

14  
2ei



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES  
ACATLAN**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE UNA  
PLANTA DE BENEFICIO DE WOLLASTONITA**

**TESIS PROFESIONAL  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN ECONOMIA  
P R E S E N T A  
LUIS GERARDO PINEDA REYES**



**ACATLAN, EDO. DE MEXICO, 1988**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## I N D I C E

	PAG.
<b>NOTA PRELIMINAR</b>	
<b>INTRODUCCION</b> .....	10
<b>CAPITULO I. MARCO TEORICO</b> .....	15
<b>CAPITULO II. MERCADO DEL MINERAL</b> .....	26
2.1 Características Física y Químicas ..	27
2.2 Usos y Aplicaciones .....	29
2.3 Mercado Histórico Mundial .....	34
2.3.1 Producción .....	34
2.3.2 Reservas .....	49
2.3.3 Cotizaciones .....	51
2.3.4 Nuevos Proyectos .....	55
2.4 Mercado Histórico Nacional .....	58
2.4.1 Reservas .....	58
2.4.2 Producción .....	61
2.4.3 Exportaciones .....	64
2.5 Perspectivas del Mercado .....	64
2.5.1 Tendencia Mundial .....	64
2.5.2 Oferta Mundial .....	66
2.5.3 Demanda Mundial .....	68
2.6 Mercado Nacional .....	70
2.6.1 Tendencia Nacional de Usos y Aplicaciones .....	70
2.6.2 Oferta Nacional .....	71

	PAG.
2.6.3 Demanda Nacional .....	72
<b>CAPITULO III. FORMULACION DEL PROYECTO .....</b>	<b>75</b>
3.1 Localización .....	76
3.2 Infraestructura .....	76
3.3 Geología .....	79
3.3.1 Geología Económica y Estructu ra de los Yacimientos .....	80
3.4 Reservas .....	82
3.5 Descripción del Proceso .....	83
3.6 Capacidad y Programa de Producción .	86
<b>CAPITULO IV. ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYEC- TO .....</b>	<b>90</b>
4.1 Inversión .....	91
4.2 Costo de Operación .....	93
4.3 Ingresos .....	102
4.4 Rentabilidad .....	104
4.5 Análisis Financiero y Sensibilidad .	107
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>119</b>
<b>ANEXO METODOLOGICO .....</b>	<b>127</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>134</b>

## NOTA PRELIMINAR

El presente trabajo constituye tan sólo una parte del múltiple - campo que representa en la actualidad los proyectos de inversión y por ende su evaluación. Este trabajo no pretende englobar todos los conceptos que sirven para la evaluación de un proyecto, - pero si contemplar aquellos conceptos, que por su representatividad, pudiesen ser importantes en la toma de decisiones.

Sabemos que en los últimos años se han suscitado cambios trascendentales en la economía internacional tanto en su forma de concebir los problemas y de como afrontarlos. Esto ha puesto en desventaja a las economías subdesarrolladas, como por ejemplo México, donde la economía es presa de una incertidumbre y de constantes cambios que hacen más difícil retomar el rumbo de la recuperación económica.

De esta forma, adquiere importancia la formulación y evaluación de proyectos en todos los ámbitos de la actividad económica, para disminuir los riesgos de una inversión y conocer con cierto - rango de confianza la rentabilidad. También para ver si cubren las expectativas en cuanto a su misión y no caer en errores que a la larga tuviesen que corregirse con mayores recursos.

La realización de esta investigación requirió de un mayúsculo -- esfuerzo, el cual fue compartido por la Lic. Carolina Sánchez, -- a la cual quiero manifestar mi reconocimiento por la acertada --

conducción de este trabajo.

Asimismo, quisiera hacer patente mi agradecimiento a las personas que de alguna manera contribuyeron a la realización del estudio, especialmente al Lic. Luis de Pablo y al Lic. Liévano Sáenz, Director y Subdirector de Desarrollo de la Comisión de Fomento - Minero, por las facilidades y apoyos otorgados. Al Lic. Ricardo Ríos, Presidente de la Asociación de Economistas Egresados de Acatlán, por su desinteresado apoyo al leer el documento y hacerle comentarios; al Ing. Alejandro Granados y al Lic. Francisco Madrazo, por sus comentarios en la parte de la evaluación; al Lic. Francisco Camacho, por su apoyo y entusiasmo; a mi esposa la Sra. Ana Patricia Madrazo que me motivo durante la realización del trabajo, así como el haber copiado el manuscrito con paciencia y cuidado.

Podría continuar enumerando a las personas que de alguna forma contribuyeron a lo largo de la investigación con comentarios, datos y documentos, pero por temor ha olvidar algunos prefiero manifestar un reconocimiento general.

Finalmente quiero hacer un reconocimiento de gratitud a los miembros del jurado por las valiosas observaciones que hicieron al documento.

## I N T R O D U C C I O N

La actual situación de crisis por la que atraviesa la economía mexicana no oculta el hecho de ser la más severa desde la depresión de 1929. Esta crisis se ha caracterizado por tasas de inflación elevadas, reducción de los salarios reales, déficits fiscales y - alzas en las tasas de interés internacionales que han repercutido en una deuda y servicio de ésta, cada vez más grande.

Los niveles de actividad económica de la industria ha tenido una tendencia hacia el estancamiento provocando un incremento en el - desempleo, el cierre de empresas y una contracción de la demanda agregada.

Si a esto le agregamos los efectos contraccionistas de la devaluación la cual tiende a aumentar los márgenes brutos de ganancia tanto por su efecto sobre los costos financieros de las empresas endeudadas en moneda extranjera, como por su impacto inflacionario directo sobre los precios internos y de exportación.

La actual política económica de corto plazo tiene como fin atacar la crisis a partir de tres objetivos: reducción del déficit público, disminución del déficit externo y desaceleración de la tasa de inflación, sin dejar de lado la reactivación del aparato industrial, el cual constituirá el elemento motor de la recuperación de la economía mexicana.

De esta forma, resulta imperativo que México se vincule en un -- proceso de modernización "selectiva" la cual modifique radicalmente un sector eficiente e internacionalmente competitivo. Este cambio en el estilo de funcionamiento de la industria en México va más allá de los cambios de orientación sectorial de la inversión que buscan los países industrializados.

En ese sentido, la problemática industrial de México implica no sólo revisar el perfil sectorial que ha adoptado la industria, - sino plantear quienes serán los agentes económicos conductores - del proceso, y en que tipo de mercados; lo que aparentemente está claro, en los países industrializados cuyas economías tienen sectores corporativos con capacidad capitalista de desarrollo.

En México la industria de origen nacional, por su lado, tiene en el sector privado un conjunto de grandes grupos; que habiendo -- crecido aceleradamente en los últimos años, actualmente se encuentra financieramente muy comprometido. Por el otro lado, la industria paraestatal encuentra todo tipo de problemas operativivos, administrativos y políticos para expandir su esfera de actividad y seguir operando con cierta eficiencia en muchas áreas.

La política industrial en que se ha de pensar deberá apuntar - - hacia la estructura de mercados, de forma tal que pueda obtener un diagnóstico realista de la situación actual y de las potencialidades futuras de una nueva industria. Para ello se necesitará de tiempo, sin embargo, en el corto plazo tendrá que introducir



eficiencia a las empresas industriales, no sólo una vez que éstas se encuentren en operación, sino desde su concepción y formulación, ya que la corrección posterior de ciertas deficiencias - de origen habrá de requerir de fuertes erogaciones.

Una de las ramas de la industria que podrían participar en éste proceso de modernización selectiva sería la minería nacional, la cual es una de las ramas que cuentan con una infraestructura moderna, productora de materias primas para la gran mayoría de la economía, así como una actividad que participa en la generación de divisas vía exportación. Asimismo, está estrechamente vinculada con la tecnología de punta de los países industrializados, los cuales son consumidores de ciertos compuestos minerales, como -- los llamados "estratégicos" para la industria bélica, espacial y farmacéutica, etc.

Bajo este contexto surge la necesidad de que la minería se involucre en la producción, no sólo de los minerales que comunmente produce, sino que participe en la producción de aquellos minerales considerados por los países industrializados como estratégicos, mediante la prospección, planeación y elaboración de proyectos vinculados a localizar yacimientos minerales no tradicionales y con incidencia importante en los mercados internacionales.

Estos últimos cobran singular importancia en la minería, ya que la metodología para la elaboración de proyectos, será factor fundamental de aquellas empresas o entidades mineras que puedan par

ticipar en la modernización de la minería.

De esta forma, surge la necesidad de elaborar un estudio de factibilidad, que comprenda desde el estudio de mercado hasta el -- tecnico-económico, que constituye la elaboración de un proyecto de inversión para explotar, beneficiar y comercializar mineral - de wollastonita por considerarse importante dentro de la minería como generadora de divisas, ahorradora de algunos productos que regularmente se importan, así como integradora de cadenas produc tivas dentro de la economía.

La gran variedad de usos de la wollastonita la hacen ser un mine ral importante en el proceso de modernización de la minería na- cional, así como elemento fundamental en la racionalización de - los recursos, al sustituir materias primas de importación necesa rias a la industria. Asimismo, abre espacios hacia una mayor ex portación de minerales no metálicos, y con mayor valor agregado.

En ese sentido resulta importante la elaboración del estudio de factibilidad, en el cual determine los parámetros técnicos y eco nómicos que hagan viable la explotación, beneficio y comerciali zación de wollastonita considerando, para éste último, los resul tados arrojados por el estudio de mercado.

Bajo este esquema, en el capítulo I se formula un marco teórico en el cual se presenta el desenvolvimiento de la economía mexica na haciendo énfasis en la industrialización a partir del modelo

de sustitución de importaciones, lo que permitirá contar con un marco de referencia para poder vincularlo con la necesidad de -- reactivar la minería mediante proyectos de inversión acordes a -- las necesidades actuales de la economía.

En el capítulo II se realiza el estudio de mercado de la wollastonita, considerando las características físicas y químicas, la producción mundial, reservas, cotizaciones y tendencias nacionales e internacionales de oferta y demanda.

Asimismo, en el capítulo III se formula el proyecto considerando la localización, infraestructura, geología, reservas, programa de producción, con el fin de determinar la operatividad de instalar la planta en el estado de Zacatecas.

En el capítulo IV se hace el análisis económico-financiero contemplando la valorización sistemática de los factores que inciden en el proyecto, de las limitantes, así como los beneficios a obtener.

## **CAPITULO I**

### **MARCO TEORICO**

## I. MARCO TEORICO

El desarrollo económico puede verse como una serie de cambios interrelacionados en la estructura de una economía que son necesarios para el crecimiento sostenido. Estos cambios abarcan la -- producción y el empleo, el papel del Estado y su relación con la sociedad, la composición de la demanda, así como la estructura - del comercio y del sector financiero.

Aunado a estos conceptos no hay que dejar de lado la importancia que representó la evolución del sector industrial, ya que en el modelo de largo plazo el objetivo prioritario era el crecimiento económico a través de la estrategia de industrialización vía sus- titución de importaciones "pensándose" que los objetivos de em- pleo, redistribución del ingreso e independencia externa vendrían con el avance del proceso mismo de industrialización, aquí la po- lítica proteccionista..., junto al papel del estado como inver- sionistas en áreas de infraestructura y sectores estratégicos, -- vienen a jugar un papel central para implementar dicho modelo.<sup>1/</sup>

Este proceso complejo de industrialización asumido por México a partir de 1940 "sustitución de importaciones o hacia adentro", - ha reflejado la interacción de diversos elementos de los cuales deben considerarse los cambios en la economía internacional y en la dinámica demográfica, a fin de comprender el papel desempeña-

---

<sup>1/</sup> Rene Villarreal, El Desequilibrio Externo en la Industriali- zación de México, p. 51.

do por el modelo de sustitución de importaciones en la conformación de las características del crecimiento industrial en México.

En este apartado, lo importante no es la descripción del proceso de sustitución de importaciones (1940-1970), sino como salió la economía mexicana de este proceso y si se cumplieron los objetivos planteados en un inicio, para de ahí explicar el escenario en el cual se desenvuelve la economía.

El objetivo original de la industrialización era el progreso en los términos en que se concebía durante la década de los cuarenta, para lo cual era evidente la necesidad de sustituir las importaciones a las que no tenía acceso con motivo de la Segunda Guerra Mundial, presentando poca atención a los aspectos sociales del desarrollo al concentrar los limitados recursos gubernamentales para favorecer a la industria, lo cual puede explicar que la concepción en esos años tanto en el país como en el exterior privilegiaba más a los aspectos materiales del proceso, provocando que no se viera una relación directa entre el avance social y el desarrollo industrial.

A su vez el proceso se caracterizó por ser desigual y contradictorio: "desigual porque sus frutos se han concentrado regional, social y económicamente, y contradictorio porque el desarrollo ha multiplicado los lazos de dependencia con el capitalismo internacional."<sup>2/</sup>

---

<sup>2/</sup> Roberto Cabral, Industrialización y Política Económica, p.67.

También jugó un papel importante la forma de financiar este proceso de industrialización, el cual se basó a través de diversos mecanismos de política (fiscal, tributaria, etc.), o del exterior en forma de créditos e inversiones extranjeras directas. Aunado a la producción de la infraestructura urbana en sectores como transporte y comunicaciones, así como en la exportación de productos primarios. Entre los mecanismos más importantes de concentración de recursos para favorecer el desarrollo de la industria en el período de la posguerra, pueden citarse los siguientes: 1<sup>a</sup>) la política fiscal y de gasto público; 2<sup>a</sup>) la política de comercio exterior; 3<sup>a</sup>) la política de tipo de cambio y 4<sup>a</sup>) la política laboral. <sup>3/</sup>

Las dos últimas décadas de existencia del modelo de sustitución de importaciones se caracterizó por un rápido crecimiento del producto y la estabilidad, tanto en el tipo de cambio como en el nivel de precios; "esta fase se denominó "desarrollo estabilizador", y representa, en buena medida la instrumentación práctica de un modelo de desarrollo en el que la política económica gira alrededor de estímulos a la iniciativa privada y a una participación conservadora del sector público en la economía".<sup>4/</sup>

Sin embargo, hacia finales de los años sesentas existía ya un --

---

<sup>3/</sup> Saul Trejo Reyes, El Futuro de la Política Industrial en -- México, p. 32.

<sup>4/</sup> Leopoldo Solís, La Realidad Económica Mexicana: retrovisión y perspectivas, p. 104.

claro agotamiento del modelo de sustitución. Se pensaba que los resultados no habían sido satisfactorios en términos de las necesidades básicas de la población, aunado a que las clases medias no estaban satisfechas con los resultados alcanzados.

De esta forma comenzaba a romperse el consenso general que había permitido instrumentar políticas altamente favorables a un grupo reducido de la población y a un sector industrial dependiente -- del exterior. En su lugar surgía la convicción de que era necesario cambiar el rumbo en materia industrial planteándose como los principales problemas a resolver: el bajo grado de competitividad de los productos mexicanos en el exterior; dependencia tecnológica; concentración geográfica de toda la actividad económica, sobre todo la industrial; desigual distribución del ingreso, así como la falta de oportunidades de empleo productivo que el desarrollo industrial no había logrado resolver.

En respuesta a la problemática percibida el Gobierno Federal -- implementó diversos mecanismos de política económica que de una u otra forma contribuirían a revitalizar el desarrollo industrial. Sin embargo, no se emprendió una revisión a fondo de los instrumentos de política económica que incidían más directamente sobre el sector, en particular la política de protección "de que fueron objeto, su organización oligopólica y monopólica, y la estrechez de los mercados internos hacia donde estaba dirigida la producción manufacturera, condicionaron una estructura de precios ..., y con ello, autofinanciar en lo fundamental sus pro-



gramas de inversión asegurando así desde este punto de vista su reproducción ampliada".<sup>5/</sup>

Dentro de este contexto global era claro que los resultados alcanzados serían muy limitados, ya que era evidente que se pretendía actuar a partir de los resultados de un esquema industrial que en ningún momento se propuso modificar a fondo. Es decir, continuó la tendencia a subsidiar al sector y dada la escasez de recursos internos, el sector público recurrió en forma creciente al endeudamiento externo.

Uno de los aspectos más serios de la crisis que se gestó durante los sesentas y que se agudizó en los años setentas, es el del financiamiento del desarrollo, y no porque la crisis pueda caracterizarse como meramente financiera, sino por la insuficiencia de recursos propios para hacer frente a las demandas de crecimiento en forma no inflacionaria, factor que vendrá a ser el talón de aquiles de la política económica; derivándose de aquí en adelante un problema económico en un problema político para restablecer un equilibrio satisfactorio para los diferentes grupos sociales.

Todo este conjunto de factores macroeconómicos que se comenzaron a manifestar a finales de la década de los sesenta y principios de los setenta, no se reflejaron abiertamente en un inicio,

---

<sup>5/</sup> José Blanco, El Desarrollo de la Crisis en México 1970-1976, p. 299.

ya que el endeudamiento externo e interno y el aumento del circulante vinieron a distraer la atención de los verdaderos problemas que se estaban gestando: "en 1970 el servicio de la deuda - absorbe casi el 60% de los nuevos endeudamientos, el movimiento neto de la inversión extranjera directa (IED) el 12% y el déficit de mercancías y servicios el 28%".<sup>6/</sup>

En el período posterior a 1977, la abundancia de recursos petroleros casi hizo olvidar a todos los involucrados la gravedad y - naturaleza de la crisis, sin embargo con el desplome en los precios del crudo todos arremetieron contra el Estado por haber - - creído y alentado a la sociedad a creer que en un futuro no muy lejano, el crecimiento sin cambios cualitativos resolvería todos los problemas del país.<sup>7/</sup>

Los resultados arrojados por la economía mexicana eran desalentadores con un crecimiento considerable de la inflación que llegó en 1982 a 102%; una desaceleración nunca antes vista en la época posrevolucionaria en cuanto al crecimiento del Producto Interno Bruto (-0.6 en 1982, -4.2 en 1983 y -3.9% en 1986); un deterioro creciente en las finanzas públicas siendo 1981, 1982 y 1986 los más altos con 14.2, 17.4 y 16.8%, respectivamente; una pérdida paulatina en los términos de intercambio, con una balanza comercial que a partir de 1983 dejó de ser deficitaria, no por el in-

---

6/ Ibid., p. 299

7/ Saul Trejo Reyes, op. cit., p. 195.

cremento de las exportaciones sino por una desaceleración de las importaciones; una deuda externa que se incrementó de 1971 a 1987 en un 1,451%, y una concentración cada vez más creciente del ingreso y de la actividad económica, así como una caída del empleo generando serios problemas al grueso de la población.

