

Distr.
RESTRINGIDA

LC/R. 1194
20 de septiembre de 1992

ORIGINAL: ESPAÑOL

C E P A L

Comisión Económica para América Latina y el Caribe

LOS REQUERIMIENTOS DE COORDINACION DE LA INVESTIGACION
TECNOLOGICA EN EL SECTOR MINERO-METALURGICO
DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE */

*/ El presente trabajo fue preparado por la División de Recursos
Naturales y Energía.

Este documento no ha sido sometido a revisión editorial.

92-9-1422

INDICE

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
I. LA TECNOLOGIA COMO VARIABLE ESTRATEGICA DEL NUEVO PROCESO DE DESARROLLO	5
1. La evolución de la economía mundial	5
2. Los alcances de la transformación económica de la región	11
3. El papel del sector minero-metalúrgico- industrial	16
4. El nivel tecnológico en el sector minero- metalúrgico de la región	25
5. El Programa Regional de apoyo al desarrollo del sector minero-metalúrgico	29
II. LA COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION TECNOLOGICA	41
1. Investigación geológica-minera	43
2. Investigación minero-metalúrgica	46
3. Transferencia tecnológica	54
4. Capacitación y entrenamiento técnico	56
5. Maquinarias, equipos e insumos	58
6. Patrimonio ecológico	60
7. Materiales compuestos	62
BIBLIOGRAFIA	65

RESUMEN

La economía mundial emerge de la crisis de los años setenta con profundas transformaciones de las estructuras de la demanda, el comercio y la producción; esta última inicialmente con el propósito de disminuir los costos o requerimientos energéticos. La rapidez y oportunidad de estos cambios han sido determinados por la adopción masiva de avances tecnológicos, especialmente en microelectrónica, informática, biotecnología, construcción de materiales compuestos, nuevos métodos de organización de la producción y de gestión administrativa.

En forma paralela a la revolución tecnológica se configuran nuevas relaciones internacionales que marcan en conjunto las características básicas de esta época histórica.

En este contexto no sólo se amplía la brecha tecnológica que separa a América Latina de los países desarrollados, sino que tampoco, pese a la iniciativa Bush, está conformando o insertándose en uno de los bloques económicos en los que políticamente se está reorganizando el mundo. Por el contrario, la tendencia de cada país es la de tratar de lograr una mayor interrelación con la economía mundial en forma unilateral, especialmente por una mayor apertura al exterior y la firma de acuerdos bilaterales o subregionales.

Esta interpretación conlleva la prelación de la orientación exportadora de las economías, aunque existe cada vez mayor consenso de que no se debe insistir en la modalidad basada en generar excedentes de materias primas con bajo valor agregado, sino en una nueva estructura de bienes manufacturados, inicialmente en base al procesamiento industrial de dichas materias primas.

En mayor o menor grado los países de la región están saliendo de su profunda crisis con menores recursos de inversión, con una fuerte deuda social, caracterizada por una situación de pobreza masiva, ineficiente explotación de sus recursos naturales y fuerte deterioro del medio ambiente.

Retomar un proceso de desarrollo sustentable con equidad significa en primera instancia incrementar la disponibilidad y especialmente la eficiencia tanto de los recursos de inversión, como los de capital humano y de patrimonio ecológico.

La rápida disponibilidad de bienes de capital, incorporando gradualmente a la producción de maquinarias y equipos mayores niveles tecnológicos, permitiría alcanzar el primer propósito, mientras que el segundo requiere de la realización de una complejidad de programas sociales, como alimentación, nutrición, educación y principalmente capacitación y entrenamiento técnico. El incremento del patrimonio ecológico también transita por un proceso complejo de base tecnológica, que comprende aspectos como el de lograr una adecuada gestión administrativa de los recursos naturales, adoptar tecnologías que eliminen o disminuyan los efectos contaminantes de los procesos de producción, que logren un tratamiento adecuado de los desechos, que restauren las cadenas vitales que sostienen el equilibrio ecológico, que permitan restaurar o mejorar el paisaje y otros aspectos del habitat y especialmente que permitan la transformación de la utilización de los recursos naturales no-renovables en otras formas de capital.

El común denominador de los tres aspectos mencionados es indudablemente la aplicación de nuevas tecnologías y el incremento del conocimiento tecnológico, situación que los califican como la variable estratégica del nuevo proceso de desarrollo, y en este sentido el grado de inserción que pueda tener América Latina en el mundo del futuro dependerá de lo que pueda realizar en materia tecnológica.

Esta situación acentúa la necesidad de la integración y complementación regional como requisito básico del proceso, los cuales no estarán solamente relacionados con las posibilidades de un mercado ampliado, sino también en función de la complementación, disponibilidad y potencialidades tecnológicas que permitan conformar una capacidad tecnológica conjunta, como tal vez la única forma de enfrentar los desafíos de la nueva estructuración internacional.

La integración vertical del sector minero-metalúrgico-industrial permitiría a la región producir sus bienes de capital de este origen, especializándose cada país en aquellos bienes en los cuales pueda contar con ventajas relativas de carácter natural o adquiridas, tomando en cuenta: a) las especificidades de los mercados nacionales, que tendrían que estar estrechamente relacionados al "servicio de la deuda social" de manera de lograr que la equidad se inicie con una mejor distribución de los bienes de capital o medios de producción; b) las características del mercado ampliado, cuya base sería la sustitución competitiva de las importaciones a nivel regional, y c) la expansión de las exportaciones de manufacturas intermedias o de uso final, destinadas tanto al mercado regional como al mercado internacional.

y cuya producción podría ser lograda en gran medida por proyectos industriales de alta tecnología de carácter plurinacional.

La tecnología ofrece hoy día una oportunidad sin precedentes al sector minero-metalúrgico-industrial para alcanzar mayores niveles de desarrollo y eficiencia de manera que se podría lograr no sólo una disminución de los costos de la producción minera, sino también una pluralidad de bienes intermedios y de manufacturas de uso final, incluyendo la producción de máquinas, herramientas y a través de ellas las maquinarias, equipos e insumos industriales que requieren los diferentes sectores y mercados.

Las actuales actividades de exploración, extracción y beneficio de los minerales, se efectúan utilizando en gran medida tecnologías avanzadas de producción, sin embargo, este conocimiento tecnológico se encuentra disperso en los diferentes países o empresas de la región y es posible que su difusión intrarregional sea más lenta que el ofrecimiento internacional y que puede encontrarse disponible en una de las siguientes formas:

- Inversión extranjera directa.
- Patentes y licencias.
- Tecnología incorporada a la maquinaria, equipos e insumos.
- Conocimiento del personal altamente calificado.
- Información técnica-comercial.
- Resultados de la investigación tecnológica
- Servicios de consultoría.
- Programas de capacitación y entrenamiento técnico.

Si se considera la tecnología como la variable estratégica del proceso de desarrollo de los diferentes sectores, es evidente que la misma no puede depender exclusivamente de fuentes externas, por el contrario, es necesario establecer nuevas formas de cooperación regional que puedan transitar desde la creación de nuevas instituciones de carácter regional en cada una de las actividades básicas que conforman el complejo tecnológico del sector minero-metalúrgico, hasta la organización de sistemas regionales constituidos por instituciones existentes cuya acción sería coordinada por una de ellas. A su vez, en reuniones de estos organismos coordinadores, se trataría de lograr la compatibilización de las diferentes actividades de investigación tecnológica.

A nivel regional se considera que del complejo de las acciones de investigación tecnológica del sector minero-metalúrgico, las siguientes tendrían mayor prioridad, proponiéndose en la segunda parte de este documento diferentes actividades que podrían realizarse en forma conjunta o coordinada:

- Investigación geológica-minera.
- Investigación de nuevos procedimientos de producción minero-metalúrgica.
- Investigación para la transferencia tecnológica en forma de conocimiento tecnológico y de la tecnología incorporada a los procesos, maquinarias y equipos de producción.
- Investigación para la producción de máquinas-herramientos (M-H) y de maquinarias, equipos e insumos industriales utilizados por el sector minero-metalúrgico (MEI).
- Investigación de tecnologías no-contaminantes.
- Investigación en la producción de nuevos materiales compuestos.

I. LA TECNOLOGIA COMO VARIABLE ESTRATEGICA DEL NUEVO PROCESO DE DESARROLLO

La experiencia de Europa Occidental en materia de integración y de coordinación de la aplicación de las transformaciones tecnológicas, ha mostrado ampliamente las posibilidades y logros que pueden obtenerse de las nuevas tecnologías no sólo para emerger de la crisis, sino para reorientar el nuevo proceso de desarrollo. Además de la coordinación de las políticas y acciones a nivel nacional, se han puesto en marcha una serie de programas plurinacionales o regionales que tienen como propósito básico reforzar las bases tecnológicas de la industria europea. Una de las características importantes de dichos programas ha sido la participación de las empresas en el diseño de las actividades de investigación y la asociación de empresas, universidades y centros de investigación en la realización de diversos proyectos multidisciplinarios.

A estas actividades se agregan las realizadas en Estados Unidos y Japón y que en forma conjunta representaron, por ejemplo, el 60% de las patentes en materia de máquinas y herramientas, 75% de las de bioquímica e ingeniería genética, 78% de las de informática y procesamiento de datos y 71% de las de circuitos electrónicos, del total de patentes registradas en la Oficina Europea de Patentes.

1. La evolución de la economía mundial

La recuperación, después de la II Guerra Mundial de las economías europeas y de Japón, inició un proceso permanente de creación y adopción de innovaciones tecnológicas, que incluso estableció una nueva división internacional del trabajo que imprime un fuerte dinamismo al intercambio comercial. La crisis energética de la primera mitad de los años setenta acelera la adopción de mayores innovaciones tecnológicas con el propósito primario de disminuir sus costos o grado de dependencia. Simultáneamente se producen cambios en la demanda que saturada de bienes manufacturados de uso duradero, vuelca sus preferencias hacia nuevas formas de servicios basados en los adelantos tecnológicos de la micro-electrónica y la informática.

Este proceso significa mucho más que la adopción de nuevas tecnologías, requiere de cambios estructurales básicos en la

generación de nuevos productos, en su distribución, en la dirección y composición del comercio exterior y en la especialización de la producción a nivel de empresas y de países.

En forma paralela al cambio tecnológico físico, se desarrolla la tecnología social que comprende nuevas formas del conocimiento técnico-administrativo necesarios para comprender los nuevos procesos de producción, organizarlos, administrarlos, planear su desarrollo futuro, distribuir sus frutos en forma equitativa y asegurar un progreso armonioso de toda la sociedad.

En resumen, la formación del capital físico, humano y ecológico y la transformación económica y social siguen teniendo como factor común o estratégico a la tecnología.

Como se indicó anteriormente, gran parte de la tecnología que se pueda obtener se encuentra incorporada a los medios de producción, especialmente la maquinaria, equipos e insumos industriales (MEI). A su vez, la producción de las MEI depende de la disponibilidad y calidad de las maquinarias, herramientas (M-H) destinadas a producirlas y que requieren de otras industrias de apoyo como las de productos mecánicos y electrónicos, metales, fundición y forja, aceros y aleaciones complejas de alta calidad, motores eléctricos y otras partes y piezas de base minera.

De esta manera se podría expresar que la cadena vertebral del proceso estaría constituida por la interrelación de: materias primas mineras-metales-semielaborados-herramientas-productos mecánicos y electrónicos-partes y piezas-máquinas/herramientas y las máquinas, equipos e insumos industriales destinados a cubrir los requerimientos de los diferentes sectores.

