , las que si-

se consideran, como se ha sugerido, diaclasas de extensión, configuraría, con el sistema  $d_1$ , los canales más conspicuos; y la presencia de "greisen" en las  $d_3$  y  $d_4$  que por su origen (de stress) se trataría de las más apretadas.

Se han observado fajas de "greisen" que encajan en pequeñas fallas, como en la mina Piambalá, donde sigue una zona de trituración de la roca granítica, que se interna luego en la cobertura metamórfica. En las minas San Alfredo y Los Viejos se ha observado una tectónica premineral como control decisivo en la marcación de las zonas de greisenización y depositación mineral, determinando canales amplios y de apreciable longitud en algunos casos, que dieron acceso a las soluciones.

La importancia de las diaclasas como control de la mineralización ha sido puesto en evidencia también para otras áreas de Catamarca.

La estructura de la mineralización de la mina Los Viejos es similar a la de los depósitos de

Zinnwald (Checoslovaquia). En efecto, aquí se presen  
ta en forma bandeada simétricamente; el "greisen" marca  
las salbandas de las vetas de cuarzo con fluorita y wolfr  
framita. Además, en el contacto veta - "greisen" se in  
tercalan apretados paquetes de una mica color verde, --  
que, como láminas de 1-2 cm. se disponen perpendicular-  
mente a la veta.

Otras veces, como ocurre en la mina San -  
Alfredo, se observan dos fajas de "greisen", cuyo ancho  
varía entre 8 y 40 cm. Estas alojan generalmente a las  
vetas de cuarzo con casiterita, que en ciertas partes -  
se bifurcan. La posición de dichas vetas en la faja --  
del "greisen" es central, aunque se las localiza tam --  
bién en el contacto "greisen"-granito y aún dentro de -  
este último.

### 3.2. YACIMIENTOS DE ESTAÑO.

En la región conocida de la sierra de --  
Fiambalá, este elemento se presenta exclusivamente bajo  
la forma de casiterita. El óxido de estaño se presen-  
ta conformando concentraciones y diseminaciones en dis-  
tintos tipos de asociaciones, tales como:

#### . En masas feldespáticas:

Este tipo de manifestación constituiría -  
el primer indicio de las mineralizaciones estanníferas,  
cuya mayor concentración tuvo lugar durante el proceso -  
neumatolítico e hidrotermal. Esta asociación se obser-  
va en un depósito ubicado al este de la mina San Alfre-  
do donde existe casiterita con feldespato potásico per-  
títico, plagioclasa, cuarzo y mica cloritizada. La ca-  
siterita forma cristales pequeños, a veces maclados y -  
con estructura zonal, ocupa intersticios, rellena fisu-  
ras en plagioclasas y hasta las engloba.

Al oeste del yacimiento mencionado tam -  
bién se observa un reventón de 1 m<sup>2</sup> donde el feldespato

(ortosa) está acompañado por abundante biotita y pequeños granos de casiterita; encaja en el granito normal, de color rosado y textura granuda hipiomorfa, que predomina en el área, del cual resalta notablemente por presentar una textura de aspecto pegmatítico.

El contacto granito-roca pegmatítica es bastante difuso y casi transicional y resulta difícil determinar su posición estructural. Estos cuerpos en otros sectores vienen acompañando el "greisen", y sus contactos parecerían indicar un origen posterior al de esta roca.

La casiterita se ha observado formando pequeños nidos o asociaciones de granos implantados en la masa feldespática en cristales idiomorfos de hasta 5 mm; son individuos bipiramidales, combinados con prismas cortos, de color negro.

Este tipo de mineralización, debido a la escasez de sus afloramientos, y a las reducidas dimensiones de los mismos, presenta escaso interés económico.

Mineralización de estaño en "greisen".

Los "greisen" son importantes en la sierra de Fiambalá como indicio de una mineralización, llegándose a constituir, muy pocas veces, en mena estannífera. Se trata de rocas de textura hipidiomorfa bastante gruesa - que, como cuerpos tabulares, se encuentran encajados en - los granitos; resaltan generalmente dentro de la masa intrusiva por sus colores más oscuros (por la abundancia de biotita) por la presencia de óxido de hierro y, a veces, por su textura más gruesa. Aunque desde el punto de vista minero no se diferencian de una veta, conviene denominarlos fajas de greisen, para indicar su origen. En efecto, estos cuerpos no representan un relleno de fisura, como lo son generalmente las vetas, sino que fueron originados por un proceso de metamorfismo del granito.

En este distrito las fajas de "greisen" son muy abundantes; afloran en determinadas zonas y en ellas se presentan muy cerca de otras. La zona más importante se encontraría en el área de las minas San Alfredo y Los Viejos y de allí hacia el sudoeste, hacia el contac

to con un granito porfiroide. Otra zona podría señalarse hacia el sector sudeste del distrito, donde se ubican las minas Ofelia, La Argentina, Nueve de Julio, San Antonio y otras.

En algunos casos las diferentes fajas se unen con sus vecinas, aunque nunca llegan a constituir masas de gran volumen. El ancho de cada faja suele presentar irregularidades, oscilando, por lo general, entre pocos centímetros y algunos decímetros, pudiendo llegar a espesores de hasta un metro. Por lo general, no superan los 100 metros de longitud aunque existen cuerpos que registran longitudes de varios centenares de metros en los Viejos. En cuanto al desarrollo vertical, no existen en el distrito laboreos que permitan dar una idea de la profundidad que alcanzan. Sin embargo, se han observado "greisen" aflorantes a cotas que difieren entre sí en más de 400 metros.

La mineralización de este tipo rocoso es escasa e irregular; no alcanza a constituirse en importante desde el punto de vista económico, debido a sus

bajos contenidos en estaño. La casiterita en el "greisen" de la mina San Alfredo se presenta como cristales prismáticos cortos combinados con bipirámide, de color pardo claro y en partes, pardo amarillento. En algunos individuos suelen observarse variaciones de color entre su parte central pardo amarillento y los bordes pardo oscuro; su tamaño varía entre 0,1 y 0,2 mm y son frecuentes las maclas de dos individuos.

En la mina San Jorge la casiterita se hace más abundante dentro de fajas de "greisen" que adquieren espesores de hasta cuatro metros. Su distribución es irregular y hasta errática, formando "guías", que en parte se unen dando lugar a "bolsones". A veces el límite de la zona de greisenización, que aquí se caracteriza además por una abundante caolinización y sericitización se ve marcado por una mayor concentración de óxido de estaño. Acompaña a la casiterita de este yacimiento cierta proporción de magnetita finamente asociada.



Mineralización de estaño en guías de cuarzo.

Es en este tipo donde se presentan las mayores concentraciones de casiterita. En ellas, el citado mineral puede aparecer asociado a pequeñas cantidades de wolframita (mina San Alfredo). Se aloja de manera general dentro de las fajas de "greisen", correspondiendo al relleno de fracturas reactivadas con posterioridad a la formación de esta roca.

Las guías tienen espesores que varían entre pocos centímetros y hasta 35; el cuarzo se presenta como grandes cristales de color blanco, en partes muy transparentes. A veces en la porción central de las vetas forma drusas de individuos bipiramidales que tapizan espacios vacíos de la etapa de relleno, como se ha observado en las minas San Jorge, Fiambalá y Buena Esperanza.

La casiterita forma "ojos" o "bolsillos" - desiguales, de distribución irregular y suele estar acompañada por pirita o calcopirita en cantidades pequeñas. En la mina San Jorge muestra una marcada tendencia a localizarse

lizarse hacia las paredes de la guía de cuarzo, permaneciendo la parte central completamente estéril.

Mineralización de estaño como impregnaciones y vetas en los esquistos cristalinos.

En las minas de estaño de la quebrada de Los Ratones (San Pedro, San José, San Felipe, Hernán Cortés) la casiterita se presenta en vetas e impregnando o reemplazando a cuarcitas algo esquistosas de la región; estas acusan tonalidades gris claras, pero en las zonas mineralizadas tienen un color amarillo rojizo, por efecto de la alteración limonítica. Se trata de un sistema de vetas concordantes con la estructura de los esquistos y de rumbo general NNO-SSE.

Las rocas de caja de las vetas observan textura granoblástica, donde el cuarzo de grano fino constituye un mosaico al que se asocia escaso microlino y biotita, ambos minerales muy sericitizados; estas partes alternan con otras de textura lepidoblástica debido

a la mayor abundancia de biotita sericitizada. Toda la roca registra una intensa alteración hidrotermal que interesa fundamentalmente a la biotita y al feldespato, afectando también en parte al cuarzo. La casiterita, como cristales pequeños se halla asociada a la sericita, y al topacio. Además, se registra habitualmente pirita, superficialmente limonitizada.

En las vetas la casiterita se presenta como cristales de regular tamaño y color oscuro; en parte llega a formar "ojos" bastante ricos.

Una asociación poco común es la que presenta la mina Hernán Cortés, donde en una veta intercalada en esquistos, la casiterita, en cristales de 1-2 centímetros, se implanta en ganga de calcita y cuarzo.

Descripción de algunos yacimientos de estaño.

Tratándose de una zona amplia y con numerosas manifestaciones resultaría muy laborioso y poco provechoso intentar una descripción de todos los yacimientos. Se ha preferido seleccionar aquellas minas que presentan labores dignas de consideración, para mejor apreciar los caracteres de la mineralización. Salvo algunas de ellas, las restantes poseen escasas y cortas labores de reconocimiento, que en su mayoría han sido efectuadas hace más de treinta años.

Varias empresas mineras han intentado la explotación de estas minas, pero muchas han fracasado, y pocos son los que lograron éxito o aún la recuperación del capital invertido.

El estado del laboreo es, en general, malo, máxime en aquellos sectores donde había mineralización económica, debido fundamentalmente al "pirquinero", que con trabajos desordenados ha extraído al máximo las porciones más ricas de las vetas.

La actividad del distrito alcanzó su mayor intensidad en el lapso de los años 1937-40 con cifras del orden de las seis toneladas por año de concentrados, mineral que provenía en su mayor parte de la mina San Alfredo, declinando luego a valores menores que, en general, no han sido registrados por el organismo oficial de estadística minera, producto de explotaciones "no formales" de diferentes minas.

En la actualidad este panorama persiste. El método de explotación fue y es el denominado "al pirquén" en el cual el obrero ("pirquinero") extrae el mineral por su cuenta, entregando los concentrados a un precio pre establecido al propietario de la mina. Este método atenta contra el racional aprovechamiento de las minas y su seguridad; son innumerables las labores a cielo abierto y subterráneas que en la actualidad no pueden estudiarse por estar aterradas.

Han conspirado contra el desarrollo de una mejor minería en el distrito, factores inherentes a los depósitos en sí, tales como las escasas reservas de

los mismos tomados individualmente, y la irregularidad de las leyes aún dentro de una misma veta (vetas bolsoneiras), la falta de una dirección técnica y estudio geológico-minero previos y durante la realización de los trabajos; la topografía extremadamente abrupta que imposibilita económicamente la construcción de caminos de acceso carreteros, todo el transporte debe realizarse a lomo de mulas en una zona donde no hay pasto ni agua, ni leña, elementos que deben traerse desde Fiambalá.

Los factores señalados gravitan negativamente sobre los costos de explotación. De tal modo la "ley crítica", que empíricamente han tomado los mineros, como base para obtener un jornal mínimo, es relativamente alta, debiéndose abandonar aquellas partes más pobres de los yacimientos, que contienen mineral recuperable sólo con una planta de concentración.

Mina San Alfredo: es la más explotada de todas las minas de casiterita de la región, reconocida con labores en una extensión de unos 250 metros; posee una guía mineralizada, dentro de la faja de greisen, de

diez centímetros con ley en estaño variable. El laboreo existente, de alrededor de 750 metros, consiste en trabajos a cielo abierto a lo largo del afloramiento y de diez galerías principales algunas comunicadas con pilares y chimeneas.

La veta de rumbo general N 20-30° O con inclinación 40-65° E, encaja en granito rosado de grano mediano. El ancho de la faja de "greisen" varía entre 0,3-1 m, considerando las intercalaciones de granito no alterado. En el límite del "greisen" con el granito, o bien en aquella roca, se presentan guías de cuarzo portadoras de casiterita.

Entre los minerales acompañantes de la casiterita figuran: escasa wolframita, en cristales chicos; fluorita violácea y clara, hematita terrosa asociada a ciertas concentraciones de casiterita y escasa pirita y calcopirita como minerales más jóvenes que la casiterita y wolframita. Entre los minerales secundarios se pueden citar: limonita, crisocola, malaquita y caolín, - este último procedente de la alteración de los feldespatos.

En los niveles inferiores se han observado diques efusivos posteriores a la mineralización. Las fracturas postminerales son cortas y de poco rechazo.

Se ha estimado una ley media de 0,66 por ciento de estaño sobre una potencia de 25 cm; los valores más altos llegan a 2,5 por ciento y los menores a 0,08 y 0,1 por ciento de estaño.

Mina Santa Adela: en el área de esta mina afloran varias fajas de "greisen" con laboreo de explotación superficial. La veta principal que aflora en la ladera norte consiste en una faja de 0,5 a 0,8 metros, de unos 50 de longitud aflorante, que incluye una veta de cuarzo de 15-20 cm de ancho. La casiterita se presenta con el cuarzo preferentemente en las paredes de la vetilla. En su estructura es de hacer notar la presencia de numerosos espacios abiertos, tapizados por cristales de cuarzo, cubos de fluorita y hojuelas de especularita. Existe una fractura postmineral de rumbo paralelo a la veta, que tritura la faja de "greisen".



Mina "San Jorge": en el área de esta mina se observa una zona de alteración hidrotermal que resalta, por su color claro, en relación con el granito rosado de la zona. En detalle la alteración del granito se observa como fajas de rumbo norte-sur, de 0,5 a 4 metros de espesor, donde predomina sericita y, en, menor parte, caolín. El límite entre granito y roca greisenizada es de traza muy irregular a lo largo del rumbo, pudiendo llegar a unirse dos o más fajas. La longitud aflorante es de alrededor de 50 metros. La disposición de la casiterita dentro de la roca alterada es irregular; muchas veces se la ha observado como "nidos" y "bolsillos" ubicados preferentemente en los bordes de las fajas de "greisen", pero también formando "bolsillos" ricos dentro del granito más o menos fresco y otras como venillas dentro del "greisen". Existen además venillas de cuarzo drusiforme, completamente estériles.

La casiterita es de grano mediano, con cristales de 2-3 mm incluidos en una masa donde se asocian sericita, topacio y cuarzo y feldespatos residuales del granito. La mena es relativamente blanda, lo que posibilita su extracción con pico y barreta.

La explotación se efectúa a cielo abierto y se ha realizado a través de una serie de pozos de escasa profundidad (3-4 m) dispuestos a lo largo de los afloramientos. En el momento de realizarse la visita (noviembre-diciembre de 1982) era la única mina activa del distrito.

Mina Fiambalá: es una veta de rumbo N 20° E alojada en una fractura, en granito rojizo, en las cercanías de su contacto con el "roof pendant". La zona de alteración interesa espesores variables del granito, que en algunos lugares alcanza a 1 metro de "greisen" rojizo y hasta verdoso, debido a la presencia de minerales alterados de hierro y cobre.

La casiterita se presenta en venillas asociadas con fluorita; ambos minerales forman en partes pequeños "nidos" o bolsillos de hasta 5 cm de diámetro, donde el óxido de estaño forma cristales de hasta 3-4 milímetros. La casiterita puede presentarse también como pequeñas venillas, en cristales muy pequeños asociada a topacio.

Hay abundantes minerales de alteración en la porción superior del depósito constituidos por yeso, limonita, hematita y carbonatos de cobre.

El yacimiento ha sido trabajado por pequeñas labores, principalmente a cielo abierto y cinco galerías de escaso recorrido sobre veta.

Mina Buena Esperanza: está constituida por dos fajas de "greisen" de rumbo NNO-SSE que buzan 30° al oeste. El límite "greisen"-granito no es un plano continuo y uniforme; existen numerosas diaclasas de rumbo prácticamente perpendicular a las fajas principales que también se hallan mineralizadas.

El ancho de las fajas varía de 0,3 a 0,7 metros y su corrida de 30-40 metros. Dentro del "greisen" la casiterita se presenta en masas de cuarzo algo poroso. En algunas muestras procedentes de canchamina se han observado pequeños cristales de galena asociada con cuarzo, quedando la duda acerca de su procedencia, ya que sobre el material "in situ" no ha sido observada.

Mina Las Pircas (San Emilio) (República):

estos afloramientos consisten en una serie de guías de cuarzo portadoras de casiterita, de rumbo variable entre N 25° E a N 25° O que interesan a cuarcitas, al granito porfiroide y al granito normal. La mineralización sigue una zona de alteración de color rojizo, que en el granito porfiroide, consiste en una sericitización, caolinización y/o propilitización mientras que la del granito normal se puede calificar como una greisenización con formación de cuarzo, sericita, topacio, fluorita y escasa casiterita. La zona de alteración tiene una longitud de alrededor de 800 metros y las guías de cuarzo registran desarrollos irregulares y poca continuidad, con espesores del orden de 10 a 30 centímetros.

A lo largo de este asomo se han realizado numerosas labores, constituidas por escarpes y galerías de 3 a 5 metros de recorrido, en su mayoría derrumbadas debido a la falta de fortificación, ya que el granito alterado del lugar es blando. Al este del afloramiento citado se ha observado al granito porfiroide biotitizado en una superficie estimada en 1.000 m<sup>2</sup> y mostrando una mineralización en veta y diseminada muy parecida a la mina Buena Suerte.

Mina La Campana (Venganza): consiste en dos fajas de "greisen" con rumbo N 20° E, que buzan - 55° E, de un ancho de 0,7 y 0,5 m, aflorantes en la parte alta de una lomada. Ambas encajan en un granito rosado de grano fino, algo porfírico, siendo el contacto "greisen"-granito bastante nítido.

Ambos cuerpos son muy pobres en estaño. El yacimiento ha sido reconocido a través de labores a cielo abierto habiéndose intentado su exploración en - profundidad mediante un socavón 50 metros por debajo de los afloramientos que no alcanzó su objetivo.

### 3.3 YACIMIENTOS DE WOLFRAMIO.

El tungsteno se presenta bajo la forma de wolframita; se asocia al estaño en el mineral de la mina San Alfredo y es acompañado por éste en la mina Los Viejos. Esta asociación, dentro de un mismo distrito, es común, por presentar ambos elementos una paragénesis de alta temperatura, como queda manifestado en la alteración de las rocas huésped y en los minerales de ganga acompañantes.

En efecto, las concentraciones de wolframita del distrito de Fiambalá encajan en granito normal (minas Los Viejos, Ofelia y San Marcelino), en granito porfiroide (minas Las Pircas y Buena Suerte) y también en metamorfitas (San Adolfo). El granito normal ha sufrido procesos de alteración del tipo "greisen" en las proximidades de las depositaciones de wolframita; mientras que el "granito porfiroide" registra un proceso de alteración hidrotermal que, por la extraordinaria abundancia de biotita entre sus productos, corresponde a una "biotitización".

La forma en que se presenta la wolframita en estas concentraciones se ajusta a las siguientes asociaciones, ordenadas según el tipo de alteración de la roca encajante:

.. En granito normal greisenizado.

. En vetas de cuarzo, a veces con fluorita y muy escasa proporción de ortosa, con salbandas de biotita (minas Los Viejos y Ofelia).

. En vetas de cuarzo con ortoclasa, diseminado en el "greisen", como pequeñas concentraciones bolsoneras (mina San Marcelino).

. En vetas de cuarzo (cercanas a Los Viejos).

.. En granito porfiroide biotitizado:

. Como "ojos" y segregaciones pequeñas, acompañadas por fluorita, topacio y scheelita (mina Buena Suerte).

- . En segregaciones pegmatíticas asociadas con ortoclasa, cuarzo y biotita (minas Buena Suerte y El Condor).
- . En guías y venillas de cuarzo (mina San Emilio) o vetas con cuarzo y fluorita, con biotita hacia las salbandas (mina Buena Suerte).

1. El proceso de greisenización es similar al que corresponde a los depósitos de estaño y se restringe a las paredes de las concentraciones de wolframita, como estrechas fajas. La biotitización corresponde a un tipo de metasomatismo potásico que transforma totalmente la roca granítica originaria, reemplazando en gran parte o totalmente sus feldespatos por biotita. Esto da lugar a la formación de una roca negra y maciza, que se propaga en un sector de más de tres hectáreas dentro de las pertenecientes a las minas El Condor, Buena Suerte, y una parte de la mina San Emilio.



Similares en cuanto a la forma de presentarse son los paquetes de mica que marcan las salbandas de las vetas de cuarzo y de cuarzo y fluorita de las minas Los Viejos y Buena Suerte, en asociaciones de paquetes de cristales de hasta 3 cm, dispuestos perpendicularmente a las cajas.