Si a ésto le aunamos el contexto en el cual se encuentran inmersas las economías industrializadas que exigen de constantes cambios en la forma de conceptualizar los problemas, de una permanente transformación del entorno económico - político internacional, así como de una revisión constante de las teorías para dar respuesta a los constantes cambios que se presentan en la actualidad: "la tendencia más reciente en la teoría del desarrollo - consiste, a su vez, en abandonar la búsqueda de resultados generales a fin de trabajar con modelos cuyas propiedades puedan obtenerse mediante estimaciones estadísticas".<sup>8/</sup>

En este ámbito en el cual se encuentra inmersa la economía mexicana exige cambios más trascendentales que los planteados, cambios de carácter cualitativo o bien denominados de "cambio estructural",<sup>9/</sup> que promuevan transformaciones basadas en la eficiencia y la competitividad industrial, donde los sectores que anteriormente han quedado rezagados o al margen, participen de una manera más amplia.

---

<sup>8/</sup> Fernando Calvijo, Perspectivas de la Economía Mexicana para el año 2000, p. 2.

<sup>9/</sup> Primer Informe de Gobierno, Miguel de la Madrid, Comercio Exterior, vol. 33, núm. 9, 1983, p. 789.

Para esto se requiere un sector exportador competitivo con mercados diversificados para dejar paulatinamente la dependencia tan fuerte que existe con los Estados Unidos. Aunado a una apertura comercial con la entrada de México al GATT, que exige un sector modernizado y eminentemente capacitado.

Sin embargo, resulta importante no descuidar el mercado interno de la economía ya que éste servirá de abastecedor de insumos a los sectores involucrados en el proceso de competir en los mercados extranjeros; servirá como suministrador de la demanda que se genera al interior del país, para no caer en la importación de artículos de primera necesidad lo que provocaría una dependencia mayor.

Hay que tener presente que en la actualidad los flujos de divisas son más escasos y difíciles de obtener, para lo cual es indispensable hacer un uso racional de los recursos e involucrarse en aquellos proyectos generadores de divisas, contribuyan hacia la generación de empleos productivos y creadores de infraestructura. Esto con un carácter diversificado en cuanto al tipo de industria, y desde luego con un carácter descentralizador que beneficie aquellas regiones aisladas del territorio nacional.

De esta forma resulta imperativo que los sectores o ramas de la economía con posibilidades de generar los elementos anteriormente señalados, participen de una forma activa en el devenir histórico de la economía mexicana. Una de las ramas que podría invo-

lucrarse en este proceso de modernización o reestructuración, sería la minería ya que cuenta con los elementos necesarios para participar activamente en este proceso de cambio estructural.

Es por ello que resulta importante la factibilidad de instalar una planta beneficiadora de wollastonita, en el estado de Zacatecas, ya que ésta podría contribuir en varios aspectos. En primera instancia como generadora de divisas al considerar que el producto es de excelente calidad, una cotización y una demanda potencial atractiva.

Asimismo, podrá generar empleos directos en el municipio de Pánfilo Natera, contribuir a la construcción de una mejor infraestructura carretera y de servicios, que a su vez coadyuve a las zonas aledañas a la población. Al interior del país la wollastonita cuenta con una demanda potencial excelente, debido a que en los últimos años se le ha encontrado una variedad de usos y aplicaciones; esto representa sustituir importaciones de una serie de insumos que actualmente son importados, tanto para la agricultura como para el sector industrial.

En general el proyecto para instalar la planta beneficiadora de wollastonita, tomando las medidas del caso, tendrá un impacto directo en ciertas variables económicas, por ejemplo: contribuir a una mayor exportación de minerales no metálicos y sustituir importaciones, esto permitirá generar divisas y una balanza más superavitarias; mayor participación en el Producto Interno Bruto,

al crear mayor valor agregado a la economía; la creación de empleo productivo y por ende una mayor demanda global y finalmente reducir la dependencia tecnológica, ya que la instalación en su mayoría será con maquinaria y equipo nacional.

## **CAPITULO II**

### **MERCADO DEL MINERAL**

## II. MERCADO DEL MINERAL

### 2.1 Características Físicas y Químicas

La wollastonita es un mineral de contacto metamórfico que se encuentra en depósitos de piedras calizas, es - un metasilicato de calcio ( $\text{CaSiO}_3$  o  $\text{CaO.SiO}_2$ ): "ocurre principalmente como un mineral de contacto en calizas cristalinas formado por la acción del ácido sílico en la caliza, comúnmente en presencia de mineralizadores y a temperatura relativamente baja".<sup>10/</sup> Su ocurrencia en rocas eruptivas se debe a la inclusión de trozos de caliza; con frecuencia está asociada con granate calizo, diópsido, etc.

Asimismo se encuentra en masas fibrosas de cristales - planos alargados, paralelos a la base y hacia el frente picudo, dando la impresión de un alfiler prismático delgado. También se presenta como cristales toscamente granulares, compactos y masivos.

Las propiedades físicas que presenta son:

- Blanco con colores rosa y gris
- Cristalino vidrioso a sedoso
- Dureza 4½ - 5, que puede fracturarse y astillarse

---

<sup>10/</sup> Edward S. Dana, et al., Tratado de Mineralogía, p. 619.



- Gravedad específica 2.8 - 2.9
- Crucero perfectamente pinaçoidal (seudoprismático) sobre base y frente alargado o picado a 84° y 96° - el uno al otro.

La wollastonita se distingue de la tremolita por su mayor fusibilidad y en el crucero, el ángulo está cerca de la piroxena y lejos de la anfíbol en 56° y 124°. - Se distingue del diópsido y el topacio prismático - - (pynita) por su fusibilidad y solubilidad en ácido. - La fluorescencia es comúnmente una guía o ayuda para - identificarlo rápidamente.

Los experimentos de síntesis muestran que la wollastonita puede tomar en solución sólida hasta 17.0% de la molécula de diópsido, 67.0% de la molécula de arquematita, y también una molécula que tiene la composición  $5CaO.2MgO.6SiO_2.$ <sup>11/</sup> Puede también formar soluciones -- sólidas con otras moléculas.

Cuando la wollastonita se calienta arriba de 1200°C de sarrolla un crucero básico, volviéndose seudohexagonal, ópticamente positivo, casi uniaxial, pero probablemente monoclinico. Este material se le ha llamado pseudo-wollastonita.

---

<sup>11/</sup> Ibid., p. 618.

Al soplete se funde tranquilamente en un glóbulo blanco casi vítreo. Con ácido clorhídrico se descompone - con separación de sílice; la mayoría de las variedades hacen efervescencia ligeramente por la presencia de -- calcita.

En secciones delgadas la wollastonita es incolora con un relieve moderado, birrefringencia mediana. El plano de los ejes ópticos es generalmente normal al alargamiento de los cristales.

La wollastonita puede obtenerse artificialmente calentando un vidrio de la composición  $\text{CaSiO}_3$  a una temperatura entre 800 y 1000°C, siendo estable a 1200°C. A temperaturas más altas se obtiene la modificaciónseudowollastonita.<sup>12/</sup>

## 2.2 Usos y Aplicaciones

Actualmente la wollastonita tiene muchas y variadas -- aplicaciones en la industria. Algunos de los usos más importantes son: Para azulejos, la wollastonita ha -- llegado a ser insustituible, ya que al ser añadida a -- las pastas, se ha logrado ahorrar la mitad de la pasta que antiguamente se usaba para cada azulejo, haciéndolo delgado, pero mucho más resistente. Anteriormente --

---

<sup>12/</sup> Ibid., p. 619

había azulejos de 1a., 2a. y 3a. clase, ahora la wollastonita hace que salgan cuerpos exclusivamente de primera, pues impide que se descuadren, abomben, etc.

Asimismo, por la dureza que le da la wollastonita a las pastas se hace un azulejo con pestañas, que embonan -- unas en otras y evita que se caiga el azulejo una vez puesto. Para piezas tales como WC, lavabos, etc., le proporciona resistencia e impide que se quiebren.

También se utiliza como lana mineral y fibra de vidrio, como aislante térmico de inmejorables condiciones y anticorrosivo de tuberías enterradas (ductos de gas y petróleo). En la producción de refrigeradores, estufas, etc., en los E.U. la wollastonita ofrece ventajas por su composición uniforme y la insignificante pérdida que tiene al fundirse, ya que de una tonelada de materia -- prima se obtiene una tonelada del producto que se utiliza.

Por la pureza de la wollastonita, uniformidad, color -- blanco y brillante, facilidad para molerse a partículas finísimas conservando dichas partículas su forma fibrosa original, produce una utilización ventajosa como material de relleno en las pinturas, papel y hule, susti-

tuye a los caolines, dándole mejoría y durabilidad a los productos.<sup>13/</sup>

Su uso en pinturas, sobre todo para exteriores, es importante ya que la intemperie no la daña durando 6 veces más que la pintura que no contiene wollastonita.

En el Canadá se está tratando la wollastonita con ácido para utilizarla como sustituto de arcilla en el relleno y recubrimiento del papel. En la fabricación de papel, da a éste mejor color y brillo, retención más alta, suavidad y mayor opacidad.

Actualmente como relleno de hule ha sido introducida en el mercado una precipitación artificial de la wollastonita con el nombre de SILINE, que consiste en un pigmento blanco cuya cualidad es reforzar y fortalecer el hule. Este producto se fabrica por Columbia Chemical Division de Pittsburgh Plate Glass Co.

Está probado que los aisladores fabricados con wollastonita producen una menor o nula pérdida de corriente eléctrica al contacto con los cables transmisores en cualquier circunstancia.

---

<sup>13/</sup> Kirk E. Raymond, et al., Enciclopedia de Tecnología Química, Tomo XIV, pág. 555.

También han sido elaborados unos elementos filtrantes - para tratar el aceite en forma de dedales, con los que se han obtenido excelentes resultados. Se ha controlado la permeabilidad y el tamaño del poro variando el -- tamaño de la partícula de la wollastonita y de la liga; también la presión en el proceso de hechura, modificando finalmente el porcentaje de la liga. Se ha establecido también el uso de la wollastonita como ingrediente en el recubrimiento de varillas para soldadura eléctrica y como recubrimiento a pantalla fusible en la soldadura autógena y eléctrica.

Se han construido chimeneas de wollastonita para calentadores de gas, como los que se usan para servicio doméstico y en estufas para guisar y hornear alimentos. - Estas chimeneas, calentadores y estufas, fueron por 100 veces calentadas hasta convertirlas en incandescentes y enfriadas en igual forma al que se tiene en el servicio. La gran ventaja económica de la fabricación de esta cla se de refractarios consiste en que los cuerpos se cuecen en una hora a 100°C, y después se les enfría al - - aire, logrando mayor consistencia que los que se cuecen en 12 horas y se dejan enfriar dentro del horno.

La wollastonita se ha utilizado para suplir al asbesto (se ha comprobado que el asbesto produce cáncer) en un 100%, en cuerpos tales como: tinacos, láminas, tubos de

asbesto-cemento, etc., obteniendo el mismo resultado.- No necesita la wollastonita tratamiento previo para ser utilizada.

Entre otros usos de la wollastonita destacan las siguientes: en la agricultura suple parcialmente a fertilizantes fosfatados; en ligas cerámicas, y abrasivos en los que la wollastonita es el principal ingrediente. La industria metalúrgica actualmente elabora calcio y silicio de primera calidad; en placas y tejas delgadas; "para el asfalto de calles y carreteras se añade wollastonita a la mezcla del chapopote impidiendo con ello la filtración del agua y con la dureza evita el desgaste de la cubierta asfáltica";<sup>14/</sup> en impermeabilizantes de mayor duración; en la elaboración de cemento de rápido fraguado.

Asimismo, se utiliza como relleno de adhesión; aditivo para la base de las carreteras y el concreto; para extender el polietileno; en la elaboración de las mojoneras en las carreteras, así como en plásticos para fabricaciones vítreas no transparentes.

---

<sup>14/</sup> Ibid., p. 555.

## 2.3 Mercado Histórico Mundial

### 2.3.1 Producción

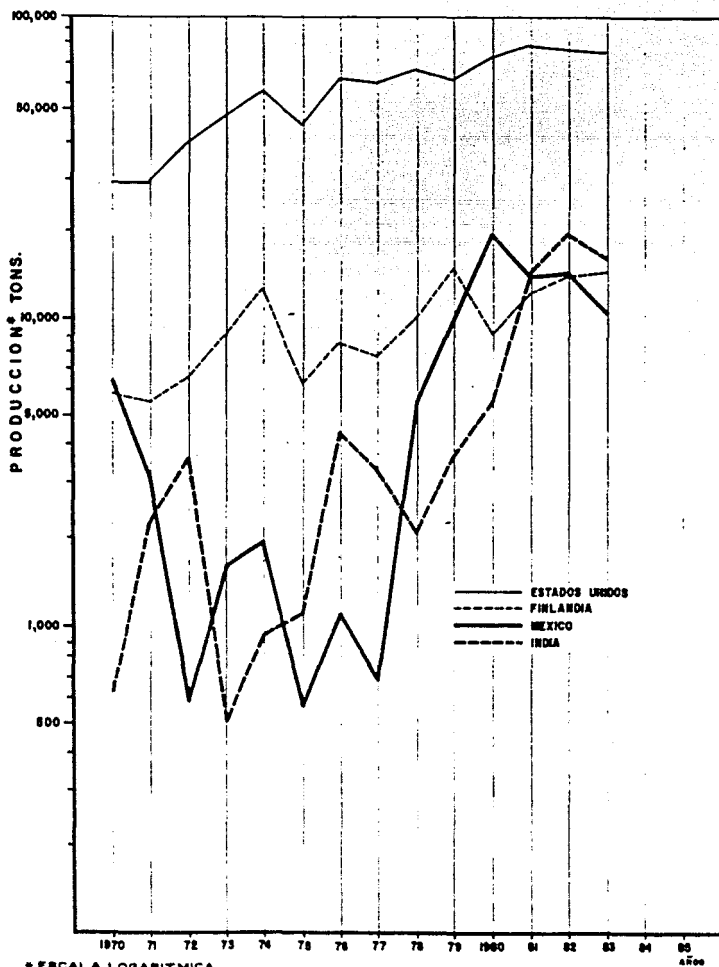
Como se mencionó anteriormente, la wollastonita es un mineral que es empleado en la industria - cerámica, de plásticos, asbestos y pinturas entre otras, y es considerado un material relativamente nuevo en el mercado mundial.

La producción comenzó a realizarse a pequeña escala en California, Estados Unidos, en 1933 y a escala industrial con el descubrimiento de un depósito de alta pureza en los años cincuenta - localizado en las cercanías de Willsboro, Nueva York. Esta operación se expandió con el transcurso de los años al congregarse varios depósitos explotados cerca de Harrisville. Se estima que actualmente el 66% de la producción mundial la realizan los Estados Unidos. (Gráfica No. 1).

Durante el período 1973-1986 la producción mundial de wollastonita registró un incremento del 300% al pasar de una producción de 69,000 ton. en 1973 a 276,000 ton. en 1986. Dentro del grupo de minerales no metálicos, la wollastonita fue de los que mayor incremento presentaron - - (Cuadro No. 1). Es de resaltar que durante - -

## PAISES PRODUCTORES DE WOLLASTONITA

GRAFICA No. 1





CUADRO No. 1MINERALES QUE ESCENIFICARON LOS MAYORES INCREMENTOS A NIVEL MUNDIAL 1973-1983-1986

PRODUCTOS	AÑOS			
	('000 TON. )			
	1973	1983	1986 <sup>e</sup>	73/86 Δ %
Celestita (Estroncio)	50	100	150	200%
Wollastonita	69	126	276	300%
Bentonita	5,588	8,970	9,400	68.2%
Grafito	376	576	599	59.3%
Granate	24	36	47	96.0%
Zirconia	475	719	790	66.3%

e/ Estimado

FUENTE: Chemical Marketing Reporter

1983-1987 la wollastonita presentó un crecimiento del 30%, reflejando una intensificación en los usos del mineral en los últimos años.<sup>15/</sup>

La producción de wollastonita se concentra básicamente en cuatro países: Estados Unidos, Finlandia, México y la India, y en pequeña escala Namibia, Nueva Zelanda y Japón; además de la URSS y China, de los cuales no se tiene información.

#### ESTADOS UNIDOS

La producción de wollastonita en los Estados Unidos se ha dado básicamente por tres minas, las cuales son operadas por NYCO, una filial de Processed of Minerals Inc.

Las operaciones generalmente se concentraron al rededor del depósito Fox Knoll, cerca de Willsboro en la ciudad de Essex. En 1982 se agotaron las reservas que se explotaban subterráneamente, provocando la exploración en otros lugares, destacando los depósitos de Lewis con estimaciones de reservas de 6 millones de toneladas. Estos se ubican a 14 millas al oeste de Willsbo

---

<sup>15/</sup> Mining Journal, Industrial Minerals - A Statistical Review, vol. 308, N<sup>o</sup> 7919, Mayo 29, 1987.

ro cerca de Lake Champlain, las operaciones cubren aproximadamente 30 acres\* de unos 260 - - acres de propiedad y trabajan bajo el permiso de la Adirondack Park Agency. El depósito es - aproximadamente de 60 pies\*\* de profundidad y - contiene 60% de wollastonita con 30% de granate y 10% de diópsido.