La tasa anual de crecimiento de la producción mundial de máquinas-herramientas (M y H) fue del 21% durante el período 1977-1980; disminuyó a razón del -10% entre 1980 y 1983 para recuperarse a una tasa del 14% entre 1984 y 1989, con tasa global del 9% para todo el período (1977-1989).

Cerca del 60% de la producción mundial es lograda sólo por cuatro países (Estados Unidos, Japón, República Federal Alemana y la ex-URSS). Este porcentaje se incrementa al 85% con la producción adicional de otros siete países (Francia, Italia, Reino Unido, ex-RDA, República Popular China, Suiza y Taiwan). La producción de América Latina no alcanza al 2% de la producción mundial, pero representa el 22% de la de los países en desarrollo. La participación del producto de M-H sobre el PIB industrial es de 36% en los países desarrollados; 26% en los Países Asiáticos de Reciente Industrialización (NIC's) y 16% en América Latina.

De las nuevas tecnologías, la micro-electrónica es de vital importancia para la producción de las M-H, que logra los siguientes efectos principales:

- Incrementa la productividad de la mano de obra.
- Logra un uso intensivo de la capacidad instalada, disminuyendo los gastos de capital por unidad de producción.
- Utiliza en forma racional las materias primas e insumos, disminuyendo sus costos.
- Logra una producción flexible y un rápido desarrollo de los productos nuevos, acordes con los requerimientos de la demanda.
- Logra altos niveles de calidad y estandarización a nivel de cada clase de producto.

Los sistemas de asistencia computarizada para el diseño de las diferentes piezas (CAD) constan de terminales micro-computarizados de bajo costo y gran potencia, utilizados tanto para el diseño mecánico de las piezas, partes o productos, como para el diseño automático. Otros sistemas permiten la Asistencia Computarizada para la Producción (CAM) en serie de cada pieza, parte o producto. Ambos sistemas pueden ser combinados (CAD/CAM) de manera de contar con el apoyo de los micro-computadores tanto para el diseño, como para la producción en serie.

Los robots industriales permiten una visión tridimensional de la producción en serie en ambientes previamente estructurados. Se está completando a nivel de laboratorios su utilización en ambientes complejos y no estructurados, por lo que se espera la difusión masiva de su utilización durante la presente década.

En la actualidad, los Sistemas de Fabricación Flexible (FMS) son básicamente utilizados en la manufactura de piezas cilíndricas o prismáticas de superficie exterior plana (por ejemplo, en la producción de bloques de motores), en la fabricación de piezas metálicas laminadas y en el ensamblaje electrónico. Durante la presente década se espera su utilización a nivel comercial en el ensamblaje mecánico tridimensional y en la producción de rotores, piezas de rotación, ejes accionados, en las de estampado y doblado de piezas metálicas laminadas (como por ejemplo en tableros de carrocerías) y en la integración automática de los equipos de ensamblaje, con los de soldadura y verificación.

Mientras las MH de control numérico (MHCN), diseñadas y producidas con asistencia computarizada (CAD/CAM), son innovaciones tecnológicas sustitutivas de otros procesos de producción (lográndose la correspondiente disminución de los costos unitarios), los Sistemas de Fabricación Flexible (FMS o SFF), se presentan como una innovación radical, constituyéndose como nuevas fábricas en miniatura y, por lo tanto, susceptibles de ser desarrolladas a nivel de mediana o pequeña empresa. Se estima que su aplicación permite una disminución mayor al 65% en los costos y en los tiempos de producción y un 75% en el espacio destinado a la instalación de las maquinarias.

Los sistemas anteriores son utilizados en general para diseñar o producir cada una de las etapas y cuyo conjunto permite el ensamblaje total del producto. En cambio, en los Sistemas de Fabricación por Computador (CIM o FIC), cada red comprende los micro-procesadores, las máquinas automáticas y los controles programables de una planta o complejo industrial, introduciendo en un computador central la información de todas las etapas del diseño, de la gestión y volúmenes de producción. La gestión de la producción puede efectuarse en forma de módulos integrados o de soporte lógico, conectados a la base central de datos. Se estima que durante la presente década las actuales modalidades de los sistemas CIM, serán utilizados ampliamente a nivel comercial, mientras que la modalidad de programación día a día todavía seguiría en la fase de experimentación.

La variedad de piezas, partes, maquinarias, equipos e insumos industriales (MEI) de que cada país necesita disponer, está determinando un alto grado de especialización y, por lo tanto, de incremento del intercambio comercial. En el año 1968, las exportaciones mundiales representaron el 33% de su producción, se incrementaron al 46% en 1988 y se espera que se mantengan alrededor de por lo menos el 50% durante la presente década.

En 1988 los principales países exportadores-importadores de las MEI fueron Estados Unidos, Francia, Italia, Reino Unido y la República Federal Alemana. Les siguieron en orden de importancia como exportadores netos: Japón, ex-RDA, Suiza y ex-Yugoslavia y como importadores netos a Bélgica, Canadá, Corea, República Popular China y la ex-URSS.

A nivel de grupos de países, la participación de América Latina durante ese año fue mínima, tanto en los niveles de producción, de demanda, como en el comercio exterior, según se puede observar en las siguientes cifras relativas:

	<u>Producción</u>	<u>Demanda</u>	<u>Exporta- ciones</u>	<u>Importa- ciones</u>
- América Latina	1.5	2.5	0.4	2.6
- Otros países en desarrollo	3.2	4.9	1.6	5.3
- Países Recientemente Industrializados	3.5	5.9	3.3	8.8
- Países Europa Oriental	22.2	27.1	17.7	28.6
- Países Desarrollados	<u>69.6</u>	<u>59.6</u>	<u>77.0</u>	<u>54.7</u>
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: ONUDI, Evolución Mundial de la Industria de Máquinas-Herramientas (ID/WG 508/6 SPEC).

Es evidente que la amplia difusión de la producción de M-H con la incorporación de tecnologías de punta que está ocurriendo en los países desarrollados y en otras regiones, sin que se efectúe un proceso similar en América Latina, incrementaría aún más su brecha tecnológica, disminuyendo sus posibilidades de una nueva re-inserción en la economía mundial. Por el contrario, el esfuerzo conjunto de la región debería centralizarse en tratar de alcanzar durante la presente década, tasas de crecimiento mayores por lo menos a un 50% de las del promedio mundial y cuya relatividad podría ser, similar al siguiente ejemplo de carácter especulativo.

Durante el período 1980-1988, la producción y las exportaciones de M-H de alta tecnología crecieron a tasas anuales de 2.5% y 3.5%, respectivamente. Proyecciones de ONUDI estiman tasas de crecimiento del 4% anual para la producción mundial y del 3.5% para las exportaciones para el período 1988-1995. Bajo el supuesto que en los próximos años se recuperarían los ritmos de crecimiento de los países desarrollados y de Europa Oriental, se podría esperar que la dinámica de este sector permita tasas de crecimiento anual de alrededor del 5% a nivel mundial, mientras que las de la región podrían situarse entre el 6 y el 10% (Cuadro N°1)

Cuadro 1

MAQUINAS - HERRAMIENTAS: TASAS ANUALES DE CRECIMIENTO

	<u>Producción</u>		<u>Demanda</u>		<u>Exportaciones</u>		<u>Importaciones</u>	
	1980/ 1988	1992/ 2000	1980/ 1988	1992/ 2000	1980/ 1988	1992/ 2000	1980/ 1988	1992/ 2000
América Latina	2.0	8.6	7.4	7.6	2.5	9.8	4.0	6.6
CEE	0.5	4.5	2.1	5.2	-0.6	4.2	6.0	5.4
Estados Unidos	-6.4	2.8	-2.4	4.2	-2.6	2.4	6.8	5.2
Japón	9.0	5.3	7.9	4.6	10.6	6.6	6.1	6.9
Otros países desarrollados	4.0	5.0	5.1	3.5	7.2	7.6	6.8	6.4
Otros países en desarrollo	3.0	9.7	10.0	8.0	2.5	9.2	4.7	5.5
Países Europa Oriental	1.8	4.4	1.3	3.5	-3.4	6.2	-1.9	3.8
Países recién- temente indus- trializados	<u>2.5</u>	<u>7.0</u>	<u>9.2</u>	<u>6.0</u>	<u>2.5</u>	<u>6.5</u>	<u>5.4</u>	<u>5.1</u>
Totales	2.5	<u>5.0</u>	2.4	<u>4.7</u>	3.5	<u>5.6</u>	3.4	<u>5.1</u>

Fuente: Período 1980-1988, "La demanda y oferta de máquinas-herramientas en América Latina".
 ONUDI (ID/WG.508/4 SPEC). Período 1992-2000: Estimaciones propias.

2. Los alcances de la transformación económica de la región

La diferencia entre los ingresos per cápita de los países desarrollados y los países en desarrollo fue una de las motivaciones para que durante décadas pasadas, la teoría económica diera especial énfasis a la solución de los problemas del "subdesarrollo". Siguiendo una de las principales corrientes de este análisis, la mayoría de los países de la región inició un proceso de industrialización en base a un esquema de sustitución de importaciones a nivel de cada mercado nacional, proceso que paulatinamente se fue agotando por los nuevos requerimientos de maquinarias, equipos e insumos industriales y las limitaciones de los mercados nacionales.

Bajo estas circunstancias, los países prefirieron volver a los patrones de especialización de exportación de materias primas, dada la abundancia relativa de recursos naturales y de mano de obra barata y las altas tasas de expansión de la demanda internacional por esta clase de productos. Sin embargo, esta demanda perdió dinamismo durante las décadas de los años setenta y ochenta, presentando inclusive tasas negativas en diferentes sub-períodos y de cuyo análisis se desprenden pronósticos de bajas tasas de expansión, tanto en el mediano como en el largo plazo, salvo una drástica reducción del costo energético.

A partir de 1982, la región debió adoptar una política restrictiva de ajuste a fin de afrontar los problemas derivados de la crisis financiera y del servicio de la deuda externa, que incluso determinaron disminuciones de los niveles del producto per cápita.

En el mismo período, otro grupo de países europeos y asiáticos ingresan a la etapa de industrialización de alta tecnología, logrando un alto nivel competitivo de sustitución de importaciones que rápidamente pasó a la fase de expansión de las exportaciones.

Durante los años cincuenta, los pronósticos sobre el futuro económico de Corea no eran de ninguna manera expectables. Se trataba de una nación superpoblada, con una total insuficiencia de capital y tecnología, que terminaba de salir de una guerra fratricida que la dividió en dos Repúblicas. Sin embargo, a partir de 1962 la economía creció a una tasa superior al 8%, sobrepasando la tasa del 12% en 1987. La participación del sector industrial se incrementó del 8% al 25% entre 1953 a 1986, mientras que las exportaciones se incrementaron de 40 millones a cerca de 35.000 millones con un superavit comercial de 10.000 millones de dólares.

La participación de las manufacturas en las exportaciones totales se incrementó del 14.3% al 95% durante el mismo período y las correspondientes a los bienes de capital se incrementaron del 0.3% al 35.8% de las exportaciones totales entre 1960 y 1986.