Erráticas en cuanto a su distribución son las concentraciones bolsoneras de wolframita con topacio y fluorita, que se observan como cuerpos extraños, ovooidales, a veces lenticulares, dentro de la roca biotitizada de la mina Buena Suerte.

Con caracteres similares, aunque con una difusión mucho menor, se notan las segregaciones que por su textura se consideran de carácter pegmatítico, donde la wolframita se asocia a cuarzo, ortoclasa y biotita.

Las vetas de cuarzo tiene, por lo general, un aspecto masivo y alcanzan espesores de hasta 40 cm - (mina Los Viejos); rellenan fracturas que siguen el rumbo e inclinación de las fajas de "greisen" y la wolframita

ta se presenta como cristales tabulares de 0,5 a 2 cm, -  
aislados o formando "bolsillos" de distribución muy irre-  
gular a lo largo del recorrido de las mismas.

Descripción de algunos yacimientos de tungsteno.

Para los yacimientos de wolframita valen,  
en general las mismas consideraciones que para los de -  
casiterita.

La máxima extracción de wolframita del -  
distrito se llevó a cabo en el lapso de los años 1937-45 en  
que Compañía Minera Argentina extrajo 130 toneladas de -  
concentrados con una ley de 68-70 por ciento de  $WO_3$  que  
procedía principalmente de la mina Buena Suerte a un rit-  
mo de 150-250 kg/mes. En 1975-76 se abrieron 70 metros de  
galería y 40 metros de chimeneas en la mina Buena Suerte  
a través la Dirección Provincial de Minería, con fondos  
otorgados por el Convenio MIM 32.

Mina Buena Suerte (Los Arboles): el Yacimiento se encuentra ubicado en la zona de contacto entre el granito porfiroide y los esquistos de la cubierta, cuyos afloramientos se prolongan hacia el noroeste. Hacia el norte y noroeste en zona cercana al yacimiento, el granito porfiroide se pone en contacto con granito normal.

La parte superior del yacimiento, en el "colgante" o "roof pendant", encaja en rocas de mezcla y aún en esquistos, en las labores inferiores aparece el granito porfiroide alterado hidrotermalmente (biotitizado).

Trátase de dos sistemas de vetas prácticamente perpendiculares; el principal de rumbo NO-SE, con buzamiento de 50-60° SO y otro NE-SO con inclinaciones de 50-80° SE. Las vetas maestras del sistema principal, asoman en superficie con corridas de hasta 120 m y anchos de 0,15 y 0,20 metros llegando en parte hasta 0,3 y 0,7. Las trazas de las vetas del segundo sistema se observan sólo en las labores subterráneas, debido esencial

mente a que en superficie se hallan cubiertas de material de acarreo.

En la parte superior del yacimiento, por encima de la cota 2.330 metros (más arriba de la labor 3), la mineralización dejó de mostrar los caracteres vetiformes descritos, y se resuelve en una especie de diseminación ("stock work"), involucrando a toda la masa de roca oscura (biotitizada), que se explota sólo a cielo abierto. Esta zona alcanza una extensión de 200 m x 100 m, orientada en el sentido NE-SO y en ella el grado de alteración y mineralización es también variable, siguiendo fajas con igual orientación, y potencia de 10 a 20 metros. La mineralización se centraliza aquí en una roca negra con abundante biotita, que lleva algunos "bolsones" de feldespato potásico caolinizado en cristales de 0,5-1,0 cm composicionalmente similares a los fenocristales del granito porfiroide; se manifiesta como guías y bolsillos de regular tamaño, portadores de wolframita, biotita castaña, fluorita y topacio. Separando estas fajas o sectores mineralizados se hallan otros estériles, de tonalidades más claras, debido a la presen

cia de feldespatos en abundancia, aquí la roca presenta caracteres de un granito y toma una coloración amarilla clara. Los tres sectores más importantes con mineralizaciones discriminadas comprenden tres fajas NE-SO y buzamiento 40-50° que ha elevado el sector NE de mineralización diseminada y hundido el sector de La Criminal, con mineralización vetiforme situado hacia el SO. Esta falla tiene propagación de allí hacia el SE y ha tenido, sin duda, gran importancia en la relación existente entre los distintos sectores mineralizados.

Al oeste del grupo La Criminal, el granito porfiroide, bastante fresco, se pone en contacto con una apófisis de granito normal; dicho contacto es tectónico y se halla constituido por una faja de milonitas de unos 10 metros de espesor.

En las vetas, la mineralización está constituida por wolframita en ganga de cuarzo y abundante fluorita; la wolframita se presenta en cristales medianos diseminados en fluorita, o bien en la masa (biotitizada) de la roca de caja. En esta es común la presencia

de guías de abundante mica castaño-rojiza (biotita), feldespatos potásicos (ortosa) y cuarzo conformando especie de diseminaciones, donde el límite de roca estéril-mena es difícil de trazar.

La fluorita, que a menudo constituye el relleno total de las vetas, es de color blanco, o ligeramente verdoso, soliendo estar manchada por hidróxidos de hierro, procedentes de la alteración de la biotita ferruginosa, y/o pirita, mineral existente como cristales pequeños en muestras de la roca biotitizada.

Este yacimiento es el que más wolframita ha producido dentro del distrito, habiendo alcanzado a producir 3/4 toneladas por mes y 50 toneladas por año, en épocas recientes estuvo produciendo 150-250 kg/mes de concentrados con 65 por ciento de  $WO_3$ , procedentes en su totalidad del laboreo a cielo abierto en el sector con mineralización diseminada. El mineral seleccionado en la mina, con 20-30 por ciento de wolframita, era conducido, previa molienda en un quimbaleta, a Los Baños, para ser lavado y concentrado manualmente hasta las leyes comerciales.

Mina Los Viejos: consiste en una veta encajada en el granito normal, rosado y grisáceo, que asoma en un recorrido de 1.000 metros contando la interrupción de 300 metros que media entre las secciones Alto Norte y Alto Sur. Tiene rumbo N 30-50° O e inclinación de 45-60 ° NE. Su potencia media es de 0,15 metros pero llega a alcanzar hasta 0,4 metros. Gran parte de la veta se aloja en una faja de "greisen", que en partes lleva casiterita.

La estructura de la veta es comúnmente bandecada simétrica, constituida por una zona marginal representada por biotita verde oscura, en hojas de 1-2 centímetros, asociada con cuarzo y una zona central, donde predomina cuarzo blanco, lechoso; escaso feldespato (albita), bastante alterado, y en menor proporción, fluorita, pirita y calcopirita. La wolframita se presenta en cristales chicos, situados preferentemente cerca de las fajas de micas, aunque también en la masa central de cuarzo.

Este yacimiento fue intensamente trabajado en los años 1937-45, principalmente por vía subterránea

nea (existen más de 2.000 metros de galerías, en su mayor parte hoy intransitables). El ritmo de extracción durante el año 1939 fue de 1,5-2,5 toneladas por mes de concentrados y la ley media del yacimiento fue estimada en 2-2,5 por ciento. En la actualidad se encuentra abandonado. Se han estimado sus reservas en 147 toneladas de concentrados comerciales de 68 por ciento de  $WO_3$ .

Mina San Teodoro: Consiste en una veta - de cuarzo de 0,3 metros de espesor, sub-vertical y de rumbo N-S, que lleva wolframita y encaja en granito normal greisenizado, que aflora en la ladera izquierda de la quebrada de La Botija a lo largo de 20 metros y ha sido explotado superficialmente.



ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE EL AREA FIAMBALA

En el distrito minero de la Quebrada de El Salto se encuentra la mina de estaño Vil Achay, prácticamente la única que registra actividad. Se trata de una mineralización con perspectivas, por lo que ha sido objeto de un proyecto de exploración actualmente en curso. Con respecto a esta localización resultaría de interés la exploración minuciosa de todos los contactos del apófisis granítico relacionado con esta mineralización, contando con la posibilidad de que la misma se repita.

Con respecto a la mineralización de wolframio de este distrito, los antecedentes son escasos y la visita no arrojó mayores elementos por encontrarse aterradas la mayor parte de las labores. En cuanto al ocre de la mina. La Argentina reviste una importancia subordinada.

El distrito de El Alto Grande, registra antecedentes productivos y presenta condiciones geológicas como para ser considerado un interesante distrito de wolframio y estaño, por las mismas razones, las perspectivas para plomo y zinc serían necesariamente menores.

Uno de los problemas que limita el desarrollo del distrito es la falta de agua, y otro las dificultades del transporte. En cuanto al agua, esta puede surtirse en pequeña cantidad en la Quebrada de Los Baños, volúmenes mayores sólo serían posibles en Fiambalá. La cercanía de esta localidad y el camino pavimentado podrían mitigar este inconveniente, máxime teniendo en cuenta que se encuentra en construcción una excelente huella minera para tránsito permanente. Sin embargo, las pendientes son muy grandes y resulta difícil acceder con vehículos a la mayor parte de los yacimientos.

Por lo tanto estos dos inconvenientes están en vías de mejorar sustancialmente, aunque no se llegue a una situación óptima.

Actualmente, la paralización de este distrito se debe, antes que nada, a la situación depresiva del mercado de las materias primas y, en especial, la de estas dos metas, que dan, como consecuencia, que solamente se explotan las localizaciones óptimas. Sin embargo, en momentos de crecimiento de la demanda, este distrito sin duda volverá a producir, por lo tanto sería conveniente disponer algunos recaudos para que la explotación durante el próximo auge se haga de tal modo que permita prolongar la actividad más allá de los picos de demanda. Para esto se debería tratar de que en los yacimientos con posibilidades de reservas importantes no se efectúa explotación "al pirquén".

Se sugiere que, ante todo, se comience a resolver el problema de las mensuras, que producen incertidumbre sobre las propiedades y generan litigios entorpecedores de cualquier acción de fomento. A este respecto, es notoria la falta de puntos fijos y referencias ciertas para la delimitación de las propiedades. Esto se agrava por la gran concentración de pedimentos (más de 50 minas registradas) y la gran can-

tividad de propietarios. Por otra parte, esto facilitaría el desarrollo de un plan de exploración geológica de detalle del distrito, al contarse con una buena base topográfica.

Sectores particularmente interesantes para la exploración minera resultan las porciones superiores de la mina Buena Suerte, en el lugar denominado La Cantera, en el caso del wolframio, ya que, tal como se describe en páginas anteriores, aquí la mineralización abandona las vetas y se difunde en la roca de caja, con contenidos, aparentemente importantes.

En el caso del estaño, su concentración parece limitada a las vetas, salvo en el caso de la mina San Jorge donde aparece cierta difusión en el granito que merece un estudio especial.

A pesar de su accesibilidad y antecedentes, este distrito no ha sido suficientemente explorado, por lo que sugiere estudiar la posibilidad de efectuar un mapeo en superficie de la petrología y

estructura, relacionándolas con las principales labores para contribuir al desarrollo armónico de la exploración del distrito. Este estudio podría combinarse con las exploraciones de yacimientos en particular, con la delimitación de las pertenencias, y alguna iniciativa que tienda a la organización conjunta de la producción del distrito, tal como un proyecto de la planta de concentración en localización adecuada, u otros.

. Mina San Marcelino:

Está en una faja de "greisen" de 0,2 a 0,3 m de potencia y rumbo  $10^{\circ}\text{E}$ , que inclina  $60^{\circ}$  al oeste, alojada en una fractura que en parte ha sido reactivada. El "greisen" contiene una guía de cuarzo que lleva wolframita como cristales pequeños, mineral este que también ha sido observado en el "greisen", donde se asocia a material sericítico o se presenta en bolsillos lenticulares asociado a cuarzo, feldespatos y biotita. El depósito ha sido explotado a través de varias galerías sobre veta de corto desarrollo. En vetas existentes al norte de la descrita se presenta mineral de estaño, no observándose wolframita.

. Mina San Emilio (Las Pircas):

Ubicada al este del campamento y zona portadora de casiterita, se presenta mineralización de wolframita en granito porfiroide biotitizado, similar a la observada en la mina Buena Suerte. En una amplia zona el granito se halla cruzado por venillas y ramificacio-

nes de biotita; el proceso de biotitización se hace culminante en la zona de laboreo, donde la roca se torna de color negro oscuro en una faja de 6-8 m de ancho (este ancho es muy variable) y 30-40 m de largo, orientada en sentido N 80°E. La biotita forma "nidos" y "ojos" - en los cuales aparece recubierta de material ferruginoso (limonítico). Dentro de la roca biotitizada es posible encontrar remanentes feldespáticos del granito original y segregaciones pegmatoides (por su textura) de 5-8 por 10-30 cm, ovales o lenticulares de cuarzo y wolframita, con salbandas de biotita de grano grueso ---- (0,3 - 1 cm); cuarzo y wolframita se presentan también como guías poco definidas donde el primer mineral puede aparecer drusiforme. Existe una veta bien definida de rumbo N 10°E que buza 50° al E, reconocida por dos galerías de poco desarrollo.

. Mina El Cóndor:

Presenta una veta de rumbo N 50°O que buza 55°O, encajante en los esquistos del "colgante" de metamorfitas, cerca del contacto con el granito porfirioide biotitizado que predomina de allí hacia el sur (mina

Buena Suerte). Esta veta ha sido explotada a través de una serie de galerías desordenadas (sobre veta) y de -- corta extensión distribuídas a lo largo de unos 100m. La mineralización se presenta tanto en la veta con wolframita, fluorita y cuarzo, como diseminada en la roca de caja, donde llega a conformar "bolsillos" con fluorita y biotita, bastante ricos.

. Mina San Adolfo:

Es otra manifestación de wolframita encajante en esquistos; se trata de una veta de cuarzo con wolframita, de 0,2 m de potencia y rumbo N 20°E que buza 80°NNO. Ha sido explotada a través de varias galerías sobre veta de escaso desarrollo.



### 3.4. MINERALIZACION DE PLOMO Y ZINC.

Estos depósitos tienen menor importancia económica que los de estaño y wolframio y representan el período de metalización de menor temperatura dentro del sector. Se trataría de concentraciones mesotermales de galena y de galena y blenda, de las siguientes minas: "Santa Bárbara" y "La Rica" y "Los Ratones", respectivamente.

#### . Mina Los Ratones:

Encaja en esquistos y cuarcitas, se aloja en una fractura de rumbo N-S, que inclina hacia el oeste en la fracción norte y al este en la sur; aflora en forma discontinua a lo largo de unos 350 metros a partir de unos 20 m del piso de la quebrada homónima, entre las cotas de 2150 y 2300 m.

La mineralización constituye cuerpos lenticulares cercanos uno de otro que alcanzan de 0,5 a 15 m de recorrido, originados por reemplazo de un calcáreo

impuro que se intercala en la secuencia metamórfica y -- también, en menor grado, en esquistos cloritizados y -- epidotizados. La blenda es de color pardo amarillento a caramelo, reemplaza a calcita y lo es, a su vez, por galena; este sulfuro se halla comúnmente también reemplazado por cerusita y anglesita. Como minerales de -- ganga se señalan, además de calcita, cuarzo, pirita, -- calcopirita, óxidos de hierro y yeso. La mina tendría reservas, en mineral medido, de 2.731 toneladas una ley promedio de 11,32 por ciento de plomo y 6,98 por ciento de zinc, tratándose de una mena pobre en plata (alrededor de 60 g/t). Se ha explorado, y en parte explotado, a través de 11 niveles situados a poca distancia unos -- de otros y que totalizan algo más de 300 m de recorrido. Luego de paralizado algo más de 25 años en 1976 se ex -- trajeron unas 200 toneladas de mineral procedente de -- los bolsones de la zona superior, que son los más ricos.

. Mina Santa Bárbara.

Consiste en una veta alojada en grani-  
to de rumbo general norte-sur que, a lo largo de unos -

50 m sigue zigzagueante una faja de "greisen" con bastante óxido de hierro. La Galena, que se presenta como "ojos" distribuidos irregularmente dentro de la masa de cuarzo, está en gran parte reemplazada por cerusita y anglesita. Un poco hacia el sur de este criadero, dentro de las pertenencias de la mina "Santa Adela", se presenta otro pequeño reventón, de características análogas, portador, además, de fluorita.

. Mina La Rica:

Consiste en una veta de cuarzo y galena, asociada a óxidos de hierro, anglesita y cerusita - que se emplaza en un granito normal con rumbo N 30°C.

DISTRITO DE LA QUEBRADA DEL SALTO.

De todos los distritos visitados este es el único que registra actualmente una producción metalífera de alguna importancia y que acusa cierta regularidad. Esta producción proviene en su totalidad de la mina de estaño Vil Achay.

Esta mina, propiedad de Carlos A. Buslaiman, presenta un desarrollo que se ajusta parcialmente a las reglas del arte y está siendo sometida a estudios exploratorios y dirigida en parte su explotación por técnicos del Banco Nacional de Desarrollo y por una misión alemana de ayuda técnica.

El distrito de que se trata está ubicado en las estribaciones de la ladera oriental de la Sierra de Fiambalá, cerca de su extremo sur y hacia la sierra de Zapata. La geología general del área es la misma que la descrita para la Sierra de Fiambalá y la mineralización principal es también de estaño y wolframio aunque presenta algunas diferencias sobre todo en la de estaño ya que aquí no aparece el "greisen", en cambio -

aparecen intercalaciones de anfíbolitas y una faja intrusiva de rocas ultrabásicas.

Se llega al distrito de la quebrada de el Salto desde la ruta que une Tinogasta con Belén pasando por la Cuesta de Zapata. Saliendo de Tinogasta, apenas se pasa el vado del río Zapata un desvío hacia el oeste lleva por una huella en buen estado de unos 10 km hacia la mina Vil Achay. Unos 5 km más hacia el NNE del vado del Río Zapata se encuentra el desvío hacia las otras minas; la huella está en muy mal estado y en parte intransitable por coincidir con el lecho del río. Con dificultad, se puede llegar hasta la mina Rosario, a unos 15 km de la ruta, en ese lugar una bifurcación lleva, por la izquierda hacia la zona de la "faja ultrabásica" y por la derecha hacia el campamento de las minas Tres Sargentos y La Argentina. Desde la bifurcación se sigue a pie durante una hora hasta el campamento y desde allí se debe trepar una ladera empinada hasta las labores de La Argentina.

. REFERENCIAS SOBRE LAS MINAS.

. Mina Vil. Achay:

Relacionada con el intrusivo granítico de El Salto de edad paleozoica inferior. Su control es estructural y tanto este como la mineralización presenta cierta complejidad.

El intrusivo en el que se localiza la mineralización es una apófisis del cuerpo granítico de El Salto, esta apófisis tiene forma alargada en sentido N-S y mide unos 7 km, con un ancho máximo de 600m - en su extremo norte, decreciendo en forma continua hacia el sur hasta llegar a unos pocos metros. En el yacimiento que se describe, el ancho del intrusivo es de 170 m. El cuerpo granítico está encajado en anfibolitas, siendo su contacto neto y subconcordante. El buzamiento que se ha medido en las labores es de 75°E.

La roca de color gris rosado en fractura fresca es un granito equigranular de grano medio a fino compuesto principalmente por ortosa (en parte -

reemplazada por albita) albita, cuarzo y en menor proporción biotita y muscovita.

La mineralización se aloja en un dique emplazado en las anfibolitas cuyo espesor varía entre 6 y 9 m y cuyo afloramiento se reconoce a lo largo de unos 300 m hacia el sur de la bocamina del nivel 1. El rumbo aproximado es N-S y su buzamiento en superficie es de 50-60°O.

La mineralización está relacionada con la estructura de la roca encajante. Se presenta a lo largo de una falla que duplica en parte al dique lo -- que se manifiesta con un pronunciado ensanchamiento. Por otra parte, existen en el contacto oeste del dique -- fracturas subverticales de rumbo NS, acompañadas por -- otras buzantes hacia el oeste con ángulos de entre 50 y 70° que describen un trazado curvo, cóncavo hacia el -- oeste. Estas fracturas tienen importancia porque limitan sectores del dique con mineralización abundante, es tos sectores tienen una longitud aproximada de entre 15 y 20 m, un ancho de hasta 3 m y un desarrollo vertical semejante a su longitud.

El mineral es casiterita, el cual se presenta: diseminada en el dique en cristales subedrales-anhedrales pequeños y poco frecuentes, en finas venillas formando stockworks y en cristales bien desarrollados de hasta 10 mm en los sectores con mayor mineralización. La segunda y tercera de las formas mencionadas tienen importancia económica y se encuentran en las lentes mineralizadas, donde aparecen los cristales de mayor tamaño alojados en vetas de fluorita de hasta 5 cm, de espesor. El color de la casiterita es rojizo oscuro, aparece frecuentemente maclado en codo. Se encuentra, por lo general, asociada a magnetita, reemplazada en parte por hematita. También aparece escasa wolframita y carbonatos de cobre.