En la planta de beneficio de Willsboro el mineral es flotado produciendo un material con una cuspide de tamaño de 16 mallas, este material - entra a una criba por fracciones y a través de separación magnética se facilita la eliminación del granate. La variedad de fracciones de wollastonita es mezclada en cualquiera de los grupos por especificaciones en forma de cristal y tamaño o pulverizado en molinos de flotación.

El tipo de proceso crea "pulverizaciones" de materiales con relación acicular del orden de 1:5 a 1:10 y en tamaño de partículas de 325, 400, - 475 y 1250 mallas. De cualquier forma, este tipo de materiales es consumido por la cerámica - tradicional y por el mercado de relleno; NYCO - confecciona principalmente para los mercados de

---

\* un acre equivale a 4047 mts.<sup>2</sup>

\*\* un pie equivale a .3281 metros.

fibras duras como sustituto del asbesto y plástico/resina funcional para relleno. Con la técnica especializada de molienda de atracción, el mineral de las minas de Lewis presenta una relación de acicularidad en el orden de 1:15 - 1:20, material que es regularmente producido por NYCO; por lo que se produce una wollastonita única en su género comparada con otros productos similares en el mercado. En relación a los materiales de 400 y 1250 mallas la compañía NYCO investigó un revestimiento químico para facilitar y hacer este material más atractivo para el plástico/resina y reforzar el mercado.

Considerando a NYCO como la empresa que produce para el mercado de revestimiento, R.T. Vanderbilt Co. Inc., está satisfaciendo el tradicional mercado de wollastonita "pulverizada" desde los depósitos en la región de Gouverneur, en Nueva York. La mina Gouverneur está localizada cerca de Hervisville y es operada por Vanderbilt's Mining Talc, mina subsidiaria de la Gouverneur Talc Co.

Por otra parte, las explotaciones mineras selectivas de NYCO reducen la incidencia de calcita.

Los minerales extraídos son procesados en la -- planta localizada cerca de Balmat, y a niveles sumamente bajos de contaminación, con un proceso relativamente sencillo de trituración, molienda y procedimiento de clasificación, produciéndose tres presentaciones en función del tamaño de partícula: 200, 325 y -325 mallas. Su producción generalmente es de 30,000 a 40,000 toneladas anuales.

El tercer productor de wollastonita en Estados Unidos es Pfizer Inc., el cual se localiza en la ciudad de Riverside California. Pfizer se involucra principalmente en las minas de talco, relativamente pequeños de tonelajes de material selecto de La Little y Montañas Big Maria, localizada a 20 millas al noroeste de Blythe. La planta procesadora Pfizer se ubica en Victorville y tiene un proceso combinado y una capacidad anual de alrededor de 15,000 a 20,000 toneladas cortas.

Sin embargo, la mayor parte de la capacidad se emplea en las cerámicas arcillosas, de esta manera, la producción de wollastonita es única, aunque hay en la región varios millones de toneladas la cual encuentra un mercado local para -

aplicaciones cerámicas.

#### FINLANDIA

Finlandia es el único país que abastece a Europa de wollastonita de alto grado aunque existen proyectos de desarrollo en Grecia y Turquía. - La wollastonita finlandesa puede competir en pureza con la de otros países.

Los depósitos de wollastonita están asociados con zonas metamórficas dentro de un cuerpo -- elíptico, piedra caliza, la cual originalmente se trabajaba para arcillas y cal abrasiva en -- los comienzos del presente siglo.

No es sino hasta los inicios de los setentas -- que Oy Partek inicia un proyecto para la producción de wollastonita selectiva entre las áreas metamórficas del depósito. Muchos de los depósitos de wollastonita contienen minerales secundarios tales como la calcita, que por su tratamiento el proceso es antieconómico por el secado convencional, según técnica usada en Estados Unidos.

Sin embargo, los beneficios de la infraestructura

ra y los prospectos de mercado de artículos para revestimiento, orillarán a la empresa Partek a inventar una sofisticada técnica en la cual - la calcita sea flotada y la wollastonita recuperada como colas que quedan sumergidas.

Los concentrados de wollastonita son sujetos a una separación magnética para remover las impurezas de hierro, para luego realizar operaciones de espesamiento, filtración y pulverizado; produciendo una wollastonita de alto grado y baja concentración de hierro. Un análisis típico se muestra a continuación:

Wollastonita .....	90%
Cuarzo .....	2%
Calcita .....	3%
Otros silicatos .....	5%

Estas tecnologías de procesamiento se han expandido en los últimos años, desde la instalación y operación de la planta de beneficio de Partek en marzo de 1986.

Implantando una automatización y perfeccionando la separación magnética de alta intensidad en - conjunción con las técnicas de flotación utili-

zadas, se podría elevar la capacidad de producción de wollastonita en alrededor de 40,000 toneladas por año.<sup>16/</sup>

Este aumento de capacidad es acorde a las estimaciones de crecimiento del mercado de la wollastonita, y a la mejor exploración de los co-productos de calcita en aplicaciones de papel para revestimiento.

Considerando aproximadamente de 200-250 kg. de wollastonita derivada de una tonelada de mineral procesado, la calcita producida es doblemente efectiva en una cantidad de alrededor de 500-600 kg. por tonelada. Oy Partek no utiliza completamente esta capacidad adicional, ya que la producción se incrementa como lo exige la demanda.

La wollastonita Partek que es utilizada en tamaños de 70; 200; 325 y 400 mallas, con una relación de 1:3 a 1:4, dirigiendo el producto al mercado donde el refuerzo fibroso no es importante. Esta relación es inherente en la estructura del cristal mineralizado. En un esfuerzo

---

<sup>16/</sup> World of Minerals, Industrial Minerals, p.9.



de remediar dicha situación, Partek, paralela--  
 mente a su programa de expansión que viene rea--  
 lizando, está desarrollando trabajos para la --  
 instalación de un pulverizador que facilite el  
 incremento de la relación. Empleando una técni--  
 ca de molienda y pulverizado, el proceso po--  
 dría realizar la fractura a lo largo de la es--  
 tructura del cristal y producir una relación --  
 arriba de 1:20.

Este material es responsable en cierto grado de  
 reemplazar al asbesto y la apertura en áreas de  
 los plásticos de relleno, reforzando el mercado.

De esta forma la producción de Finlandia en 1985  
 fue de 16,917 toneladas métricas de wollastonita,  
 con una tasa media de crecimiento de 5.4% -  
 en el período 1981-1985.

#### LA INDIA

Los depósitos de wollastonita en la India son -  
 del todo conocidos, sin embargo existen otros -  
 depósitos de mayor importancia económica locali--  
 zados cerca de Sirohi Pali y Udaipur distrito -  
 de Rajasthan.<sup>17/</sup> En la actualidad Wolken Put --

<sup>17/</sup> Tim Power, Wollastonite Performance Filler  
 Potential, in Industrial Minerals, January,  
 1986, p. 21.

LTD es la única productora de wollastonita en el país con operaciones en los depósitos de --- Belkappahar los que fueron descubiertos en 1969 cerca del pueblo de Khila en la división de - - Jodpur de Rajasthan. En todo este tiempo Wolken ha estado satisfaciendo la demanda interna del país, y extendiendo su participación en el mercado mundial al cual dedica una tercera parte de su producción. La producción ha registrado un rápido crecimiento al pasar de 3,330 ton. en 1977 a 15,915 en 1981, a una tasa media de - crecimiento anual de 48.0%.

La wollastonita de Wolken es seleccionada para evitar la incidencia de impurezas tales como la calcita, granate, diópsido y cuarzo; el mineral es triturado y molido produciendo cuatro tamaños: menos 300, 200, 160 y 100 mallas.

Ultimamente la alta acicularidad inherente en el mineral muestra considerables promesas en el mercado tanto para sustituir el asbesto como para mayores aplicaciones de refuerzo en plástico.

La compañía Wolken reportó una expansión en la capacidad de procesamiento de mineral de cali-

dad fibrosa, en adición a un grupo de materiales y a un mejor programa de desarrollo de minas -- subterráneas, mejorando la flexibilidad de producción a corto tiempo. Ultimamente se ha fortalecido la demanda de la industria cerámica en el interior del país, debido a un incremento en la manufactura de azulejos; asimismo, el mercado de exportación también se ha incrementado -- considerablemente. En los años 1981-1982 las exportaciones fueron de 1764 toneladas orientándose en su mayoría a Alemania y a los Países Bajos, en una proporción del 74% y 21%, respectivamente.

En la actualidad alrededor de 10,000 toneladas son exportadas, no únicamente a Europa sino también a Japón, Australia y regularmente a Estados Unidos.

#### OTROS PAISES

Existen otros países productores de wollastonita en pequeña escala como el caso de Kenia el cual esporádicamente abastece al mercado europeo. Los depósitos de wollastonita se localizan en Lolkidongai en el corazón de Masailand a 50 millas al sur de Nairobi. Estos depósitos afloran en tres colinas bajas, donde el primer des-

cubrimiento fue a mediados de los 60's y consta de una producción masiva de wollastonita mármol y mármol puro en zonas alternas.<sup>18/</sup>

La selección del mineral es manual y se produce una wollastonita-calcita, que es un rico material beneficiado por flotación. Con la mayoría de la calcita removida, el producto tosco contiene 87% de wollastonita y el resto consiste primordialmente de sílice.

El material Keniano que ha producido es de 60 - mallas, pero actualmente no existe información disponible sobre la operación de las minas.

En lo que respecta a Sudáfrica, en el pasado -- fue extraída del área de Springbok, al norte de la provincia de Cape, tales operaciones no existen en la actualidad. Sin embargo, existe un molino de wollastonita en operación y está localizado en la República de Gravelote para explotar la extensa zona de wollastonita de mármol - encontrado en Damaraland en Namibia.

Martin and Robson de Johannesburg, opera una mi

---

<sup>18/</sup> Ibid., p. 23.

na en Usakos reportando una producción de alrededor de 4,800 ton/año de un material blanco -- muy puro; la roca es transportada al molino de Gravelote donde es reducida a 200 mallas.

Las operaciones empezaron a mediados de 1984 -- con los estudios geológicos para delinear las reservas del depósito, provisionalmente indican 40,000 toneladas de mineral. Las ventas locales son del orden de un tercio del total de la producción, el resto es para exportación.

A pesar de los reportes de producción de Japón y China, los únicos trabajos que se conocen corresponden a modestas operaciones de depósito -- en Nueva Zelanda a cargo de Mintech Nueva Zelanda LTD, empresa filial del grupo Newmans. Mintech está produciendo 500 ton/año de una mina -- abierta en Takaka Hill, en el noroeste de Nelson. Probablemente las reservas de wollastonita son de 50,000 toneladas asociadas con calcita, cuarzo y en menor medida diópsido.

El mineral está sujeto a clasificación, trituración y molienda en una planta procesadora en Mapua, obteniéndose un producto de 53 micras de -- tamaño. Este se registra bajo el nombre de WOL

18. El 60% de la producción es consumida por la industria de la cerámica, y el 40% restante se usa para reemplazar el asbesto y plástico reforzado.

Turquía produce wollastonita bastante errática y regularmente el bajo tonelaje obtenido es enviado a Europa. El primer depósito explotable fue desubierto en 1958, cerca de la Villa de -- Serceoron en Kepsut, Balikesir y operada por la compañía de cerámica Canakkale Seramik. Estos depósitos tuvieron relativamente una larga escala de producción durante los sesentas y los setentas; actualmente se encuentran abandonados, -previéndose la existencia de un potencial de reservas por el bajo grado de extracción que se -realizó en niveles profundos.

### 2.3.2 Reservas

En los últimos años se han realizado importantes estudios en cuanto a la determinación de reservas de wollastonita a nivel mundial, aunque debido a la escasa información sobre las reservas cuantificadas, sólo se han identificado yacimientos con reservas potenciales.

En Estados Unidos existen depósitos importantes,

algunos de ellos son explotados por tres compañías; el más importante tanto por su calidad -- como por su volumen está localizado cerca de -- Willsboro en la ciudad de Essex (depósito de -- Fox Knoll y Lewis). También destacan los depósitos de Gouverneur que están localizados cerca de Harrisville y son explotados por Vanderbilt's Mining Talc con una capacidad de 30-40,000 toneladas al año.

Las reservas más importantes de wollastonita en Finlandia se encuentran localizadas en la parte sureste de la ciudad de Helsinki, siendo depósitos asociados con zonas metamórficas y con alta pureza de calcita, pero con una relación de 1:3 a 1:4 lo cual restringe sus mercados.

La India cuenta con depósitos de importancia -- económica, cerca de Sirohi, Pahi y Udaipur, distrito de Rajasthan, no obstante esto, únicamente se explotan los depósitos de Belkappahar. - Turquía cuenta con depósitos que han sido explorados por States Mineral Research y Exploration Institute of Turkey, dichos depósitos cuentan - aproximadamente con 100,000 toneladas de reservas probadas y con 500,000 toneladas de material posiblemente aprovechables.

Finalmente, existen depósitos de wollastonita - en varios países de Europa, así como en China - Japón y Unión Soviética, pero se conoce poco de ellos.

### 2.3.3 Cotizaciones

Como anteriormente se mencionó los grandes productores de wollastonita a escala mundial son - Estados Unidos, India, Finlandia y México, los cuales representan aproximadamente el 80% del - comercio mundial, el resto es suministrado por la Unión Soviética, China, Alemania Federal, -- Namibia, Nueva Zelanda y Japón.

Los Estados Unidos son el principal exportador mundial de wollastonita por medio de las empresas NYCO y R.T. Vanderbilt, las cuales dedican más de la mitad de su producción al extranjero. El mineral y las formas de presentación 325, -- 400, 1250 mallas y wollastonita con alto grado de acicularidad son exportados fundamentalmente a Europa.

La wollastonita de la India está desafiando los mercados de NYCO y R.T. Vanderbilt, debido a -- que el material está cumpliendo con las caracte rísticas que los mercados europeos requieren.



De esta forma, la India destina la tercera parte de su producción al mercado de exportación - por conducto de la empresa Wolken.

Finlandia es de los países que participan en el mercado europeo con wollastonita de alto grado por medio de la empresa Partek. En los últimos años han desarrollado una técnica que mejora la calidad de la wollastonita, haciendo más competitivo el producto en el mercado europeo.

En años recientes Alemania Occidental produjo - un tipo de wollastonita sintética, que ha encontrado mercado en las aplicaciones de pinturas, - cerámicas, fundiciones metalúrgicas y en menor medida para rellenar.<sup>19/</sup> Sin embargo, por los - costos en la comercialización y los derivados - del complicado proceso, no obtuvo resultados -- favorables en los mercados europeos.

Los precios de la wollastonita indican un comportamiento casi constante en los últimos 7 - años. El producto se cotiza bajo un esquema general de precios f.o.b., por tonelada corta y - sus precios aparecen publicados periódicamente en el Chemical Marketing Reporter.

---

<sup>19/</sup> Ibid., p. 31.

Los precios de las diferentes presentaciones de wollastonita aparecen en el Cuadro No. 2. En las presentaciones de 400; 325 mallas y wollastonita de alto grado de acicularidad, a partir del primer semestre de 1983 se observa un incremento promedio del 20%.

A partir de 1984 salen al mercado cuatro presentaciones más: wollastonita de grado general; - 325 mallas; 1250 mallas; 400 mallas con mayor acicularidad.

La revista Mining Journal del 29 de mayo de - - 1987, en su análisis de los precios del período 1973-1983, destaca a la wollastonita como uno - de los minerales que escenificaron un mayor de- cremento en sus cotizaciones a precios constan- tes; esto se refleja a la baja natural del pre- cio real al convertirse en un material más co- mún.

En el período 1980-1986 el precio de la wollas- tonita en las presentaciones 400, 325 mallas y wollastonita de alto grado de acicularidad tu- vieron un crecimiento anual promedio de 5.3%; - 4.0% y 9.2%, respectivamente.