Cuadro 2

EVOLUCION DEL PIB PER CAPITA EN PAISES EN DESARROLLO
(US\$ DE 1975)

Países	PIB P.C. 1950	Países	PIB P.C. 1985	Tasa anual	Exportaciones Manufacturas P.C. 1985
Uruguay	2.187	Japón	7.130	6.4	1.362
Venezuela	2.122	Finlandia	6.560	3.6	2.029
Argentina	1.879	Australia	6.560	3.9	1.771
Finlandia	1.879	Singapur	4.991	7.6	2.915
Australia	1.709	Italia	4.777	3.6	1.090
Chile	1.426	España	4.349	3.8	422
Italia	1.377	Grecia	3.993	4.3	232
España	1.158	Taiwan	3.137	5.4	1.199
México	1.053	Portugal	3.136	4.2	390
Perú	946	Argentina	2.710	1.0	41
Colombia	932	Uruguay	2.709	0.6	95
Grecia	899				
Japón	810	Corea	2.639	5.1	654
Portugal	745	Venezuela	2.638	0.6	-
Turquía	697	México	2.424	2.4	27
		Turquía	2.353	3.5	83
Brasil	632	Chile	2.139	1.2	27
Taiwan	502	Brasil	2.068	3.4	68
Corea	462	Colombia	1.854	2.0	14
Singapur	381	Perú	1.569	1.4	-

Fuente: B. Balassa, G. Bueno, P. Kuczynski, M. Simosen, "Hacia una renovación del crecimiento económico en América Latina". El Colegio de México, Fundación Getulio Vargas. Institute for International Economics, 1986.

Uno de los factores relevantes que le ha permitido a Corea alcanzar la transformación económica indicada anteriormente ha sido la capacidad de adquirir y utilizar el conocimiento tecnológico que también le ha facilitado su adaptación a los rápidos cambios que están ocurriendo en la demanda internacional, tanto en la producción de nuevos bienes manufacturados, como en su calidad y precio competitivo. La magnitud de la transferencia y absorción tecnológica que logró Corea podría ilustrarse con las siguientes cifras que corresponden a las tasas anuales de crecimiento del período 1962-1986:

- Inversión directa interna	19.8%
- Importaciones de bienes de capital	32.4%
- Gastos en patentes y licencias de producción	44.1%
- Gastos en consultoría tecnológica	22.0%
- Gastos en investigación tecnológica	31.3%
- Número de científicos e ingenieros	14.5%
- Tasa de alfabetización	8.6%
- Matrícula educacional (cobertura)	
- Primaria	1.6%
- Secundaria	5.3%
- Universitaria	6.6%

Fuente: Lisu Kim, "Technological Transformation in Korea and its implications for other Developing Countries", Development and South-South Co-operation, vol. IV, N°7, diciembre de 1988.

De acuerdo a la experiencia de Corea y de los otros NIC's, para que América Latina pueda alcanzar un proceso similar de transformación económica, que le permita una nueva re-inserción en la economía mundial, tendría que lograr durante las dos próximas décadas las siguientes metas básicas:

- a) La participación del sector industrial en la formación del PIB total debería situarse alrededor del 40%.
- b) La disponibilidad de bienes de capital e insumos industriales debe representar más del 50% de los bienes manufacturados.
- c) La demanda interna de bienes manufacturados tendrían que representar alrededor del 35% del PIB total.
- d) Las exportaciones totales representarían alrededor del 50% del PIB total y las de manufacturas el 90% de las exportaciones totales.
- e) Las importaciones de manufacturas representarían alrededor del 70% de las importaciones totales.

El siguiente cuadro comparativo ilustraría la brecha inicial que la región tendría que cubrir para re-ingresar a la senda de un desarrollo sostenido.

Cuadro 3

		Período	América Latinaa/	Otros Paísesb/
I.	<u>Factores Básicos</u>			
	1. Incremento capital físico			
	a) Inversión externa directa/PIB 1986		10.9	3.0
	b) Ahorro interno/PIB 1984-1986		<u>15.7</u>	<u>27.9</u>
	Sub-total		26.6	30.9
	2. Incremento capital humano			
	a) Matrícula escolar secundaria 1985		45.6	65.0
	b) Matrícula universitaria 1985		17.8	18.4
	c) Nutrición -		-	-
	d) Salud -		-	-
	3. Incremento patrimonio ecológico -		-	-
II.	<u>Factores Estratégicos</u>			c/
	1. Gastos en I-D/PIB 1985		<u>0.6</u>	<u>1.6</u>
	a) Investigación fundamental 1985		0.1	0.3
	b) Investigación aplicada 1985		0.3	0.5
	c) Desarrollo experimental 1985		0.2	0.8
	2. Conocimiento Tecnológico			
	a) Graduados Universit./ 100.000 Hab. 1985		156	420
	b) Ingenieros y técnicos/ graduados 1985		17.2	17.8
	c) Ingenieros y científicos/ 100.000 PEA 1985		69	282
III.	<u>Restricciones Básicas</u>			
	1. Deuda externa/PIB total 1986		79.0	38.0
IV.	<u>Transformación Económica</u>			
	1. Estructura Productiva			
	a) PIB industrial/PIB total 1986		19.4	33.1
	b) PIB bienes capital/PIB indust.1985		16.9	31.4
	2. Comercio Exterior			
	a) Exportaciones a PIB 1986		20.8	28.1
	b) Exportac.manufacturas/VBP 1985		10.0	18.2
	c) Exportac.manufac./import. manufac. 1986		0.3	1.0
	3. Productividad de los factores			
	a) VBP por PEA (1980=100) 1985		98.6	127.0
	b) Total de los factores 1950-1980		1.5	2.7
	c) PIB/PEA 1985		<u>1.0</u>	
	i) Agrícola/total 1985		0.4	-
	ii) Industria/total 1985		1.7	-
	iii) Servicios/total 1985		1.1	-

	Período	América Latina ^a /	Otros Países ^b /
V. <u>Resultados</u>			
1. Tasa crecimiento PIB p.c.	1965-1986	1.3	4.2
2. Equidad: ingresos 40% menor nivel/ingresos 10% mayor nivel	1970-1986	0.3	0.7

- a/ América Latina: 19 países incluyendo ALADI, MCCA, Haití, República Dominicana y Panamá.
- b/ Otros países: España, Hungría, Portugal, República de Corea, República Popular China, Tailandia y ex-Yugoslavia.
- c/ 17 países: Canadá, Estados Unidos, España, Filipinas, Francia, Grecia, Hong-Kong, Italia, Japón, Portugal, Reino Unido, República de Corea, República Federal Alemana, Singapur, Tailandia, Turquía, ex-Yugoslavia.

Fuente: CEPAL: Transformación Productiva con Equidad. La Tarea Prioritaria de América Latina y el Caribe en los Años Noventa (LC/G.1601-P), Santiago, Chile 1990.
CEPAL: Equidad y Transformación Productiva: Un Enfoque Integrado (LC/L.668), Santiago, Chile, 1992.

El tratar de fijar metas que permitan disminuir las diferencias de los anteriores indicadores debe estar orientado al cumplimiento de diferentes etapas del proceso de industrialización a cumplirse en forma sucesiva o simultánea y que podría precisarse de la siguiente manera:

a) Absorción de los mayores avances tecnológicos para la producción en la región de máquinas-herramientas.

b) Producción de bienes de capital: maquinarias, equipos e insumos industriales, adaptados a los requerimientos de cada sector, producto o empresa, de manera que se incremente más rápidamente la productividad de los sectores y sub-sectores de menores ingresos. De esta manera también se iniciaría un nuevo proceso de equidad, basado en una mejor distribución de los bienes de producción. Si bien durante el período 1960-1990, la productividad de los sectores primarios de la región creció más rápidamente que la de los otros sectores, a 1990, sólo representaron el 25% de la productividad del sector industrial (16% en 1960) y el 38% de la de servicios (22% en 1960).

c) Integración vertical de la producción primaria con la industrial.

d) Sustitución competitiva de las importaciones a nivel regional y expansión de la exportación de bienes manufacturados.

3. El papel del sector minero-metalúrgico-industrial

Existe consenso en indicar que el papel del sector minero en los países en desarrollo se encuentra concentrado en los siguientes aspectos:

a) Generación neta de divisas.

b) Participación en la formación de los ingresos del gobierno. En general, estos recursos son de propiedad pública, cuya concesión se efectúa con el pago de las respectivas licencias o regalías.

c) Constitución de un centro local o regional de desarrollo.

d) Generación de empleo de alta productividad.

e) Transformación de este recurso agotable en otras formas de capital reproductivo.

Estos propósitos corresponden a la forma unimodal del desarrollo minero. En cambio, la forma bimodal tiene como objetivo básico el de apoyar en forma muy estrecha al proceso de industrialización en las siguientes modalidades:

a) Como demandante de maquinarias, equipos e insumos de origen industrial.

b) Cubriendo los requerimientos de minerales y metales de los diferentes subsectores industriales y de construcción.

c) Mediante la integración vertical del sector minero-metalúrgico-industrial.

d) Como base metalúrgica de la producción de maquinarias, equipos e insumos industriales.

e) Como parte de la base mecatrónica (mecánica y electrónica) para la fabricación de máquinas-herramientas de alta tecnología.

En diversos países de la región existen experiencias sobre las anteriores modalidades de desarrollo minero. Una de las más complejas es la del Brasil, que en un principio se orientó hacia la sustitución de las importaciones, para luego generar importantes excedentes exportables. Durante el período 1970-1988 las industrias de base minera (químicos, petróleo, carbón, minerales no-metálicos, metales básicos, productos metálicos, maquinarias y equipos), incrementaron su participación en el Valor Agregado Industrial Total del 60% al 64%, mientras que la participación de las exportaciones de estos productos con respecto al total de las

exportaciones industriales se incrementó del 13% al 60% en igual período.

Las importaciones extrarregionales de productos de base minera representan alrededor del 40% de esta clase de importaciones, alcanzando su máximo valor en 1981 (más de 53.000 millones de dólares). Si a éstas se les agregan las importaciones de hidrocarburos y derivados, esta proporción se incrementa a más del 60%. (Cuadro 4). Estas cifras estarían demostrando las amplias posibilidades que tendría la región de lograr altas tasas de crecimiento del sector minero-metalúrgico mediante un proceso competitivo de sustitución de importaciones a nivel regional.

Durante el período 1980-1985, el consumo mundial de los principales metales declinó o tuvo una muy baja expansión, principalmente por cambios tecnológicos en la producción industrial. La recuperación del consumo fue notable durante el período 1986-1989, determinada básicamente por incrementos en la producción de bienes de capital y reducción de los costos energéticos, para declinar nuevamente en el período 1990-1992, producida por la recesión económica de los países desarrollados y sus derivaciones en los países en desarrollo.

Cuadro 4

AMERICA LATINA: IMPORTACIONES DE PRODUCTOS DE
BASE MINERA PROVENIENTES DEL RESTO DEL MUNDO
AÑO-1981 (MILLONES DE DOLARES)

27. Fertilizantes y minerales	456.-
28. Minerales metálicos	341.-
67. Hierro y acero	4.737.-
68. Metales no-ferrosos	855.-
7. Maquinaria y equipo de transporte	42.000.-
12. Vehículos	2.385.-
13. Otros productos metálicos manufacturados	2.781.-
Totales	53.555.-

Fuente: Monthly Bulletin of Statistics, Vol. XL, N°5, mayo de 1966.

Durante el resto de la década se estima que el consumo mundial crecerá en promedio a una tasa anual de alrededor del 3%. Los metales con mayores perspectivas serían el cobre, aluminio y posiblemente el estaño. Aun suponiendo un bajo nivel de sustitución de importaciones, se estima que el consumo de la región tendría una expansión promedio de alrededor del 5% anual.