Como ganga aparecen, en orden de importancia albita, cuarzo, fluorita, lepidolita, zinwaldita y topacio.

La alteración que sirve de guía para la mineralización ferruginosa, lo que determina la aparición de un "granito rojo" por el cual se revelan las



zonas con mineralización. Este yacimiento presenta -- unos 300 m de labores en tres niveles, el ancho de las zonas mineralizadas y cierta regularidad permiten una explotación racional. En la quebrada no hay agua, por lo que el mineral se concentra en Tinogasta. Los trabajos de exploración todavía no han llegado a la determinación de la ley; algunos muestreos dieron valores del orden de 3 por ciento de estaño en las lentes mineralizadas, 0,6 en el halo de alteración y 0,1 por ciento en el granito blanco.

Como el dique que aloja la mineralización se ha reconocido en superficie a lo largo de 300 m y la labor más extensa a lo largo del mismo es de 100m, este yacimiento presenta posibilidades de desarrollo, a medida que se avance en el conocimiento del control de la mineralización. Asimismo se podría ampliar la exploración siguiendo la apófisis granítica. Parte de ésta esta siendo mapeada por la misión alemana.

. Mina El Salto:

Se encuentra en la margen izquierda de la quebrada homónima, muy cerca de la mina Vilachay, -- presenta un socavón sobre veta de escaso desarrollo. Es una veta de cuarzo lechoso de unos 20 cm de espesor con wolframita; la veta está alojada en anfibolitas.

. Mina Tres Sargentos:

Es un yacimiento de wolframita en cuarzo, el que se presenta en varias vetas de 10-30 cm de ancho. Hay varias labores (es la mina de wolframio que tiene más laboreos en el distrito) pero están todas aterradas.

. Mina Rosario:

Está en una veta de cuarzo blanco con wolframita de unos 15 cm de potencia, ha sido intensa -

mente trabajada pero "al pirquén" por lo que las labores son numerosas pero muy pequeñas y no permiten casi ninguna observación.

. Mina Andacollo:

Veta de cuarzo acompañada de una faja de alteración. Ha sido muy trabajada, se observa un -- profundo rajo y una corta galería. No se pudo observar la wolframita.

. Mina La Argentina:

Declarada como mina de hierro, es en realidad un ocre hematítico martitizado cuyo afloramiento se destaca netamente por el contraste de su coloración. El yacimiento es muy pequeño y se le atribuye -- origen pirometasomático, tiene un 55 por ciento de  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Se extrajeron unas pocas toneladas mediante un crédito, pero no hay interés por este mineral por su costo y baja calidad (es muy duro).

#### 4 - ZONA DE CERRO NEGRO - LONDRES.

En esta zona se han agrupado diversos yacimientos de wolframio que tienen de común su cercanía con la ruta provincial N°40 que une las localidades de Cerro Negro y Londres.

La zona presenta dos distritos bien diferenciados tanto por su ubicación como por su mineralización: uno es el distrito que se puede denominar Cerro - Negro por su localización en los faldeos de dicho accidente orográfico y el otro es el situado en la Quebrada Agua de las Mulas, en el Cerro La Ramada en las estribaciones orientales del Cordón de Zapata y al que se identifica como distrito La Ramada.

##### 4.1. DISTRITO CERRO NEGRO:

Sobre la ruta provincial N° 40, muy cerca de su intersección con la ruta N° 60 se encuentra un pequeño cerro alargado de basamento cristalino, práctica-

mente aislado de los demás cordones, pero perteneciente por su litología y estructura, al sistema de las Sierras Pampeanas.

Este cerro está constituido por esquistos y gneises en contacto con granito y en sus alrededores existen varios denuncios sobre todo en su ladera occi - dental.

Las únicas minas que han sido objeto de alguna explotación son las de wolframio, con la particularidad que la diferencia del resto de los yacimientos de wolframio de Catamarca, de que en este distrito la mineralización es de scheelita, en lugar de wolframita.

Este distrito fue visitado especialmente, dado que existían muy pocos antecedentes y que la scheelita como mena de wolframio puede presentar ciertas ventajas sobre la wolframita.

Aunque las huellas están muy deterioradas el acceso es posible, por ser las distancias a la ruta

reducidas, las minas visitadas fueron Virgen del Valle y Don Alberto, otros laboreos muy pequeños no fueron -- ubicados, por desconocimiento del baqueano.

Las labores son pequeñas, a cielo abierto y muy rudimentarias, no permitiendo observar la tendencia de la mineralización. En general puede decirse que la scheelita se presenta en vetas de cuarzo y que las -- mismas aparecen como "reventones", sin que se observe -- ningún desarrollo en corrida, las labores, por lo tanto, han comenzado con un pequeño rajo y luego pretendiendo profundizar, no llegan más que a unos tres o cuatro metros.

El hecho de encontrarse en vetas de cuarzo y que estas no evidencien un desarrollo importante -- en sentido longitudinal, no permiten, con la informa -- ción disponible, alentar perspectivas importantes para estos yacimientos. Sería de cierta utilidad una visita nocturna con lámpara ultra violeta. De todos modos, da -- da la ubicación muy favorable de estos yacimientos, po -- dría suponerse que los laboreos muy reducidos que regis --

tran y su abandono, se deben a su escasa magnitud y pobre mineralización.

#### 4.2. DISTRITO LA RAMADA.

En este distrito se destaca la mina San Antonio, compuesta por 10 pertenencias que totalizan 60 hectáreas y es propiedad de los señores Segundo y Manuel Velez. Otras dos minas de menor importancia son Santa Dolia y Trece.

La mina de wolframio San Antonio esta situada en el departamento de Belén, sobre la estribación oriental del Cordón de Zapata, en el Cerro La Ramada, quebrada Agua de las Mulas. La distancia a Belén en línea recta es de unos 30 km hacia el SSO. El acceso a la mina y al distrito es una huella que sale del camino Tinogasta-Belén (Ruta 40) a unos 15 km al sur de Londres. La huella sigue el lecho del río, que corta a la ruta en ese lugar. Esta huella no es practicable actual

mente por automotores y hasta la antigua administra --  
ción hay tres horas a caballo. Desde allí se debe se --  
guir a pie por una huella muy ganada por el monte, du --  
rante dos horas y media hasta la mina San Antonio. Has --  
ta las minas Santa Delia y Trece no sé pudo llegar por  
falta de senda.



. RECURSOS NATURALES E INFRAESTRUCTURA.

El agua no existe en la mina, debe obtenerse de "El Molle" que es una vertiente situada a -- unos 3 km del yacimiento por el camino que conduce a la administración. Aquí hay cantidad suficiente para el uso del campamento, no así para laboreo o concentración, la mena debería ser tratada en Londres.

Leña hay como para las neccesidades del - campamento, sobre todo en la quebrada de Las Marías y consta de jarilla, piquillín, molle, algarrobo, etc.

No hay en la zona madera para entibado, - sería necesario transportarla desde Andalgala, Tucumán o Salta.

El pasto crece sólo en pequeñas vegas, - cuando existía tropa de mulas para transportar el mineral el mismo provenía de Belén. El ganado común es el caprino y algunas ovejas, carne vacuna se puede obtener en las localidades vecinas. Como animales de silla y

carga se utilizan mulas y burros, por su aptitud para los senderos abruptos.

Las localidades más cercanas son Cerro Negro, Londres y Belen; de estas, Cerro Negro cuenta con línea ferroviaria.

La mano de obra minera escasea, sobre todo en época de actividades agrícolas intensas (zafra tucumana, por ejemplo), cuando se trabajó este distrito se lo hizo mayormente con obreros bolivianos.

Las instalaciones del campamento no son recuperables por su gran deterioro, y en cuanto a huellas y sendas éstas también deberían ser totalmente reconstruídas.

El clima permite el trabajo durante todo el año. Si bien es seco, los aproximadamente 200 mm -- anuales caen en verano en forma torrencial y causan --

graves inconvenientes en los caminos. En invierno suele nevar y la amplitud térmica es considerable.

El área donde está situado el yacimiento se divide en dos por la quebrada Agua de Las Mulas, el faldeo norte es más abrupto y el sur es más suave, sobre todo en la parte alta. Los desniveles máximos son de 450 m aproximadamente y la altura sobre el nivel del mar es de 1.800 m.

La quebrada se encajona aguas arriba formando paredes verticales y saltos, el drenaje es dendrítico y de cauces torrenciales, el relieve es más bien joven y la litología se halla totalmente expuesta en el área, lo que ha facilitado la localización del yacimiento.

#### . Geología del área.

Se distinguen tres variedades de rocas -- pertenecientes al ambiente de basamento de Sierras Pam--

peanas estas son: metamorfitas, migmatitas y rocas graníticas.

Las metamorfitas son, en general, filitas cuarzosas con esquistosidad bien marcada, aunque cerca de la boca de la quebrada son más compactas, su color es gris verdoso oscuro con biotita hornblenda y epidoto.

Las migmatitas comprenden tres tipos: los gneiss de ojos son los más abundantes, esquistos inyectados "lit par lit" y una roca de grano fino muy foliada y biotítica con restos lenticulares de esquistos.

Las rocas graníticas comprenden varios -- plutones stocks y filones de pegmatitas y aplitas. El pluton de San Antonio, que es el relacionado con los yacimientos tiene forma alargada de NNE a SSW, con una -- longitud de 11 km. El granito es algo porfiroide, de -- dos micas, aunque existen variedades de grano más homogéneo. Al oeste de la mina el granito es de grano rela<sup>ti</sup>vamente fino, rico en biotita y muscovita y de textu<sup>ra</sup> algo porfírica. En el contacto occidental, hay una

facie migmatítica del granito; los esquistos inmedia -  
tos a este contacto están atravesados por diques de --  
pórfiro granítico. Todas las rocas descriptas han si -  
do asignadas al precámbrico.

En el lugar del yacimiento de la mina --  
San Antonio se ubica en las proximidades del contacto  
esquisto-granito. La porción aflorante del cuerpo gra -  
nítico ocupa buena parte del área, extendiéndose desde  
la parte media del faldeo hacia abajo, formando, en --  
buena proporción, el lecho de la Quebrada de las Mulas.  
El contacto con los esquistos presenta las irregulari -  
dades típicas de estas estructuras, siendo en parte --  
concordante con la esquistosidad y cruzándola en parte,  
observándose en el lugar denominado "El Rincón" una --  
apófisis granítica de rumbo NE-SW y de unos 30 m de an -  
cho. El contacto es predominantemente subhorizontal, -  
si bien se presenta bastante irregular; esto puede --  
observarse en "El Rincón", en el grupo de labores que  
va del N° 12 al 18. Así en la labor 15 el buzamiento  
es de 22° O, observándose que el contacto es por falla,  
hecho que se pone en evidencia por la trituration de -

los esquistos y la existencia de jaboncillo de color a veces gris y otras rojizo. Al parecer se habría producido el corrimiento de los esquistos sobre el granito. El contacto por falla se observa además en la labor 45, donde el mismo tiene rumbo NE-SO y buza fuertemente al O ( $54-77^\circ$ ). En la labor 68, el rumbo del contacto es  $-74^\circ$  O,

En la labor denominada Toro, que es un socavón cortaveta de unos 180 m de largo, se puede observar el contacto sobre el lado sur de la labor; el mismo al parecer describe un arco, siendo su rumbo al principio NE SO y luego, ya cerca de la bocamina, donde nuevamente se lo vuelve a hallar corre en dirección E-O; el buzamiento varía de un extremo al otro de  $75^\circ$  O NO a  $40^\circ$  SSE. En la labor 56 el contacto se observa próximo a la bocamina donde su rumbo es NNE-SSO y su buzamiento  $56^\circ$  O y casi en el tope donde corre hacia el NO y buza  $16^\circ$  al E.

. Mineralización.

Los cuerpos mineralizados que constituyen este depósito (mina San Antonio) son alrededor de 150 y se pueden agrupar en tres tipos: vetas y guías, que -- son predominantes, y mantos, escasos.

En general son de hábito tabular aunque - muy irregulares: ora se ensanchan o se estrechan, toman do a veces una forma lenticular, se ramifican y se ánas tomosan alternativamente. La mayor corrida observada, - (en labores) alcanza a 95 m. Según su posición se pue- den, distinguir seis sistemas. Los dos sistemas predomi nantes presentan rumbo NO-SE y buzan hacia el SO y NE - respectivamente. Luego otros dos con rumbo NNO-SSE bu- zan hacia el ENE y OSO. Por último hay un sistema de - rumbo casi N-S que buza al E y uno de rumbo NE-SO que - buzan al SE. Por lo tanto puede concluirse que el rum- bo dominante está en el cuadrante NO.

En cuanto al valor del buzamiento (salvo el caso de los mantos) es muy fuerte, varía entre 60° y

una posición subvertical, predominando los valores de entre 70 y 80°. Se han medido algunos buzamientos de hasta 40°. Los mantos, que pertenecen al segundo de los sistemas descriptos buzán alrededor de 35°, habiéndose registrado ángulos inferiores a 20°.

La potencia es muy irregular, aún en un mismo cuerpo. Las vetas presentan espesores desde 0,20 a 1 m, pudiendo considerarse que el ancho medio oscilaría entre 0,30 y 0,40 m; las vetas mejor armadas y de mayor espesor son aquellas que se observan en las labores 42, 43, 96, 123, 124, etc. Las guías, por su parte, que predominan, tienen una potencia que va desde pocos centímetros hasta 0,10 - 0,12 y 0,15 m.

Se han observado algunos cruceros, aunque escasos, de rumbo E-O, y buzamiento 65° S. Su potencia es de 0,30 a 0,70 m.

Sobre la ladera sur de la Quebrada Agua - de las Mulas, se halla la mineralización más importante, observándose que la diferencia de nivel entre la labor más alta y la más baja es de unos 250m.



La roca de caja es el granito, salvo rarísimas excepciones en que lo son los esquistos, ya que los cuerpos mineralizados no pasan a éstos, observándose sólo una delgada fractura. Aparentemente existe un control litológico dadas las evidencias mencionadas, como causa puede mencionarse la mayor permeabilidad de las fracturas en el granito que en el esquisto y la presencia frecuente de jaboncillo en el contacto, que actuaría como barrera.

El granito, en su contacto con los cuerpos mineralizados ha formado una angosta faja de alteración, que no excede de 1 m de ancho. Esta es un granito de color blanco grisáceo, de grano fino, o bien muy micáceo de color gris y grano grueso. Implantados en la masa de muscovita se pueden observar los cristales de wolframita, de color negro, algunos semejando bastoncitos y otros aciculares agrupados en forma más o menos radiada o bien confusa, también se presentan como gránulos.

La roca está manchada por óxidos de hierro de color pardo, en forma de puntos, lunares, en la mica

o formando una aureola alrededor de la wolframita. También se observan manchas de arcilla enrojecida por óxido de hierro tiñendo la roca. La salbanda está tapizada de jaboncillo de color gris o rojo, o bien está tapizada por muscovita.

Existen evidencias de una tectónica pre y una posmineral. La primera se ha manifestado por una serie de fracturas que han controlado el emplazamiento de las vetas. La segunda se manifiesta en dos formas: por reactivación de las fracturas ya ocupadas por las vetas y por la aparición de fallas transversales a los cuerpos mineralizados.

Evidencias de la reactivación de las primeras fallas son: el jaboncillo de color gris o rojizo, existente en el contacto veta-roca de caja, la existencia de espejos en éste contacto, la trituration parcial de la veta y la fracturación de ésta en planos paralelos a su rumbo.

Las fallas transversales que a veces están mineralizadas y por eso constituyen cruceros, se -

pueden agrupar en dos sistemas principales: uno con rumbo OSO-ENE que buza entre 70-80° al NMO hasta 70-80° al SSE pasando por la vertical y otro de dirección ONO-ESE buzando 74-79° SSO.

Se han observado otras fallas y cruceros de menor importancia. El rechazo horizontal de todas las fallas observadas no excede por lo general los 2m.

La mineralización está constituida, en lo esencial, por wolframita, en ganga de cuarzo y muscovita, habiéndose observado solamente en dos casos la presencia de berilo. Como minerales secundarios hay óxido de hierro, malaquita, azurita, crisocola y sulfato de cobre. También se ha mencionado la presencia de columbita y tantalita y ocre de bismuto.

La wolframita se presenta como ojos de -- hasta 4 cm de diámetro, cristales aciculares o tablillas a veces agrupadas confusamente. Se dispone de preferencia cerca de las salbandas, aunque a veces también lo hace en el centro del cuerpo mineralizado.

El cuarzo que constituye la ganga es, por lo general, masivo y a veces está triturado por efecto de los movimientos tectónicos que han reactivado las -- fracturas, ocupadas por las vetas. También hay cuarzo cavernoso donde las oquedades están ocupadas por óxido de hierro.

El berilo, observado en dos labores, se - presenta en cristales prismáticos de color verde azulado y blanco en los lugares en que se lo encontró es --- abundante.

Los minerales secundarios de cobre malaquita verde y azurita azul, crisocola verde azulada y sulfato de cobre celeste verdoso pulverulento, así como la hematita secundaria pardo amarillenta, provendrían de - la alteración de unas motas de calcopirita. También debe señalarse la presencia de hematita primaria que aparece como especularita.

Por su textura masiva y su composición mineral estos cuerpos han sido considerados de origen hipotermal.

. Antecedentes mineros:

El yacimiento se descubrió en 1918 y se trabajó durante 2 años, luego caducó y se remató, y más tarde fue adquirida por sus actuales propietarios que la reactivaron en 1936. La producción ha sufrido altibajos, por tratarse de un material casi exclusivamente de exportación. El período de mayor producción fue el de 1939-45, otro repunte se registró merced a un convenio comercial con Estados Unidos, el mineral era comprado por IAPI y más tarde por COCOMINE.

Según datos de la agencia de rescate de minerales del IAPI en Tinogasta en el período 1952-55, se entregó en la citada agencia 56.982 kg que se extrajeron de los desmontes, en concentrados del 65 por ciento, esta producción constituyó el 70 por ciento de la producción de la provincia en ese período. Actualmente se encuentra abandonada.

Las cifras de producción consignadas por la empresa revelan la importancia de estos yacimientos:

. Año 1942	.....	80.500 kg de concentrado
. Año 1943	.....	93.000 kg de concentrado.
. Año 1944	.....	89.000 kg de concentrado.
. Año 1945	.....	48.000 kg de concentrado.
. Año 1956	.....	9.347 kg de concentrado.
. Año 1957	.....	13.440 kg de concentrado.
. Año 1958	.....	13.533 kg de concentrado.
. Año 1959	.....	13.531 kg de concentrado.

No se han realizado cálculos de reservas.  
Algunas estimaciones de 1947 señalan la existencia de unas 5.000 toneladas de mineral con una ley media del 4 por ciento de  $WO_3$ .

Algunas muestras analizadas de partes ricas dan leyes de entre el 4 y el 18 por ciento de  $WO_3$ .  
Estos datos son sólo orientativos.

La mina presenta más de un centenar de labores, con distinto grado de desarrollo, que suman un total de más de 7.000 metros, siendo su estado de conservación deficiente. La explotación se ha realizado

en forma peligrosa ya que se han eliminado pilares sin reemplazarlos y se han practicado enormes rajos sin relleno ni entibado. Esto es consecuencia del método de explotación "al pirquén", que ha sido predominante a pesar de que en 1939 se comenzó con "realce y relleno". En caso de iniciarse una explotación racional la mayor parte de las labores debería abandonarse, sobre todo las de la parte superior (encima del socavón Toro).

. Mina Trece:

Es lindera de la mina San Antonio y las generalidades geológicas y geográficas valen aquí lo mismo . Comprende una veta principal de cuarzo en caja de granito, su rumbo es aproximadamente N-S, si bien describe un arco muy suave, de NNE a SSE, su buzamiento varía aunque su valor es siempre cercano a la vertical (76-88°). La potencia mínima es de 0.05 m y la máxima de 0,20 m el valor medio estaría entre 0,10 y 0,15.

La mineralización está compuesta por wolframita turmalina, óxido de hierro, malaquita y azurita en ganga de cuarzo. En las salbandas hay mica, que tapiza la roca de caja. La veta a veces se divide en dos y hasta tres ramas.

En la zona se observan afloramientos de - otras vetas similares, algunas de hasta 0,50 m de ancho. La mina consta de 6 pertenencias que suman 42 hectáreas y no ha entrado en producción. Sólo registra tres labores de reconocimiento que totalizan unos 60m.