CUADRO No. 2

COTIZACIONES HISTORICAS DE LA WOLLASTONITA

(dls/tonelaria)

PRESENTACION	1980		1981		1982		1983		1984		1985		1986		1987	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	AGOSTO
400 mesh	99.0	104.0	106.0	106.0	106.0	106.0	124.7	134.0	134.0	134.0	134.0	134.0	134.0	134.0	134.0	134.0
325 mesh	95.0	100.0	90.0	90.0	90.0	90.0	109.0	117.0	117.0	117.0	117.0	117.0	117.0	117.0	117.0	117.0
Woll high <sup>1/</sup>	98.0	109.0	120.0	120.0	120.0	120.0	149.3	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0	164.0
Woll general grade <sup>2/</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	174.0	174.0	182.7	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0
325 mesh	-	-	-	-	-	-	-	-	124.5	124.5	137.9	140.5	140.5	140.5	140.5	140.5
400 mesh	-	-	-	-	-	-	-	-	141.5	141.5	147.7	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
1250 mesh	-	-	-	-	-	-	-	-	490.0	490.0	493.3	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0

1/ Wollastonita de alto grado de acicularidad, en sacos

2/ Wollastonita de grado general, a granel en camión

FUENTE: Chemical Marketing Reporter

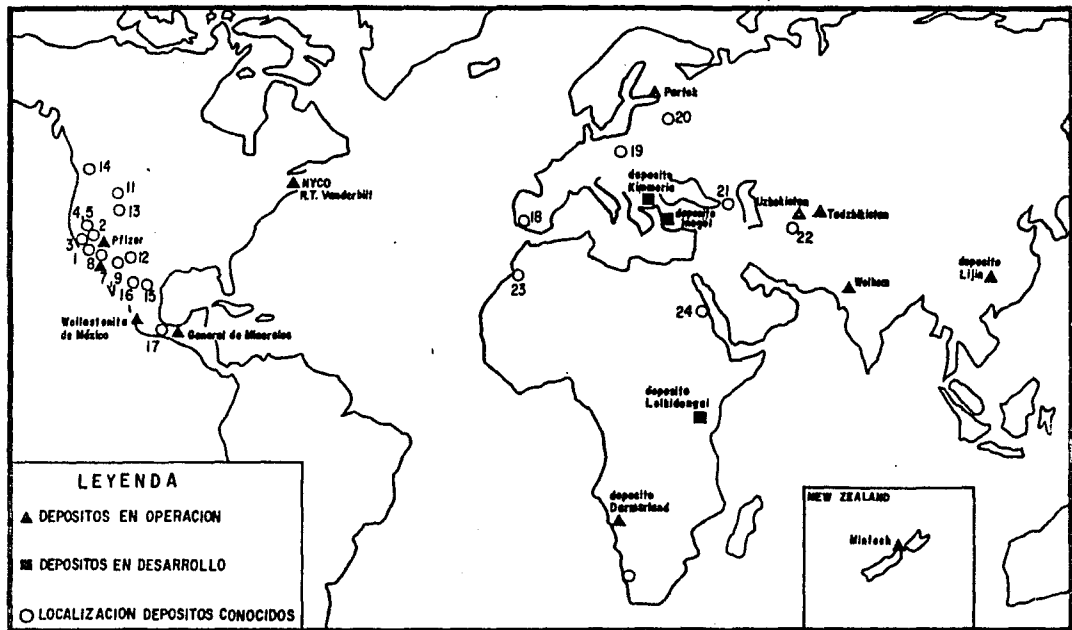
#### 2.3.4 Nuevos Proyectos

De acuerdo a especialistas de MTA (States Mineral Research & Exploration Institute of Turkey) los depósitos de Turquía contienen 100,000 toneladas de reservas con 500,000 toneladas de material posiblemente aprovechable. Los depósitos más significativos que contienen probablemente reservas de 1.073 millones de toneladas fueron descubiertos por Mr. Oclay Goksu durante los primeros años de los 70's cerca de la Villa -- Tahtakopru en Inegol, Bursa. Mr. Goksu posee el título de minería de estos depósitos y tiene planeado una producción de 2,000 toneladas anuales para iniciar operaciones en 1988. (Mapa -- No. 1).

Los depósitos han sido estudiados en una área de 12 km<sup>2</sup> por la MTA, quien delineó más o menos 30 afloramientos de wollastonita. Un análisis químico de wollastonita seleccionada es el siguiente:

<u>ELEMENTO</u>	<u>% COMPOSICION</u>
SiO <sub>2</sub>	47.95
CaO	47.50
Mg O	0.78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2.37

# LOCALIZACION DE DEPOSITOS DE WOLLASTONITA



FUENTE: INDUSTRIAL MINERALS

MAPA No. 1

Na <sub>2</sub> O	0.47
K <sub>2</sub> O	0.14
TiO	0.15
L.O.I.	0.52

La mayoría de los afloramientos están demasiado contaminados por minerales tales como: diópsido, granate, calcita, piritas y sulfuros; o bien, la wollastonita contiene impurezas que le dan un color gris y que forman cristales muy gruesos, características que limitan su uso para materiales vidriados de laboratorio, aunque es adecuada para pisos y azulejos. De este material se han enviado muestras a consumidores europeos -- para experimentación. No obstante, la wollastonita más pura y blanca es aprovechada y generalmente se encuentra en una forma compacta de cristal fino.

Grecia podría ser otro productor importante de wollastonita si la exploración comprueba reservas. Las investigaciones se están realizando -- por la C.E.E. Industrial Minerals Project bajo permiso de Mevoir, S.A., propietaria mayoritaria, a la vez subsidiaria del Banco de Inversiones Nacionales de Desarrollo Industrial, y que se dedica a la exploración y elaboración de es-

tudios sobre los depósitos de wollastonita, los cuales se localizan al noroeste de Thracian, -- ciudad de Xanthi, cerca de la frontera con -- Bulgaria.

El mejor depósito tiene 8 metros de grueso y -- contiene 50-80% de wollastonita, formado por la alteración metamórfica del mármol. Otros materiales presentes son: granate granular, diópsido y hematitas micaceas. Según pruebas pueden ser removidas parcialmente por una separación magnética seca. Sin embargo, los concentrados tendrán que ser sometidos a flotación, para remover los residuos de calcita, cuarzo y diópsido.

El proyecto se encuentra en la primera etapa de exploración; desarrollándose el escenario para poder abastecer el mercado interno y posteriormente el mercado mundial.

## 2.4 Mercado Histórico Nacional

### 2.4.1 Reservas

La génesis de todos los depósitos de wollastonita en el mundo por regla general tienen las mismas características, obedeciendo a los siguien-

tes principios: se necesita una roca almacenadora y un magma cargado de sílice con una roca porosa y permeable como son las calizas, desplazando del carbonato de calcio, el bióxido de -- carbono y es sustituido por el óxido silicio, requiriendo condiciones especiales tanto de temperatura como de presión, a estas reacciones se les llama metasomatismo de contacto.

En el país existen depósitos que contienen wollastonita, uno de ellos se localiza en el municipio General Pánfilo Natera, Estado de Zacatecas, mismo que se encuentra tanto en forma de estratos horizontales como en vetas de gran espesor, soportando "al alto" manto de caliza y descansando "al bajo", sobre cúmulos de granito.

El mineral que se extrae de dichos yacimientos es de dos calidades, una que por ser insignificante la cantidad de sustancias extrañas distintas a  $\text{CaSiO}_2$ , puede decirse que es completamente pura; y la otra, que reúne las mismas cualidades que la anterior, pero contiene diseminadas pequeñas partículas de granate rojo, desde un octavo, hasta excepcionalmente veinticinco milímetros cúbicos, y en cantidades que van del dos al diez por ciento del peso total de la masa.



Con relación a la mina Jujusita, la estructura de las calizas donde se aloja la mineralización, tiene una inclinación de  $28^{\circ}$  con dirección hacia el SW. Este yacimiento cuenta con gran volumen de mineral y buena calidad. Donde aflora el mineral cuenta con una superficie bastante explorada, las obras antiguas existentes no han cortado el contacto inferior por lo que se desconoce la potencia; las obras más profundas tienen 24 mts., y aún continúa el mineral con las mismas características.

Para el cálculo de las reservas contenidas en los depósitos de la zona, se clasificaron cuatro grupos:

- 1° Grupo minas Titicitas y Totitas
- 2° Grupo minas San Darío y Ampliación San Darío
- 3° Grupo minas Manolete y Jujusita
- 4° Grupo mina el 744

En resumen el total de reservas cuantificadas es de 6 millones de toneladas, siendo el fondo más importante el denominado Jujusita con 4 millones de toneladas, los demás fondos contienen los 2 millones restantes.

La composición mineralógica de la zona se presenta a continuación:

Wollastonita	90.0%
Granate	5.0%
Feldespató	3.0%
Calcita	1.5%
Magnetita	0.5%

Al mineral se le puede eliminar las impurezas magnéticamente, obteniéndose productos de alta calidad, tanto de wollastonita como de granate. De los estudios realizados por ingenieros autorizados por la Dirección General de Minas, destacan que la wollastonita del fundo Jujusita, es de una pureza única a nivel mundial.

#### 2.4.2 Producción

La producción de wollastonita en México se realiza principalmente por dos compañías, siendo la más grande General de Minerales, S.A.. Esta empresa opera dos minas: En Santa Fe cerca del Cerro de la Noria, a 65 km. al sureste del municipio de Guadalupe; y cerca del municipio de Pánfilo Natera, aproximadamente a 50 km. de Guadalupe, Zac., donde es seleccionado, triturado y molido, a un tamaño de 3 pulgadas, 1/2 pulga-

da, 1/4 de pulgada, y 200 mallas, consecutivamente.

La otra empresa productora es Wollastonita de México, S.A. la cual extrae mineral por tajo abierto, en la mina La Blanca. Una fuente menos importante de mineral de wollastonita, corresponde a la producción de la Sra. Judith Fernández Fuentes, obtenida de un depósito cerca de Pánfilo Natera, en el mismo estado de Zacatecas.

La producción total de wollastonita en México en el período 1978-1986 alcanzó un promedio anual de 10,700 toneladas (Cuadro No. 3).

Del período considerado, en 1980 se tuvo una producción record de 20,950 ton., sin embargo, en los años siguientes la producción registró descensos drásticos, hasta alcanzar en 1985 y 1986 2,309 y 159 toneladas, respectivamente, cifras por debajo en 89.0% y 99.2% en relación a 1980.

El valor de la producción se incrementó en forma considerable, al pasar de 11.0 millones de pesos en 1979 a 417.0 millones de pesos en 1985, ésto favorecido por la devaluación del peso mexicano.

CUADRO No. 3VOLUMEN Y VALOR DE LA WOLLASTONITA

( 1978 - 1986 )

AÑO	VOLUMEN ( TON. )	VALOR (MILES DE PESOS )
1978	10,956	8,765
1979	11,892	11,000
1980	20,905	6,398
1981	14,602	5,538
1982	15,599	9,272
1983	10,784	27,615
1984	9,251	58,224
1985	2,309	417,000
1986 <sup>p/</sup>	159	29,000

p/ Cifra preliminar

FUENTE: Secretaría de Energía, Minas e Industria  
Paraestatal.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

CUADRO No. 3VOLUMEN Y VALOR DE LA WOLLASTONITA

( 1978 - 1986 )

ANO	VOLUMEN ( TON. )	VALOR (MILES DE PESOS )
1978	10,956	8,765
1979	11,892	11,000
1980	20,905	6,398
1981	14,602	5,538
1982	15,599	9,272
1983	10,784	27,615
1984	9,251	58,224
1985	2,309	417,000
1986 <sup>R/</sup>	159	29,000

p/ Cifra preliminar

FUENTE: Secretaría de Energía, Minas e Industria  
Paraestatal.

Secretaría de Programación y Presupuesto.

### 2.4.3 Exportaciones

Las exportaciones de wollastonita han registrado un comportamiento hacia la baja en sus diferentes presentaciones.

El caso de la wollastonita molida a un tamaño mayor de 25 mallas sin exceder las 100 mallas, muestra que perdió su mercado, a tal grado que en 1985 ya no es exportada. Asimismo, las otras presentaciones de wollastonita que se exportan, escenificaron una tendencia a la baja (Cuadro No. 4). Esta situación se explica porque otros países están participando fuertemente en el mercado europeo, satisfaciendo las necesidades tanto de calidad como de cantidad, por ejemplo la India y Finlandia han invadido el mercado europeo desplazando también a la wollastonita norteamericana.

## 2.5 Perspectivas del Mercado

### 2.5.1 Tendencia Mundial

Las tendencias en la demanda mundial de la wollastonita en función a los usos y aplicaciones son crecientes. Esto obedece fundamentalmente a las innovaciones desarrolladas con resultados favorables. Un ejemplo es el desarrollo tecno-

**CUADRO No. 4**

**EXPORTACIONES DE WOLLASTONITA**

1978-1985

Fracciones Arancelarias forma de presentación y país de destino	1 9 7 8		1 9 7 9		1 9 8 0		1 9 8 1		1 9 8 2		1 9 8 3		1 9 8 4		1 9 8 5		P/
	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	Kilogramos	Pesos	
25-32a-09 Wollastonita en bruto	99 728	43 057	124 172	68 119	400 000	477 383	100 110	142 476	10	976	5	14 060	-	-	10 200	42	
Alemania	-	-	3 060	1 003	-	-	-	-	-	7	408	5	14 060	-	-	-	
España	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estados Unidos	99 728	43 057	121 112	67 116	400 000	477 383	100 000	141 444	-	-	-	-	-	-	-	10 200	42
Bélgica-Luxemburgo	-	-	-	-	-	-	110	1 030	-	-	-	-	-	-	-	-	
Países Bajos	-	-	-	-	-	-	-	-	3	488	-	-	-	-	-	-	
25-32a-10 Wollastonita con sólido superior a 25 sin exceder de 100 mallas	-	-	-	-	105 100	114 343	2 840	9 457	1 120	55 401	-	-	203	13 422	-	-	
Argentina	-	-	-	-	5 100	11 430	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Estados Unidos	-	-	-	-	100 000	102 913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Brazel	-	-	-	-	-	-	2 040	5 981	1 120	55 401	-	-	-	-	-	-	
España	-	-	-	-	-	-	800	2 474	-	-	-	-	-	-	-	-	
Guatemala	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	203	13 422	-	-	
25-01a-11 Wollastonita con sólido superior a 100 mallas sin exceder a 200 mallas	1020	1 817	2 040	4 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Brazel	1020	1 817	2 040	4 105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25-32a-12 Wollastonita con sólidos superiores a 200 mallas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 000	56 719	-	-	-	-	
Estados Unidos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2 000	56 719	-	-	-	-	
25-32a-13 Wollastonita con sólido superior a 200 mallas sin impurezas	359 300	604 322	215 000	317 303	478 635	842 328	-	-	5 657	510 500	160 080	6409 948	280 530	13 620	-	-	
Bélgica-Luxemburgo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	39 700	1 015	-	-	
Estados Unidos	2 000	2 930	-	-	-	-	-	-	1	97	-	-	-	-	-	-	
Nicaragua	357 300	601 392	215 000	317 383	381 635	664 570	-	-	9 000	139 328	160 000	6409 948	244 800	12 605	-	-	
Paraguay	-	-	-	-	97 000	177 458	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Alemania Federal	-	-	-	-	-	-	-	-	1 656	72 075	-	-	-	-	-	-	
Total	460 048	649 196	341 212	389 607	983,785	1 434 054	102 950	150 933	-	510 500	162 005	6409 948	200 733	13 620	10 200	42	

P/ Cifras preliminares

FUENTE: Instituto Mexicano de Comercio Exterior y Dirección General de Aduanas, S.H. y C.P.

lógico observado en la elaboración de una wollas tonita más acicular que permita, no sólo competir en los mercados del plástico y pinturas, -- sino en el reemplazo del asbesto, material cuya producción en E.U. ha sido prohibida, por ser -- una sustancia cancerígena.

A continuación se presenta un panorama de la -- oferta y demanda, donde se podrá visualizar la tendencia mundial de los usos y aplicaciones de la wollastonita.

#### 2.5.2 Oferta Mundial

Los Estados Unidos, Finlandia y la India se encuentran en una posición favorable, principalmente por su wollastonita que presenta una alta relación de acicularidad.

A pesar de que en los últimos años se descubrieron yacimientos de wollastonita en diversas partes del mundo, en su mayoría son depósitos de -- baja calidad, y por lo mismo encontrará mercados en áreas muy restringidas.

La producción de wollastonita de alta relación de acicularidad proviene de los depósitos loca--



lizados en Fox Knoll, ubicados al oeste de Nueva York, Estados Unidos, los cuales cubren los requerimientos de la economía norteamericana mediante las compañías NYCO y R.T. Vanderbilt Co. Inc.

También, Finlandia y la India tienen depósitos - que por sus características de alta acicularidad, han penetrado el mercado europeo.

Estados Unidos tiene una capacidad estimada de 100,000 ton/año de wollastonita, que lo ubican en primer lugar de producción. Considerando el tamaño de las reservas de Estados Unidos es de esperarse que satisfaga una parte creciente de la demanda mundial de wollastonita en sus diferentes presentaciones.

Finlandia posee una capacidad estimada en 40,000 ton/año, la cual satisface el mercado interno y con grandes posibilidades de exportar y competir en el mercado europeo. En la India se estima una capacidad instalada de 35,000 ton/año, - canalizándose una tercera parte de su producción al mercado de exportación.

Muchas industrias demandantes de asbesto, cerá-

mica, mosaico y plástico, podrán beneficiarse - con la oferta creciente de la wollastonita, así como de las perspectivas favorables que se están generando en el mercado europeo por la nueva tecnología que está permitiendo mejorar la - calidad de la wollastonita.

### 2.5.3 Demanda Mundial

En función a que existe poca información sobre la demanda de los países, sobre todo las del -- bloque oriental, nos abocaremos a analizar la - demanda de los países en los cuales se ha encon- trado información al respecto.

En lo que se refiere a los Estados Unidos en -- los últimos años, la demanda de wollastonita se está destinando a la sustitución del asbesto, - en función a que el Departamento de Salud de -- aquel país está sancionando gravemente la utili- zación del asbesto por considerarlo lesivo para la salud.

Las tres compañías productoras norteamericanas están trabajando para obtener wollastonita con características de ser usada como sustituto - del asbesto, para satisfacer el mercado de pin-

turas y como revestimiento industrial de acrílico. La demanda en los Estados Unidos estará enfocada fundamentalmente a la sustitución del asbesto, sin descuidar los requerimientos de -- otras industrias y al mercado europeo.

Finlandia tiene una demanda de wollastonita de alta acicularidad, la cual una buena parte de - la producción es de alto grado (para sustituir al asbesto) satisfaciendo en cierta medida la - demanda de Europa. Asimismo, el tipo de wollastonita que produce cumple con los requerimien-- tos para ser utilizados en la química de revestimiento.

La demanda final de wollastonita en la India se ha enfocado básicamente a la industria cerámica, azulejos y pinturas.

En términos generales, el futuro de la demanda mundial de wollastonita estará en función de -- ciertos factores: que la wollastonita de alto grado pueda consolidarse en el mercado como sus tituto del asbesto; y que el mineral de bajo -- grado pueda mantener su uso en la industria de la pintura, revestimiento industrial y en la -- construcción como materia prima para la produc-

ción de azulejos.

Finalmente, se está trabajando en la exploración e innovación de alta tecnología para incrementar la calidad de la wollastonita, y con ello poder ampliar la demanda de un producto relativamente nuevo.

## 2.6 Mercado Nacional

### 2.6.1 Tendencia Nacional de Usos y Aplicaciones

En México, la aplicación de compuestos de wollastonita está encaminada básicamente a la industria cerámica.