América Latina cuenta con un gran potencial minero que, medido en términos per cápita, duplica las disponibilidades mundiales. Se debe considerar que el conocimiento mineralógico en detalle representa sólo alrededor del 10% del territorio minero, mientras que en otras regiones, los territorios han sido exhaustivamente explorados. Las reservas conocidas a nivel mundial y los actuales ritmos de producción, están determinando niveles críticos de explotación hacia el año 2000, de varios minerales.

En este contexto, durante la presente década las posibilidades de la región de exportar materias primas o elaboradas de base minera podrían ser las siguientes:

a) Mercado internacional: asbesto, barita, bismutos, cadmio, mercurio, oro, plata y plomo.

b) Mercados de otros países en desarrollo y países de Europa Oriental: fluorita, zinc.

c) Mercados de otros países en desarrollo: antimonio, hierro, manganeso, tungsteno, uranio y vanadio.

d) Mercados de países de Europa Oriental: bauxita/aluminio, cobre, estaño, molibdeno, platino y selenio.

e) Mercados de países desarrollados: cobalto.

f) Mercado regional: litio, magnesio, níquel, potasio, rocas fosfatadas y rutilio.

En la actualidad, la región exporta a mercados de terceros países todos estos productos con excepción de: asbestos, barita, cromo, fluorita, ilmenita, magnesio, manganeso, mercurio, platino, potasio, rocas fosfatadas, uranio, vanadio. A su vez, importa de fuera de la región todos estos últimos productos con excepción de: fluorita, ilmenita, uranio y vanadio, en los cuales es autosuficiente a nivel regional, pero sin generar excedentes exportables destinados a países de fuera de la región.

Se debe considerar que en la actualidad, tanto las exportaciones como las importaciones extrarregionales se concentran en más de un 80% en una decena de productos en cada caso y que el mayor intercambio en términos de valor, se efectúa con los Países Desarrollados.

De acuerdo a lo indicado durante la presente década, la región podría alcanzar altas metas tanto de sustitución de importaciones a nivel regional, como de expansión de las exportaciones, para lo cual sería necesario lograr en forma conjunta la realización de las siguientes líneas básicas de acción:

a) Ampliar el conocimiento de nuevas reservas y yacimientos, especialmente de aquellos productos con posibles niveles críticos de explotación y mayores perspectivas de mercados.

b) Integrar verticalmente la actividad minero-metalúrgica-industrial, especialmente para la producción de bienes de capital.

c) Fomentar altas tasas de expansión del comercio intrarregional.

d) Aplicar nuevos métodos tecnológicos de producción y comercialización, a fin de mantener altos niveles de competitividad, disminuyendo los efectos de la contaminación ambiental.

El papel del sector minero y sus implicaciones en el resto de la economía dependen de:

a) El nivel de la estructura económica. En las estructuras primarias, el principal papel del sector minero, está representado por la expansión de las exportaciones; en las etapas iniciales del proceso de industrialización, la integración del sector minero-metalúrgico-industrial-metal-mecánico se expande rápidamente hasta representar en conjunto más de un tercio del PIB; en las siguientes etapas del proceso de industrialización pierde su importancia relativa, por una mayor expansión de los otros subsectores industriales.

b) De los avances tecnológicos, que disminuyen los coeficientes de utilización de los insumos, incrementando la proporción del valor agregado.

c) De las modalidades de desarrollo minero indicadas anteriormente. A manera de ejemplo, se describen cuatro situaciones diferentes que se presentan en la región: Argentina con altos requerimientos de importaciones de insumos mineros; Bolivia, con una alta generación de excedentes exportables de materias primas mineras; Brasil, con efectos de inducción del desarrollo industrial sobre el sector minero, y Chile con efectos de inducción del desarrollo del sector minero sobre el sector industrial.

d) Las anteriores modalidades conllevan en forma implícita una cierta distribución del ingreso, reflejadas en la proporción de los salarios en el Valor Agregado.

De las cifras del Cuadro 5 se pueden extraer las siguientes comparaciones ilustrativas:

a) Posiblemente, por un mayor nivel tecnológico, el sector minero del Brasil logró un alto valor agregado por unidad de VBP. En cambio, es posible que el valor agregado logrado por Bolivia sea

determinado más bien por la ventaja natural de los yacimientos mineros.

b) La mayor participación de los salarios en el valor agregado del sector minero del Brasil determinó una distribución más equitativa del ingreso, suguiéndole el caso de Argentina. En cambio, en Bolivia se presentó una situación de alta concentración del ingreso en los factores no laborales.

c) Existió una mayor intensidad de maquinarias, equipos e insumos industriales por unidad de VBP en los casos del sector minero de Argentina y Chile.

d) En estos países y en Brasil, casi la totalidad de los insumos utilizados por el sector minero fueron producidos localmente, mientras que en Bolivia el componente importado representó más del 23% de la totalidad de estos bienes.

e) En el sector industrial los requerimientos de insumos importados fueron tres a cuatro veces más altos en la Argentina y Brasil, que en el caso de Bolivia.

f) Existió un nivel más alto de la integración vertical del sector minero-industrial en el caso de Chile, siguiendo en orden decreciente Argentina, Brasil y Bolivia.

g) Bajo las cuatro modalidades de desarrollo minero, este sector generó mayor valor agregado que la economía en su totalidad, aspecto a considerar en la asignación de los recursos de inversión. De la misma manera, la distribución del ingreso, medida por la participación de los salarios y el total del valor agregado, fue más equitativa en el sector minero que en la economía en su totalidad, en los casos de Argentina y Brasil. (Sin datos para Chile).

h) Los requerimientos de insumos importados fueron más altos en la economía total que los del sector minero, bajo las cuatro modalidades de su desarrollo. Estos requerimientos fueron más altos en el caso de Bolivia, que los correspondientes a Argentina y Brasil. (Sin datos para Chile).

Cuadro 5

EFECTOS COMPARATIVOS DEL DESARROLLO MINERO
(Coeficientes Técnicos y Porcentajes)

	Argentina 1970	Bolivia 1978	Brasil 1970	Chile 1977
I. Sector Minero				
1. <u>Valor bruto de la producción</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>
a) Excedente económico	0.428	0.596	0.525	n.d
b) Salarios	0.209	0.099	0.272	n.d
c) Insumos totales	0.363	0.305	0.203	0.456
i) Insumos totales importados	0.000	0.071	0.001	n.d
ii) Insumos industriales	0.230	0.054	0.082	0.127
II. Sector Industrial				
a) Coeficientes directos e indirectos				
b) Coeficientes de insumos directos import.	0.073	0.013	0.046	n.d
c) Insumos import. a coeficientes directos e indirectos (c/a)	0.028	0.007	0.026	n.d
d) Insumos mineros directos	0.123	0.026	0.037	0.199
e) Insumos mineros a coefic. directos e indirectos (c/a)	0.048	0.014	0.021	0.083
III. Economía Total				
1. <u>Valor bruto de la producción</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>	<u>1.000</u>
a) Excedente económico	0.305	0.483	0.422	n.d
b) Salarios	0.168	0.169	0.189	n.d
c) Insumos totales	0.527	0.348	0.389	0.541
i) Insumos totales importados	0.055	0.143	0.020	n.d
ii) Insumos importados a insumos totales	0.104	0.411	0.051	n.d

Fuente: CEPAL, Cuadernos Estadísticos de la CEPAL N°7 - Tablas de Insumo-Producto, Santiago, 1983.

Tomando en cuenta que los datos del análisis anterior corresponden a los años setenta y, por lo tanto, su validez es meramente ilustrativa, se podrían establecer las siguientes conclusiones para cada una de las modalidades de desarrollo minero:

a) La modalidad importadora de insumos mineros (Argentina), no es comparativamente la más productiva por sus altos requerimientos de bienes de capital e insumos industriales por unidad de VBP y conlleva una distribución intermedia del ingreso.

b) La modalidad exportadora de materias primas mineras (Bolivia) es de alta productividad, derivada de la ventaja comparativa natural de los yacimientos mineros, ya que los niveles de utilización de bienes de capital e insumos mineros son muy bajos por unidad del VBP. Sin embargo, implícitamente es altamente regresiva en cuanto a la distribución del ingreso y de altos requerimientos de importación, tanto a nivel del sector minero, como para la economía en su totalidad.

c) La modalidad de desarrollo minero, inducido por el proceso de industrialización (Brasil), logró una alta productividad tanto a nivel del sector minero, como de la economía en su totalidad; en el primer caso, posiblemente por una adecuada combinación de las ventajas comparativas naturales de los yacimientos mineros, como de las adquiridas mediante innovaciones tecnológicas. Implícitamente, también se logró una mejor distribución del ingreso en el sector minero por una mayor participación de los salarios en el valor agregado. De la misma manera se lograron menores requisitos de insumos importados en el sector minero con respecto a Bolivia, en el sector industrial con respecto a Argentina y Chile y para la economía total con relación a Argentina y Bolivia. (Sin datos para Chile).

d) Desarrollo industrial inducido por el desarrollo del sector minero. (Datos parciales de Chile). Se estableció una doble relación entre ambos sectores, ya que a altos índices de insumos industriales del sector minero, también correspondieron altos índices de insumos mineros, utilizados por el sector industrial; sin embargo, el índice del valor agregado del sector minero por unidad del VBP fue el más bajo de los cuatro casos analizados.

Por último, se establece de las cifras del cuadro 6 que en los cuatro casos existe todavía una desventaja comparativa en el sector industrial cuyos requerimientos directos e indirectos para generar una unidad de valor agregado fueron más altos que en los otros sectores; en cambio, existieron ventajas comparativas en el sector minero y que sólo fueron superadas por la de los sectores de agricultura y de servicios.

A nivel de los cuatro países analizados, las ventajas comparativas en orden decreciente para el sector minero y la economía total fueron logradas por Brasil, Bolivia, Argentina y Chile, y por Brasil, Bolivia, Chile y Argentina en el sector industrial. A nivel de ramas industriales, Brasil tuvo mayores ventajas comparativas en la industria metalúrgica, Brasil y Bolivia en las industrias de base no-minera (agroindustria) y Argentina en la producción de maquinarias y de equipos de transporte.

Cuadro 6

COEFICIENTES TECNICOS DIRECTOS E INDIRECTOS
POR UNIDAD DE VALOR AGREGADO

	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile
	<u>1970</u>	<u>1978</u>	<u>1970</u>	<u>1977</u>
1. Agricultura	1.625	1.173	1.211	1.911
2. Minería e hidro-carbuos	1.644	1.513	1.239	1.990
3. Industria	2.575	1.883	1.743	2.412
a) Metalurgia	(3.261)	(n.d.)	(1.782)	(2.431)
b) Maquinaria y Equipo Trans.	(1.890)	(n.d)	(n.d)	(2.319)
c) Otras Industrias	(2.242)	(1.883)	(1.743)	(2.487)
4. Construcción	1.765	1.767	1.766	2.181
5. Servicios	1.462	1.338	1.194	1.757
6. Economía total	2.086	1.531	1.489	2.154

Fuente: CEPAL, Cuadernos Estadísticos de la CEPAL N°7: Tablas de Insumo-Producto, Santiago, 1983.