• Mina Santa Delia:

Linda por el O y SO con la mina Trece, por lo que aquí vale la descripción de la mina San Antonio en sus generalidades. Gran parte del área esta cubierta por detritos por lo que no es facil observar la litología, se advierte la presencia de granito y franjas angostas de esquistos micáceos. Las vetas de cuarzo se alojan en granito; la más trabajada tiene rumbo N 28°O,



el buzamiento subvertical y la potencia alcanza 0,18 m.  
Los minerales observados son: mica, turmalina en ganga  
de cuarzo, manchadas por óxido de hierro, la wolframita  
no es evidente. Existe una sola labor de 4 m de largo.  
La mina consta de 6 pertenencias.

4.3. ALGUNAS CONSIDERACIONES ACERCA DEL DISTRITO LA RAMADA.

El estudio de los antecedentes de este -- distrito, que se reduce prácticamente a los de la mina San Antonio (la única que ha estado en producción) revela su gran importancia como productor de wolframio. Las cifras consignadas en este informe lo ubican como el -- más productivo de la provincia en su momento y uno de -- los más importantes por su volumen y contenido de wol -- framio.

No existiendo datos sobre reservas y le -- yes medias, las perspectivas solamente pueden fundamentarse en las siguientes evidencias:

. Observaciones geológicas: en este sentido deben computarse como ampliamente favorable la difusión de la mineralización, la firmeza y el desarrollo de los cuerpos mineralizados y la asociación con la tectónica y -- las rocas encajantes, todas estas condiciones representan aspectos positivos en cualquier estudio comparativo

teniendo en cuenta las condiciones naturales de la mayoría de los depósitos de wolframio.

. Desarrollo de laboreos: el intenso trabajo de explotación que se refleja en los 7 km de galerías realizados, a pesar de los métodos irracionales de explotación que consistían en desarrollar sólo las partes más ricas del yacimiento, la naturaleza esta permitió aún así que se trabajara intensa y extensamente sin llegar a "estrangularse" totalmente, lo que revela una muy buena -- aptitud minera.

. Antecedentes de producción: trabajado manualmente y transportando la mena a lomo de mula llegó a producir 93.000 kg de concentrados en un año, más tarde, de las escombreras se extraían con provecho más de 13.000 kg -- durante varios años.

Por otra parte, aunque se desconocen las reservas este yacimiento no presenta ningún signo que -- haga presumir su agotamiento ya que no se ha realizado en el mismo ninguna exploración y existen además en el

distrito numerosas vetas que no han sido ni siquiera --  
objeto de un mínimo destape.

Las razones naturales que limitan los traba  
jos sobre este excelente distrito son la falta de agua  
y la dificultad para constuir caminos.

Existen algunas iniciativas no concretadas --  
das que apuntaron a solucionar estos problemas, entre --  
ellos se destacan un plan de exploración propuesto por  
Fernández Lima en 1957 y un proyecto de instalación de  
un alambre carril.

Representa un considerable retraso, para --  
el caso de presentarse condiciones favorables para la --  
extracción de wolfram, el hecho de no contar con una cubi  
bicación, aunque sea de un sector de este yacimiento.-  
Por lo tanto se sugiere considerar la posibilidad de --  
elaborar un plan de exploración integral a cumplir por  
etapas, considerando como primera etapa, una actualizaci  
ción del plan de Fernández Lima, adaptado a la nueva situ  
tuación que incluye el deterioro de labores y caminos y  
la escasez de mano de obra.

Las etapas del plan de exploración deben estar articuladas con un proyecto flexible sobre el --- transporte y la concentración, que admita varias hipótesis que puedan ser contrastadas con cada etapa de avance en la exploración.

En efecto, como el tema crítico es el del transporte por la falta de agua y caminos, la organización de las inversiones en este rubro se condicionará a las leyes y los volúmenes que se descubran en la exploración.

A su vez, la exploración estará condicionada por metas fijas ya que cada hipótesis de transporte y tratamiento corresponderán una ley y un volumen -- críticos que deberán ser alcanzados por cada etapa de la exploración. La elaboración de un proyecto como el que se propone presenta cierta complejidad, y requiere un estudio técnico meticuloso, de todas maneras, se sugiere su necesidad, dado lo costoso de la construcción de caminos y las tareas de exploración, que necesariamente incluirán laboreos mineros y/o perforaciones con carona sacatestigos.

Las condiciones y oportunidad para elaborar este proyecto se consideran buenas por que de modificarse las condiciones de mercado, podría comenzarse de nuevo con los trabajos al pirquén que estropearían definitivamente el yacimiento. El hecho de no existir problemas legales facilitaría la elaboración y perspectivas de ejecución del proyecto.

## VI. ASPECTOS ECONOMICOS E INDUSTRIALES.

## VI - ASPECTOS ECONOMICOS E INDUSTRIALES

### I - ACTIVIDAD MINERA PROVINCIAL.

En el CUADRO N° 1.1 se han compilado los volúmenes anuales extraídos por mineral entre los años 1966 y 1980 en la Provincia de Catamarca.

En el CUADRO N° 1.2 se volcaron los mismos datos para el mismo período de años a nivel de todo el país.

Del examen de estas cifras surgen las siguientes consideraciones:

- Durante el período analizado, con la sola excepción de manganeso (Farrallón Negro) que en 1980 representó más del 50 por ciento del total nacional, la actividad extractiva de minerales de todas las categorías ha sido de impor



CUADRO N° 1.1. - PROVINCIA DE CATAMARCA - EXTRACCION DE MINERALES (en Toneladas)

ELEMENTO	AÑOS.	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
BERILO		38,8	45	108	65	49,2	27,7	25	14	20,5	15	----	----	9	----	----
BISMUTO		----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,014	----	----	----	----	----
CALIZA		7360	12704	18460	14000	30396	34728	38600	43623	269311	275748	249831	277578	351575	348185	409274
COLUMBIO-TANT.(*)		0,016	----	----	----	----	----	----	----	----	0,005	----	0,014	----	180	150
CAOLIN		2700	29	15	3044	4	----	----	----	----	2380	1485	1260	60	1258	1240
CUARZO		8509	3729	1886	----	3583	27	65	29	----	----	7	12	9,8	2,4	0,9
COBRE (')		272	353	873	312	27	----	10000	----	----	----	----	----	----	----	----
DOLOMITA		----	1454	----	2000	----	----	27	6	5	9	11	10	12,2	27	33,4
ESTASO (*)		----	----	----	10	27	32	27	2576	1560	1150	1500	2730	2500	5000	----
FLUORITA		3821	7484	3422	3204	4375	3185	2602	10200	8300	7930	----	----	----	----	----
GRANITO		----	217610	237150	1057000	27000	27000	20032	3	14	47	278	236	80	----	----
LITIO		47	102	10	13	129	----	----	----	----	5000	10000	13260	7542	20080	34214
MANGANESO		1973	1678	1829	241	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
MARMOL		----	----	----	----	1638	1764	1173	1924	130	1970	----	----	----	----	----
ESCALLAS		1467	1447	1511	1844	15	----	----	27	----	324	----	----	----	----	----
ONIX		106	28	28	15	15	----	----	----	----	1,5	0,6	----	90	----	----
MICA		2,96	0,96	----	4,1	3,8	1,1	----	13980	8100	7980	----	----	----	----	----
PIEDRA LAJA		----	----	----	17000	18000	14400	----	----	----	----	----	----	40	----	----
PLOMO		----	----	2	0,5	----	81	135	119	24	18	17	47,25	91	132,5	130
RODOCROSITA		309	206	177	119	164	5	3	4,9	5,1	3,1	8,57	1,97	5,6	0,43	0,5
WOLFRAMIO (*)		4,9	7	15,7	7,7	5	5	----	----	----	----	----	----	----	----	----
TITANIO		25	16	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,187	0,06	0,02	0,15
ORO		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,6
PLATA		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	400	800	----	----
HIERRO		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	216	393
SULFATO SODIO		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	6000	----
SULFATO MAGNES.		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	4142	9506	17424	12494	6707
YESO		----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

('): a partir de 1976 inclusive es cobre-cemento, anterior a ese año es mineral de cobre  
 (\*): Mineral concentrado

FUENTE: Subsecretaría de Estado de Minería de la Nación.

CUADRO N° 1.2. - EXTRACCION DE MINERALES - PRODUCCION NACIONAL (en Toneladas)

ELEMENTO	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
ARFATO	254,6	268,6	593,0	517,5	302,4	253,2	186,5	185,1	268,6	166,6	111,8	164,9	22,1	11,5	30,7
BISMUTO	-----	5,3	25,0	70	0,1	0,5	-----	-----	0,05	0,57	-----	-----	0,3	-----	-----
CALIZA	8256796	9491203	11476643	15352064	11983392	12333203	12793081	12551303	12659595	12823577	13608390	14081202	15955821	15238374	14321877
COLUMBIO-TANT. (*)	5,7	3	1,8	1,61	4,6	4,52	2,4	1,9	1,7	1,8	0,28	0,78	-----	1,9	-----
CAOLIN	73430	64096	73706	80905	74555	68485	90321	99205	93237	113482	83726	74284	45940	132107	91417
CUARZO	49780	47585	50631	47798	76004	62097	92362	81758	119996	124078	116410	103438	81794	96393	76692
COBRE	6666	9809	10422	9947	8415	8420	7090	5233	9841	12152	12631	4590	6665	3665	2180
DOLOMITA	139566	198018	128239	161986	214415	62097	265565	217969	207925	238743	245261	225792	184800	289940	220521
ESTASO (*)	2730	4270	4340	6135	5087	4647	4577	2816	3965	3575	2964	2689	2591	3427	5142
FLUORITA	16088	19255	21508	29377	29655	72334	60177	45968	40672	54358	40077	43792	26746	38076	15468
GRANITO	2755900	3110000	4584000	8069000	6126500	6700000	6270000	4772000	5330000	4975000	4375000	5962000	5617000	7340000	7878332
LITIO	270	247	127	352	245	81	49	100	164	487	675	412	803	106	80
MANGANESO	27770	36535	33715	36511	31613	13772	14298	12585	26062	51219	53086	82385	11497	28770	39960
MARMOL	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ESCALLAS (*)	49768	57491	64097	70043	75054	82348	92460	88816	95279	45835	65475	59261	56845	96355	101951
ONIX (*)	720	554	579	597	688	2001	547	906	2129	4245	4505	3375	2926	4626	3198
MICA	1088	1138	897,9	692,5	1400	3260	2756	2940	3197	2901,5	2620	2100	7631,6	2000	834,5
PIEDRA LAJA	29004	32713	47101	69913	64974	83754	76638	79734	74634	100271	84472	73505	67258	113182	162219
PLOMO (*)	38996	42726	35709	56057	52621	65910	62791	56030	55448	40062	43697	44354	41926	48202	50383
RODOCROSITA	309	206	177	119	164	81	135	119	24	18	11	47	42	73,3	130
WOLFRAMIO (*)	130,7	204	359,6	281,9	280,1	262,8	300,7	160	181,4	109,1	117,8	134,78	187,4	114,7	78,38
TITANIO	25	16	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
ORO	0,005	0,001	-----	-----	-----	-----	-----	0,001	0,003	0,9	0,18	-----	0,17	0,3	0,3
PLATA	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	0,6
HIERRO (*)	155951	225736	277056	299281	239365	282127	259356	237295	415030	286279	506395	1030425	909036	610507	436555
SULFATO SODIO	21903	27617	19919	26980	34993	20406	19470	43340	38107	51392	35489	36022	40690	36455	18931
SULFATO MAGNES.	1136	1471	2005	1317	1172	1458	1215	2031	9953	6261	12412	5487	7801	11909	8556
YESO	288202	264653	434076	535306	421563	507559	513124	454382	510872	612733	507125	546968	611158	587482	932149

(\*): Mineral concentrado

('): Incluidas escallas de ónix

(+): Bochones y bloques

FUENTE: Subsecretaría de Estado de Minería de la Nación

tancia local. Este hecho contrasta notoriamente con las fundadas expectativas respecto a las posibilidades de desarrollo de la actividad minera provincial.

- Durante el período 1966-1980, como tendencia general, salvo el caso Farallón Negro, la actividad se encuentra estancada en niveles de baja significación.
- Durante el año más reciente analizado, 1980, solamente la extracción de caliza, manganeso, estaño y wolframio alcanzan niveles de alguna significación. La producción del resto de minerales, se encuentra prácticamente paralizada.
- Si se deja de lado los casos de la extracción de caliza (utilizada para la fabricación de cemento que representa el 3 por ciento del total nacional) y el manganeso (a cargo de la empresa YMAD cuya consideración está fuera del alcance

de este estudio) sólo quedan como actividades a analizar por su significación actual el estaño con 35 toneladas de concentrado en 1980 equivalente al 0,7 por ciento del nacional y el wolfram con 12 toneladas de concentrado en 1980 equivalente al 15 por ciento de la producción nacional.

Estas consideraciones marcaron la conveniencia de modificar el énfasis relativo a asignar a los distintos temas en elaboración. En efecto, no se consideró útil ni posible efectuar el análisis detallado de las actividades actuales tales como tecnología de extracción, análisis de la comercialización de la industria actual de procesamiento de minerales, capacidad empresarial, mano de obra, etc., ya que, como se ha indicado, estas actividades como realidad actual son prácticamente inexistentes. Esto hace que no sea metodológicamente correcto efectuar inferencias y recomendaciones acerca del desarrollo futuro sobre la base de las precarias condiciones actuales.

En sustitución de este enfoque, se realizó un examen exhaustivo y prioritario de distritos mineros específicos y dentro de ellos un conjunto de minerales de interés actual y/o potencial con vistas a identificar ideas de proyectos de inversión.

En el marco de este enfoque, se seleccionaron cuatro minerales: wolfram, estaño, litio y berilo, agrupándose las tareas de aproximación a ideas de proyectos en tres áreas:

- a) Area geológico-minera.
- b) Area tecnológica.
- c) Area económico-financiera

Cada una de estas áreas, tiende a dar respuestas específicas a cada una de las ideas que se identifiquen, las mismas pueden sintetizarse así:

- a) Geológico-minera: tiende en sucesivas etapas de elaboración del proyecto a determinar la cantidad y calidad del mineral existente. Dentro de estos objetivos se enmarca el análisis del capítulo V - Análisis de Explotaciones y Yacimientos Conocidos.
- b) Tecnología: tiende a examinar las condiciones de acceso e incorporación de tecnología a los proyectos que se planteen. Este tema se plantea en este capítulo explorando tanto la experiencia nacional como internacional.
- c) Económico-financiera: tiende a revisar las condiciones de rentabilidad de los posibles proyectos, a la luz de las tendencias de los mercados, precios e inversiones en el ámbito internacional y nacional.

Estas áreas son esencialmente interdependientes, esto implica que no es necesario ni conveniente agotar el análisis de un área antes de abordar la siguiente, sino que el avance se efectúa más o menos simultáneamente en las tres áreas, adoptando en cada una hipótesis provisorias de trabajo acerca de las conclusiones previsibles de las otras.

De esta manera, nuestra labor tiende a lograr como objetivo final para la Etapa I presentar un grupo de ideas con la elaboración mínima necesaria para que las autoridades puedan definir con antecedentes adecuados la orientación de la Etapa II de Elaboración de Anteproyectos Definitivos.

## 2 - ESTAÑO.

### 2.1. AMBITO INTERNACIONAL.

La utilización de este metal aleado -- con el cobre en elementos de bronce ha sido registrada -- por lo menos hasta 35 Siglos A.C. Durante largos perío -- dos el estaño, por sus propiedades de otorgarle dureza -- al cobre, fue utilizado para la manufactura de herra -- mientas con filo de corte, para fines de caza, guerra e -- industriales. La mayor parte del consumo actual de esta -- ño tiene por objeto mejorar las propiedades y caracte -- rísticas de otros materiales.

El estaño es utilizado en la -- fabricación de hojalata, en soldaduras para lá -- unión de tubos y conductores eléctricos y en otros aleacio -- nes de una muy amplia gama de aplicaciones. Como metal, tiene amplia utilización en la fabricación de vajilla -- y utensilios de cocina y en tubos y cañerías de la in -- dustria de la alimentación.



Si bien en años recientes han aparecidos algunos substitutos para algunos de usos, la franja de utilización es tan variada y diversa y en algunos campos creciente, que puede afirmarse que es y seguirá siendo un elemento esencial de cualquier país industrial desarrollado.

#### 2.1.1. Aspectos industriales y tecnológicos.

La minería mundial del estaño se encuentra concentrada en Asia Sudoriental; los principales países son Malasia, Indonesia y Tailandia. Australia, Bolivia y China Continental son también importantes productores. En 1981 la producción mundial de metal de estaño primario fue de 198.000 toneladas, registrándose un consumo total de 164.000 toneladas, resultando de la diferencia una acumulación neta de stocks. Considerando que las reservas mundiales conocidas se ubican en un nivel de 10 millones de toneladas, se prevé un horizonte de abastecimiento asegurado hasta bien entrado el próximo siglo.

En los principales países productores -- del Asia Sudoriental, la pequeña minería caracterizada -- por la utilización de intensiva de mano de obra y altos costos por unidad de explotación, producen por lo -- menos la mitad del total de cada uno de estos países. En Malasia, el 90 por ciento de las 900 minas activas -- producen menos de 40 toneladas por año cada una, en -- tanto que en Indonesia, la mitad del total de estaño -- proviene de minas con un promedio de 65 toneladas/año o menos. Las grandes empresas privadas del Sudeste Asiático, han sido en general nacionalizadas por los respectivos gobiernos. En la actualidad, excluyendo los países comunistas, las tres empresas de minería de estaño -- más grandes del mundo son: P.T. Timah en Indonesia, Corporación Minera de Bolivia (COMIBOL) y la Malaysian -- Mining Corp.

En el CUADRO N° 2.1. se muestran las capacidades y producciones de extracción y de fundición por países el año 1978.

CUADRO N° 2.1 - CAPACIDAD Y PRODUCCION DE ESTAÑO EN LA INDUSTRIA  
EXTRACTIVA Y DE FUNDICION. (En toneladas métricas).  
AÑO 1978

P A I S E S	EXTRACCION		FUNDICION	
	Capacidad	Producción	Capacidad	Producción
Estados Unidos .....	300		7.300	5.900
Canadá .....	500	400	-	-
México .....	600	100	2.200	1.000
TOTAL .....	1.400	500	9.500	6.900
Bolivia .....	33.000	31.000	17.000	16.200
Brasil .....	8.000	7.000	16.800	7.200
Otros .....	2.500	2.100	1.500	100
TOTAL .....	43.500	40.100	35.300	23.500
EUROPA:				
Bélgica .....	-	-	8.000	3.300
Alemania D. Republic. ....	1.700	1.600	1.500	1.200
Alemania Federal R. ....	-	-	3.600	3.200
	-	-	2.500	1.800
Portugal .....	600	300	800	500
España .....	800	500	15.800	4.100
U.R.S.S. ....	37.000	34.000	39.000	34.000
Reino Unido .....	5.000	3.100	20.000	8.400
Otros .....	200	200	-	-
TOTAL .....	45.300	39.700	91.200	56.500
AFRICA:				
Nigeria .....	5.000	2.800	13.000	3.000
Ruanda .....	1.600	1.500	-	-
Sud Africa .....	3.000	2.900	1.500	600
Namibia .....	1.500	1.300	-	-
Zaire .....	5.000	4.400	4.000	400
Zimbabwe .....	900	900	1.200	900
Otros .....	400	300	-	-
TOTAL .....	17.400	14.100	19.700	5.000
ASIA:				
Burma .....	1.100	800	-	-
China Continental ..	25.000	22.000	35.000	22.000
Indonesia .....	30.000	27.000	33.000	26.000
Japón .....	900	600	3.500	1.100
Malasia .....	65.000	63.000	130.000	72.000
Tailandia .....	33.000	31.000	31.000	29.000
Otros .....	900	700	800	200
TOTAL .....	155.900	145.100	233.300	150.300
OCEANIA: AUSTRALIA ...	14.000	12.000	10.500	5.100
TOTAL MUNDIAL .....	278.000	252.000	400.000	247.000

(1): Los datos pueden no sumar el total por diferencias de redondeo.

En el CUADRO N° 2.1. puede observarse - el predominio de Asia con el 56 por ciento de la capacidad de extracción y el 58 por ciento de la capacidad de fundición. En 1978 la capacidad mundial de fundición de un 62 por ciento más grande que la producción de metal - fundido. Sin embargo, ha sido proyectada la instala -- ción de capacidad adicional de fundición en países como Australia, Bolivia y Tailandia, siguiendo una tendencia que se observa cada vez con mayor fuerza en los países productores de incrementar el valor agregado de su producción, llegando a la etapa de fundición en lu - gar de exportar los minerales concentrados.

En el CUADRO N° 2.2. se han volcado la - extracción y la fundición de estaño por países para los años 1979, 1980 y 1981 complementando el cuadro ante -- rior.