Sin embargo, la tendencia de utilizar cada vez más la wollastonita en otras aplicaciones, en el corto plazo son viables.

En los últimos años la tecnología ha encontrado innumerables aplicaciones para la wollastonita, la cual ha permitido ampliar el mercado de manera considerable y con logros importantes en la medida en que se diversifique el mercado europeo.

De esta forma la tendencia nacional de usos y -

aplicaciones es prometedora, ya que el país - cuenta con reservas importantes de mineral con valores elevados (alto grado de acicularidad), lo cual permitirá satisfacer la demanda no sólo de los consumidores tradicionales, sino también como un sustituto del asbesto.

### 2.6.2 Oferta Nacional

En el país hay una oferta potencial de wollastonita, debido a que existen depósitos importantes para ser explotados. Dichos depósitos se localizan en diferentes estados de la República siendo los más importantes los del estado de Zacatecas. Estos presentan atractivas leyes que los hacen particularmente importantes al presentar alta relación de acicularidad.

En la medida en que puedan explotarse en cantidades importantes los depósitos como el de la mina Jujusita, la oferta de wollastonita se podrá incrementar considerablemente con niveles importantes en cuanto a calidad.

Finalmente, la oferta en México está compuesta por la producción de tres compañías, de las cuales la más significativa actualmente es General de Minerales, S.A.

### 2.6.3 Demanda Nacional

En función a la información recopilada sobre la demanda nacional de wollastonita, en la actualidad únicamente se demanda este mineral para la industria cerámica. Sin embargo, con las nuevas aplicaciones descubiertas a nivel mundial, se espera una mayor demanda.

Lo anterior empieza a manifestarse en el caso de la wollastonita de alta acicularidad, pues existe una demanda potencial tanto nacional como internacional de alrededor de 93,480 a 117,680 toneladas (Cuadro No. 5), correspondientes al caso particular de la mina Jujusita, lo cual hace evidente el crecimiento que se está dando en la demanda del mineral, sobre todo por la calidad de la wollastonita, que incluso puede competir en los mercados internacionales con los Estados Unidos, Finlandia y la India.

En términos generales se puede vislumbrar un buen futuro en la demanda de wollastonita, misma que dependerá de las condiciones de las industrias que lo demanden, del tipo de wollastonita que se ofrezca a los países, así como de la relación costo-beneficio que se establezca en el corto plazo.

CUADRO No. 5

## RESUMEN DE CARTAS DE INTENCION DE COMPRA

COMPANIA	PAIS	CALIDAD DEL PRODUCTO	VOLUMEN DE PRODUCTO (ton)	FECHA DE LA CARTA	COMENTARIOS
JAN DE POORTER	HOLANDA	EN PIEDRA	9,000-10,000	OCT-1991	VISITA A LA MINA, CON POSIBILIDADES DE INCREMENTO
NISSHO IWAI	JAPON	200 #	6,000	JUN-1984	
SUCOMEC, HANDELS GMBH	ALEMANIA	200.300 #	1,200-2,400	-	CON POSIBILIDADES DE INCREMENTO
MINMET FINANCING COMPANY	SUIZA	EN PIEDRA	5,000	AGO-1981	COMPANIA COMERCIALIZADORA A LA INDUSTRIA CERAMICA DE ITALIA, SUIZA, FRANCIA, ALEMANIA Y AUSTRIA
C.E. GIULINI & C. S.R.L.	ITALIA	EN PIEDRA	2,000-5,000	JUN-1991	COMPANIA COMERCIALIZADORA EN EUROPA
USINE DE BROYAGE DE BRUNN S.A	BELGICA	200 #	-	-	NO EXISTE CARTA
SOUTHERN CLAY PRODUCTS	TEXAS, E.U.	200 #	4,800	ABR-1984	
MINERALES Y ARCILLAS, S.A.	N.L., MEXICO	1"	12,000	SEP-1984	DISTRIBUIDORA
CERAMICA REGION MONTANA, S.A.	N.L., MEXICO	-	4,630	SEP-1984	
GENERAL DE MINERALES, S.A.	ZAC., MEXICO	EN PIEDRA	12,000-18,000	JUN-1984	
MANVILLE	COLORADO, E.U.	200 #	36,000-49,000	AGO-1997	SUSTITUTO DEL ASBESTO
CESANTONI, S.A. DE C.V.	ZAC., MEXICO	6"	1,900	AGO-1997	
ASBESTOS DE MEXICO, S.A. DE C.V.	ZAC., MEXICO	-	-	AGO-1987	REALIZAR PRUEBAS DE SUSTITUCION DEL ASBESTO
TOTAL			90,490-117,690		

FUENTE: Informes de la Gerencia de Operación, Comisión de Fomento Minero.

En este contexto, la mina Jujusita representa - una oportunidad para participar en la oferta de wollastonita; por otra parte, el proceso de extracción-beneficio es relativamente económico y los precios mantienen una tendencia estable, lo que representa cierta seguridad de que la cotización no tendrá caídas bruscas en el corto plazo.



### **CAPITULO III**

#### **FORMULACION DEL PROYECTO**

### III. FORMULACION DEL PROYECTO

#### 3.1 Localización

El agrupamiento Jujusita se encuentra al sureste del estado de Zacatecas, muy próximo a los límites del estado de San Luis Potosí, en terrenos que corresponden a la Jurisdicción de la localidad de "El Saucito", municipio General Pánfilo Natera. Sus coordenadas geográficas son: 22° 42' 30" de latitud norte y 102° 14' 06" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Mapa 2).

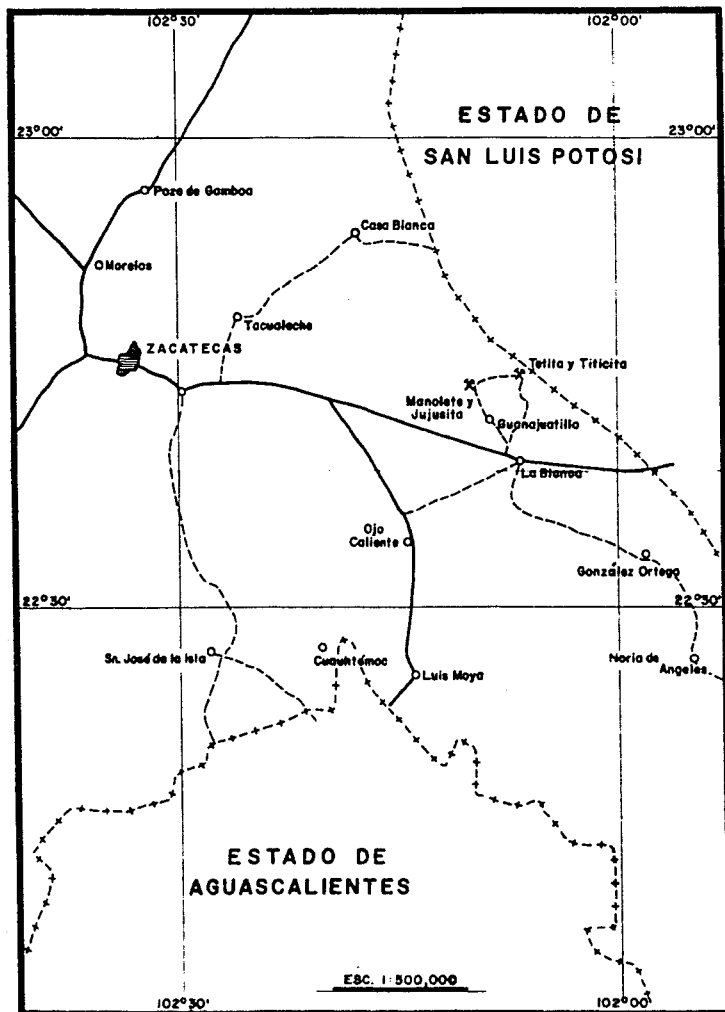
#### 3.2 Infraestructura

El acceso al agrupamiento Jujusita se realiza a la altura del kilómetro 140.5 de la carretera San Luis Potosí-Zacatecas, por un camino de terracería que corre 12 kilómetros hacia el norte.

La distancia total por carretera a Zacatecas es de 57.5 km. y la estación de ferrocarril más cercana está a 55.5 km.. El aeropuerto se localiza a 76 km. de distancia.

El área de influencia del agrupamiento se encuentra electrificada existiendo posibilidad de suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de

**PLANO DE LOCALIZACION DE LAS MINAS DE WOLLASTONITA EN EL ESTADO DE ZACATECAS** 77.



### Electricidad.

El agua sólo se requiere para los servicios generales - ya que el proceso de beneficio es por vía seca, se considera que el caudal requerido puede ser obtenido de la localidad más cercana (El Saucito).

El lugar donde se localiza el agrupamiento Jujusita está regido por un clima seco, también conocido como seco estepario y se caracteriza porque la evaporación excede a la precipitación, su temperatura media anual es mayor a 18°C. Los tipos de vegetación que comunmente se desarrollan en este clima son las xerofitas o pastizales. - La precipitación pluvial media anual tiene un rango entre 400 y 700 mm.

La zona de referencia se sitúa en la porción sur de la provincia fisiográfica mesa del Norte, casi en los límites con la Central.

Está atravesada por dos pequeñas cordilleras: Cerro -- de Santiago y Cerro Potosí, las cuales tienen un rumbo general de NW 60°SE, la porción más elevada se sitúa -- en la parte NW con máxima elevación en la cima del Cerro Santiago de 2,640 m. sobre el nivel del mar, sobresaliendo de las partes planas unos 500 m.; en términos generales la orografía es muy suave con lomas extensas,

montículos aislados de pequeña elevación, con excepción del Cerro Potosí que tiene pendientes fuertes.

De estas cordilleras salen unas pequeñas corrientes, -- que van hacia el NE y otras hacia el Sur, pero todas -- son corrientes endorreicas, es decir que no tienen salida al mar; las primeras son las más importantes y destaca entre ellas La Barranca, que baja del Cerro Santiago, pasa por el poblado La Noria, continúa hacia el NE y descarga sus aguas en el borde El Zacatón, en el estado de San Luis Potosí. Todas estas corrientes fluviales son intermitentes, y sólo conducen agua en época de lluvias.

### 3.3 Geología

Desde el punto de vista geológico, las rocas que afloran en una área de unos 100 km<sup>2</sup>, predominantemente son del tipo ígneo intrusivo, riolíticas, andesíticas y sedimentarias. Todas estas formaciones están repartidas irregularmente en la zona de las minas de wollastonita (Titicita, Totita, San Darío, Ampliación de San Darío, Jujusita y Manolete).

Todos los depósitos de wollastonita en el mundo, casi -- por regla general tienen las mismas características, -- obedeciendo a los siguientes principios: se necesita -- una roca almacenadora y un magma cargado de sílice con

una roca porosa y permeable como son las calizas, desplazando del carbonato de calcio, el bióxido de carbono, el cual es sustituido por el óxido de silicio. Se necesitan condiciones especiales para su formación tanto de temperatura como de presión, a las reacciones ocurridas se les llama metasomatismo de contacto. Posteriormente a este fenómeno intervinieron procesos hidrotermales, esto se prueba por las concentraciones más puras de mineral de wollastonita y calcita que en ocasiones se han encontrado en las frentes de explotación.

### 3.3.1 Geología Económica y Estructura de los Yacimientos

Los yacimientos de wollastonita de Zacatecas se sitúan en los flancos de un pequeño geoanticlinal orientado NW 18°SE en la porción más hacia el sur, continua hacia el norte, va cambiando de rumbo hasta llegar a la porción NW que tiene una dirección de NW 78°SE, en este flanco encontramos las minas Titicita, Totita, San Darío y Ampliación de San Darío; la mineralización es a lo largo del contacto, entre una roca intrusiva granítica y una formación sedimentaria formada por caliza. La zona más interesante, es la parte sureste del yacimiento, en la mina Totita, la mineralización es a lo largo de todo el denun-

cio, con una potencia variable entre 6 y 10 m. - según frentes explotadas. En este lote se tienen obras del orden de 20 m. de profundidad, con tinuando el mineral a rumbo de veta y echado - - (rumbo local NW 12°SE, echado hacia el norte - - 66°), el desarrollo horizontal es de unos 50 m.. La mina que más desarrollo tiene, tanto en planta como a profundidad es Titicita, a lo largo -- del lote se encuentran obras de explotación aunque la mayoría de ellas muy someras, exceptuando las del centro que alcanzan hasta 50 m. de profundidad. Todas las obras tienen un rumbo general de NW 18°SE; desde donde colinda con el fondo Totita hasta La Blanca se aprecian crestos-- nes, con potencia variable de 8 a 12 m. e inclinación hacia el norte de 62° a 71°.

Continuando hacia el NW encontramos una barranca con rumbo NE 65°SW, la cual es una falla que des plazó la mineralización hacia el norte. Esta fa lla ocasionó una mayor concentración de wollasto nita hacia el NW en los lotes San Darío y Amplia ción de San Darío, en los cuales se aprecia una potencia de mineralización de 20 m. y en algunos lugares hasta de 50 m., lo anterior se observa - en los lugares de explotación, a cielo abierto, en la falda sur de un pequeño cerro con altura - de 50 m.

Con relación a la mina Jujusita, la estructura - corresponde al flanco sur del geoanticlinal mencionado, la inclinación de las calizas donde se aloja la mineralización es  $28^{\circ}$ , con dirección -- hacia el SW. Este yacimiento es de los que presentan mayor volumen y buena calidad. No se conoce el potencial, las obras más profundas se tienen a 25 m. y aún continúa el mineral con las -- mismas características.

#### 3.4 Reservas

Las reservas fueron cubicadas por personal del Consejo de Recursos Minerales, tanto de la Residencia Zacatecas como de las Oficinas Generales, y estimaron que el lote denominado Jujusita contiene un volumen de 4.0 millones de toneladas, los otros fondos cuentan con 2.0 millones de toneladas, de esta forma el total de reservas del -- agrupamiento Jujusita asciende a 6.0 millones de toneladas de mineral de wollastonita.

Las leyes promedio del mineral son:

Wollastonita	90.0%
Granate	5.0%
Feldespató	3.0%
Calcita	1.5%
Magnetita	0.5%



La experimentación realizada a varias muestras de mineral, señala que pueden concentrarse magnéticamente, y - obtenerse dos productos de alta calidad: Wollastonita y granate.

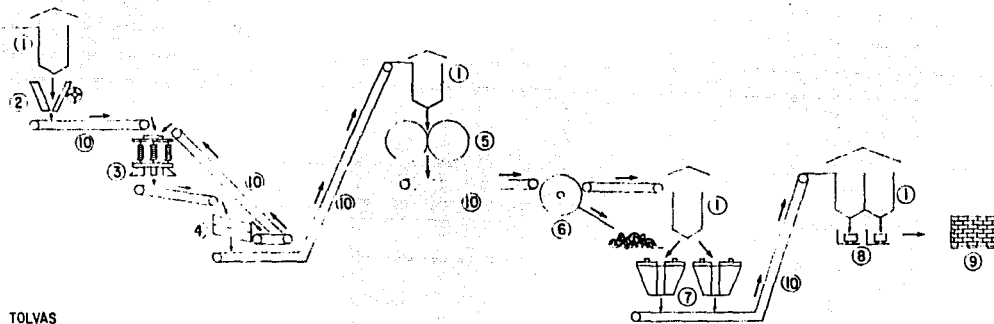
### 3.5 Descripción del Proceso

El proceso para beneficiar mineral de wollastonita consiste básicamente en la reducción del tamaño hasta el - grado donde la separación de las impurezas contenidas - en el mineral (principalmente granate) pueda realizarse. Después de esta etapa, se continúa con la reducción de las partículas de mineral, hasta los tamaños -- comercialmente usados por las diferentes industrias.

El diagrama del proceso propuesto para la planta de beneficio que procesará wollastonita del agrupamiento Jusita, se muestra en el Diagrama No. 1.

La extracción del mineral se realizará por tajo a cielo abierto. Para ello, será necesario contar con dos compressores portátiles con motor diesel, herramienta neumática, y explosivos, entre otros insumos. Se considera que el tamaño de minerales tendrá un 80% entre 30 y 40 cm. de diámetro, el de mayor tamaño se reducirá mediante "moneo" (aplicación de pequeñas cargas de dinamita) o a mano.

**PROCESO DE BENEFICIO**  
**DE MINERAL DE WOLLASTONITA**



- 1 TOLVAS
- 2 QUEBRADORA DE QUIJADAS
- 3 QUEBRADORA DE CONO
- 4 CRIBA
- 5 MOLINO DE RODILLOS
- 6 SEPARADOR MAGNETICO
- 7 PULVERIZADORES
- 8 ENSACADORES
- 9 EMBALAJE
- 10 BANDAS TRANSPORTADORAS

DIAGRAMA No. 1

Una vez obtenido el mineral en tamaños de 30 a 40 cm. - diámetro, es cargado con un traxcavo a los camiones de volteo de 10 toneladas que lo transportan a la planta - de beneficio y lo descargan en la tolva de alimentación de la quebradora primaria.

El mineral de la tolva es dosificado mediante un alimen - tador vibratorio a la quebradora de quijadas donde se - reduce a un tamaño de 15 a 20 cm. de diámetro; poste - riormente se conduce por medio de bandas al área de tri - turación secundaria, constituida por una quebradora de cono que lo reduce a un tamaño de 2 a 3 cm., de ahí por medio de bandas pasa a una criba vibratoria, que reali - za un corte a 2 cm. de diámetro. El sobreflujo de min - eral se recircula a la quebradora de cono, y la fracción menor a 2 cm. (bajo-flujo) se alimenta a una tolva de - paso, de donde se alimenta a un molino de rodillos, que lo reduce a un tamaño menor a 20 mallas. De aquí se -- transporta hacia un separador magnético que elimina las impurezas (granate) y partículas de fierro.