4. El nivel tecnológico en el sector minero-metalúrgico de la región

De acuerdo a los resultados de encuestas realizadas por la CEPAL y el Mining Journal, la situación del nivel tecnológico del sector minero-metalúrgico de la región durante el período 1985-1990, fue la siguiente:

a) El 23% de las empresas encuestadas pueden ser consideradas grandes empresas con inversiones superiores a 500 millones de dólares, el 33% por empresas medianas con activos entre 50 y 499 millones de dólares, una proporción similar por pequeñas empresas con activos entre uno a 49 millones de dólares y el resto por micro-empresas, con activos inferiores al millón de dólares (11%).

b) En el período 1970-1979, el 50% de los nuevos proyectos registraron inversiones superiores a 100 millones de dólares, en el período 1980-1986, el 63% registró inversiones inferiores a los 50 millones, proporción que se incrementó al 71% en los proyectos del período 1987-1992.

c) Durante el período 1980-1986, sólo un tercio de las empresas trabajó al 100% de su capacidad instalada, el resto a más de un 80%.

d) En el mismo período las inversiones se concentraron en un 29% para la producción de cobre, 19% en la de plata, 14% en la de oro, 10% en zinc y el 28% restante en la de bauxita, hierro, plomo, molibdeno, fluorita y carbón.

e) En el 32% de los casos, el grado de elaboración de la producción sólo llegó al nivel de extracción minera, el 48% al de concentración de minerales, el 16% al de fundición y sólo el 4% al de refinación, lo que expresa las altas necesidades de inversión y transferencia tecnológica en las etapas finales del beneficio de los minerales.

f) El 45% de los casos adquirió su tecnología en empresas relacionadas externas, de las cuales el 56% fue proveniente de Estados Unidos y Canadá, Europa Occidental 32% y el 4% del Japón; el 31% fue de origen nacional y el 24% restante mediante el pago de patentes externas intelectuales y licencias externas industriales.

g) El 54% de la información sobre adelantos tecnológicos fueron obtenidos por contactos directos con los proveedores o por publicaciones, directorios y catálogos, el 24% por servicios generales o específicos de información y el 22% por otras fuentes.

h) El 36% de los contratos de transferencia tecnológica fueron establecidos para la adquisición de maquinaria y equipos, el 31% para la transferencia del conocimiento tecnológico mediante programas de entrenamiento y capacitación, el 15% por asesoramiento de servicios de consultoría, 10% mediante el pago de patentes de procedimientos o licencias de producción, y el 8% por otras formas.

i) Con respecto al costo de estos contratos de transferencia tecnológica, el 33% correspondió a la compra de maquinaria y equipos, el 24% para el pago de asesoramiento, el 21% para gasto de capacitación y entrenamiento, el 10% para el pago de patentes y licencias, 5% en información tecnológica, 5% por concepto de dividendos transferidos al exterior y 2% por otros conceptos.

j) El 100% de la aplicación de la transferencia tecnológica fue efectuada por personal nacional.

k) En cuanto a las áreas de aplicación, cerca del 50% de la nueva tecnología se destinó a los procesos de producción (27% extracción minera y 22% beneficio metalúrgico), el 24% en las actividades de instalación y construcción (11% ingeniería básica, 8% ingeniería de detalle y 5% de servicios de construcción), 14% al mejoramiento de las gestiones existentes de administración y producción (asistencia técnica 11% y asistencia administrativa 3%), 8% en cursos y seminarios de capacitación y sólo 4% para el diseño de maquinarias y equipos.

l) El 41% de la tecnología adquirida tuvo el propósito de recuperar, mejorar, incrementar o diversificar la producción, 16% para la disminución de los costos unitarios, el 16% para el aumento de la productividad y automatización de la maquinaria, el 11% para la conservación del medio ambiente, 11% para el mejoramiento técnico-administrativo y sólo el 2% para el incremento del valor agregado.

m) En cuanto a los alcances de aplicación de la tecnología, un tercio fue efectuada a una parte del proceso, un tercio de aplicación general a una empresa específica y un tercio de aplicación general a la mayoría de las empresas.

n) De acuerdo a los niveles tecnológicos adquiridos, el 10% tuvo un alto nivel de sofisticación, el 42% fue tecnología muy compleja, 38% intermedia y 10% de carácter primario.

o) En el 56% de los contratos se adquirió tecnología de vanguardia, mientras que el 44% consistió en tecnologías ampliamente conocidas o difundidas.

p) En cuanto a los criterios de selección de las tecnologías por parte de las empresas compradoras fueron: 23% por adaptabilidad de los procesos tecnológicos a las condiciones específicas de la explotación; 17% por el prestigio de las firmas

proveedoras, 14% de acuerdo a los costos de transferencia, 9% por vínculos comerciales, 9% por mejores condiciones de los contratos de transferencia, 8% aceptación generalizada mediante el sistema de patente y licencias, 8% por facilidades de financiamiento y 5% por razones subjetivas de carácter personal.

De acuerdo a las principales etapas del proceso de explotación de los minerales, los adelantos tecnológicos más conocidos son los siguientes:

a) Exploración: los métodos tradicionales de mapeos; estudios geológicos, geofísicos y geoquímicos; cateo y muestreos, perforación, piques y socavones, etc. se combinan en forma muy adecuada con las técnicas modernas de los sensores remotos para interpretación de análisis geofísicos, sísmicos, gravimétricos de conductividad eléctrica, aeromagnetismo, radioactividad, medición del calor generado o consumido; uso del software interpretativo de imágenes satelitales; uso intensivo de la geoquímica y la bioquímica; construcción de modelos geológicos típicos de yacimientos; uso del software de sistemas geoestadísticos. Superponiendo a los datos geológicos de campo un modelo de exploración determinado, se puede llegar a establecer la medición de las reservas, su tonelaje y leyes y la correspondiente información geomecánica, metalúrgica y económica.

b) Explotación minera: el progreso tecnológico se presenta tanto en las maquinarias y equipos, como en los materiales e insumos utilizados en las diferentes fases de la explotación:

- i) Perforación: en la explotación a tajo-abierto (open-pit), la innovación tecnológica que está prevaleciendo son los sistemas de "Down-the Hole" con monitoreo computacional y registros continuos de las variables operativas. Por otro lado, se está tendiendo al reemplazo del carburo de tungsteno por diamantes industriales y el de motores eléctricos por hidráulicos. En la perforación subterránea se está generalizando la perforación hidráulica a altas presiones. En el futuro se visualiza la utilización de robots de perforación y trituración.
- ii) Tronadura: los aspectos más importantes en materia de innovaciones tecnológicas se refieren a la utilización de modelos y diseños predictivos y la utilización de nuevas formas de colocación de los explosivos, tarea que en el futuro también se la podría efectuar mediante robots y controles remotos.

- iii) Carguío y transporte: a fin de reducir sus costos, se tiende a utilizar unidades de mayor capacidad. También se tiene como propósito la optimización operativa, mediante, por ejemplo, el reemplazo de inyectoros mecánicos por inyección controlada mediante micro-procesadores y el mejoramiento de la transmisión mecánica a fin de aumentar la velocidad. Para grandes tonelajes se está generalizando el uso de correas transportadoras y de ductos hidráulicos y el reemplazo de la combinación pala-camión por cargadores continuos.
- iv) Procesamiento de los minerales: el proceso consiste principalmente en la reducción del tamaño de las partículas y en la separación de las partículas mineralizadas de las estériles. Los métodos de trabajos más generalizados datan del siglo pasado y sólo recientemente se introducen los conceptos de fusión-flash, conversión flash, lixiviación y curado, extracción por solventes, lixiviación a presión, bio-lixiviación, molienda semiautógena y autógena, flotación columnar, sistemas de automatismo y control computarizado, equipos de centrifugación, molinos de rodillo de alta presión y clasificadores hidromáticos.

c) Pirometalurgia: la transformación del mineral concentrado en metal, se efectúa mediante sistemas pirometalúrgicos, mediante la utilización, por ejemplo, de altos hornos u hornos de reverbero. Los avances tecnológicos más significativos han tenido los siguientes propósitos:

- i) Incremento de la productividad.
- ii) Reducción del consumo de energía (inyección de oxígeno).
- iii) Introducción del sistema de fusión en suspenso (flash) y de fusión en baño.
- iv) Procesamiento o coladas continuas o en frío.
- v) Procesos para eliminar o disminuir la contaminación ambiental, mediante concentración y procesamiento de los gases.
- vi) Desarrollo de pequeñas y medianas plantas de tratamiento de concentrados, en yacimientos alejados.

Es posible que los métodos pirometalúrgicos sean gradualmente reemplazados por los métodos o sistemas hidrometalúrgicos, por las siguientes ventajas:

d) Hidrometalurgia: son sistemas conocidos desde hace muchas décadas atrás, pero su desarrollo acelerado es reciente como consecuencia del incremento de costos de la energía y las nuevas exigencias ecológicas.

Se ha superado la etapa de lixiviación por percolación y por agitación, dando paso a la lixiviación en pilas, con o sin curado previo; se han desarrollado la extracción por solventes, el intercambio iónico, la electrodeposición, el carbón activado y la lixiviación bacteriana. Estas tecnologías han resultado especialmente aptas para la obtención de metales como el aluminio, cobalto, cobre, manganeso, níquel, oro, plata, uranio y zinc.

En el caso del cobre se está desarrollando el sistema cuprex en forma conjunta por Inglaterra, Estados Unidos y España. El cobre se lixivia con cloruro férrico a altas temperaturas y presión. La solución se extrae por solventes, dejando como subproducto azufre elemental que se recupera por flotación.

5. El Programa Regional de apoyo al desarrollo del sector minero-metalúrgico

Durante la década anterior en diferentes reuniones técnico-empresariales a nivel regional, se expresó la necesidad y conveniencia de realizar acciones de cooperación horizontal y actividades conjuntas que permitan mejorar la situación competitiva ante el mercado internacional y recuperar los niveles del mercado regional de bienes de base minera, con la diferencia que la demanda podría ser cubierta gradualmente con oferta también regional. Entre las diferentes propuestas de actividades conjuntas o líneas de acción propuestas en dichas reuniones, se pueden mencionar, por ejemplo, las siguientes:

- a) La ejecución de programas sistemáticos de prospección y exploración minera.
- b) Reordenamiento de los marcos jurídicos e institucionales, de manera que favorezcan la complementación y la integración regional.
- c) Organización de los servicios regionales de información, de consultoría, investigación geológica e investigación tecnológica, de financiamiento y de comercialización intrarregional.
- d) Modernización de los sistemas de explotación, mediante la renovación de maquinarias y equipos de mayores niveles tecnológicos.
- e) Diversificación de las estructuras de producción y exportación, dando énfasis a la producción de metales preciosos.
- f) Proporcionar insumos mineros al proceso de industrialización e integrar verticalmente la actividad minero-metalúrgica-industrial para lo cual se deben efectuar estudios exhaustivos sobre sus relaciones intersectoriales (relaciones de insumo-producto a nivel empresarial), así como la utilización de

los factores productivos (capital, mano de obra y tecnología) y de los efectos de su desarrollo sobre el resto de la economía.

g) Promover la utilización de tecnologías que garanticen la disminución de los efectos contaminantes del medio ambiente, mejoren la distribución del ingreso por incrementos de la productividad y disminuyan los costos de producción y comercialización.

h) Sustituir importaciones en forma competitiva a nivel regional, y expandir exportaciones, especialmente de manufacturas de base minera.

i) Diseño de programas regionales de capacitación y entrenamiento empresarial, principalmente en las áreas de comercialización, procesamiento industrial, nuevas tecnologías y servicios de apoyo.

j) Estimular la realización de operaciones conjuntas (joint-venture), fomentando la libre circulación de capitales y la representación comercial, entre empresas de los diferentes países de la región.

k) Creación de Institutos Regionales o sistemas de coordinación de investigación tecnológica y geológica.

l) Promover nuevos usos de los productos minero-metalúrgicos

En el marco del V Consejo Presidencial Andino, los Presidentes de los países del Grupo Andino propusieron la creación del Foro Latinoamericano para el Desarrollo de la Minería. Esta propuesta fue recogida en el Acta de Caracas, punto 15, literal a) que señala:

"Promover la celebración de una Reunión de Expertos con el objeto de examinar la situación de los mercados internacionales y las perspectivas de la industria minero-metalúrgica, incluyendo la posibilidad de establecer un Foro Latinoamericano para el Desarrollo de la Minería".