CUADRO N° 2.2. (En miles de toneladas de estaño)						
PAISES	EXTRACCION			FUNDICION		
	1979	1980	1981	1979	1980	1981
Australia	12,6	11,6	12,1	5,4	4,8	4,2
Bolivia	27,8	27,3	27,7	15,7	17,5	19,9
Brasil	6,6	6,9	7,1	10,1	8,8	7,6
Indonesia	29,4	32,5	35,3	27,8	30,5	32,5
Malasia	63,0	61,4	59,9	73,1	71,3	70,3
Nigeria	2,8	2,5	2,4	2,9	2,7	2,6
Sud Africa	2,7	2,4	2,3	-	-	-
Tailandia	34,0	33,7	32,2	33,1	34,7	33,1
Reino Unido	2,4	3,0	3,9	8,0	5,8	7,0
Zaire	3,3	3,2	3,2	0,5	0,9	0,9
Otros	8,5	9,2	9,4	15,7	14,5	13,3
No especificar	7,6	7,0	6,6	-	-	-
España	-	-	-	4,5	3,1	3,5
EE.UU.	-	-	-	4,5	3,0	3,6

. Definiciones, grados y especificaciones.

El metal de estaño virgen o primario es moldeado y vendido como barras, lingotes y placas de 50 kilogramos o menos. En EE.UU., la mayor parte del metal importado es en la forma de lingotes de 45 kilogramos. El estaño comercialmente puro, denominado "grado A" tiene como mínimo 99,8 por ciento de estaño. Grados más altos, como el "Electrolítico" tiene un mínimo de estaño de 99,95 por ciento y aún de 99,98 por ciento. Existen estaños que contienen un 99,6 por ciento de pureza o menos; el estaño común tiene un mínimo del 99 por ciento de contenido.

Hojalata es una delgada hoja de acero -- que tiene una fina capa de estaño en ambas superficies. El grosor de la hoja de acero y el peso de la capa de estaño varían de acuerdo a los requerimientos de su uso.

Bronce es una aleación compuesta principalmente de cobre y estaño. Laton es primariamente una aleación de cobre y zinc pero contiene a menudo alguna proporción de estaño.

El metal antifricción es una aleación de estaño, cobre y antimonio usada para el revestimiento de cojinetes y bujes.

Existe un número variado de componentes de soldaduras, típicamente: de estaño y antimonio (95% - estaño - 5% antimonio), estaño-plata (95% estaño - 5% - plata) y soldaduras suaves con contenidos variables de estaño entre el 1 por ciento y el 70 por ciento con --- otros metales fundamentalmente plomo. En años recientes, el contenido promedio de estaño en soldadura ha sido algo más del 24 por ciento.

Tradicionalmente, el bronce ha sido una aleación a base de cobre con un contenido de entre un 10 por ciento a un 15 por ciento de estaño para endurecer el cobre. En la actualidad, el término bronce se -

lo utiliza junto a algún otro calificativo, ya que puede haber bronce sin contenido de estaño. Los principales bronce con estaño son los bronce fosforados (con 10% o 12% de estaño, con pequeñas proporciones de fósforo) y los metales para armas que son aleaciones de bronce estaño con contenidos de 1 por ciento a 6 por ciento de zinc.

Existe un cierto número de aleaciones para metales antifricción que contienen antimonio y cobre además de estaño. También los metales antifricción a base de plomo contienen un bajo porcentaje de estaño.- La lista siguiente indica el rango de contenidos de esas aleaciones:

1. Estaño 91% - Antimonio 4%-5% - Cobre 4%-5%.
2. Estaño 89% - Antimonio 7%-5% - Cobre 3%-5%.
3. Estaño 84% - Antimonio 8% - Cobre 8%.
4. Estaño 5% - Antimonio 15% - Arsénico 0,5% - Plomo -- 79,5%.



Los componentes para "papeles" y metal blanco varían dependiendo de las marcas y productores.- La mayoría de los "papeles" son ahora una aleación de estaño y plomo.

Algunos papeles son fabricados con estaño prácticamente puro con pequeñas cantidades de cobre o antimonio para darle más resistencia al producto. En los metales blancos, el estaño es usualmente endurecido con antimonio. Para vajilla y utensilios de cocina, -- los metales blancos pueden tener un rango de componentes muy amplio, los de alto grado contienen de un 90 por ciento a 95 por ciento de estaño con 1 por ciento - 2 por ciento de cobre y el resto antimonio. Estos últimos sirven para aumentar la dureza y resistencia del estaño.

. Usos.

A continuación, se describen los principales usos industriales del estaño, considerando

el caso de Estados Unidos, ya que este mercado - representa más del 23 por ciento del consumo mundial y su utilización se orienta a una amplia gama de aplicaciones, factores estos que convierten a este caso en un buen ejemplo de estructura de usos del estaño a nivel internacional.

El estaño primario, que proviene directamente de la actividad minera extractiva, constituye alrededor del 80 por ciento de la demanda en EE.UU. El 20 por ciento restante viene de chatarra vieja y chatarra nueva. Chatarra vieja proviene del reciclaje de -- productos de estaño usados como latas de envases, productos de bronce, radiadores viejos de autos, etc. Chatarra nueva de estaño es aquella que se origina como -- desperdicios durante la manufactura de productos de estaño como hojalata, latón, bronces, etc.

El consumo de estaño ha estado históricamente muy influenciado por la fabricación de hojalata para envases. En los últimos años, en especial desde 1965, esta demanda ha declinado debido a la reducción del contenido de estaño por unidad de hojalata y por la sustitución de la hojalata por el aluminio en los envases de alimentos y bebidas. En cambio en la industria química el uso del estaño es creciente debido a la demanda de componentes orgánicos del estaño. Los mercados de usos finales más importantes son: envases y contenedores, transporte, maquinarias, electricidad, construcción y químicos.

El principal mercado de estaño es el de envases y contenedores. Este dominio se observa prácticamente en todos los países; en EE.UU. esta demanda repre

sentó en 1979 el 32 por ciento del consumo total de estaño.

En el segmento de demanda originada en la industria del transporte, el estaño es utilizado como soldaduras y representa en E.E.U.U. el 12 por ciento del consumo total de estaño. En esta industria el estaño es además utilizado en cojinetes de motores, encamisado de partes de motores, como cuerpo de relleno en soldaduras de radiadores, acondicionadores de aire y componentes electrónicos. Es también utilizado en filtros de aceite y de aire como hojalata y en pequeñas cantidades, como agregados en hierro moldeado para blocks de motores para mejorar sus aptitudes para el moldeado y maquinado. En la industria aeronáutica es típicamente usado en aleaciones para soportes, para estructuras de alto impacto en trenes de aterrizaje y en cubrimientos de cables de cobres como anticorrosivo.

En la industria naval tiene aplicaciones en aleaciones para bronces y pinturas.

En la industria de maquinarias el estaño se aplica fundamentalmente como metal de aleación. Este mercado representa en EE.UU alrededor del 10 por ciento del consumo total de estaño (1979). En esta categoría, el uso individual más importante es como componente de latones y bronce, en bujes, juntas, piezas fundidas y estampadas.

El mercado de la industria eléctrica consume en USA el 17 por ciento del estaño. Aquí, el uso principal es como componentes de soldaduras, bronce y latones en las computadoras, maquinarias eléctricas y componentes electrónicos.

El mercado de la construcción representó un 14 por ciento del consumo norteamericano en 1979. Se lo utiliza como aleaciones en plomería e instalaciones de calefacción.

El mercado de la industria química tiene una demanda muy diversificada y ha sido creciente en los últimos años. Aproximadamente, representó en 1979 el 11 por ciento del consumo total.

Compuestos orgánicos del estaño son usados como estabilizadores para polivinilos y como fungicidas y -- biocidas. Sustancias químicas con estaño inorgánico -- son utilizadas en baños para platear, como agentes reductores, como estabilizadores de jabones y perfumes, en la producción de poliuretano y como aditivos en pastas dentífricas. El tetracloruro de estaño es utilizado para mejorar la resistencia a los abrasivos de los vidrios -- de botellas.

Otros usos diversos representan en USA -- aproximadamente el 14 por ciento del total siendo principalmente: tipos para imprenta, vajilla, utensilios de -- cocina, joyería, amalgamas de uso dental y equipos para el manipuleo de alimentos.

. Reservas y recursos.

El estaño es un elemento relativamente -- escaso; en promedio, en la corteza terrestre se presenta en 2 ppm mientras que el zinc alcanza 94 ppm, 63 ppm el cobre y 12 ppm el plomo.

El estaño aparece frecuentemente concentrado por procesos de diferenciación magmática y muestra una amplia afinidad con rocas graníticas o sus equivalentes extrusivos. Los principales depósitos aparecen irregularmente a lo largo de un cinturón rodeando el Océano Pacífico.

La mayor parte del estaño se extrae de placeres de los cuales casi la mitad provienen del Asia Sudoriental. En el CUADRO N° 2.3 se indican las reservas y recursos por países.

El único mineral con contenido de estaño que tiene importancia comercial, es la casiterita ( $\text{SnO}_2$ ); pequeñas cantidades de estaño pueden obtenerse de sulfuros complejos (cilindrita, panckita, canfieldita, estanita y tealita).

La casiterita tiene una elevada densidad (6,8 a 7,1) y una dureza de 6 a 7 (Escala de Mohs); su color es generalmente marrón oscuro o negro con lustre diamantino.

CUADRO N° 2.3 - RESERVAS MUNDIALES DE ESTAÑO. (En miles de toneladas métricas).			
PAISES	RESERVAS	OTROS RECURSOS	TOTAL
NORTEAMERICA:	80	420	500
EE.UU. ....	50	150	200
Canadá ....	20	220	240
México ....	10	40	50
SUDAMERICA:	1.385	5.495	6.880
Argentina ....	5	5	10
Bolivia ....	980	1.750	2.730
Brasil ....	400	3.740	4.140
EUROPA:	1.300	3.830	5.130
España y Portugal ....	30	900	930
URSS ....	1.000	1.900	2.900
Reino Unido ....	260	1.020	1.280
Otros ....	10	10	20
AFRICA:	740	2.950	3.660
Nigeria ....	280	600	880
Zaire ....	200	2.000	2.200
Otros ....	230	350	580
ASIA:	6.050	13.540	19.590
Burma ....	500	500	1.000
China Continental ....	1.500	4.000	5.500
Indonesia ....	1.550	1.080	2.630
Malasia ....	1.200	3.500	4.700
Tailandia ....	1.200	4.360	5.560
Otros ....	100	100	200
OCEANIA:	350	570	920
Australia ....	350	570	920
T O T A L	9.875	26.805	36.680



Los placeres más ricos se encuentran en depósitos de corrientes donde los flujos de agua ha concentrado los minerales pesados generalmente derivados de placeres residuales o eluviales. Las arenas del océano pueden también contener concentraciones de estaño como por ejemplo las que se extraen de la costa de Indonesia y Tailandia.

. Tecnologías de extracción y procesamiento.

Históricamente la explotación ha sido realizada por los métodos tradicionales de perforación y excavación. A medida que los depósitos más ricos se fueron agotando y los costos de extracción comenzaron a elevarse, la búsqueda y obtención de estaño requirió cada vez más la incorporación de técnicas más sofisticadas. Los métodos geofísicos y geoquímicos han sido empleados frecuentemente para cubrir grandes áreas más rápidamente, identificando aquellas con mayores posibilidades de forma que las perforaciones pudieran ser más eficaces y menos costosas.

Existen dos métodos principales para minería en placeres: la extracción con dragalina y el de bombeo de gravas. Existen métodos hidráulicos utilizados en minas a cielo abierto.

En el método por dragado, el mineral extraído y transportado por medio de grandes baldes, o cucharas, al interior de las dragas, lavado sobre tamices y concentrado sobre cribas rotativas. El resultado de estas operaciones es estaño en bruto listo para la concentración final.

Tanto el método de bombeo de gravas como el método hidráulico utilizan los dos chorros de agua para desmenuzar el mineral de estaño, pero se diferencian por la forma de llevar el mineral al lugar de lavado.-

El bombeo de gravas utiliza una bomba mientras -- que el hidráulico utiliza presión hidrostática.

En las operaciones a cielo abierto el material es extraído en seco por palas y enviado por cinta transportadora a las plantas de lavado para su tratamiento.

Los depósitos vetiformes son trabajados por los métodos comunes en la minería de rocas duras de otros minerales no ferrosos. La entrada a los cuerpos mineralizados se hace por un socavón y tiros de mina; el mineral es marcado por y voladura explosiva y luego transportado desde la mina para su tratamiento. El concentrado bruto proveniente de placeres enriquecido por separación magnética y electrostática resultando como producto prácticamente casiterita pura.

El mineral proveniente de depósitos de vetas es reducido de tamaño por trituración y molienda luego es concentrado por métodos de gravitación: tamizado, clasificado, cribado y separado. El producto resultante es de una concentración menor que el concentrado proveniente de placeres debido a los minerales sulfurados asociados. Dichos minerales se eliminan por flotación o separación magnética, con o sin tostado magnetizante.

Las casiteritas de placeres admiten una recuperación que varía desde el 90 por ciento para el método de bombeo de gravas hasta el 95 por ciento para

el método de dragado. Las casiteritas provenientes de depósitos de vetas son de grano muy fino y la recuperación por concentración gravitatoria es muy dificultosa. Casiteritas de este tipo de minas en Australia, Sudáfrica y Reino Unido rara vez superan el 70 por ciento en la recuperación, mientras que en Bolivia es aproximadamente el 50 por ciento.

La casiterita es reducida a estaño con carbón a temperaturas de 1200° a 1300°C. La casiterita casi pura de placeres es fundida directamente. Otros concentrados, especialmente los de Bolivia, contienen impurezas que deben ser extraídas antes de la fundición. Esta operación es normalmente hecha mediante el tostado de los concentrados con o sin fundentes seguido por lixiviado ácido. Durante la tostación la mayor parte del sulfuro y el arsénico son volatilizados como óxidos; los óxidos de bismuto, cobre, hierro y zinc son extraídos por lixiviado del concentrado tostado con ácido clorhídrico. Es posible recuperar tungsteno, tostando el concentrado con carbonato o sulfato de sodio y lixiviado luego con agua.

El antimonio, bismuto, plomo y plata pueden extraerse por una tostación clorurante seguida de un lixiviado ácido.

En las plantas modernas de fundición de estaño hornos de reverbero o eléctricos, los cuales han mejorado las condiciones de producción sobre todo en lo que respecta al contenido de estaño en la escoria y a las pérdidas de polvo por la chimenea.

La fundición del estaño es una operación discontinua. Una carga típica contiene casiterita concentrada, carbón como agente reductor y arcilla y sílice como fundentes. Se requiere normalmente de 10 a 12 horas para fundir una carga; cuando la misma se ha fundido completamente se la vierte en un separador del que la escoria rebalsa, quedando en forma de gránulos. El estaño fundido escurre por abajo del separador y se vierte en moldes para placas o lingotes.

La escoria resultante, que contiene de un 10 por ciento a un 25 por ciento de estaño, es reciclada hasta obtener un desperdicio con menos del 1 por ciento de estaño.

El método más difundido para el refinado del estaño consiste en calentar el metal en un horno rotativo a una temperatura ligeramente por sobre el punto de fusión del estaño pero inferior a las de los puntos de fusión de las impurezas. El estaño fundido se vierte en un recipiente dejando aparte las impurezas sólidas como hierro y cobre, las que son nuevamente recicladas para recuperar el contenido residual de estaño.

El estaño fundido es batido con madera verde la que produce un fuerte hervor. Durante el batido las impurezas y parte del estaño se oxidan en una espuma que es extraída afuera. Una vez que la refinación está concluida, el estaño es moldeado en lingotes para su comercialización.

La mayor parte del estaño secundario, es recuperado en la forma de bronce, latones, soldaduras -

y otras aleaciones. Chatarras de base de cobre, plomo y estaño son las principales fuentes de abastecimiento de los productores de estas aleaciones. Alrededor del 10% del estaño secundario es recuperado como metal de recortes y desperdicios de la industria de la hojalata. Básicamente, existen tres métodos de recuperación: el químico-alcalino, el alcalino electrolítico y el proceso del cloro.

En el químico alcalino, la chatarra de hojalata es tratada con soda cáustica en presencia de un agente oxidante para disolver el estaño como estannato sódico. El acero es luego lavado y prensado en fardo para su despacho. El estaño puede ser recuperado de la solución de estannato como metal, como cristales de estannato u óxido de estaño. Debido a los bajos costos de proceso y a la obtención de metal de alta pureza la práctica común es la electrólisis de la solución de estannato para obtener estaño metálico. Los promedios de pureza por este método alcanzan al 99,99 por ciento con antimonio, hierro y plomo como impurezas.

. Investigación, desarrollo y aplicaciones recientes.

El principal instituto de investigación es el Instituto de Investigación del Estaño, Greenford, Reino Unido que es financiado por los grandes productores de estaño. Este instituto controla además otras organizaciones en otros países como los institutos del mismo nombre en Columbus, Ohio y Palo Alto, California, EE.UU.

Estos entes tienen como principal objetivo desarrollar nuevos usos del estaño y mejorar los productos existentes y los procesos de fabricación de los mismos.

En los últimos años, la investigación se ha centrado en las siguientes líneas: estaño metalúrgico en polvo, compuestos orgánicos con estaño, catalizadores de estaño para monóxido de carbono y aleaciones de estaño.



La Organización de Investigación Científica e Industrial de la Comunidad Británica en Australia se encuentra investigando un método altamente eficiente de combustión sumergida para procesar concentrador de estaño de bajo grado (20% a 30%). El proceso -- utiliza un inyector doble de reductores y aire por debajo de la superficie del concentrado fundido. Se asegura que el método es por lo menos 20 veces más rápido y más eficiente en el uso de energía que las técnicas convencionales de fundido.

En el campo de los compuestos orgánicos con estaño, se ha investigado en cobayos con acetato y cloruro de trifenil-estaño vislumbrándose perspectivas de estas drogas como inhibidores de crecimiento de tumores.

En la industria del acero, recientes investigaciones se han orientado al desarrollo de acero niquelado que podría ser un sustituto de la hojalata.

El Centro de Investigación y Desarrollo del Asia Sudoriental, establecido en 1977 y financiado --

por el Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas, -  
ha estado investigando nuevos métodos de perforación y  
tratamiento de escorias.

Investigaciones recientes han indicado -  
que el estaño, en los catalizadores de cracking, neutrali-  
za la pérdida de actividad y selectividad de los catali-  
zadores en las refinerías, causada por la presencia de -  
metales pesados en los materiales de alimentación. El -  
único aditivo que se conocía hasta el momento era un --  
compuesto de antimonio.

#### 2.1.2. Aspectos de mercado y comercialización.

##### Producción.

Desde 1975 la producción minera mundial -  
ha crecido constantemente, como consecuencia fundamen-  
talmente de la recuperación económica sobreviniente a -  
la recesión del período 1973-1975, a la respuesta de  
la producción al déficit de oferta prevaleciente en la

primera mitad de la década del 70 y a una recuperación de los precios del estaño. Otros factores concurrentes han sido sin duda la venta de 152.000 toneladas de estaño excedente durante los pasados 20 años por parte de stock del Gobierno de los EE.UU. y a una reducción general de los inventarios industriales. Del total mundial de producción minera, 235.000 toneladas en 1980, Malasia produjo el 26 por ciento; Tailandia el 14 por ciento; Bolivia el 12 por ciento e Indonesia el 14 por ciento. Otros países de economía de mercado, 16 por ciento y Países Comunistas en conjunto alrededor del 18 por ciento. Aproximadamente 244.000 toneladas de estaño primario fue fundido en el mundo en 1980. De estos, 72.000 toneladas o sea el 29 por ciento fue fundido en Malasia. Tailandia produjo el 14 por ciento, Indonesia el 12 por ciento y Bolivia el 7 por ciento. China Continental y la U.R.S.S. juntas produjeron el 32 por ciento del total mundial.

En el CUADRO N° 2.4. se vuelcan los datos de producción minera anual por países y en el CUADRO N° 2.5. la producción de estaño fundido anual por países.

CUADRO N° 2.5 - ESTAÑO REFINADO (1). PRODUCCION MUNDIAL.  
(En miles de toneladas).

PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bélgica .....	3,7	4,8	4,3	3,8	3,5	2,4	3,1
Dinamarca ....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Alemania R.F.	2,5	2,3	2,3	3,9	4,8	4,1	2,3
Nerhwelands ..	1,7	2,0	2,2	2,3	1,8	1,9	1,3
Reino Unido ..	15,4	15,1	13,7	13,5	10,4	11,4	11,4
CEE .....	23,4	24,3	22,6	23,6	20,6	19,9	18,2
Portugal .....	0,6	0,5	0,4	1,0	0,9	1,1	0,9
España .....	7,5	6,8	7,0	5,4	4,7	4,5	4,3
Europa .....	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
EUROPA .....	31,7	31,7	30,1	30,1	26,3	25,6	23,5
Nigeria .....	5,6	4,7	3,7	3,3	3,0	2,9	2,7
Sud Africa....	1,7	1,6	1,4	1,5	1,5	1,6	2,2
Zaire .....	0,6	0,7	0,6	0,7	0,9	0,5	0,8
Zimbabwe .....	1,0	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
AFRICA .....	8,9	7,9	6,5	6,4	6,3	5,9	6,6
Japón .....	1,4	1,3	1,2	1,3	1,2	1,3	1,3
Indonesia ....	15,1	17,8	23,3	24,0	25,8	27,8	30,5
Malasia .....	84,4	83,1	78,0	66,3	72,0	73,1	71,3
Singapur .....	-	-	-	-	1,5	4,0	4,4
Sud Corea ....	-	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4
Thailandia ...	19,8	16,6	20,4	23,2	29,0	33,2	34,8
Asia .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
ASIA .....	120,8	119,3	123,4	115,4	130,1	139,9	142,8
Argentina ....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Bolivia .....	7,0	7,6	9,8	13,0	16,2	15,6	16,8
Brasil .....	6,4	6,9	6,7	7,7	9,5	10,4	9,0
México .....	1,2	1,0	0,8	1,0	1,0	0,6	0,4
EE.UU. ....	7,9	8,6	7,2	8,4	5,4	6,3	5,7
América .....	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
AMERICA .....	22,8	24,4	24,8	30,4	32,4	33,2	32,3
AUSTRALIA ....	7,2	5,6	5,8	5,8	5,4	5,9	5,2
MUNDO OCCIDEN.	191,4	188,9	190,6	188,1	200,5	210,5	210,4
Chequoeslovaq.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
China .....	23,0	23,0	19,0	18,0	17,0	16,0	15,0
Alemania R.D.	1,1	1,3	1,4	1,4	1,4	1,6	1,8
URSS .....	15,0	16,0	17,0	17,5	18,0	18,0	17,0
MUNDO ORIENTAL	39,2	40,4	37,5	37,0	36,5	35,7	33,9
TOTAL .....	230,6	229,3	228,1	225,1	237,0	246,2	244,3

(1): Comprende estaño primario y secundario.

FUENTE: Metall non Ferrosi - 1980. Samin - Roma.

CUADRO N° 2.4 - MINERAL DE ESTAÑO, PRODUCCION MUNDIAL (1).  
(En miles de toneladas).

PAIS	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Francia .....	0,1	0,1	-	-	-	-	-
Reino Unido ..	3,2	3,3	3,3	3,9	2,8	2,4	3,0
CEE .....	3,3	3,4	3,3	3,9	2,8	2,4	3,0
Portugal .....	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,3
España .....	0,6	0,7	0,7	0,6	0,8	0,5	0,4
EUROPA .....	4,4	4,5	4,3	4,8	3,9	3,1	3,7
Namibia .....	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0
Nigeria .....	5,5	4,7	3,7	3,3	2,9	2,8	2,5
Ruanda .....	1,4	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,6
Sud Africa....	2,6	2,8	2,8	2,9	2,9	2,7	2,9
Zaire .....	4,8	4,2	3,7	3,6	3,1	3,3	3,2
Africa .....	1,1	0,9	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
AFRICA .....	16,1	14,6	13,6	13,5	12,5	12,5	12,4
Birmania .....	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	1,5	1,1
Japón .....	0,5	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5
Indonesia ....	25,6	25,3	23,4	25,9	27,4	29,4	32,5
Malasia .....	68,1	64,4	63,4	58,7	62,7	63,0	61,4
Thailandia ...	20,3	16,4	20,5	24,2	30,2	34,0	33,7
Asia .....	0,6	0,5	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6
Origen no de- terminado ....	1,4	5,9	4,8	7,7	7,0	7,0	7,0
ASIA .....	116,9	113,6	113,7	118,1	129,3	136,2	136,8
Argentina ....	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,6
Bolivia .....	30,2	32,0	30,3	33,7	30,9	27,8	27,5
Brasil .....	3,6	4,6	5,7	5,7	6,3	6,6	6,8
Canadá .....	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,2
México .....	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2
Perú .....	0,2	0,3	0,3	0,3	0,8	0,9	1,1
América .....	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
AMERICA .....	35,3	38,3	37,5	40,7	39,1	36,3	36,5
AUSTRALIA ....	10,5	9,6	10,6	10,7	11,7	12,6	10,4
MUNDO OCCIDEN.	183,2	180,6	179,7	187,8	196,5	200,6	199,8
Checoslovaquia	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
China .....	23,0	20,0	20,0	18,0	18,0	17,0	16,0
Alemania R.D.	1,0	1,2	1,3	1,4	1,6	1,6	1,8
URSS .....	14,0	15,0	16,0	17,0	18,0	18,0	17,0
Vietnam .....	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,2	0,4
MUNDO ORIENTAL.	38,4	36,6	37,8	36,8	38,2	37,0	35,4
TOTAL .....	221,6	217,2	217,5	224,6	234,7	237,6	235,2

(1): Metal contenido.

FUENTE: Metalli non Ferrosi - 1980. Samin - Roma.

. Consumo.

En 1980, la demanda total mundial fue de 227.000 toneladas. El 21 por ciento correspondió a EE.UU. Japón el 14 por ciento, la CEE 22 por ciento, China y la U.R.S.S. 16 por ciento en total, resto del mundo -- 27 por ciento. En el CUADRO N° 2.6. se han volcado -- los consumos anuales por países.

. Comercio internacional.

El cambio más significativo de los últimos años ha sido la fuerte tendencia de los países productores de mineral de estaño a instalar sus propias -- fundiciones con el objeto de incrementar el valor agregado a sus exportaciones. Este proceso ha hecho disminuir la cantidad relativa de concentrados disponibles -- en las fundiciones de los países consumidores líderes -- tales como Gran Bretaña, Alemania Federal, EE.UU., etc.

CUADRO N° 2.6 - CONTINUACION.

PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Australia ....	4,6	3,7	3,9	4,0	3,8	3,8	3,4
Nueva Zelandia	0,7	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,2
OCEANIA .....	5,3	4,1	4,3	4,3	4,0	4,1	3,6
MUNDO OCCIDEN.	196,7	168,2	186,5	178,2	178,0	179,0	172,0
Bulgaria .....	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	1,0	0,9
Checoeslovaq..	3,8	3,4	3,5	3,1	3,2	3,9	4,9
China popular.	14,0	14,0	15,0	14,0	14,0	13,0	12,5
Alemania R.D.	2,5	2,6	2,6	2,7	3,0	3,0	3,1
Polonia .....	4,5	4,3	5,1	4,7	4,6	3,9	3,3
Rumania .....	3,1	3,1	3,1	3,2	3,2	3,0	3,0
Hungría .....	1,7	1,7	1,5	1,6	1,7	1,4	1,6
URSS .....	21,0	23,0	23,0	23,0	24,0	24,0	24,5
Mundo Oriental	1,3	1,3	1,3	1,4	1,5	1,0	1,5
TOTALES .....	249,6	222,5	242,5	232,8	234,2	233,2	227,3

(1): Comprende estaño primario y secundario.  
FUENTE: Metalli non Ferrosi - 1980" Samin, Roma.

CUADRO N° 2.6 - ESTAÑO REFINADO. CONSUMO MUNDIAL (1).  
(En miles de toneladas).

PAISES	1975	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bélgica .....	4,3	4,5	3,1	3,4	3,2	2,5	2,7
Dinamarca .....	0,7	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,2
Francia .....	11,7	10,0	10,5	9,8	9,9	9,8	10,1
Alemania R.F. .	15,7	13,0	15,6	14,9	15,1	15,2	15,9
Irlanda .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Italia .....	9,3	6,3	5,9	6,2	5,8	6,0	5,8
Netherlands ...	4,4	3,9	4,1	5,2	5,1	4,8	5,2
Reino Unido ...	16,7	14,4	15,2	14,9	13,9	13,2	9,9
CEE .....	62,9	52,6	55,0	54,9	53,5	52,0	49,9
Austria .....	0,6	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6
Finlandia .....	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Grecia.....	0,4	0,6	0,3	0,4	0,3	0,8	0,5
Yugoeslavia ...	1,6	1,0	1,3	1,9	1,8	1,3	1,0
Noruega .....	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9
Portugal .....	1,4	0,7	0,9	0,5	0,7	0,5	0,4
España .....	4,8	5,0	4,9	4,0	4,8	4,4	4,6
Suecia .....	0,5	0,6	0,6	0,3	0,3	0,5	0,8
Suiza .....	0,7	0,7	0,7	0,6	0,8	0,7	0,8
Europa .....	0,1	-	-	-	-	-	-
EUROPA .....	74,3	62,8	65,4	64,3	63,9	61,8	59,7
Sud Africa ....	2,3	2,2	2,3	2,1	1,9	2,0	2,0
Africa .....	1,7	1,8	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6
AFRICA .....	4,0	4,0	3,8	3,6	3,5	3,6	3,6
Filipinas .....	1,0	0,3	0,3	0,7	0,8	1,0	1,1
Japón .....	33,9	28,2	34,8	29,7	29,4	31,2	30,9
Hong Kong .....	0,6	0,6	0,8	0,9	1,0	1,2	1,2
India .....	3,1	2,9	3,1	2,8	2,6	2,5	2,3
Corés del Sur..	0,7	1,0	1,4	1,8	2,1	1,8	1,8
Taiwan .....	0,7	0,7	0,8	1,3	1,3	1,3	1,3
Turquía .....	1,1	1,2	0,9	1,0	0,7	0,7	0,5
Asia .....	2,4	2,7	2,8	2,7	2,6	3,0	2,1
ASIA .....	43,5	37,6	44,9	40,9	40,5	42,7	41,2
Argentina .....	2,0	1,8	1,0	1,5	1,6	1,0	0,7
Brasil .....	3,8	4,5	4,8	5,1	5,2	5,7	5,3
Canadá .....	5,6	4,4	5,0	5,3	5,1	4,8	4,9
México .....	2,2	1,8	1,8	1,6	1,6	1,6	1,8
EE.UU. ....	54,4	45,6	53,8	49,8	50,6	51,7	48,2
América .....	1,6	1,6	1,7	1,8	2,0	2,0	3,0
AMERICA.....	69,6	59,7	68,1	65,1	66,1	66,8	63,9



En el CUADRO N° 2.7. se han volcado los volúmenes de importación anuales por países.

El principal país importador es EE.UU. con 46.000 toneladas en 1980, equivalentes al 32 por ciento de las importaciones totales. Le sigue Japón con el 21 por ciento, Alemania Federal 12 por ciento y Francia -- con 7 por ciento.

En el CUADRO N° 2.8. se muestran los -- montos de exportación anuales por países.

. Formación de los precios en el mercado mundial.

El precio del estaño está sujeto a un -- acuerdo internacional entre los países productores y -- consumidores denominado ITA (International Tin Agreement). El ITA tiene como principal objetivo asegurar el equilibrio a largo plazo entre la producción y el consumo -- y evitar fluctuaciones coyunturales bruscas en los pre -- cios. Para ello, el ITA establece cotas máximas y míni

CUADRO N° 2.7 - ESTAÑO REFINADO, IMPORTACIONES MUNDIALES (1).  
(En miles de toneladas).

PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bélgica .....	2,8	1,6	2,3	2,0	2,1	2,6	2,6
Dinamarca ....	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
Francia .....	11,7	10,0	10,6	10,1	10,6	10,3	10,4
Alemania R.F.	15,6	13,0	15,5	14,9	14,7	15,8	17,1
Irlanda .....	-	-	-	-	0,1	-	-
Italia .....	10,4	5,4	7,4	6,2	5,9	6,7	6,4
Netherlands ..	5,9	3,9	5,2	4,1	4,6	4,7	5,2
Reino Unido ..	7,2	5,3	6,7	8,4	7,8	7,7	5,2
Austria .....	0,6	0,4	0,6	0,5	0,5	0,5	0,6
Finlandia ....	0,3	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
Yugoslavia ...	1,6	1,0	1,4	1,9	1,8	1,3	1,0
Noruega .....	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Portugal .....	0,4	0,3	0,5	0,5	0,5	0,4	-
España .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	-
Suecia .....	0,5	0,7	0,7	0,2	0,3	0,5	0,3
Suiza .....	0,8	0,7	0,8	0,7	0,9	0,9	1,0
Egipto .....	1,0	0,1	1,0	0,4	0,2	0,3	0,2
Marruecos ....	0,2	0,1	0,1	-	-	-	-
Sud Africa (2)	1,0	0,8	0,8	0,8	0,5	0,2	0,2
Japón .....	31,2	22,0	31,1	28,2	28,6	30,5	30,2
Hong Kong ....	0,6	0,6	1,0	0,9	1,4	2,2	1,8
India .....	1,8	2,3	2,8	2,4	1,4	-	-
Singapur .....	-	-	0,5	0,3	1,2	1,0	2,2
Corea del Sur.	0,6	0,8	0,6	1,1	1,2	-	-
Taiwan .....	0,7	0,9	0,8	1,8	3,1	0,8	0,6
Argentina ....	2,0	1,8	1,0	0,6	0,7	0,9	0,5
Brasil .....	-	-	-	-	-	-	-
Canadá .....	5,6	4,5	4,2	5,0	4,8	4,7	4,5
Chile .....	0,5	-	-	0,1	0,4	0,3	-
Colombia .....	-	-	-	-	-	0,4	-
México .....	0,5	-	-	-	0,3	0,4	-
EE.UU. ....	40,2	44,4	45,1	48,3	46,8	48,4	46,0
Venezuela ....	-	0,6	0,2	0,6	0,3	0,5	0,5
Australia ....	0,1	-	-	0,2	0,2	-	-
Nueva Zelandia	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2

CUADRO N° 2.7 - CONTINUACION.							
PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bulgaria ....	0,7	0,4	1,3	0,4	0,6	0,6	
Checoeslovaquia ..	4,1	4,0	3,9	3,1	3,5		
Polonia .....	4,5	4,5	5,1	4,7	4,6	3,9	3,3
Rumania .....	3,1	3,0	5,1	3,2			
Hungría .....	1,6	1,8	1,7	1,5	1,7	1,7	1,7
URSS .....	5,2	9,7		9,7	14,1	13,7	
(1): No incluye estaño en aleaciones.							

CUADRO N° 2.8 - ESTAÑO REFINADO. EXPORTACIONES MUNDIALES (1).  
(En miles de toneladas).

PAISES	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
Bélgica .....	1,7	1,8	3,2	2,5	2,4	2,3	2,8
Dinamarca .....	0,1	-	-	-	-	-	-
Francia .....	0,4	0,3	0,1	0,3	0,7	0,6	0,2
Alemania R.F. ....	1,2	1,3	1,5	3,6	4,4	5,3	2,6
Italia .....	0,4	0,2	-	-	-	0,1	0,1
Netherlands ..	1,1	0,5	0,6	0,9	0,4	0,5	1,1
Reino Unido ..	8,9	6,4	6,9	6,8	7,0	6,2	7,0
Austria .....	-	-	-	-	-	-	-
Noruega .....	-	-	-	-	-	-	-
Portugal .....	-	-	-	-	-	-	-
España .....	1,7	1,6	2,6	1,6	0,1	0,4	-
Suecia .....	-	0,1	0,1	0,2	-	0,1	0,1
Suiza .....	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
Nigeria .....	4,5	4,7	3,2	3,0	2,1	2,6	2,7
Zaire .....	0,5	1,0	1,2	1,0	1,1	0,5	0,4
Japón .....	0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Hong Kong .....	-	0,2	0,5	0,6	0,9	1,6	1,4
Indonesia .....	14,9	11,3	9,0	23,5	22,9	26,3	25,0
Malasia .....	84,2	76,9	80,0	63,2	70,1	72,1	69,4
Singapur .....	1,1	0,7	2,2	5,5	7,1	9,8	13,0
Thailandia ...	20,8	16,7	20,0	21,4	28,9	31,3	32,0
Bolivia .....	7,0	7,5	9,9	12,5	15,5	14,4	-
Brasil .....	2,7	3,5	1,8	2,1	1,7	1,5	-
EE.UU. ....	8,5	3,6	2,3	5,5	4,7	3,4	3,8
Australia ....	2,3	2,4	2,3	2,3	2,1	1,6	1,5
China R.P. ...	10,2	13,0	7,1	3,4	5,4	3,2	2,5
Hungría .....	0,1	-	-	0,1	-	-	-

(1): No incluye estaños en aleaciones.

mas de precios dentro de las cuales se permite oscilar -  
los precios de las transacciones. El precio mínimo es  
mantenido mediante compras del ITA o por aplicación -  
de controles de exportación a los países productores --  
miembros.

Los precios máximos se mantienen por ventas del ITA. El ITA ha sido especialmente presionado -  
en la prevención de aumentos excesivos de precios por -  
encima de los máximos o en la promoción de ofertas adi-  
cionales durante períodos de fuerte demanda.

Durante los últimos años el stock de es-  
taño del ITA ha sido muy bajo, razón por la que el mante-  
nimiento de precios mínimos ha sido realizado median-  
te controles de exportación que son siempre resistidos -  
por los países productores. Para solucionar estos pro-  
blemas, la 6ta. Reunión del ITA realizada el 31 de Ju -  
lio de 1980, decidió incrementar el stock de estaño del  
ITA a 70.000 toneladas, volumen con el que se estima se -  
podrán mantener los niveles máximos y mínimos de pre --  
cios adoptados. El rango de precios fue el siguiente -  
en Julio de 1980:

	US\$/LIBRA	US\$/t
. Precio mínimo .....	5,61	12.360
. Precio máximo .....	7,30	16.093

Dado que la mayor parte del estaño es -- producido en el Sudeste Asiático, las transacciones de estaño en Penang, Malasia, generalmente establecen el -- precio mundial. Este mercado, es un lugar físico donde el precio es determinado diariamente en los dos fundidores Malayos, comparando los pedidos de los distribuidores y consumidores con el estaño disponible. Otros lugares importantes para las transacciones de metal son -- London Metal Exchange, LME, y el mercado de Nueva York.

Los precios han subido marcadamente desde 1977 debido a déficits de oferta y especulaciones -- acerca de ventas del stock estratégico del Gobierno de EE.UU.

En el CUADRO N° 2.9. se vuelcan los precios cronológicos del estaño desde 1958 a 1980.

CUADRO N° 2.9 - PRECIOS.

A Ñ O S	CENTAVOS DE DOLAR POR LIBRA DE ESTAÑO	
	Precios corrientes	Precios a dólares constantes de 1978
1958	95,09	218,85
1959	102,01	229,70
1960	101,40	224,53
1961	113,27	248,62
1962	114,61	247,01
1963	116,64	247,74
1964	157,72	329,82
1965	178,17	364,50
1966	164,02	324,92
1967	153,40	295,17
1968	148,11	272,76
1969	164,44	288,34
1970	174,13	289,79
1971	167,34	264,98
1972	177,47	269,84
1973	227,56	327,05
1974	396,27	519,35
1975	339,82	406,39
1976	379,82	431,89
1977	534,60	573,68
1978	629,58	629,58
1979	753,89	692,75
1980	846,00	-

PROYECCIONES DE DEMANDA

Adoptando la metodología utilizada por Minerals Factors and Problems, se han realizado proyecciones de la demanda mundial en el mercado de EE.UU. que es el principal consumidor y el resto del mundo. El consumo fue abierto en los siguientes submercados:

- . Envases y contenedores
- . Transporte
- . Maquinaria
- . Electricidad
- . Construcción
- . Químicos
- . Otros

Tomando como año base, el consumo de 1978 y considerando las tendencias históricas de los últimos 20 años, se estimaron los consumos futuros para 1990 y 2000. Sobre esta base, se analizaron en cada mercado las circunstancias específicas que es dable visualizar como; productos y usos sustitutos, probabilidad de cambios e innovaciones tecnológicos, nuevos usos, amplia



ción del consumo por sustitución, etc. Con estos elementos, se evaluó una demanda mínima y máxima y por comparación entre estados cotas, otra intermedia considerada más probable.

Los resultados pueden observarse en el  
CUADRO N° 2.10.