La descarga del separador magnético (wollastonita a - - 20 mallas) se conduce a las tolvas que alimentan a los pulverizadores.

El proceso final del beneficio consiste en una reduc - ción a tamaños comerciales, principalmente entre 200 y

325 mallas, la cual se lleva a cabo con molinos tipo -- Raymond, equipados con clasificador de partículas.

La descarga del segundo separador magnético, se recibe en dos tolvas de alimentación, y se dosifica mediante -- dos alimentadores vibratorios a los molinos pulverizado -- res, obteniéndose wollastonita en tamaños de 200 mallas a 325 mallas.

El producto es transportado a dos tolvas de almacena- -- miento de producto terminado, equipadas con un sistema de dosificación para envasar la wollastonita pulveriza- -- da en sacos de 50 kg, mismos que son estibados en "Pe- -- llets" de una o dos toneladas y depositados en el alma- -- cón de producto terminado.

### 3.6 Capacidad y Programa de Producción

El criterio para definir la capacidad de extracción y -- beneficio de mineral de wollastonita está definida prin- -- cipalmente por el mercado potencial del producto, y por la capacidad mínima de tratamiento tanto económica como del tamaño de los equipos que constituyen el proceso.

De acuerdo con el estudio de mercado se desprende lo -- siguiente:

Es un mineral que se comercializará principalmente en el exterior.

Las cartas de intención de compra reflejan una demanda potencial del producto.

Es uno de los principales minerales no metálicos, cuya producción mundial presentó alta tasa de crecimiento -- (30% anual de 1983 a 1986).

Los precios internacionales de la wollastonita han permanecido constantes durante los últimos 5 años. Al relacionarlos con los incrementos en la producción o consumo, se observa que no se modificó el equilibrio que existe entre la oferta y demanda en relación al precio del producto, por lo tanto el proyecto no provocará una baja en las cotizaciones de la wollastonita al ofertarse un volumen acorde con el consumo futuro.

La capacidad del proyecto se consideró de 200 toneladas de mineral por día, equivalente a 66,000 toneladas anuales, considerando 330 días de operación con 3 turnos -- de 8 horas. De acuerdo con la realización de mineral a concentrado, el proyecto producirá un excedente -- equivalente al 20% de la producción mundial (en 1986 -- fue de 276,000 toneladas), cantidad que de seguir la -- tendencia de crecimiento del consumo no alcanzará para cubrir la demanda y aún existirá un remanente por satis

facer el equivalente al 10%, cifra que se considera como factor de seguridad para definir la capacidad del -- proyecto.

Desde el punto de vista técnico la capacidad propuesta no presenta impedimento alguno ya que a estos volúmenes de tratamiento, los procesos de trituración y concentración son una práctica común.

El proyecto, de acuerdo a la capacidad de beneficio y al volumen de reservas de mineral, podrá tener un período de operación de 91 años. Es probable que una satisfactoria aceptación del producto en el mercado, aunada al crecimiento que presenta el consumo a nivel mundial, se genere la necesidad de incrementar la producción y por lo tanto la capacidad de beneficio instalada. En función a lo anterior, la filosofía para el diseño de las instalaciones considera áreas en forma modular es decir, disponibilidad de áreas para poder realizar ampliaciones, aprovechando los equipos que se hayan instalado en la primera etapa.

Los niveles de producción de concentrados de wollastonita en sus diversas especificaciones, estará en función del número de clientes, publicidad a nivel internacional y de la aceptación del producto en las diferentes aplicaciones a que se destina; aspectos que hacen incierta la ejecución de un programa de producción.

Para el presente estudio se cuenta con cartas de intención de compra de diferentes fechas, tanto de Norteamérica como de Europa, que en forma conjunta tales circunstancias, indican que a nivel internacional son conocidos los yacimientos de referencia.

Para el establecimiento del nivel de capacidad, también se consideraron las cartas de fechas más recientes, de las Compañías que muestran mayor interés en la compra de la wollastonita (MANVILLE Y CESANRONI, S.A. DE C.V.), que como mínimo y en forma global requieren 37,800 toneladas al año, de esta cantidad 95% será de exportación a 200 mallas de acuerdo a la demanda de la primera compañía. El resto se comercializará a un tamaño de 6" y se consumirá a nivel nacional por el otro cliente. El suministro a estas compañías representa el 70% de la producción de la unidad proyectada.

Como etapa de aprendizaje del proyecto, se establece iniciar operaciones a un nivel del 60% de aprovechamiento de la capacidad instalada en el primer año, período en el cual se introducirá el producto en el mercado tanto nacional como exterior, estimando que para el segundo y tercer año el factor de aprovechamiento será del 75% y 100%, respectivamente.

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYECTO**



#### IV. ANALISIS ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYECTO

##### 4.1 Inversión

La inversión para desarrollar el proyecto contempla los equipos que requieren el minado y el proceso de beneficio propuesto, para una capacidad de tratamiento de 200 ton/día con 100% de holgura en el área de trituración - para un incremento futuro de capacidad. El monto de la inversión se determinó con información directa de proveedores de equipo, así como de costos de obra de proyectos ejecutados por organismos especializados.

La inversión total del proyecto la integran los siguientes rubros: activo fijo, que incluye maquinaria y equipo, obra civil, equipo minero y equipos menores; el activo diferido, que comprende gastos de ingeniería básica y de detalle y contingencias de preoperación; y por último, el activo circulante constituido básicamente por capital de trabajo.

El monto total de la inversión a septiembre de 1987 - - (Cuadro No. 6), asciende a 2,526.45 millones de pesos, donde el activo fijo representa 75.2%, el activo diferido 4.0% y el capital de trabajo 21.3%; este último porcentaje cubre la operación de 4 meses considerando el factor de capacidad del 1° año (60%), para atender el -

CUADRO No. 6INVERSION TOTAL

CONCEPTO	MONTO (miles de pesos)	Distribución (%)
Activo Fijo		
- Maquinaria y equipo	1,210'525.9	47.0
- Obra Civil	525'378.1	20.4
- Equipo de transporte	149'666.4	5.9
Subtotal	<u>1,885'570.4</u>	<u>75.2</u>
Activo Diferido		
- Ingeniería básica y detalle	46'950.0	1.9
- Contingencias	55'000.0	2.2
Subtotal	<u>101'950.0</u>	<u>4.0</u>
Activo Circulante (Capital de trabajo)	538'930.0	21.3
<b>INVERSION TOTAL</b>	<b>2,526'450.4</b>	<b>100.0</b>

flujo necesario durante el período de introducción del producto al mercado.

El rubro más significativo dentro de la inversión total corresponde a maquinaria y equipo, con el 47.0%, constituida principalmente por equipo minero, planta de beneficio y lo relacionado con el sistema eléctrico, que suman un total 1,210.5 millones de pesos (Cuadro No. 7).

En el cuadro No. 8, se presenta un desglose de la inversión en obra civil, integrada por infraestructura -- interna, cimentaciones y estructuras metálicas y edificios. El monto asciende a 525.38 millones de pesos, -- cantidad que representa el 20.4% de la inversión total.

El desarrollo del proyecto se estima que se llevará a cabo en un período de 8 meses, cubriendo desde las actividades de ingeniería básica y detalle, prospección y compra del equipo, construcción, hasta la puesta en marcha del proyecto. En el Cuadro No. 9, se presenta el programa de inversiones.

#### 4.2 Costo de Operación

En este apartado se exponen los resultados del costo total de operación unitario, considerando que la planta de beneficio trabaja al 100% de la capacidad. Este cos

## CUADRO No. 7

INVERSION EN MAQUINARIA Y EQUIPO

CANTIDAD	CONCEPTO	MONTO (miles de pesos)
1	Quebradora de quijadas, de 20 x 36 con motor eléctrico	106'600.0
1	Quebradora de cono, 3 ft con motor eléctrico	138'530.0
1	Quebradora de rodillo de 10 x 20 tipo - de farrell o similar, con motor	108'248.0
2	Cribas vibratorias de 3 bastidores de - 20 x 72	73'984.0
1	Separador magnético de alta intensidad doble bastidor, marca Dings. Mod. I.R. 2 x 3 x 30 de 2400 watts	40'517.9
2	Molinos "Raymond" de 5 martillos, con - doble "hizzer, colector ciclónico, ventilador, válvula motorizada y motores - eléctricos acoplados	74'620.0
1	Sistema de filtración	14'924.0
6	Bandas transportadoras 30" x 10 mts.	75'610.0
5	Tolvas	45'396.0
1	Alimentador vibratorio	28'679.0
4	Alimentadores Rotatorios	6'396.0
1	Equipo de ensacado	17'056.0
2	Compresores 200 PCM	99'139.0
1	Trascavo	100'320.8
10	Perforadoras	27'716.0
	Equipo eléctrico	40'188.2
	Subestación eléctrica	69'971.2
	Instalaciones y montaje eléctrico de - planta de fuerza, alumbrado y materia- les	142'691.8
	TOTAL	1,210'525.9

CUADRO No. 8  
INVERSIONES EN OBRA CIVIL

CONCEPTO	MONTO (miles de pesos)
- Areas exteriores, caminos, drenajes y alcantarillas	21'320.0
- Cimentaciones de equipo y edificios	202'326.9
- Estructuras metálicas y cubiertas de edificio	166'157.4
- Taller de mantenimiento	73'280.0
- Oficina	34'911.5
- Servicios para empleados	12'790.4
- Comedor	8'543.2
- Caseta de vigilancia	6'048.8
<b>TOTAL</b>	<b>525'378.1</b>

**CUADRO No. 9**

**PROGRAMA DE INVERSION**

CONCEPTO									TOTAL	
	1	2	3	M	E	S	6	7	8	(miles de pesos)
Ingeniería básica	46,950.0									46,950.0
<u>Obra civil</u>										
Construcción edificios y cimentación equipos		28,903.8	28,903.8	28,903.8	28,903.8	29,903.8	28,903.8	28,903.8	28,903.8	202,326.8
Area de exteriores caminos drenajes y alcantarillas		21,320.0								21,320.0
Estructuras metálicas y cubiertas de patios y edificios				33,231.5	33,231.5	33,231.5	33,231.5	33,231.5	33,231.5	166,157.4
Servicios de apoyo				27,114.8	27,114.8	27,114.8	27,114.8	27,114.8	27,114.8	135,573.9
<u>Equipo planta beneficio</u>		176,601.7		544,136.9						720,738.6
<u>Equipo mina</u>					111,483.9					222,967.8
<u>Equipo eléctrico</u>		53,363.9	53,363.9	53,363.9	53,363.9	53,363.9				266,819.5
<u>Equipo transporte</u>								149,666.4		149,666.4
<u>Contingencias</u>	4,996.1	9,499.4	2,204.1	24,691.4	6,809.4	6,809.4				55,000.0
<u>Capital de trabajo</u>									538,930.0	538,930.0
<b>T O T A L</b>	<b>51,946.0</b>	<b>289,688.8</b>	<b>84,472.1</b>	<b>711,432.3</b>	<b>260,905.7</b>	<b>260,905.7</b>	<b>238,916.5</b>	<b>628,180.0</b>	<b>2 526,450.4</b>	

to abarca los siguientes rubros: costos variables que - incluye solamente insumos mineros y energía eléctrica de la planta de beneficio, ya que el beneficio no requiere de reactivos ni las cantidades de los insumos tradicionales como: lanas y blindajes, entre otros; costos fijos, constituidos por sueldos y salarios de la mano de obra - directa, refacciones, gastos de mantenimiento y 15% de contingencias; y gastos de administración integrado por sueldos del personal administrativo, gastos de oficina - y 15% de contingencias; por último, también incluye la depreciación y amortización derivada de la inversión total del proyecto.

El costo total de operación asciende a \$51,849.00 por -- tonelada de mineral (Cuadro No. 10), constituido por -- 78.0% como costos variables, 11.3% de costos fijos, 5.2% de gastos administrativos y 5.5% de depreciación y amortización.

En los Cuadros No. 11, 12 y 13 se presentan los tabulados de sueldos y salarios del personal administrativo, - de mina y de planta de beneficio, cada área generará 16, 24 y 31 empleos directos con una derrama mensual de - - 7.098, 5.298 y 7.959 millones de pesos, respectivamente. En forma global se generarán 71 empleos con una derrama anual de 244.27 millones de pesos.

CUADRO No. 10COSTO DE OPERACION

CONCEPTO	MONTO (\$/ton)	Distribución (%)
<b>Costos variables</b>		
Explosivos	3,406.05	6.6
Energía eléctrica	1,754.39	3.4
Costo de distribución	17,122.98	33.0
Barrenos	3,994.52	7.7
Sacos	14,135.16	27.3
Subtotal	<u>40,413.09</u>	<u>79.0</u>
<b>Costos fijos</b>		
Sueldos y salarios	2,410.61	4.6
Mantenimiento	1,222.54	2.1
Refacciones	1,472.98	2.9
Contingencias (15%)	765.92	1.5
Subtotal	<u>5,872.05</u>	<u>11.3</u>
<b>Gastos administrativos</b>		
Sueldos	1,290.55	2.3
Gastos oficina	1,064.72	2.1
Contingencias (15%)	353.29	0.7
Subtotal	<u>2,708.56</u>	<u>5.2</u>
<b>Depreciación</b>	2,685.68	5.2
<b>Amortización</b>	169.62	0.3
Subtotal	<u>2,855.30</u>	<u>5.5</u>
<b>Costo Total</b>	<b>51,849.00</b>	<b>100.0</b>



CUADRO No. 11  
TABULADOR DE PERSONAL  
PERSONAL ADMINISTRATIVO

CANTIDAD	CATEGORIA	SUELDO MENSUAL TOTAL (\$)
1	Superintendente general	1'400,000
1	Superintendente mina	1'000,000
1	Superintendente planta	1'000,000
1	Contador	500,000
1	Auxiliar contable	312,000
1	Auxiliar de personal	312,000
1	Almacenista	312,000
1	Ayudante de almacén	312,000
1	Secretaria ejecutiva	350,000
4	Secretarias	1'000,000
3	Vigilantes	600,000
16	TOTAL	7'098,000

CUADRO No. 12  
TABULADOR DE SUELDOS  
PERSONAL DE MINA

CANTIDAD	CATEGORIA	SUELDO MENSUAL TOTAL
1	Ingeniero minero	562,500
3	Ayudantes Explosivos	600,000
6	Operadores de perforado ras	1'583,737
1	Compresorista	263,687
12	Peones	2'025,000
1	Operador de traxcavo	263,956
24	T O T A L	5'298,880

CUADRO No. 13  
TABULADOR DE SUELDOS Y SALARIOS  
PLANTA DE BENEFICIO

CANTIDAD	CATEGORIA	SUELDO MENSUAL TOTAL
1	Operador de quebradora primaria	263,956
1	Operador de quebradora de cono	263,956
1	Operador de quebradora de rodillos	263,956
3	Operadores de bandas transportado- ras	791,968
3	Operador de pulverizadores	791,868
3	Operador de magneto	791,868
3	Operadores de ensacado	791,968
3	Ayudantes de ensacado	791,968
3	Operadores de monta carga	658,250
4	Peones	675,000
3	Mecánicos	937,500
3	Eléctricos	937,500
31	T O T A L	7'959,458

La cédula de depreciación y amortización del activo fijo y diferido se presenta en el Cuadro No. 14, para ello, se utilizó el método de línea recta. En resumen, la depreciación y amortización anual asciende a 187.45 millones de pesos.

#### 4.3 Ingresos

Los ingresos del proyecto provendrán de la comercialización de la wollastonita en sus diferentes presentaciones o especificaciones, que de acuerdo a ello presentan diferentes precios. El estudio de mercado indicó que este mineral presenta un rango de cotizaciones entre 117.0 y 500.0 dólares por tonelada, según el tamaño de partícula y el grado de acicularidad. Se destaca que la calidad del mineral, objeto de este estudio, lo confirman las cartas de intención enviadas por algunos clientes potenciales, reflejando de esta forma el interés que existe por la wollastonita por parte de consumidores a nivel internacional en las diferentes aplicaciones a que se destina, y sobre todo aquella que representa la sustitución del asbesto, donde se requiere material con alto grado de acicularidad.

Considerando expectativas conservadoras en los precios de la wollastonita, se establece como base para el análisis una cotización de 100 dólares por tonelada de concentrado.

CUADRO No. 14

CEDULA DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION

(miles de pesos)

CONCEPTO	MONTO	TASA ANUAL	MONTO ANUAL	VALOR DE RESCATE
<u>Depreciación</u>				
Maquinaria y equipo	1,210'525.9	10	121'052.6	
Obra civil	525'378.1	5	26'268.9	262'689.0
Equipo de transporte	149'666.4	20	29'933.3	
TOTAL	1,885'570.4		177'254.8	262'689.0
<u>Amortización</u>				
Ingenierías	46'950.0	10	4'695.0	
Contingencias	55'000.0	10	5'500.0	
TOTAL	101'950.0		10'195.0	

CUADRO No. 14

CEDULA DE DEPRECIACION Y AMORTIZACION

(miles de pesos)

CONCEPTO	MONTO	TASA ANUAL	MONTO ANUAL	VALOR DE RESCATE
<u>Depreciación</u>				
Maquinaria y equipo	1,210'525.9	10	121'052.6	
Obra civil	525'378.1	5	26'269.9	262'689.0
Equipo de transporte	149'666.4	20	29'933.3	
TOTAL	1,885'570.4		177'254.8	262'689.0
<u>Amortización</u>				
Ingenierías	46'950.0	10	4'695.0	
Contingencias	55'000.0	10	5'500.0	
TOTAL	101'950.0		10'195.0	

Los parámetros metalúrgicos del beneficio para establecer los ingresos, correspondieron a:

Ley de mineral	90% de wollastonita
Recuperación metalúrgica	90%
Ley del concentrado	98%
Relación de concentración	1.21% min./conc.