Dando cumplimiento a la solicitud de los Presidentes de los países del Grupo Andino, el Grupo Ad-Hoc de Apoyo Técnico al Sector Minero-Metalúrgico, conformado por representantes de ALADI-CEPAL-JUNAC-OLAMI, convocó en Lima, Perú a la Reunión de Expertos entre el 15 y el 19 de julio de 1991.

En la Reunión se concluyó que era necesaria la implementación de una estrategia complementaria que permita crear mayores oportunidades de desarrollo del sector. La estrategia complementaria se basa, por un lado, en lograr incrementar las exportaciones de minerales destinadas al mercado internacional, mediante el mejoramiento de los niveles de competitividad y

diversificación de la producción, y por el otro en incrementar el grado de autoabastecimiento en el contexto regional, de materias primas mineras, productos intermedios y manufacturas de base minera y de maquinarias, equipos e insumos industriales, utilizados por el sector minero-metalúrgico de la región.

Para iniciar la implementación de la nueva estrategia de desarrollo minero, se definieron sus objetivos básicos, las principales líneas de acción y actividades específicas. Se solicitó que tomando en consideración los aspectos anteriores, el Grupo Ad-Hoc, elabore una propuesta de un programa de acción para un próximo período. Esta propuesta tendría que ser considerada en la primera Reunión del Foro Latinoamericano de Minería, a realizarse a nivel de ministros del sector y de cúpulas empresariales.

La primera Reunión del Foro Latinoamericano de Minería sería convocada por el Ministerio de Minería de uno de los países de la región, en lo posible durante 1992. Se solicitó que el Grupo Ad-Hoc asuma la responsabilidad de la Secretaría y el apoyo técnico necesarios para que la realización del Foro sea un éxito.

La estrategia actual del desarrollo de los recursos mineros de la región se basa en la exportación de un número muy limitado de materias primas metálicas de gran volumen y con altas tasas de expansión de la demanda internacional hasta mediados de la década de los años setenta. Esta especialización implicaba que la región debía importar otras materias primas mineras, productos intermedios y manufacturados de base minera, además de gran parte de la maquinaria, equipos e insumos industrializados, utilizados por el sector. El conjunto de estas importaciones, incluyendo hidrocarburos y sus derivados, representan más del 60% de las importaciones extrarregionales, o 40% sin estos últimos. El beneficio directo de este intercambio comercial, disminuye enormemente por el efecto de la relación de los términos de intercambio ya que mientras el índice de los precios reales de las exportaciones mineras cayó de 100 a 53 durante el período 1950 a 1986, el índice de las importaciones industriales de base minera se incrementó de 100 a 477, por lo que el poder adquisitivo de las exportaciones regionales de esta clase de productos cayó en 86%.

A mediados de la década de los años ochenta se afirma una nueva tendencia de la demanda internacional de los minerales exportados tradicionalmente por la región, pero con tasas de expansión que sólo representan el 50% de los índices alcanzados hasta mediados de los años setenta. Esto significa que si el desarrollo del sector minero continúa sólo en base a la exportación de materias primas de los minerales tradicionales, el sector para el conjunto de la región, crecería a tasas anuales muy bajas, que posiblemente se situarían en un rango entre 1% a 3%. Por otro lado, ante la baja expansión de la demanda internacional, la mayoría de los productos en las diferentes regiones están

efectuando importantes inversiones para adoptar nuevas tecnologías que les permitan obtener o mantener altos niveles de competitividad en el mercado internacional. El inventario de proyectos de inversión de la región para el período 1988-1995 muestra que el 77% de las mismas se concentrarían en tres grupos de productos: bauxita, cobre y hierro, por lo que la región podría orientarse más bien hacia una superespecialización de estos tres grupos de productos.

No se espera en el mediano-largo plazo una recuperación de la demanda internacional por los minerales tradicionalmente exportados por la región. Por el contrario una mayor expansión se volcaría hacia otros productos, especialmente aquéllos que serían utilizados en la producción de materiales compuestos.

La crisis financiera que se inició en la región a partir de 1982, determinó que su economía evolucione a tasas muy bajas durante el resto del período, conocido como la década perdida para la región. La recuperación de la economía regional, requiere de tasas de crecimiento anual del producto total por lo menos del 6% con un proceso de industrialización a tasas aún más altas, lo que significaría que por lo menos en las primeras etapas, el sector minero-metalúrgico-industrial debería crecer anualmente entre un 6% a 9%.

En vista de la baja expansión de la demanda internacional, se plantea la necesidad de lograr una expansión más dinámica de la demanda regional de manera de alcanzar durante la presente década los niveles logrados en 1982. Sin embargo, la principal diferencia radicaría en que en este nuevo proceso, dicha demanda sería cubierta en forma creciente por producción regional, de acuerdo a la especialización que tendría cada país en base a sus ventajas comparativas naturales en la fase de la producción minera y a las tecnologías adquiridas en las fases de la producción metalúrgica e industrial. Se espera que este proceso de especialización y complementación regional permita también mejorar la posición competitiva y la participación de la región en el mercado internacional de estos productos.

Una mayor expansión de la producción de los sectores minero-metalúrgico-industrial, traería consigo obviamente una mayor demanda por maquinarias, equipos e insumos industriales (MEI) utilizados por estos sectores. Sin embargo, no sólo existiría una interrelación de orden cuantitativo, sino que los mayores niveles de competitividad de estos sectores dependerían en alto grado de la tecnología incorporada a dichas maquinarias, equipos e insumos, la que a su vez tendría una relación directa con las tecnologías incorporadas a las máquinas-herramientas (MH) destinadas a producirlas. La estrecha interrelación que existiría entre los requerimientos de la expansión y diversificación de la producción de los sectores minero-metalúrgico-industrial, con las MEI que utilizaría y con las MH destinadas a producir las MEI, determinaría

a su vez la necesidad de que las MH sean gradualmente producidas por la región, adoptando los mayores adelantos tecnológicos que están siendo aplicados en los países desarrollados.

De acuerdo al análisis anterior, se definieron los siguientes objetivos básicos a alcanzar durante la presente década:

- A. Incrementar el nivel competitivo de las empresas regionales en el mercado internacional de minerales y metales.
- B. Diversificar la producción minera regional y ampliar la estructura de sus exportaciones en base a la especialización que se lograría tomando en cuenta las ventajas comparativas naturales.
- C. Estimular y fortalecer el proceso de integración vertical de las actividades minero-metalúrgicas-industriales, hasta llegar a manufacturas de uso final, de acuerdo a la especialización que se efectuaría en base a las ventajas comparativas adquiridas del conocimiento y los niveles tecnológicos.
- D. Apoyar el desarrollo e integración regional de la pequeña y mediana empresa minera y metalúrgica, mediante:
 - a) La promoción de un mayor intercambio del comercio intrarregional de materias primas mineras, de productos intermedios y manufacturas de base minera y de maquinarias, equipos e insumos industriales utilizados por el sector minero-metalúrgico de la región.
 - b) El establecimiento de nuevos mecanismos de financiamiento del desarrollo minero-metalúrgico.
 - c) La promoción del desarrollo de nuevas técnicas y procesos de producción minera-metalúrgica.
- E. Coadyuvar a la modernización y armonización de la legislación minera y de las políticas e incentivos legales que faciliten el desarrollo del sector.
- F. Contribuir a la disminución o eliminación de los efectos contaminantes del medio ambiente producidos por la actividad minero-metalúrgica.
- G. Continuar con la implementación del Sistema Regional de Informaciones Mineras (INFOMIN).

Para lograr una adecuada implementación de la nueva estrategia y la armonización de la adopción de políticas, mecanismos e instrumentos que faciliten el desarrollo regional del sector, se establece el Foro Latinoamericano para el Desarrollo de la Minería, como el relacionamiento institucional de las autoridades nacionales

de los países de la región, con las entidades empresariales y organismos regionales e internacionales. La Secretaría Técnica del Foro sería ejercida por el Grupo Ad-Hoc de Apoyo al Sector Minero-Metalúrgico y que actualmente está conformado por representantes de ALADI, CEPAL, JUNAC y OLAMI y que podría ampliarse con la representación de otros organismos regionales e internacionales.

Para iniciar el cumplimiento de los objetivos indicados y de la organización institucional, se propone el siguiente Programa de Acción para el período 1992-1994. (Cuadro 7).

Cuadro 7

GRUPO AD-HOC DE APOYO TECNICO (ALADI-CEPAL-JUNAC-OLAMI)

PROPUESTA PRELIMINAR ELABORADA POR LA SECRETARIA GENERAL DE LA ALADI PARA LA FORMULACION DE UN PROGRAMA REGIONAL DE DESARROLLO DEL SECTOR MINERO METALURGICO
DICIEMBRE DE 1991

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
A.1/D.1.1) ESTUDIOS SOBRE COMERCIO INTERNACIONAL Y REGIONAL		
Realizar un estudio del comercio regional y de las preferencias negociadas de los productos del sector para el período 1985-1991, con el propósito de promover acuerdos de liberación del comercio y la eliminación de las trabas que impiden o dificultan las operaciones de importación y exportación. Asimismo, analizar las importaciones de materias primas, semi-elaborados y elaborados de origen extrarregional comparativamente con la capacidad instalada en la región, su grado de utilización y las posibilidades de ampliación con el objeto de determinar las posibilidades de sustitución de importaciones con productos de origen regional.	Un consultor especialista en comercio internacional (ALADI) 3 meses/hombre Un consultor Ingeniero minero 2 meses/h. viajes viáticos	10 500 US\$ 7 000 US\$ 2 000 US\$ 2 500 US\$
Fomentar la integración vertical y horizontal del sector y la especialización del la región en función de las ventajas comparativas y niveles de competitividad existentes a efectos de ampliar sustancialmente las exportaciones.		Total actividad 22 000 US\$
B.1) ESTUDIO SOBRE EL POTENCIAL GEOLOGICO-MINERO		
El objetivo es realizar un estudio de gran visión que incorpore la carta geológica y metalogenética regional que sirva de marco para la elaboración de estudios detallados que permitan conocer la cuantía y distribución de las reservas, facilitando la evaluación permanente tanto de la magnitud de los yacimientos como de la viabilidad económica de su explotación.	Un equipo multidisciplinario integrado por: Un consultor en jefe Especialista en Geología 6 meses/hombre Cuatro especialistas en diferentes áreas afines al sector 6 meses/hombre viajes viáticos otros gastos	20 000 US\$ 72 000 US\$ 2 000 US\$ 3 320 US\$ 10 000 US\$
Es necesario contar con información homogénea que permita destinar eficiente y eficazmente los esfuerzos en materia de prospección y exploración para desarrollar los proyectos de pre-inversión en aquellas áreas determinadas como de interés y con potencialidades de desarrollo, con especial atención en las materias primas de alto valor agregado utilizadas en la producción de nuevos materiales compuestos que permitan incorporar nueva tecnología en el sector.		Total actividad 107 320 US\$
Para lo anterior será necesario formar un equipo geológico multinacional y multidisciplinario abocado a:		
- elaboración de criterios y metodologías comunes de clasificación de yacimientos.		
- concentración de la información existente para la preparación del inventario de las reservas y los recursos de la región, que será de permanente evaluación y actualización.		
- análisis de correlación múltiple para seleccionar objetivos y áreas geográficas en un programa prioritario de prospección y exploración minera.		
- la formación de equipos binacionales o subregionales que realicen el trabajo de campo por zonas.		