CUADRO N° 2.10 - PROYECCIONES DE DEMANDA DE ESTAÑO (En toneladas métricas).						
PAISES	AÑO 2000		MAS PROBABLE		Tasa anual de crecimiento más probable 1978-2000 %	
	1978	Mínima	Máxima	Año 1990	Año 2000	
<u>USA</u>						
Primario	40.400	21.700	65.000	45.100	49.500	0,9
Secundario	13.500	7.300	16.000	14.600	15.500	0,6
Total	53.900	29.000	81.000	59.700	65.000	0,9
Total acumulado (primario)	-	652.000	1.151.000	515.000	990.000	-
<u>RESTO DEL MUNDO</u>						
Primario	210.600	200.000	290.000	235.000	265.500	0,9
Secundario	16.500	20.000	56.000	19.100	21.500	1,2
Total	227.100	220.000	346.000	254.100	278.000	0,9
Total acumulado (Primario)	-	4.513.000	5.497.000	2.684.000	5.144.000	-
<u>TOTAL DEL MUNDO</u>						
Primario	251.000	221.700	355.000	280.100	306.000	0,9
Secundario	30.000	37.300	72.000	33.700	37.000	1,0
Total	281.000	249.000	427.000	313.800	343.000	0,9
Total acumulado (Primario)	-	5.165.000	6.648.000	3.199.000	6.134.000	-

2.2. AMBITO NACIONAL.

2.2.1. Aspectos industriales y tecnológicos.

La casiterita, principal y casi único mineral presente en los yacimientos argentinos, fue reconocida por primera vez en el país en 1909, en la sierra de Mazán (La Rioja) y posteriormente en la de Fiambalá (Catamarca). Luego, en 1930, se descubren los aluviones estanníferos de Pirquitas y más tarde los depósitos vetiformes argento-estanníferos de la quebrada de Pircas (Jujuy), con lo que se produce un cambio fundamental en la producción de estaño en el país, ya que los depósitos de Catamarca y La Rioja sólo se trabajaron en forma intermitente y en escala reducida.

Los yacimientos estanníferos del país se agrupan en la Puna, en el norte (Jujuy); y en las Sierras Pampeanas, en el noroeste (Catamarca y La Rioja) y en el centro (San Luis).

Geológicamente se emplazan en las plutonitas y esquistos del basamento cristalino (Sierras Pampeanas).

nas, noroeste y centro); en sedimentos paleozoicos y en efusiones andesíticas terciarias en la Puna. Podemos - distinguir así dos regiones estanníferas principales, - una sita en la Puna, constituida por un grupo de yaci - mientos de minerales de estaño y plata de origen epiter - mal y a los que se asigna edad terciaria; y otra en las Sierras Pampeanas, formada por depósitos hipotermales - de estaño tipo greisen de edad presumiblemente "precám - brica".

De acuerdo a su composición mineralógica, así como a sus vinculaciones genéticas, nuestros depósi - tos estanníferos, se pueden agrupar en los siguientes - tipos:

1. Pegmatita.

2. Hipotermales:

a) Greisen;

b) Vetas y guías de cuarzo con casiterita.

3. Epitermales:

Vetas de estaño y plata (tipo boliviano).

4. Fumarolas.

5. Aluviones.

1. Pegmatitas.

Además de los principales minerales componentes de estas rocas filonianas, se observó la presencia de casiterita con columbita-tantalita, granate, turmalina y berilo- en algunas pegmatitas de San Luis, a la que se le atribuye edad "precámbrica".

2. Hipotermales: Vetas de cuarzo y greisen.

Las primeras rellenan preferentemente diaclavas de rumbo N-S a N 50°, con fuerte inclinación al este; fallas de rumbo e inclinación similares y más raramente planos de esquistosidad. Las segundas forman fa-jas. Son de poca corrida y su potencia oscila entre 8cm hasta 1m. La textura es masiva o granular gruesa, en -- otros casos brechosa y bandeada. Por lo general ambos - tipos se acompañan mutuamente.

El mineral de estaño es la casiterita, --  
que aparece en cristales chicos a medianos.

Según sus paragénesis, podemos distinguir  
las siguientes asociaciones minerales: 1) casiterita, woll  
framita, pirita y calcopirita; 2) casiterita con hematita  
ta; 3) casiterita con hematita y magnetita.

3. Epitermales - Vetas de estaño y plata.  
(tipo boliviano).

Estos yacimientos están representados por  
el grupo de minas de Pircas, situado en la Punta jujeña,  
que pertenecería al extremo austral de la faja estannífer  
a boliviana.

Las vetas se extienden en un área ovoidal  
de 600 por 400 m. Su mineralización es compleja, las espe  
cies presentes son casiterita, estannima y carifieldita  
ta.

4. Fumarolas.

En varios lugares de la Puna jujeña, se presentan delgadas guías de casiterita roja, presencia de hierro como mezcla insomorfa con el estaño o sino como hematita y angelellita, relleno de diacclasas en materiales dacíticos. Se encuentran también espigas de ese mineral de 0.06 a 0.015 m. de diámetro.

5. Aluviones.

De los yacimientos aluvionales, el más importante es el aluvión del río Pircas y el de San Marcos, ambos en la Puna.

Comprenden dos tipos de depósitos: el antiguo y el moderno. Al primero se le asigna origen fluvio-glacial. El segundo se ha originado por destrucción y redepositación de éste en un medio quizá distinto (fluvial).

Como ya se expresó, los yacimientos más importantes se encuentran localizados en la puna jujeña a más de 4.000 m. de altura. Los de mayor relevancia -- son:

Yacimiento Pircas, con las minas Potosí, San Miguel, Nueva Granada, Chocaya, etc. del tipo hidrotermal, ubicado a 63 km en línea recta al NO de Abra Pampa y a una altura de 4.200-4.300 metros sobre el nivel del mar; departamento Rinconada, Provincia de Jujuy.

El yacimiento abarca un área de 600 x 400 metros, de forma ovoidal, cuyo eje mayor corre de ONO a ESE. Hay dos sistemas de vetas, alojadas en esquistos. La inclinación es fuerte, hasta la vertical. La potencia general es 0,15 m, variando de 0,50 a 1,50 m., excepto la veta Potosí que llega a 1.50 m. La textura es bandea y/o brechosa, estando en explotación intensiva desde 1936.

La mineralización se distribuye en clavos. Existen tres generaciones: 1) cuarzo, casiterita y pirita; 2) calcopirita, esfalerita I, galena I, estannina I



tetraedrita; y 3) boulangerita, miargirita, pirargirita. Los minerales secundarios: plata nativa, argentita, cerargirita, jarosita, limonita, azufre, smithsonita, anglesita, cerusita y malaquita.

Yacimientos Pirquitas y San Marcos, del tipo sedimentario, están ubicados a 7 km al este de las minas de Pircas. Pirquitas inició su explotación en 1933, declinando sensiblemente su producción, a partir de 1942. San Marcos comenzó a trabajarse en 1946.

La morfología del yacimiento comprende dos aluviones, el antiguo, constituyendo terrazas de naturaleza fluvio-glacial, es espesor varía entre 5 y 8 m. el moderno comprende una capa estéril de 1.5 m a 4 ó 5m. de espesor, luego una de caliche de 0.50, el llampo con 5.50m. - 0.70 y el lecho rocoso. La extensión del aluvión hasta su confluencia con el río Orosmayo, alcanza a 10 km aproximadamente, continuando aguas abajo otros 20 km pero con disminución del estaño y plata.

La mineralización del aluvión antiguo es rodados de casiterita microcristalina, cuarzo, óxido de

hierro, material arenoso, etc. y el aluvi6n moderno, rodados de casiterita, cuyo tama1o m1s com1n es el de un grano de ma1z, y se encuentran de 3 cm. hasta 20 cm. de di1metro, adem1s 6xido de hierro con otros minerales densos con rodados de filitas y otras rocas de la regi6n.

En el CUADRO N° 211. se resumen las caracter1sticas de 13 yacimientos en los cuales se realizaron algunas tareas de prospecci6n y/o explotaci6n, son yacimientos menores, realiz1ndose explotaciones precarias de alguna relevancia en las Minas de San Alfredo en Catamarca, y las de Quebrada de Cerro Negro y Oros mayo en la provincia de Jujuy.

En cuanto a las reservas, no existen datos fidedignos sobre las reales existencias de esta1o en el pa1s. Las tareas de prospecci6n realizadas no cuantifican las reservas y los principales yacimientos que est1n en explotaci6n pertenecen a compa11as privadas que manejan estos datos con confidencialidad. En general, puede decirse que los yacimientos de mayores leyes se encuentran agotados.

CUADRO N° 2.11 - MINAS DE ESTAÑO DE ARGENTINA.

MINA	UBICACION	CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO	MINERALIZACION	LEYES Sn%	TRABAJOS REALIZADOS
"El Neutrón"	Departamento Ayacucho, - San Luis.	Filón de pegmatita de hábito lenticular de 50 m de largo por 25 m de ancho.	Cuarzo, feldespato y mica, como accesorios, turmalina, berilo, columbita, tantalita y casiterita.	Sin datos.	Una cantera, un pique de 6 m de profundidad y un socavón de 37 m de largo.
"Víctor Hugo"	Departamento Pringles, - San Luis.	Filones pegmatíticos alojados en esquistos micáceos con una potencia de hasta 15 m.	Además de los componentes comunes de la pegmatita, se observaron granate, berilo, apatita, casiterita y columbita.	Sin datos.	Ocho labores entre es carpas, trincheras y pozos.
"Yolanda" e "Irene"	San Martín, San Luis.	Filones de cuarzo discontinuos y paralelos lenticulares, con potencia de hasta 3 m. alojados en micacitas cuarcíferas y micacisquistos.	Casiteria, muscovita, turmalina y cuarzo.	2-3 en los cascos de mayor mineralización.	Se realizaron 8 pozos de hasta 10 m de profundidad.
"San Vicente" y "San Ramón" (Ex "San Salvador").	Departamento Catamarca.	Fajas de greisen y excepcionalmente guías de cuarzo con casiterita, tienen una corrida de 25 a 30 m y una potencia de 0,50 hasta 5 m.	El depósito es bolsonero. Casiterita, mica, cuarzo, sericita, topacio y fluorita.	1	Más de 2.000 m labores ejecutadas, algunas totalmente irregulares, por tratarse de trabajos de "pirquineros".
"San Alfredo"	Departamento Pomán Catamarca.	Una faja de greisen y guías de cuarzo; la corrida es de 250 m. Su potencia varía de 0,30 a 1 m.	Casiterita, wolframita, pirita, calcopirita.	0,48	Existen 10 galerías que suman 1.000 m de labores.

CUADRO N° 2.11 - CONTINUACION.

MINA	UBICACION	CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO	MINERALIZACION	LEYES Sn %	TRABAJOS REALIZADOS.
"El Progreso Argentino"	Departamento Tinogasta - Catamarca	Fajas de greisen en el granito, comprendidas en una extensión de 300 m a lo largo por 100 m de ancho y su rrida es variable, el ancho varía entre 25 y 80 cm.	Casiterita en cris- tales o diminutos, hematita, limolita, mica oscura, posiblemente litífera, cuarzo, topacio y turmalina.	0,04-0,10	11 galerías cuyas longitudes oscilan entre 9 y 40 m totalizando 165 m.
"Las Champs"	Departamento Tinogasta - Catamarca	Tres guías de cuarzo con casiterita, de reducida potencia. El ancho alcanza ocasionalmente a 40 cm.	Casiterita, cuarzo, fluorita y calcita. con valores ocasionales de hasta 3,74.	0,04-0,40	140 m de labores entre galerías, piques y chimfonos.
"San Cristóbal"	Departamento Tinogasta - Catamarca	Comprende una veta y varias guías de greisen en caja de granito; el ancho de la veta varía de 0,60 a 0,70, y el de las guías es de 0,05 m.	Casiterita, con cuarzo, topacio, fluorita y zircón.	0,43	19 labores de exploración, un cortaveta de 56 m.
Grupo de Mazán ("Descubridora", "Yanacoya", "Perseverencia" y "Casiterita").	Departamento de Araujo La Rioja.	Mantos de cuarzo y mica con casiterita y wolframita.	Wolframita, casiterita, arsenopirita, con fluorita, cuarzo, mica verdosa, limonita, hematita, óxido de manganeso, ocre de wolframio, epidoto, etc.	0,25	Los trabajos consisten en galerías, chimfonos y rajos.

CUADRO N° 2.11 - CONTINUACION.

MINA	UBICACION	CARACTERISTICAS DEL DEPOSITO	MINERALIZACION	LEYES	TRABAJOS REALIZADOS
Yungara ...	Departamento - Susques, Jujuy	Son lentes que re- llenan fisuras en las arcillas y are- niscas pertenecien- tes al cambio-ordó- vico. El espe- sor de las lentes entre 0,01 a 0,10 m.	Casiterita, pirita y cuarzo con limo- nita en las zonas superiores.	1,3	Trabajos de reconocimien- to.
"Co. Pulu- lus".	Departamento Rinconada, Jujuy.	Es un gran círculo de lava porosa flu- idal aparecen guí- as delgadas (pocos mm hasta 4 cm) lar- gas y rectas de ca- siterita roja viva que tapiza las pa- redes.	Casiterita roja vi- va, parda y negra; también forma cos- tras uniformes. A- demás espigas de - casiterita de 6 a 15 cm de largo.	Sin da- tos.	Diversas labores de reco- nocimiento.
Quebrada de Co. Negro.	Departamento Rinconada, - Jujuy.	Depósitos, aluvio- nes de casiteritas, ocupan un área apro- ximada de 4 km por 50-200 m. El piso del aluvión en los lugares explotados se halla a 1-8 m de profundidad.	Casiterita arriño- nada de color ne- gro oscuro: se han encontrado rodados de hasta 100 g: he- matita, granate, raramente oro, ópa- lo y calcedonia.	Sin da- tos.	Labores de explotación.
Oros mayo	Departamento Rinconada, Jujuy.	Ocupa el lecho del río y la unión de las terrazas, abar- cando un área de 11 km por 600 m; el llampo tiene un es- pesor de 1 m, y la sobrecarga otro tan	Casiterita, oro - (chispas pepitas). SnO <sub>2</sub>	180 g/m <sup>3</sup> 24,3 mg/3 Au.	120 pozos en las terra- zas y 300 m en el lecho del río.

Algunas publicaciones especializadas estiman como insignificantes las reservas de estaño del país, y no se vislumbra la posibilidad inmediata de acrecentarlas. De los yacimientos de Catamarca no se debe esperar una producción de interés por cuanto los mismos son de muy baja ley. En los yacimientos de Jujuy, sólo restan aluviones pobres y otros que no ofrecen perspectivas económicas de explotación, salvo en el caso en que el estaño resulte el metal de recuperación secundaria en minerales ricos en oro. De cualquier manera se realizan trabajos de prospección en la zona puneña y no debe descartarse la posibilidad de algún nuevo hallazgo que por su característica supere a los ya conocidos.

Por otro lado, no debe descartarse que la puesta a punto de nuevos métodos industriales de recuperación del estaño a partir de minerales pobres mediante los procesos de volatilización o lixiviación permita el aprovechamiento de minerales hasta hoy no aprovechables.

. Tecnologías de extracción.

La minería de extracción del estaño en el país tomó relevancia en la década de 1930 con el descubrimiento de los yacimientos de la Puna Jujeña. Debe -- distinguirse dos tecnologías diferentes ya se trate de -- yacimientos aluvionales o vetiforme.

En los primeros, a cielo abierto, el mineral, luego de quitar el estéril, se extrae mediante dragas, despedazando el caliche a veces con explosivos.

La concentración del mineral (llampo) previa clasificación por zaranda, se efectúa en jigs, obteniéndose un concentrado impuro que se limpia manualmente llegando a concentrados de hasta 70 por ciento de ley.

Los yacimientos vetiformes son explotados en galerías y en distintos niveles, el mineral extraído, previa clasificación manual es concentrado en plantas -- gravitacional o de flotación, obteniéndose concentrados que alcanzan al 68 por ciento de estaño.

Los yacimientos de Pircas poseen dos plantas concentradoras, una gravitacional de 70 t/día y otra de flotación de 75 t/día y el de Pirquitas-San Marcos, - una gravitacional (jigs y handcock) con una capacidad de 45 a 50 m<sup>3</sup>/día.

Debe mencionarse que una buena cantidad - de explotaciones se realizan mediante métodos precarios con poca planificación de los trabajos de extracción y - en forma discontinua.

. Usos e industrialización.

En los países de buen desarrollo el uso - más importante del estaño está en la fabricación de hoja lata y en la soldadura. Una buena estimación de los -- usos finales del estaño para esos países desarrollados, - es:

. hojalata .....	40%
. soldadura .....	25%



. bronces y latones .....	10%
. metal blanco y para cojinetes, alambres, y usos -- químicos, etc. ....	25%

En nuestro país si bien se desconocen los datos para una buena estimación del uso final del estaño puede afirmarse que la estructura mencionada arriba, no se cumple debido a la carencia de producción de hojalata que tiene el país. Se produce aproximadamente el 50 por ciento de las necesidades locales, en cambio no existen problemas en la industria de la soldadura y función, en consecuencia para el país, la importancia relativa del uso final del estaño vendrá dado por:

- . soldadura.
- . bronces, latones.
- . hojalata y otros usos.

Como se verá más adelante, al analizar -- las importaciones estas, están constituidas fundamentalmente por estaño metálico en lingotes, lo que habla del buen estado de desarrollo de la industria de productos -

finales de estaño pues estos se importan en muy pequeña proporción.

En cuanto a la industrialización, los concentrados estaño tradicionalmente son transformados en estaño metálico con el clásico método de fusión y/o refinado electrolítico, existiendo en el mercado estaño --- standar de pureza 99.9 por ciento fabricado en el país - desde 1936.

Con el agotamiento de las minas más ricas, los minerales de baja ley se comenzaron a enviar a Europa para su refinación, regresando al país parte de los metales (estaño y plata principalmente) obtenidos.

A mediados del año pasado una firma localizada en la provincia de Jujuy, logró poner a punto un proceso no convencional de obtención de estaño recuperado de minerales pobres (6-7% de Sn) mediante el proceso de volatilización ciclónica, es decir el estaño se volatiliza en la primera etapa del proceso, precipitándose luego en forma de polvos los que son reducidos y fundi -

dos en ánodos que luego son, mediante electrólisis, transformados en estaño de 99.99 por ciento de pureza.

Este proceso, que permite recuperar plata también, abre interesantes perspectivas a la minería del estaño pues permitirá el aprovechamiento de yacimientos hasta ahora sin interés económico por la baja ley de los minerales.

Otros métodos en desarrollo y que permitirían el aprovechamiento de minerales complejos de bajas leyes es la metalurgia de cloruros, que también puede -- ser aplicado a la obtención de estaño a partir de minerales pobres. Numerosos desarrollos se están llevando a cabo a nivel mundial y permiten avisorar una nueva era en la recuperación de metales.

La lixiviación y electrólisis, métodos ya usados en escala industrial para otros metales, (cobre) también podrían ser aplicados a la recuperación del estaño.

. Especificaciones.

Para el mineral, las especificaciones en cuanto a su contenido de estaño son elásticas, el precio mejora a medida que aumenta su contenido. Existen sí -- restricciones en cuanto a las impurezas, para los cuales se fijan multas, y algunas tienen un máximo admisible, - superado el cual el mineral se rechaza.

A manera de ejemplo se adjunta el CUADRO N° 2.12. donde se indican las condiciones de compra del - mineral concentrado de estaño por el Banco de Desarrollo. La ley mínima es de 25 por ciento de estaño, y las impurezas que se controlan son el arsénico, azufre, hierro y tungsteno.

Como puede observarse una mejora de diez puntos en la ley (de 40% a 50%) tiene una bonificación - de 8.5 por ciento en el precio aproximadamente; por otro lado, las especificaciones restrictivas en cuanto a impu rezas no son muy estrictas.

CUADRO N° 2.12 - ESPECIFICACIONES DE COMPRA DEL MINERAL -  
CONCENTRADO DE ESTAÑO DEL BANCO NACIONAL  
DE DESARROLLO.

Ley base : 40 % de Estaño sobre base seca

Ley mínima : 25 % de Estaño sobre base seca

Escala de sobreprecio según la ley

<u>LEY</u>	<u>INDICE</u>
25	0,8844
35	0,96154
40	1,0000
41	1,00769
42	1,01538
43	1,03077
44	1,03846
45	1,04615
46	1,05385
47	1,06154
48	1,06923
49	1,07692
50	1,08461

los valores intermedios se calcularía a prorrata

<u>Impurezas</u>	<u>Máximo tolerado</u> %	<u>Máximo admitido</u> %
Arsénico .....	0,2	-
Anhídrido tungsténico	2,0	-
Azufre .....	2,0	5,0
Hierro .....	2,0	15,0

En cuanto al metal, existen alrededor de 45 marcas diferentes de estaño en 20 países distintos y entre ellas 30 marcas de 17 países se venden en el mercado de Londres. Es normal que cada marca especifique su pureza y el contenido máximo de impurezas. La pureza -- del metal en general es superior a 99.9 por ciento, aunque compiten en el mercado internacional purezas menores.