Los datos descritos le confieren un valor al mineral -- "in situ", de 82.64 dólares por tonelada. La paridad -- utilizada corresponde al mes de septiembre, con un valor de \$1,520.98 por dólar.

#### 4.4 Rentabilidad

El programa de producción quedó definido en la parte -- descriptiva del proyecto, estableciéndose en él una curva de aprendizaje e introducción de la wollastonita al mercado de 60%, en el primer año, de 75% en el segundo año y de 100% del tercer año en adelante.

En función a la inversión total del proyecto, al valor del mineral y a los costos de operación descritos en apartados anteriores, se formularon los estados financieros proforma de resultados y de flujo de efectivo (Cuadros Nc. 15 y 16 ), a pesos constantes de septiembre -- de 1987 y abarcando un período de operación de 10 años.

**CUADRO No. 15****ESTADO DE RESULTADOS PROFORHA**

.(millones de pesos)

C O N C E P T O	A N O S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (ton.)	39,600	49,500	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
Ingresos por Venta ●	4,977.47	6,221.84	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79
Costos Variables	1,600.36	2,000.44	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26
Utilidad Marginal	3,377.11	4,221.40	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53
Costos Fijos	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56
Depreciación y Amortización	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45
Utilidad Bruta	2,801.10	3,645.39	5,052.52	5,052.52	5,052.52	5,052.52	5,052.52	5,052.52	5,052.52	5,052.52
Gastos Administrativos	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77
Utilidad Antes Impuesto	2,622.33	3,466.62	4,873.75	4,873.75	4,873.75	4,873.75	4,873.75	4,873.75	4,873.75	4,873.75
ISR + PTU (42 y 10 %)	1,222.01	1,615.44	2,271.17	2,271.17	2,271.17	2,271.17	2,271.17	2,271.17	2,271.17	2,271.17
Utilidad Neta	1,400.32	1,851.18	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58



**CUADRO No. 16**

**FLUJO DE EFECTIVO PROFORMA**

(Millones de pesos)

C O N C E P T O	A Ñ O S										
	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>ORIGENES</b>											
Utilidad Neta		1,400.32	1,851.18	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58	2,602.58
Depreciación y Amortización		188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45	188.45
Valor de Rescate											262.69
Total Origenes		1,588.77	2,039.63	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	3,053.72
<b>APLICACIONES</b>											
Capital de Trabajo	538.93										
Inversión	1,987.52										
Total Aplicaciones	2,526.45										
Flujo Neto	(2,526.45)	1,588.77	2,039.63	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	2,791.03	3,053.72
Flujo Acumulado	(2,526.45)	937.68	1,101.95	3,892.98	6,684.01	9,475.04	12,266.07	15,057.10	17,848.13	20,639.16	23,692.88

TIR = 81.5 %

PRI = 2.5 años

Se tomó como base una aportación de capital del 100% -- por parte del inversionista.

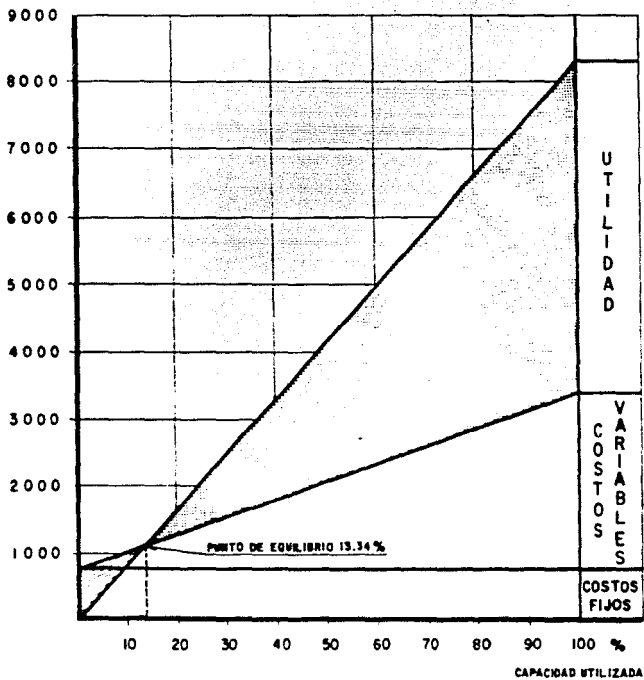
El análisis de los estados financieros proforma señala que el proyecto presenta una rentabilidad en términos -- de la tasa interna de retorno de 81.5%. Por otra par-- te, el período de recuperación de la inversión es de -- 2.5 años, el flujo acumulado al final del período as-- ciende a 23,692.88 millones de pesos, después de haber recuperado la inversión; y la relación de la utilidad -- neta sobre los ingresos es de 31.0%, lo que significa -- que por cada 1,000 pesos de ingreso, 310 pesos corres-- ponden a la utilidad neta. El punto de equilibrio es -- del 13.34%. (Gráfica No. 2).

#### 4.5 Análisis Financiero y Sensibilidad

El financiamiento del proyecto a través del Programa -- Especial Complementario de Apoyo a la Pequeña y Mediana Minería (PECAM), por un monto equivalente al 100% de la inversión total, estaría constituido por dos créditos: uno refaccionario por un monto de 1,987.52 millones de pesos para capital de trabajo, que sería otorgado una -- vez concluida la instalación de la planta. El crédito refaccionario sería ministrado en función al programa -- de inversiones, es decir, durante 8 meses. Las condi-- ciones consideradas para el otorgamiento de los crédi-- tos, fueron las siguientes:

## PUNTO DE EQUILIBRIO

MONTO  
(MILLONES DE PESOS)



PERDIDAS

UTILIDADES

## CREDITO REFACCIONARIO

Tasa de interés	91.042%
Plazo de gracia	8 meses (ministraciones)
Plazo de pago	10 años
Política de pago	Pagos totales iguales
Periodicidad de los pagos	Mensual

## CREDITO DE HABILITACION

Tasa de interés	91.042%
Plazo de pago	10 años
Política de pago	Pagos totales iguales
Periodicidad de los pagos	Mensual

Asimismo, en los Cuadros No. 17 y 18, se presentan las tablas de amortización de dichos créditos.

En los Cuadros No. 19 y 20, se presentan los estados financieros proforma de resultados y de flujo de efectivo, con la estructura de financiamiento descrita, de ellos se observa que el proyecto desde el inicio de operaciones no presentará problemas de liquidez.

El proyecto presenta una tasa interna de retorno sobre la inversión total (incluyendo los intereses durante la construcción) de 32.4% y un período de recuperación de

CUADRO No. 17  
TABLA DE AMORTIZACION  
CREDITO REFACCIONARIO

<u>MES</u>	<u>MINISTRACION</u>	<u>SALDO</u>	<u>INTERESES</u>
1	51'946,049	51'946,049	3'941,060
2	289'688,731	341'634,780	25'919,261
3	84'472,064	426'106,844	32'328,016
4	711'432,328	1,137'539,172	86'303,201
5	260'905,724	1,398'444,896	106'097,684
6	260'905,724	1,659'350,620	125'892,166
7	238'916,488	1,898'267,109	144'018,362
8	89'250,089	1,987'517,197	150'789,617
<b>TOTAL</b>	<b>1,987'517,197</b>		<b>675'289,367</b>
Otorgado en 8 ministraciones (gracia)			
<u>AÑO</u>	<u>INTERESES</u>	<u>AMORTIZACION</u>	<u>SALDO</u>
1	1,809'323,532	431,468	1,987'085,729
2	1,809'717,329	1'037,668	1,986'048,061
3	1,807'259,441	2'495,557	1,983'552,504
4	1,803'753,262	6'001,736	1,977'550,768
5	1,795'321,008	14'433,990	1,963'116,778
6	1,775'041,700	34'713,299	1,928'403,479
7	1,726'270,589	83'484,409	1,844'919,070
8	1,608'977,576	200'777,422	1,644'141,648
9	1,326'891,507	482'863,491	1,161'278,164
10	648'483,230	1,161'278,164	0
<b>TOTAL</b>	<b>16,110'039,174</b>	<b>1,987'517,204</b>	<b>-</b>

Capital:

\$1,987'517,197

Tasa de interés:

91.042% anual

Período de amortización:

10 años

Política de pago:

Pagos totales iguales mensualmente  
de \$ 150',812,916.5

CUADRO No. 18TABLA DE AMORTIZACIONCREDITO DE HABILITACION O AVIO

<u>AÑO</u>	<u>INTERESES</u>	<u>AMORTIZACION</u>	<u>SALDO</u>
1	490'612,105	116,996	538'813,704
2	490'447,729	281,372	538'532,332
3	490'052,410	676,691	537'855,641
4	489'101,680	1'627,422	536'228,219
5	486'815,202	3'913,899	532'314,320
6	481'316,295	9'412,807	522'901,513
7	468'091,593	22'637,509	500'264,004
8	436'286,593	54'442,509	445'821,495
9	175'840,366	130'932,550	314'888,945
10	175'840,366	314'888,945	0
<b>TOTAL</b>	<b>4,368'360,524</b>	<b>538'930,700</b>	<b>-</b>

Capital: \$538'930,700  
Tasa de Interés: 91.042%  
Período de amortización: 10 años  
Política de pago: Pagos totales iguales mensualmente de \$ 40'894,091.8

**CUADRO No. 19**  
**ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA**  
(Millones de pesos)

C O N C E P T O	A Ñ O S									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (ton.)	39,600	49,500	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000	66,000
Ingresos por Venta	4,977.47	6,221.84	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79	8,295.79
Costos Variables	1,600.35	2,000.44	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26	2,667.26
Utilidad Marginal	3,377.11	4,221.40	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53	5,628.53
Costos Fijos	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56	387.56
Depreciación y Amortización	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98	255.98
Utilidad Bruta	2,737.57	3,577.86	4,984.99	4,984.99	4,984.99	4,984.99	4,984.99	4,984.99	4,984.99	4,984.99
Gastos Administrativos	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77	178.77
Gastos Financieros R-CFM	1,809.32	1,808.72	1,807.26	1,803.75	1,795.04	1,775.04	1,726.27	1,608.98	1,326.89	648.48
H-CFM	490.61	490.44	490.05	489.10	486.81	481.31	468.09	436.28	359.79	175.84
Utilidad Antes Impuestos	254.87	1,099.93	2,508.91	2,513.37	2,524.87	2,549.87	2,611.86	2,760.96	3,119.54	3,981.90
ISR + PTU (42.10%)	118.77	512.57	1,169.15	1,171.23	1,176.36	1,108.24	1,217.13	1,286.61	1,453.71	1,855.57
Utilidad Neta	136.10	587.36	1,339.76	1,342.14	1,348.01	1,361.63	1,394.73	1,474.35	1,665.83	2,126.33

**CUADRO No. 20**

**FLUJO DE EFECTIVO PROFORMA**

(Millones de pesos)

CONCEPTO	A Ñ O S										
	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Orígenes											
Utilidad Neta		136.10	587.36	1 339.76	1 342.14	1 348.01	1 361.63	1 394.73	1 474.35	1 665.83	2 126.33
Depreciación y Amort.		255.98	587.36	1 339.76	1 342.14	1 348.01	1 361.63	1 394.73	1 474.35	1 665.83	2 126.33
Valor de Rescate											262.69
Total Orígenes		392.08	843.34	1 595.74	1 598.12	1 603.98	1 617.61	1 650.71	1 730.33	1 921.81	2 645.0
Aplicaciones											
Capital trabajo	538.93										
Inversión	1 987.52										
Pago Principal R-C.F.M.		0.43	1.04	2.50	6.00	14.43	34.71	83.48	200.78	482.86	1 161.27
Pago Principal H-C.F.M.		0.12	0.2P	0.68	1.63	3.9	9.41	22.64	54.44	130.93	314.89
Intereses durante Construcción	675.29										
Total Aplicaciones	3 201.74	0.55	1.32	3.18	7.63	18.33	44.12	106.12	255.22	613.79	1 476.14
Flujo Neto	(3 201.74)	391.53	842.02	1 592.56	1 590.40	1 585.65	1 573.49	1 544.59	1 475.11	1 308.02	1 168.84
Flujo Acumulado	(3 201.74)	(2 810.21)	(1 968.19)	( 375.63)	1 214.77	2 800.42	4 373.91	5 918.50	7 393.61	8 701.63	9 870.47

TIR = 32.4%

PRI = 4.2 años



la inversión (PRI) de 4.2 años; por otro lado, al evaluarlo tomando en cuenta únicamente la aportación del inversionista (correspondiente a los intereses durante la construcción), la TIR tiene un valor de 113.31% y el PRI 2.3 años. El punto de equilibrio es del 53.3% y la relación de la utilidad neta sobre la inversión es de 16.5%.

Para el análisis de sensibilidad se utilizó el punto de equilibrio como indicador del impacto en la rentabilidad del proyecto al variar parámetros tales como: la fracción financiada de la inversión, el incremento de los costos variables y diferentes cotizaciones del concentrado de la wollastonita.

El financiamiento se sensibilizó para un 0%, 80% y 100% de la inversión total; y cambios en las cotizaciones de la wollastonita de 70.00, 80.00, 90.00 y 100.00 dólares por tonelada (Cuadro No. 21 ).

Cuando el proyecto no es objeto de financiamiento, a la cotización de mineral de 70.00 dólares/ton. el punto de equilibrio se encuentra en 22.0%, y de incrementarse los costos variables en 20% el punto de equilibrio se desliza a 26.7%, provocando una variación del 21.4%. Por otro lado, cuando la cotización es de 100.0 dls/ton. el punto de equilibrio tiene un valor de 13.3% y al incrementarse en 20% los costos variables, se establece

**CUADRO No. 21**  
**SENSIBILIDAD DEL PROYECTO**

ALTERNATIVA DEL PROYECTO		P.E. (%)	INCREMENTANDO COSTOS VARIABLES 20% P.E. (%)
<b>CASO BASE SIN FINANCIAMIENTO</b>			
Cotización	100.00 dls/ton.	13,3	14.3
Cotización	90.00 dls/ton.	15.3	16.7
Cotización	80.00 dls/ton.	18.0	20.0
Cotización	70.00 dls/ton.	22.0	26.7
<b>CON 80% FINANCIAMIENTO</b>			
Cotización	100.00 dls/ton.	53.9	59.0
Cotización	90.00 dls/ton.	62.0	70.0
Cotización	80.00 dls/ton.	73.3	83.3
Cotización	70.00 dls/ton.	92.3	109.3
<b>CON 100% FINANCIAMIENTO</b>			
Cotización	100.00 dls/ton.	60.0	65.7
Cotización	90.00 dls/ton.	70.0	77.7
Cotización	80.00 dls/ton.	93.3	95.3
Cotización	70.00 dls/ton.	103.3	120.0

en 14.3%, teniendo un movimiento del 7.52%.

Al ser financiado el proyecto en el equivalente al 80% de la inversión total, a la cotización de 100.00 dls/ton. el punto de equilibrio es de 53.8% y al incrementarse los costos variables se afecta a 58.0% representando una variación del 7.8%. La disminución de la cotización a 70.00 dls/ton. el indicador base se ubica en 92.3%; al aumentar los costos variables (20%) se tendría en 109.3%, reflejando un incremento del 18.4%.

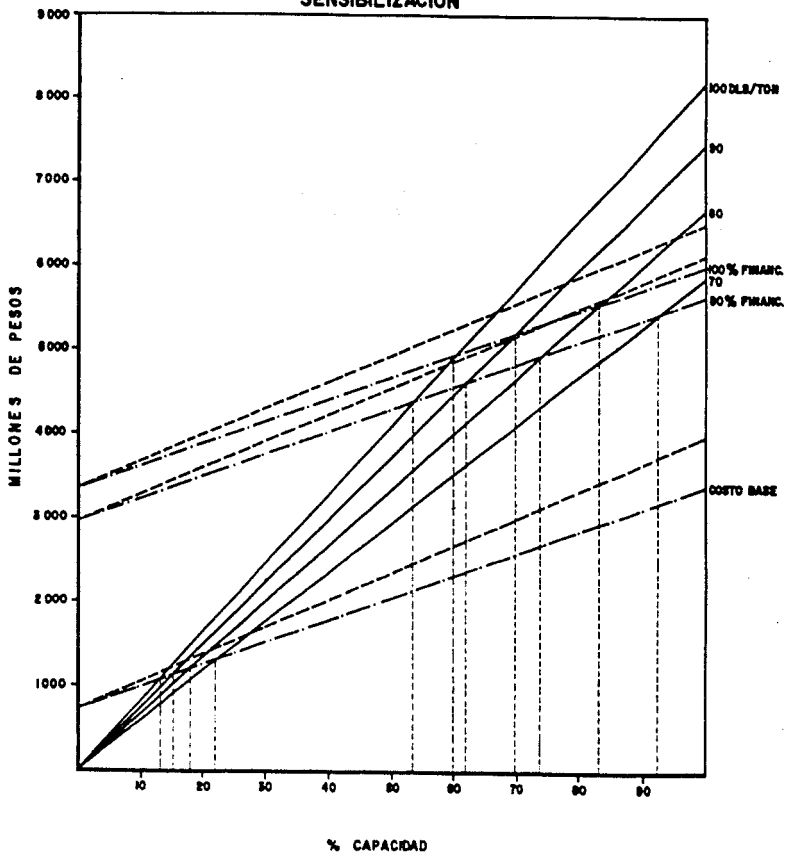
De ser financiado con el 100% de la inversión total - - (sin incluir los intereses generados durante la construcción), a la cotización de 100.00 dls/ton., el punto de equilibrio es del 60.0% y con el incremento de los costos variables se llega al 65.7%, con una variación del 9.5%. Con la cotización de 70.00 dls/ton., es de 103.3% y al incrementar los costos variables en 20%, se obtendría una valor de 120.0%.

Este análisis muestra que el proyecto es más sensible al incremento de los costos variables cuando la cotización de la wollastonita disminuye; y por el contrario, al incrementarse el precio, la variación de los costos variables es menos significativa.