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
D.1.2) INVENTARIO DE FABRICANTES Y CATALOGO DE MAQUINARIA Y EQUIPO Realizar un inventario regional de fabricantes de maquinaria y equipos para la industria minero-metalúrgica y un catálogo detallado de las características de los bienes producidos, comparando con las importaciones realizadas por los industriales del sector de origen extrarregional a fin de detectar las áreas donde es posible la sustitución y aquellas en las cuales los fabricantes deberán mejorar el diseño y calidad de los ya producidos. Se elaborarán el directorio y el catálogo latinoamericano de fabricantes de maquinaria y equipo para la industria minero-metalúrgica y se presentará un informe sobre el estado del arte y recomendaciones para los fabricantes sobre las posibles mejoras y requerimientos de los demandantes de equipos.	Se espera realizar un estudio en el marco del proyecto regional PINUD/CEPAL/ALABIC, incorporando los esfuerzos realizados por JUNAC y LATINEQUIP. Especialista viajes viáticos 6 meses/hombre Publicación y difusión del directorio	24 000 US\$ 3 500 US\$ 5 000 US\$ 15 000 US\$ Total actividad 47 500 US\$
D.1.3) BOLSA REGIONAL DE METALES Y MINERALES Completar los estudios sobre las condiciones del mercado mundial, en particular respecto a las posibilidades de formar una Bolsa Regional de Metales y Metales que permita apoyar a los industriales productores, beneficiadores e intermediarios en la comercialización y defensa de los precios de los productos minero-metalúrgicos, influyendo en la cotización y facilitando a los consumidores una negociación directa con las empresas productoras, permitiendo a los productores obtener precios compatibles con los costos, además de obtener un padrón técnico de mejor nivel para sus producciones regionales. Toda la producción que se afilie a la Bolsa, recibirá certificación de calidad para su comercialización y se crearían existencias reguladoras de insumos en la región, formando existencias estratégicas que garantizarían el abastecimiento de la demanda. Se deberá realizar una investigación sobre el comportamiento de los precios, su evolución y las características que condicionan la comercialización de los productos mineros de la región y se elaborará un documento sobre la viabilidad para desarrollar una bolsa de metales y minerales, con la sustentación teórico-práctica respectiva. En la propuesta deberá tenerse en cuenta que la concepción implícita de la "Bolsa", no debe tener necesariamente como objetivo central una bolsa para determinar precios (alternativa a las Bolsas Internacionales), sino más bien analizar como alternativa la posibilidad de establecer un mecanismo o entidad que permita incrementar el comercio regional de minerales y metales. Asimismo, el estudio deberá considerar los esfuerzos que en esta materia viene realizando en el Brasil la Bolsa de Mercadorias e de Futuros de San Pablo y la Federação das Associações de Engenheiros de Minas do Brasil.	Un consultor experto en Bolsas de metales (Brasil) 2.5 meses/hombre viajes viáticos	10 000 US\$ 3 500 US\$ 3 320 US\$ Total actividad 16 820 US\$

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
D.1.4) CREACION DE UNA EMPRESA COMERCIALIZADORA Completar los estudios para el establecimiento de un mecanismo, organización o empresa comercializadora regional, para la comercialización de productos mineros y el fomento a la inversión. Se pretende analizar la posibilidad de propiciar la intervención concertada en los mercados mundiales, uniendo la capacidad de producción de minerales de América Latina. Se espera analizar la experiencia de los últimos años de empresas comercializadoras estatales como CODELCO, MINPECO, Corporación Venezolana de la Guayana Internacional y también de "trading companies", que no han podido modificar el sistema de precios ni las prácticas comerciales establecidas por las Bolsas de Metales Internacionales.	Un consultor especialista en comercialización de minerales y metales (*). 2 meses/hombre viajes viáticos (*) Se espera contar con el apoyo técnico de MINPECO-Perú.	8 000 US\$ 3 000 US\$ 2 500 US\$ Total actividad 13 500 US\$
D.2.1) FONDO DE FINANCIAMIENTO El objetivo es analizar la viabilidad y las posibles fuentes de recursos que permitan crear un inventario de Proyectos de Preinversión y un Fondo de Financiamiento para promover los estudios, proyectos y acciones necesarias para impulsar el sector en América Latina, incluyendo el financiamiento de los bienes de capital producidos en la región.	Un consultor especialista en proyectos de inversión y financiamiento. 1 mes/hm. viajes viáticos	4 000 US\$ 2 500 US\$ 2 000 US\$ Total actividad 8 500 US\$
D.3.1) PROGRAMAS GLOBALES EN DIFERENTES CAMPOS Establecer programas globales de capacitación y entrenamiento a nivel regional en los diferentes campos de la especialización minera-metalúrgica. Se pondrá especial énfasis en áreas tales como: comercialización internacional, formación de cuadros técnicos, negociación de contratos mineros, etc.	para organizar programas de alcance regional para las actividades a) y b). Los profesores y especialistas podrán ser suministrados por los países de la región mediante acciones de cooperación horizontal. Experto viajes viáticos 2 meses/hombre	8 000 US\$ 4 500 US\$ 3 320 US\$
D.3.2) CAPACITACION EN EL DISEÑO DE MAQUINARIA Y EQUIPO Establecer un mecanismo de intercambio tecnológico orientado al diseño de maquinaria y equipos que demanda el sector, mejorando el la calidad de los ya producidos y a la formación de diseñadores profesionales.	viajes y viáticos de los asistentes. viajes y viáticos de los profesores.	80 000 US\$ 30 000 US\$ Total actividad 125 820 US\$
D.3.3) SERVICIOS DE INGENIERIA (Diseño y mejora de maquina. y equipo) Realizar un inventario de las capacidades existentes en el campo de los servicios de ingeniería a nivel regional. Sistematizar y difundir dicha información a los países de la región; teniendo en cuenta a las empresas públicas y privadas, universidades e institutos de investigación especializados en el sector minero-metalúrgico. Se espera una activa participación de los Colegios y Sociedades de Ingenieros especializados en la materia.	OLAMI y sus unidades nacionales contratación de consultores locales. un consultor por país 1 mes/hombre para 17 países	25 500 US\$ Total actividad 25 500 US\$

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
E.1) MARCO JURIDICO -----	El objetivo fundamental en este aspecto es elaborar un análisis comparativo y el diagnóstico resultante sobre las legislaciones, políticas, incentivos e instrumentos vinculados con el sector minero-metalúrgico vigentes en los países de la región, con el propósito de formular recomendaciones a los gobiernos y organismos responsables, a fin de coadyuvar a la modernización de la legislación minera que permita definir y establecer un marco jurídico que promueva la integración regional de las actividades minero-metalúrgicas e industriales. Se pondrá especial énfasis en el análisis y experiencia de los países en cuanto al régimen de concesiones, estímulos a la inversión, régimen de garantías, etc.	4 500 US\$ 3 000 US\$ 2 500 US\$ 6 750 US\$ 2 000 US\$ 2 500 US\$ 9 000 US\$ 2 500 US\$ 2 500 US\$ Subtotal 35 250 US\$
F.1) ESTUDIOS SOBRE EL IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE -----	1a. Fase ----- Con el propósito de definir un tratamiento común para el sector en relación con la protección del medio ambiente, se deberá efectuar un diagnóstico sobre la situación actual del sector minero-metalúrgico en relación con el medio ambiente, en el que se evalúe el daño ambiental causado por las actividades del sector y proponer la adopción de políticas conjuntas que permitan minimizar el impacto causado a la vez que definir los estándares de contaminación, los mecanismos de control y las sanciones correctivas que correspondan, procurando que su costo de aplicación no impacte excesivamente en los costos de producción.	10 000 US\$ 2 500 US\$ 2 500 US\$
2a. Fase --- ----	Se espera identificar las principales áreas críticas, a partir de lo cual se establecerán los parámetros necesarios para realizar el monitoreo ambiental en dichas áreas. Se definirán los lineamientos para capacitar especialistas en aspectos geológicos y mineros que tengan relación con la preservación y gestión del medio ambiente (en coordinación con PNUMA Y UNESCO).	10 000 US\$ 2 500 US\$ 2 500 US\$
Elaborar las bases de un "Plan Regional de Manejo Ambiental". Definir posibles campos de cooperación técnica.	Consultor viajes viáticos (3 meses/hombre)	12 000 US\$ 2 500 US\$ 2 500 US\$ Subtotal 17 000 US\$
Subtotal 30 000 US\$		

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
G.1) SISTEMAS DE INFORMACION, INTERCAMBIO Y COMPLEMENTACION DEL CONOCIMIENTO CIENTIFICO Y TECNOLÓGICO. El objetivo es desarrollar un creciente flujo de información de apoyo al sector minero que apoye: - el establecimiento de una nueva estrategia de desarrollo del sector - la facilitación de la articulación entre el usuario y el productor de maquinaria y equipo. - un mayor conocimiento y utilización de la capacidad regional existente en el sector servicios para que sean un mejor apoyo a la producción y comercialización. - la difusión y el desarrollo de nuevas técnicas o procesos tecnológicos, así como las características de los mercados y las oportunidades comerciales.	A ser desarrollado por OLAMI con la cooperación de la CEE y la asistencia de la CEPAL.	
H.1) FORO LATINOAMERICANO DE MINERIA Organizar el Foro Minero con presencia de representantes del sector privado y responsables gubernamentales de política minera a nivel regional con el objeto de considerar el Plan de Acción elaborado por el Grupo Ad-hoc y los proyectos de cooperación técnica respectivos	-Consultores locales 2 meses/hombre -pasajes y viáticos de los asistentes. -materiales y comunicaciones	4 000 US\$ 50 000 US\$ 3 000 US\$ Total actividad 57 000 US\$
H.2) ENCUENTRO DE PRODUCTORES MINEROS CON FABRICANTES DE MAQUINARIA Y EQUIPO. El objetivo de los encuentros es permitir que los productores mineros manifiesten sus necesidades de equipo a ser fabricado regionalmente y que los fabricantes informen sobre su producción, características técnicas y los proyectos en desarrollo; así como conjuntar intereses en favor de la creación de mecanismos de financiamiento para la fabricación y la adquisición.	-Consultores locales 2 meses/hombre -pasajes y viáticos de los asistentes. -materiales y comunicaciones	4 000 US\$ 50 000 US\$ 3 000 US\$ Total actividad 57 000 US\$
H.3) ENCUENTRO ENTRE PRODUCTORES MINEROS Se espera reunir a los productores por producto o grupo de productos, a fin de diseñar y concretar los mecanismos que les permitan optimizar sus métodos y procedimientos, a la vez que desarrollar empresas conjuntas y proyectos de complementación económica y tecnológica.	-Consultores locales 2 meses/hombre -pasajes y viáticos de los asistentes. -materiales y comunicaciones	4 000 US\$ 50 000 US\$ 3 000 US\$ Total actividad 57 000 US\$