En el CUADRO N° 213. se indica un análi-sis típico de recepción para estaño electrolítico de uso en fabricación de hojalata, que ilustra sobre la calidad que se exige al metal para su uso industrial.

CUADRO N° 2.13 - ANALISIS DE RECEPCION DE ESTAÑO ELECTRO-  
LITICO PARA SER USADO EN RECUBRIMIENTO  
DE HOJALATA.

ANTIMONIO .....	0,018
ARSENICO .....	0,004
PLOMO .....	0,039
ZINC .....	0,0004
COBRE .....	0,005
NIQUEL .....	0,0006
HIERRO .....	0,014

ESTAÑO POR DIFERENCIA : 99,919

## 2.2. ASPECTOS DE MERCADO Y COMERCIALIZACION.

### . Producción local.

Debe distinguirse dos períodos en la minería del estaño. La primera donde la explotación de los yacimientos ricos de la puna permitió la mayor producción minera en estaño contenido y la segunda donde una vez agotados los yacimientos de mayor ley se continúa la explotación de otros y a pesar que el volumen de mineral producido a mayor medida en contenido de estaño su valor es menor significativo.

La minería del estaño adquiere importancia a partir del año 1934 cuando se comienza la explotación de los aluviones de Pirquitas y las vetas de la Quebrada de Pircas. La producción se mantuvo elevada por 9 años para luego declinar paulatinamente como consecuencias del progresivo agotamiento de los yacimientos más ricos.

El CUADRO N° 214. muestra la producción de minerales durante la década de mayor producción de es



CUADRO N° 2.14 - PRODUCCION DE MINERALES DE ESTAÑO  
EN TONELADAS.

AÑO	PRODUCCION
1934	414
1935	1.164
1936	1.440
1937	1.665
1938	2.385
1939	2.470
1940	1.667
1941	1.170
1942	930
1943	631
TOTAL	13.936

taño en el país (1934-1943), en ese lapso el promedio de extracción alcanzó a casi 1.400 t/mes, correspondiendo - el máximo a 2.470 toneladas en el año 1939. La ley del mineral osciló entre el 52 y 60 por ciento de estaño.

En el período 1944-1959 la producción total del país alcanzó a 19.561 toneladas (1.220 t/año de promedio) con una ley de contenido de estaño menor.

A partir del año 1960, por la explotación de minerales pobres de estaño y plata (12-20% de estaño y 5-8 kg/t de plata) la producción crece sensiblemente. - Durante el período 1966-1980 la extracción promedio de - mineral concentrado de baja ley alcanzó a 3.930 t/año, - correspondiendo el máximo al año 1969 con 6.135 tonela - das. Este mineral es exportado para su tratamiento in - dustrial en el exterior recibiendo a posteriori parte de los metales contenidos.

En el CUADRO N° 215. se puede observar la evolución de la producción de minerales de estaño de baja ley durante el período 1966-1980, el estaño contenido y la ley promedio para cada año.

Resulta interesante destacar que durante el período considerado en el CUADRO N° 215. la producción minera total en estaño contenido es similar a la de la década considerada en el CUADRO N° 214. (1934-1943).

. Importación de minerales.

Esporádicamente se produjo alguna importación de minerales de estaño de muy poca significación, - salvo a partir de 1978 en que se realizaron importaciones de Bolivia de mineral de alta ley para una planta de refinado de estaño instalada en el Norte; el volumen no es importante, y en la actualidad las importaciones se hallan suspendidas por razones de índole arancelario, estando la mencionada empresa orientada a procesar minerales nacionales.

Las importaciones se realizaron según:

. año 1978 .....	100.0 toneladas
. año 1979 .....	225.7 toneladas
. año 1980 .....	552.5 toneladas

CUADRO N° 2.15 - PRODUCCION DE MINERALES DE ESTAÑO.  
(En toneladas).

AÑO	PRODUCCION (t)	ESTAÑO CONTENIDO (t)	LEY MEDIA %
1966	2.730	465	17,03
1967	4.270	815	19,09
1968	4.340	712	16,41
1969	6.135	869	14,16
1970	5.087	1.172	23,04
1971	4.647	711	15,30
1972	4.577	559	12,22
1973	2.816	432	15,35
1974	3.965	556	14,02
1975	3.575	538	15,04
1976	2.964	358	12,07
1977	2.689	537	19,96
1978	2.591	362	13,97
1979	3.427	385	11,25
1980	5.142	351	6,82
TOTAL	58.955	8.822	14,96

. Capacidad de refinado.

Hasta 1979 la capacidad de refinado de es taño en el país era muy baja. Puede estimarse en 120 t/año, que representa menos del 10 por ciento del consumo aparente nacional. La puesta en funcionamiento de la -- planta mencionada mejora sensiblemente la pobre situa -- ción; está dimensionada para procesar 900 t/año de mineral, lo que duplicaría prácticamente la capacidad de refinado, si se supone operando con minerales de baja ley.

. Mercado interno.

En el CUADRO N° 216. se muestra la evolución de las exportaciones de mineral, que como ya se expresó son casi en su totalidad de carácter temporario.

A los efectos de cuantificar lo afirmado se ha agregado al cuadro la columna de producción de minerales (CUADRO N° 215.). Puede concluirse que salvo los últimos años de la serie en que la producción supera a -

CUADRO N° 2.16 - PRODUCCION Y EXPORTACION DE MINERALES  
DE ESTAÑO. (En toneladas).

AÑO	PRODUCCION (t)	EXPORTACION (t)
1966	2.730	3.095,2
1967	4.270	4.384,0
1968	4.340	4.683,6
1969	6.135	5.687,7
1970	5.087	5.398,9
1971	4.647	4.546,0
1972	4.577	4.824,7
1973	2.816	3.250,0
1974	3.965	3.356,8
1975	3.575	3.050,3
1976	2.964	2.096,9
1977	2.689	2.011,1
1978	2.591	2.846,0
1979	3.427	1.406,0
1980	5.142	4.997,3
(*) : Año 1980 la exportación temporaria es sólo 2.421,04		

las exportaciones en los demás años anteriores el volumen de exportaciones supera al de producción -hasta el año 1975 de la serie, las exportaciones fueron mayores que la producción- lo que indica la existencia de un stock anterior, o deficiencias en las estadísticas de producción.

En cuanto al consumo interno del estaño -- metálico y sus productos es de difícil cuantificación -- por la falta de información respecto a la recuperación -- de estaño (estaño secundario) mediante el aprovechamiento de desechos (bronces, soldaduras, etc.).

Puede estimarse un mercado global de 1800 t/año aproximadamente, cubierto por la ya mencionada recuperación del metal y la importación de estaño en lingotes, chatarra y de productos elaborados (hojas y tubos).

En el CUADRO N° 217. se indican las importaciones totales de estaño durante el período 1966-1980, que en su mayoría pertenecen a estaño en lingotes (más -- del 90 por ciento del total de importación). Estas importaciones provienen principalmente de Bolivia y Brasil.

CUADRO N° 2.17 - IMPORTACIONES DE ESTAÑO EN LINGOTES Y  
PRODUCTOS ELABORADOS. (En toneladas).

AÑO	IMPORTACION (t)
1966	1.494,0
1967	861,8
1968	1.096,0
1969	1.314,0
1970	1.129,0
1971	1.309,0
1972	1.625,0
1973	1.537,0
1974	2.018,3
1975	1.777,3
1976	987,0
1977	630,8
1978	668,8
1979	1.004,5
1980	682,8



En cuanto a las exportaciones son de ca -  
rácter reducido y no tienen continuidad por lo que se --  
las excluye del análisis.

Puede notarse que en los últimos años se  
ha producido una sensible disminución del volumen impor-  
tado, debido principalmente a la disminución de la cali-  
dad económica del país.

2.3 . AMBITO PROVINCIAL.

2.3.1. Actividad extractiva.

La provincia cuenta con, al menos, 65 manifestaciones de estaño denunciadas, las principales en los departamentos de Tinogasta, Belén y Pomán. Entre los más importantes merecen destacarse.

. Sierras de Fiambalá:

Sus principales depósitos están en la parte alta y en su falda oeste a una altura comprendida entre 2.300 y 3.000 m. de altura. Diversas minas denunciadas por estaño se encuentran en esta región tales como - San Alfredo, -la más explotada-, Fiambalá, Buena Esperanza, Las Pircas, La Campana, Santa Inés, Hernán Cortés, - San Felipe, San Pedro, San José, etc.

El cuerpo granítico que ocupa la parte alta de la sierra presenta partes algo variables, pero predominantemente de grano grueso, rico en feldespato potásico.

co y cuarzo, en el se encuentran las vetas y las fajas - de greisen portadoras de casiterita.

Las vetas con casiterita tienen una orientación general N-S con inclinación predominante de 40-70° E. La longitud de los afloramientos, con interrupciones de varios centenares de metros, el espesor de los filones oscila entre algunos centímetros a más de 2 metros.

La casiterita de color pardo claro, aparece en cristales chicos y medianos o agrupados en ojos en las guías de cuarzo. La participación de la casiterita en las guías, de 2-5 hasta 15 cm. de ancho, es muy variable. En la mina San Alfredo, se explotó una guía muy rica de 8-10 cm de espesor. Las guías vienen acompañados de unas fajas de greisen que también contiene casiterita pero en forma pequeña.

En las minas, Hernán Cortés, San Pedro, - San José, entre otras, la casiterita corresponde al tipo 2 witter acompañada de pirita y se ha encontrado la rara asociación casiterita calcita.

En la zona de San Alfredo cerca de fajas de greisen existe una roca aplítica de color rosado, rica en casiterita en granos chicos pero de reducida capacidad.

La mina más importante, San Alfredo, su veta aflora en una corrida de 200 m. Es una zona de tipo greisen de potencia, entre 30 cm. y 1 m. La ley media se estimó en 0.66 por ciento de estaño, aunque se encontraron porciones de leyes de hasta 2,50 por ciento de estaño.

Los trabajos de mina son numerosos, corresponden a labores a cielo abierto y 10 galerías principales que totalizan más de 600 m. Las demás minas poseen labores insignificantes.

. San Cristóbal.

Se encuentra situada a 50 km al NE de la localidad de Tinogasta, sobre la vertiente occidental de

la sierra de Zapata, a una altura aproximada de 2.150 m. sobre el nivel del mar.

El yacimiento está representado por una veta emplazada en granito que con rumbo N 33° E y buza - miento 70° SE aflora en un recorrido de 250 m. con un espesor que varía de 0,15 a más de un metro.

El relleno principal de esta veta, es --- cuarzo blanco amarillento, de granos gruesos, al que se asocia casiterita fina e irregularmente diseminada en la masa del mineral mencionado.

Este yacimiento tipo "greisen", similar - en cuanto a su origen a otros muchos existentes en esa - región de Catamarca, con una ley media de 0,41 - 0,43 -- por ciento y espesores entre 0,50 y 0,70 cm.

Se han practicado un total de 18 labores en su mayoría desordenadas; se trata de escarpes, rajos, chiflones y socavones que no pasan de 3 a 4 m de largo, aparte de un pique de 7 m de profundidad y un corta-veta

de 46 m de recorrido. Durante el año 1947 se intentó explotar este yacimiento a cuyo efecto se procedió a la -- instalación de un pequeño cablecarril para el transporte del mineral y a la erección de una planta de concentra -- ción.

. Las Champas.

El yacimiento de la quebrada de Las Champas se halla a 70 km al NNE de Tinogasta, a una altura -- comprendida entre 3.200 y 3.300 m sobre el nivel del mar. Dista unos 3 km de la mina "El Progreso Argentino".

El yacimiento comprende tres vetas (Este, Central y Oeste), puestas en evidencia por los trabajos realizados, ya que no afloran.

La veta Este está representada por 4 --- guías de cuarzo, de un espesor de 8-15 cm cada una, si--- tuadas a veces en el contacto entre el filón de cuarzo - mencionado y los esquistos; su rumbo es N-S.

La Central comprende dos guías de cuarzo principales, de dirección N-O. Estas guías, de una potencia de hasta 17 cm, se juntan y también se ramifican en otras menores; se encuentran alojadas en una faja de esquistos en parte milonitizados y en una roca alterada compuesta por abundante sericita y biotita; y finalmente la veta Oeste que, al igual que las anteriores, consiste en guías mineralizadas separadas entre sí por guías de cuarzo y también de calcedonia, encajadas en granito silificado. El rumbo general de estas guías, cuyo espesor varía entre 15 y 70 cm es N-E.

. El Progreso Argentino.

Esta se encuentra situada a 73 km por caminos, al NE de la localidad de Tinogasta, a una altura sobre el nivel del mar comprendida entre 3.450 y 3.630m.

El yacimiento comprende diversas fajas de "greisen" ubicadas en un área de 3 ha, de dirección preponderante N. La longitud de los afloramientos osci

la entre 10 a 40, llegando a veces a 50 m, y la potencia de dichas fajas, varía entre 25 y 85 cm, sobrepasando el metro en algún sector. En la zona estudiada existen más de 25 fajas de "greisen" y la distancia entre faja y faja es, a menudo, de escasos decímetros.

La mineralización de este yacimiento consiste en: casiterita, en granos chicos o medianos, en -- concentraciones irregulares dentro de una grúa de cuarzo, o bien en asociación de cristales dispuestos sobre -- paredes de "greisen" y guías de cuarzo en la parte cen -- tral de la faja de "greisen" con o sin casiterita.

De las labores de esta mina se extraje -- ron 86 muestras cuyas leyes medias oscilan entre 0.05 -- por ciento y 0.78 por ciento de estaño. La ley más alta detectada fue de 3.36 por ciento.

Los trabajos fueron practicados alrededor del año 1921 y comprenden un total de 12 galerías de dis -- tanta longitud y dispuestas en diferentes alturas, que -- suman 185 m.



Zapata Norte.

Estos yacimientos estanníferos se encuentran ubicados en la falda occidental del extremo norte de la sierra de Zapata, aproximadamente 15 km en línea recta al oeste de la localidad de Londres.

Los afloramientos y labores mineras principales, que abarcan una distancia longitudinal de 1,5 km, con alturas que oscilan entre los 2.450 y 2.650 m sobre el nivel del mar, se pueden agrupar en dos sectores: el sur, que comprende la mina "San Ramón" (antigua "San Salvador") y el norte, la mina, "San Vicente". Hacia el norte, en la quebrada de Los Perales, existen algunos afloramientos explotados por rajos y labores subterráneas que no revisten mayor importancia.

Los yacimientos consisten en fajas de "Greisen" contenidas en las rocas graníticas, ya sea en forma de vetas o de "bolsones".

En el sector sur o mina "San Ramón", las fajas de "greisen" están integradas por cuarzo, topacio, mica decolorada probablemente de litio, algo de biotita desferrizada, fluorita y casiterita, citados en orden de importancia. La casiterita se presenta en granos muy finos.

En esta mina se han realizado una serie de galerías y chiflones que se comunican entre sí, en parte muy irregulares que totalizan unos 330 m y que han seguido una faja mineralizada principal, de dirección NO y la potencia media es de 75 cm. Además existe otra faja paralela a la anterior con leyes en estaño muy bajas.

Los principales afloramientos del sector norte o mina "San Vicente", situados cerca de la cubre y sobre la vertiente oriental de la sierra de Zapata, constituyen "bolsones" irregulares, de rumbo NO. Su poten-cia variable alcanza a 2,00 m y aún más en algunos pun-tos en que se unen entre sí. La casiterita se encuentra diseminada en forma desigual presentándose también en "bolsillos" muy ricos, pero de dimensiones reducidas. Si

bien es de grano fino, no es difícil encontrar cristales bien desarrollados que pueden llegar a tener hasta un -- centímetro de diámetro. El análisis de uno de estos -- "bolsillos" dio 9,47 por ciento Sn y aún hay algunos con 12 y 13 por ciento Sn, pero el tenor del "greisen" en general es bajo. Así, un promedio de 8 muestras extraídas de una de las labores acusó 0,21 por ciento Sn.

Numerosas son las labores subterráneas -- practicadas en este sector, cuyos desarrollos varían entre 10 y 130 m.

#### . Tres Picos.

El yacimiento de Tres Picos se encuentra ubicado 20 km al oeste de la población de Londres, a una altura comprendida entre 1.800 y 2.700 m sobre el nivel del mar.

En la parte denominada Tres Picos y adyacencias, en la sierra de Zapata, se distinguen dos tipos de depósitos de casiterita: primarios y secundarios. En

los primeros, la casiterita se presenta en granos chicos a medianos, distribuidos irregularmente en una masa de -  
cuerzo con mica y restos de feldespatos ("greisen"), -  
constituyendo guías delgadas en el granito de la sierra.

La destrucción mecánica, principalmente, de la zona superior de las fajas de "Greisen" ha motivado la formación de yacimientos secundarios, a saber: aluviones y eluviones.

Dada la capacidad de los eluviones, éstos se explotan en forma primitiva desde hace varios años - por los pirquineros de la región. El material, previa trituración, es lavado en canaletas o bateas, obteniéndose un producto de alta ley. La casiterita así obtenida es de grano chico, de color pardo a rojo oscuro y contiene como impurezas escasa cantidad de cuarzo y poca magnetita.

La ley de los eluviones en las partes explotadas varía de 11 a 12 por ciento Sn; la de los concentrados entre 70 y 72 por ciento.

Los yacimientos catamarqueños fueron explorados a principio de siglo y alrededor de 1915 se iniciaron algunas explotaciones de poco volumen. La explotación adquiere cierta importancia relativa -pues fue la época de mayor extracción- en la década del 30, para luego ir decayendo la actividad a valores que en la actualidad sólo representan el 1 por ciento de la producción de concentrados del país.

Durante el período 1933-1945 se produjeron 263 toneladas de concentrados de estaño que representó el 1,8 por ciento del total del país. Durante un lapso prolongado que va desde 1946 hasta 1968 la actividad extractiva fue prácticamente nula, reactivándose algunos yacimientos en 1969 y desde esa fecha la producción se ha mantenido, con altibajos, en menos del 1 por ciento de la producción nacional. En el Cuadro N° 28 se muestra cual ha sido la producción de mineral de estaño de la provincia durante 1966 a 1980, alcanzándose en este año (1980) la mayor producción del período que representa 33,4 toneladas.

3.1.2 Aspectos Económicos.

La provincia no aparece como poseedora - de reservas estanníferas de importancia, todas las manifestaciones detectadas y prospectadas no adquieren relevancia, son pequeña dimensión y de muy baja ley, lo que quita valor económico a la actividad. Por la información disponible todo parece indicar que se tratará de una actividad minera pequeña y seguramente desarrollada con medios precarios.

Una mejora desde el punto de vista económico puede significar el desarrollo a escala industrial y con costos competitivos, de algún proceso de refinado de estaño que sea capaz de aprovechar menas pobres; en ese caso la significación económica del estaño para la provincia puede resultar de interés y habrá que desarrollar una tarea de prospección y planificación de la explotación minera para cuantificar el valor de la actividad.

CUADRO N° 2.18 - PRODUCCION DE MINERAL DE ESTAÑO DE  
LA PRODUCCION DE CATAMARCA.  
(En toneladas).

AÑO	PRODUCCION. (t)
1966	-
1967	-
1968	-
1969	10
1970	27
1971	32
1972	27
1973	6
1974	5
1975	9
1976	11
1977	10
1978	12,2
1979	27,0
1980	33,4

Por último dada la gran cantidad de manifestaciones detectadas no se debe destacar la posibilidad de hallar algún yacimiento de mayor significación - que los existentes.



## 2.4 CONCLUSIONES.

Si bien no abunda en la corteza terrestre, el estaño es un metal, que a pesar de su importancia industrial, puede considerarse de mercado bien abastecido a nivel mundial, sólo se presentan los consabidos problemas entre productores y consumidores por los precios del mineral.

Las reservas mundiales actuales satisfacen las necesidades hasta bien entrado el próximo siglo por lo que no se avisan problemas de abastecimiento, dado que existe un aceptable estado de desarrollo de las empresas mineras.

A nivel nacional, puede concluirse, que el país es deficitario de estaño, las reservas más importantes se encuentran agotadas, y el país se abastece importando fundamentalmente estaño en lingotes.

Dada la crítica situación nacional, correspondería también realizar, en este tema un trabajo de prospección minera.

Para la provincia, con la Situación actual- el estaño no tiene mayor relevancia. Podría esperarse alguna mejora de desarrollarse, a nivel industrial, algún método de obtención de estaño a partir de menas pobres, que permitiría aprovechar los escasos recursos de la provincia. Corresponde también reafirmar, la necesidad de trabajos de prospección minera en el ámbito provincial.