Con el financiamiento del 100% de la inversión, la co-

tización mínima, para no registrar pérdidas, es de 80.00 dls/ton. De comercializar el mineral a la cotización de 70.00 dls/ton., la utilidad marginal es menor a los costos fijos, generándose consecuentemente pérdidas en las operaciones de la unidad productiva. (Gráfica No. 3).

## ANALISIS DEL PUNTO DE EQUILIBRIO SENSIBILIZACION



## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

El proyecto para equipar la mina e instalar la planta de beneficio para el tratamiento del mineral de wollastonita, requirió estudiar el mercado mundial del cual se concluye que actualmente -- los principales países productores de wollastonita sin considerar a la Unión Soviética, China y Namibia son: Estados Unidos con -- tres compañías (NYCO, R.T. Vanderbilt y Pfizer Inc.), que abastecen el 66.0% de la producción mundial total; Finlandia participa por conducto de la Cía. Oy Partek con el 12.0%; la India con la -- empresa Wolken, incide con el 14.0% y finalmente México con el -- restante 8.0%, con las empresas General de Minerales, y Wollastonita de México en menor escala, ambos localizados en Zacatecas.

En el período de 1973 a 1986 la producción mundial de wollastonita registró una tasa media de crecimiento de 11.3% anual al pasar de una producción de 69,000 ton. a 276,000 ton. Cabe resaltar -- que los últimos cuatro años (1983-1986) el mineral ha presentado una mayor aceptación al registrarse un crecimiento del 30.0% -- anual. La cotización de la wollastonita, durante el presente año, a nivel internacional se encuentra entre 117.00 a 500.00 dólares por toneladas, dependiendo del tamaño de partícula, el cual oscila entre 325 a 1,250 mallas, y del grado de acicularidad que es -- la relación entre la longitud y el diámetro de la partícula, que para la industria del asbesto, la más exigente en acicularidad, -- debe estar entre 1:15 y 1:20.

El comportamiento de las cotizaciones de la wollastonita muestran

inelasticidad, y que se han comportado de manera regular independientemente de los cambios ocurridos en la producción, lo cual refleja que el mercado del producto todavía no entra en una etapa de competencia, de tal forma que cualquier país que disponga con suficientes reservas (de alto grado de acicularidad) puede competir en los mercados internacionales.

La tendencia mundial en el uso es prometedora, debido a la gran variedad de aplicaciones surgidas en los últimos años, lo que es producto de las mejoras en la tecnología de beneficio, así como al mercado, el cual no ha sido abastecido en su totalidad.

En el país se han diagnosticado varios depósitos que contienen wollastonita, destacando los que tiene la Cía. Wollastonita de México, S.A., en donde el mineral aflora a la superficie presentando obras antiguas de explotación.

La producción nacional de wollastonita se vió incrementada en los inicios de la década de los ochenta al pasar de 11,892 ton. en 1979 a 20,905 ton. en 1980. Para 1985 la producción se ubica en 2309 ton., disminuyendo en relación al año de 1984 en 75.0% debido a la baja calidad del mineral de wollastonita y por ende registrando un comportamiento bastante errático con cierta tendencia a la baja en sus diferentes presentaciones.

En México, la aplicación de la wollastonita está encaminada básicamente a la industria cerámica, aunque se ha observado una ten-



dencia hacia la diversificación en sus aplicaciones.

Asimismo, existe una oferta potencial de wollastonita, debido a - que se han localizado depósitos importantes para ser explotados, siendo los más importantes los ubicados en el estado de Zacatecas. Estos depósitos presentan leyes atractivas que lo hacen particularmente importantes al presentar alta relación de acicularidad.

Por otra parte, la demanda presenta un panorama favorable que se basa en cartas de intención de diversos países solicitando diferentes tipos de wollastonita.

El proyecto para la instalación de la planta de beneficio se encuentra localizado en el agrupamiento Jujusita al sureste del estado de Zacatecas, cerca a los límites con el estado de San Luis Potosí, en terrenos que corresponden a la jurisdicción de la localidad de "El Saucito", municipio General Pánfilo Natera, Zac.

En el yacimiento se cubicaron un total de 6.0 millones de toneladas de mineral de wollastonita, con un contenido del 90.0%. Dichas reservas fueron calculadas por personal del Consejo de Recursos Minerales como producto de los trabajos realizados en los depósitos.

El proceso de beneficio consiste de una reducción del tamaño del mineral a un grado en el cual se realice la separación magnética

de las impurezas, para luego reducir las partículas de mineral a los tamaños usados en las diferentes industrias.

La definición de la capacidad de extracción y beneficio de mineral de wollastonita ha obedecido principalmente al mercado potencial del producto y a la capacidad mínima de tratamiento tanto -- técnica como económica. De esta forma se recomienda una capacidad de 200 toneladas de mineral al día, equivalente a 66,000 toneladas por año considerando 330 días de operación de 3 turnos de 8 horas.

Técnicamente la capacidad propuesta es adecuada ya que dicha dimensión se ubica en los rangos de tratamiento comunes en procesos de trituración y concentración. La vida media del proyecto, de acuerdo a la capacidad de beneficio y al volumen de reservas de mineral es de 91 años, lo que permite la posibilidad de incrementar la capacidad instalada, si el crecimiento del consumo así lo sugiere.

La inversión del proyecto es de 2,526 millones de pesos, constituida por 75.2% de activo fijo, 4.0% de activo diferido y el 21.3% por capital de trabajo.

El costo de operación estimado asciende a \$51,849.00 por tonelada de mineral, constituido por 78.0% de los costos variables, el - -

11.3% de costos fijos, el 5.2% por gastos administrativos y el 5.5% por la depreciación y amortización.

Los ingresos por la comercialización de la wollastonita en sus diferentes presentaciones o especificaciones, estarán determinados por los precios los cuales en el mercado internacional presentan diferentes niveles. En el estudio de mercado se detectó que las cotizaciones se encuentran entre 117.0 y 500.0 dólares por tonelada, según el tamaño de partícula y grado de acicularidad. Se establece como base para el análisis una cotización de 100 dólares por tonelada de concentrado, y los siguientes parámetros metalúrgicos en el beneficio.

Ley de mineral: 90% de wollastonita

Recuperación metalúrgica: 90%

Ley del concentrado: 98%

Relación de concentración 1.21 min./conc.

Estos parámetros le confieren un valor al mineral "in situ" de 82.64 dólares por tonelada de mineral con una paridad al mes de septiembre de \$1,520.98 por dólar y aunque ésta ha sufrido modificaciones recientemente, no han sido sensibilizadas, ya que su efecto neto repercute positivamente en el proyecto por lo cual el margen de seguridad en los parámetros financieros es mayor.

Los resultados del estudio financiero reflejan una TIR de 81.5% y un período de recuperación de la inversión de 2.5 años; el flujo

acumulado al final del período asciende a 23,692.88 millones de pesos, después de haber recuperado la inversión, y la relación de la utilidad neta sobre los ingresos es de 31.0%, lo que significa que de cada 1,000 pesos de ingreso, 310 pesos corresponden a utilidad neta. El punto de equilibrio es de 13.3%, lo que significa que el proyecto puede operar a este nivel de capacidad sin obtener pérdidas o ganancias.

Si el proyecto es 100% financiado a través del PECAM los créditos respectivos quedarían integrados de la manera siguiente: un crédito refaccionario por 1,987.52 millones de pesos que será ministrado en función del programa de inversiones, es decir 8 meses, y -- otro de Habilitación o Avío por 538.93 millones de pesos.

De acuerdo a las condiciones del financiamiento, la TIR sobre la inversión total (incluyendo los intereses durante la construcción) es de 32.4%, recuperándose la inversión en 4.2 años. El punto de equilibrio es de 53.3%, y la relación de la utilidad neta sobre la inversión es de 16.5%.

De lo anterior, se desprende que el proyecto es viable, destacándose la característica de ser un proyecto generador de divisas ya que el producto se comercializará en el exterior. La derrama de sueldos y salarios es significativa ya que generará 71 empleos -- directos.

Por último se recomienda recurrir a los apoyos financieros promo-

cionales que proporciona el Banco de Comercio Exterior, tales como campañas de publicidad, capacitación en comercio exterior, viajes de promoción comercial en el extranjero, envío de muestras, etc. Además, como el producto se comercializará principalmente en el extranjero, el proyecto puede ser apoyado por el BANCOMEXT, complementando el apoyo del Programa Especial Complementario de Apoyo a la Pequeña y Mediana Minería.

## ANEXO METODOLOGICO

## ANEXO METODOLOGICO

En la ejecución de un proyecto industrial, turístico, agropecuario, etc., es fundamental asignarle una cierta cantidad de recursos que pueden agruparse en dos grandes grupos: a) los que se requieren para la adquisición y construcción de las instalaciones, y b) los requerimientos para la operación de la misma.

De esta forma para el caso de proyectos industriales son necesarios los recursos para la adquisición e instalación de la planta que constituye la inversión fija o activo fijo del proyecto, la inversión diferida o activo diferido constituido por los activos intangibles y los que requiere la operación de la planta denominado como capital de trabajo. Los rubros que integran la inversión en esta investigación son los activos fijos, activos diferidos y activo circulante o capital de trabajo.

Para el cálculo de los activos fijos se consultaron las cotizaciones <sup>1/</sup> de los equipos en el mercado, sin embargo no correspondían al tamaño de la planta proyectada. Para ello se realizó una estimación a partir de la ecuación de las seis decimas, <sup>2/</sup> que a continuación se presenta:

$$E_B = E_A \left[ \frac{C_B}{C_A} \right]^{0.6}$$

<sup>1/</sup> Algunas cotizaciones se actualizaron por índices, tomando los Índices de Precios al Productor.

<sup>2/</sup> Esta ecuación se utiliza cuando se conoce el costo del equipo de proceso pero con una capacidad diferente a la capacidad proyectada de la planta.

En donde:

$E_B$  = inversión en equipo para la planta proyectada con una capacidad  $C_B$ .

$E_A$  = inversión en equipo según la cotización disponible para -- una planta similar con una capacidad  $C_A$

$C_B$  = capacidad proyectada de la planta B.

$C_A$  = capacidad instalada de la planta A.

Asimismo el activo diferido que incluye la ingeniería básica y de detalle, así como las contingencias se calcularon de la siguiente manera: para la ingeniería básica y de detalle se realizó una estimación a partir de la información proporcionada por la Gerencia de Construcción de la Comisión de Fomento Minero, por considerar que en este estudio no se realiza una investigación de costeo que implicaría un mayor trabajo de fondo y obtendría resultados casi iguales, esto es, con un mínimo de error en la estimación que se realizó.

En la medición del capital de trabajo se consideran los inventarios de materias primas, de productos en proceso, producto terminado, cuentas por cobrar, dinero en efectivo y cuentas por pagar. En el estudio se obtuvo un capital de trabajo que vendría siendo aproximadamente 90 días del costo de operación evaluado a la capacidad de operación al primer año.

El costo de operación se clasificó en costos variables, costos - fijos y gastos de administración. Para el primero se estimó mul



tiplicando los volúmenes anuales de producción por los consumos unitarios de los materiales que inciden directamente en la producción y así mismo por los costos unitarios de los correspondientes insumos, obteniéndose de esta manera, los costos variables de producción. Para los costos fijos únicamente se multiplican los egresos mensuales por 12 y se divide entre la capacidad instalada de beneficio al año, para determinar los costos unitarios.

$$C.O. = \text{egresos mensuales} \times 12 \text{ meses} \div \text{ton. anuales.}$$

Para medir la rentabilidad del proyecto de inversión se recurrió a un índice que relaciona toda la información sobre la serie de ingresos y gastos a que da lugar una oportunidad de inversión; este índice es denominado frecuentemente la tasa interna de rendimiento, y está definida como la tasa de interés que reduce a cero el valor presente, el valor futuro, o el valor anual equivalente de una serie de ingresos y egresos.

En términos económicos la tasa interna de rendimiento representa el porcentaje a la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperable de una inversión: el saldo no recuperado de una inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto, -- puede ser visto como la porción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese tiempo.

Cuando todos los flujos son iguales la TIR es considerada como la tasa de interés que se gana sobre la inversión inicial requerida

por la propuesta, sin embargo cuando los flujos son distintos como en el caso de este estudio la TIR puede entenderse como la tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal modo que el saldo al final de la vida de la propuesta es cero.

Dentro de un proyecto cualesquiera que sea es importante determinar el volumen de producción al que debe trabajar la planta para que sus ingresos sean iguales a sus egresos, es decir, el volumen de producción mínima, a partir del cual se obtienen utilidades para una combinación dada de precios de adquisición de los insumos y precios de venta de los productos.

Para determinar el punto de equilibrio se utilizaron los dos métodos el gráfico y el analítico.

En cuanto al método gráfico, para encontrar el punto de equilibrio entre ingresos y egresos se procede a agrupar los costos variables y fijos a una capacidad de operación igual al 100% de la capacidad instalada. Se grafican los egresos al eje de las abscisas al nivel de los costos fijos y luego se une el punto donde esta línea corta al eje de las ordenadas con el punto determinado por ordenada, es la capacidad instalada y la abcisa que marca la suma de los costos fijos y los costos variables resultantes al operar a esta capacidad. Posteriormente se grafican los ingresos trazando una línea recta que una al punto determinado por los ingresos obtenibles a capacidad cero con el punto determinado por -

los ingresos obtenibles al vender toda la producción alcanzable - al operar la planta.

En el punto donde se intersectan la línea de egresos y la línea - de ingresos se encuentra localizado el punto de equilibrio económico, el cual determina la capacidad mínima económica de operación.

Para el método analítico la ecuación que permite determinar el -- punto de equilibrio económico de una planta industrial se parte - de las ecuaciones de ingresos y egresos.

$$\text{si, Ingresos } I = pV \quad (1)$$

$$\text{Egresos } E = C_f + c_v V \quad (2)$$

en donde:

$p$  = precio de venta

$V$  = volumen de operación

$C_f$  = costos fijos totales

$c_v$  = costos variables

En el punto de equilibrio los ingresos y los egresos se igualan, de tal manera que al igualar las ecuaciones (1) y (2) y despejar el volumen de operación, se obtiene la capacidad mínima económica.

$$V_m = \frac{C_f}{p - c_v} \quad (3)$$

Con lo cual queda determinada la abcisa del punto de equilibrio.

Al substituir el valor resultante (3) en cualquiera de las ecua--

ciones (1) y (2) se obtiene la ordenada, con lo cual queda localizado el punto de equilibrio de la planta industrial.

## BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- Blanco José, "El Desarrollo de la Crisis en México 1970-1976", El Trimestre Económico, Desarrollo y Crisis de la Economía Mexicana, F.C.E., 1981, p.p. 297-326.
- Bureau of Mines, "Minerals Yearbook", volumen I, United State, Washington, Dic. 1987.
- Cabral Roberto, "Industrialización y Política Económica", vol. XXXIX, Desarrollo y Crisis de la Economía Mexicana, F.C.E., -- 1981, pp. 67-100.
- Clark M.G., "World of Minerals", Industrial Minerals, N° 213, June 1985, p. 9.
- Clavijo Fernando, "Perspectivas de la Economía Mexicana para - el año 2000", Cuarto Congreso Nacional de Economistas, Guadala- jara, Jal., mayo 1981.
- Consejo de Recursos Minerales, "Anuario Estadístico de la Mine- ría Mexicana", México de 1978 a 1985.
- Coss Bu Raúl, "Análisis y Evaluación de Proyectos de Inver- sión", México, LIMUSA, 1981.
- Dana Edward et al., "Tratado de Mineralogía", México, Ed. - - CECSA, 1975.
- Encyclopedia of Science and Technology, tomo XIV Philippines, - Mc. Graw Hill, 1971.

- Friesen, P.S. et al., Preliminary Report Investigation of Mineral Occurrences and Mines in Mexico, Vancouver, mimeografiado, 1986.
- Hirk E. Raymond et al., Enciclopedia de Tecnología Química, tomos XIV y XV, México, Uteha, 1965.
- INEGI, La Minería en México 1984, S.P.P., México, 1985.
- Instituto Mexicano de Comercio Exterior y Dirección General -- de Aduanas, de 1978 a 1985, SECOFI y SHyCP.
- Nacional Financiera, "La Economía Mexicana en Cifras 1981", México, 1981.
- ONU, Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, 1978.
- Power Tim, "Wollastonita Performance Filler Potential", Industrial Minerals, N° 220, January 1986, pp. 19-36.
- Primer Informe de Gobierno, Miguel de la Madrid, comercio exterior, vol. 33, núm. 9, 1983, p.p. 783-799.
- Soberón Mobarak Jesús, "Minería Siglo XXI", Geomimet, N° 152, marzo/abril, 1988.
- Solís Leopoldo, "La Realidad Económica Mexicana": retrovisión y perspectivas, México, Siglo XXI, 1981.
- Solís Vorrath Jorge, "Reconocimiento Preliminar de los yacimientos de Wollastonita Ubicados en los Cerros de la Campana y La Leona, Municipio de Pánfilo Natera, Zacatecas", Consejo de Recursos Naturales No Renovables, abril de 1967.

- Soto Rodríguez, Humberto et al., "La Formulación y Evaluación Técnico Económico de Proyectos Industriales", México C.E.N.E.T.I. Cd. Universitaria, 1984.
- Trejo Reyes Saúl, "El Futuro de la Política Industrial en México", México, Colegio de México, 1987.
- Van Horne C. James, "Fundamentos de Administración Financiera", Madrid, Ed. Prentice/Hall Internacional, 1982.
- Villarreal Rene, "El Desequilibrio Externo en la Industrialización de México 1929-1975", México, F.C.E., 1976.
- Varios. Mining Journal, mayo/julio/agosto y diciembre de 1987.
- Varios. Chemical Marketing Reporter, febrero/marzo y noviembre de 1983, julio/septiembre y octubre de 1984 y mayo/agosto y diciembre de 1985.