Conclusión Cuadro 7

GRUPO AD-HOC DE APOYO TECNICO (ALADI-CEPAL-JUNAC-OLAMI)

ACTIVIDADES	REQUERIMIENTOS TECNICOS	REQUERIMIENTOS FINANCIEROS
H.4) ENCUENTRO ENTRE FABRICANTES DE MAQUINARIA Y EQUIPOS PARA LA INDUSTRIA MINERO-METALURGICA. Se realizará con el objetivo de vincular a los productores de bienes de capital a efectos de que desarrollen emprendimientos complementarios, así como para determinar las características de la oferta y la demanda regional.	-Consultores locales 2 meses/hombre -pasajes y viáticos de los asistentes. -materiales y comunicaciones	4 000 US\$ 50 000 US\$ 3 000 US\$ Total actividad 57 000 US\$
H.5/C.1) ACUERDOS DE TRANSFORMACION O CONVERSION ENTRE EMPRESAS A NIVEL REGIONAL Y EXTRARREGIONAL. Se espera promover una mayor interrelación a nivel de las empresas del sector minero-metalúrgico, tanto en el ámbito regional como en el extrarregional. Elaborándose perfiles o bases de negociación a nivel de productos o grupos de productos.	Se formará un equipo multidisciplinario integrado por: Un economista minero. Un experto financiero. Un experto en asuntos jurídicos mineros 4 meses/hombre cada uno Viajes viáticos	56 000 US\$ 6 000 US\$ 4 150 US\$ Total actividad 66 150 US\$
H.6) REUNION Organizar Reunión de Expertos para aprobar el Plan Regional de Manejo Ambiental en el Sector Minero-Metalúrgico.	Pasajes y viáticos un representante por país. Gastos de organización, publicación y otros.	25 000 US\$ 2 500 US\$ Subtotal 27 500 US\$
H.7) REUNION Organizar una reunión de expertos para analizar la legislación vigente y delinear posibilidades de armonización a nivel regional, promoviendo el establecimiento de acuerdos institucionales e interempresariales tendientes a la modernización del sector.	Pasajes y viáticos un representante por país. Gastos de organización, publicación y otros.	25 000 US\$ 2 500 US\$ Subtotal 27 500 US\$ Total actividad 62 750 US\$ GRAN TOTAL 798 360 US\$

II. LA COORDINACION DE LAS ACTIVIDADES DE INVESTIGACION TECNOLÓGICA

El reconocimiento de que las ventajas competitivas dependen cada vez más de las innovaciones tecnológicas, están determinando la protección tecnológica, como una política subyacente del proteccionismo que ejercen los países industrializados en el comercio internacional.

Estos aspectos están gravitando para que los países de América Latina y el Caribe dejen de actuar aisladamente en materia de asimilación e investigación tecnológica. Por el contrario, si hay un aspecto positivo que se puede obtener de la crisis de los años ochenta es el reconocimiento político, técnico y empresarial de que la región debe actuar en forma coordinada o conjunta en materia de campos vitales como el financiamiento, la comercialización, la complementación e integración de las estructuras económicas y especialmente con respecto a la transferencia y la investigación tecnológicas.

Si la adquisición de capacidades tecnológicas permite facilitar la transformación productiva, incrementar la competitividad auténtica y mejorar los niveles de equidad, es necesario adoptar nuevos estilos de cooperación regional, para lo cual sería necesario analizar la organización y funcionamiento de las actuales instituciones de ciencia y tecnología, a fin de determinar cuál sería la forma o las formas de estos nuevos estilos de cooperación. Estas pueden transitar por la creación de nuevas instituciones de carácter regional en cada una de las actividades básicas que conforman el complejo tecnológico o la organización de sistemas regionales constituidos por las instituciones existentes y cuya acción sería coordinada por una de ellas. A su vez, en reuniones de las instituciones coordinadoras se trataría de lograr la compatibilización de las diferentes actividades.

Los siguientes objetivos principales podrían permitir definir una estrategia tecnológica de apoyo al futuro desarrollo del sector minero-metalúrgico de la región.

a) Evaluar el impacto de las innovaciones tecnológicas sobre las variables económicas y sociales, especialmente en aquellos casos en que se pueda disponer de varias opciones tecnológicas para la explotación de los recursos mineros, de manera de identificar

las diferencias de sus efectos sobre el empleo, el ingreso, las inversiones, los costos y los precios, el financiamiento, la generación de divisas y la correspondencia técnica entre las estructuras de producción y de demanda.

b) Fomentar las actividades de transferencia e investigación tecnológica, coordinando, consolidando y desarrollando las actividades de los organismos existentes o por formarse.

c) Articular las diferentes actividades que conforman el complejo tecnológico, de manera que su manejo combinado permita lograr los cambios tecnológicos requeridos y permitan mejorar la calidad de la funcionalidad del enlace entre las instancias responsables de la formulación de la política, del diseño, investigación y aplicación de la tecnología.

d) Desarrollar métodos, instrumentos, programas y proyectos de gestión tecnológica adecuados a cada grupo de empresas minero-metalúrgicas, pero que al mismo tiempo en una visión integradora y sistemática logren una mayor coherencia entre sí.

e) Favorecer la generación y transferencia de aquellas tecnologías que tengan mayores efectos intrasectoriales que permitan acelerar la integración vertical, expandir el mercado regional y la competitividad en el mercado internacional.

f) Promover el cierre de la brecha entre los requerimientos de recursos humanos de las actividades científico-tecnológicas, con la disponibilidad de los mismos.

En las diferentes reuniones regionales del sector minero-metalúrgico, se ha considerado que del conjunto de aspectos que constituyen el complejo tecnológico, las siguientes tendrían la mayor prioridad:

- La investigación de la geología minera.
- La investigación de nuevos procedimientos de producción minero-metalúrgica.
- La transferencia tecnológica en forma de conocimiento tecnológico y de la tecnología incorporada a los procesos, maquinarias y equipos de producción.
- Formulación de programas regionales de capacitación y entrenamiento técnico.
- La producción de máquinas-herramientas (MH) y de maquinarias, equipos e insumos industriales, utilizados por el sector minero-metalúrgico (MEI).
- La conservación e incremento del patrimonio ecológico.
- La investigación en la producción de los nuevos materiales compuestos.

1. Investigación geológica-minera

En la actualidad todo trabajo de exploración minera debe basarse en un estudio geológico de campo, detallado y de calidad, tanto al inicio como durante las comprobaciones de las anomalías, según información que proporcionan las tecnologías modernas a fin de incrementar al máximo las probabilidades de localizar nuevos yacimientos.

A nivel regional la acción conjunta podría constar de los siguientes propósitos principales.

a) Efectuar un inventario inicial de los recursos minerales en base a la información acumulada de los trabajos ya realizados de prospección y exploración geológica.

b) Elaborar a nivel regional el mapa metalogénico, de rocas y minerales industriales a gran escala (1:200.000 a 1:50.000).

c) Formular programas de exploración sistemática (geoquímicas), de acuerdo a ciertos criterios de prioridad basados en los requerimientos de minerales con niveles críticos de explotación (reservas menores a 10 años de explotación); en los de sustitución de importaciones o con mayores posibilidades de expansión de las exportaciones.

d) Identificación de yacimientos de alta ley e incremento de las reservas conocidas o probadas.

Dada la alta competitividad del mercado internacional, las empresas que permanecen y amplían su participación son aquellas que tienen yacimientos de gran reserva de minerales de alta ley, capaces de mantener sus ritmos de producción, a pesar de las fluctuaciones de los precios de los metales o minerales no metálicos. Por lo tanto, y a pesar de que las reservas probadas permitan garantizar más de diez años de explotación, toda empresa minera tiene que esforzarse para identificar yacimientos de mayor calidad, utilizando los nuevos medios tecnológicos que se encuentren a su alcance.

Uno de los mayores impactos de la tecnología moderna en los trabajos de la geología minera es la utilización de ordenadores capaces de reunir y procesar los datos geológicos que son volcados en los correspondientes gráficos. Se dispone de variados paquetes de programas que cubren un amplio espectro, desde el almacenamiento de datos, hasta la formulación de modelos y planificación minera. El problema ya no consiste en encontrar el software necesario, sino conocer las disponibilidades que se encuentran en el mercado para adquirir el que pueda ser de mayor utilidad. También se cuenta con ordenadores y periféricos portátiles y robustos, para ser utilizados en yacimientos de mucha altura o de otros ambientes difíciles.

Un modelo de un conjunto de yacimientos o de un depósito minero, es un patrón conceptual y experimental que incorpora tanto la información sobre las características descriptivas de la geología, como una explicación de las mismas en función de la teoría de los procesos geológicos. Un buen modelo se basa, por lo tanto, en el mayor conocimiento posible de las características del conjunto de yacimientos analizados, interpretados a la luz de la teoría geológica y que tienen que ser comprobados en la medida en que se disponga de nuevos datos teóricos o como resultado de los trabajos de campo. Su aplicación permite la selección y priorización de las áreas de exploración. De estos criterios de selección dependerá también la elección de las técnicas geofísicas y geoquímicas para los trabajos de prospección y exploración minera.

Con pocas excepciones, los principios esenciales en los que se basan las actuales técnicas geofísicas son conocidos desde mediados de siglo. Sin embargo, las innovaciones tecnológicas que incluyen la utilización de nuevos instrumentos como los sensores remotos, los micro-procesadores y micro-computadores que pueden controlar simultáneamente hasta seis sensores (dos campos magnéticos, una fuente EM, dos campos VLF magnéticos y uno eléctrico) mejoran notablemente tanto la obtención de los datos como su interpretación. La aplicación de estas nuevas técnicas de prospección, tanto para la localización de los yacimientos, como para ayudar a la interpretación de los mapas geológicos, es hoy en día también más efectiva por las posibilidades de combinar su información con la geoquímica, la de los modelos y la de los sondeos mineros, disminuyendo el tamaño de los objetivos y la orientación de los yacimientos, con lo cual se minimiza el riesgo y el costo de los programas de exploración in-situ. La adecuada combinación de métodos puede, por ejemplo, permitir localizar fallas y pliegues imposibles de detectar por medios normales. De esa manera, es posible determinar la presencia de sulfuros profundos o masivos, alteraciones potásicas, yacimientos de sheelita o hidrozincita, de oro, estaño, molibdeno o la presencia de ciertos elementos en yacimientos poli-metálicos. Se han adoptado también nuevos dispositivos para posicionar aviones o helicópteros en vuelo y adoptar el método sísmico, utilizado en la exploración petrolera a escalas mineras.

La exploración geoquímica permite el análisis químico de una gran variedad de materiales, como rocas, suelos, sedimentos, plantas e inclusiones fluidas como gases, fluidos mineralizantes e hidrotermales. El estudio de la asociación de elementos, mediante la técnica geoquímica multielemental puede proporcionar, por ejemplo, indicadores más significativos de mineralizaciones, que las que se pueden conseguir con los estudios tradicionales de un solo elemento. Efectivamente, a los métodos analíticos ya existentes, como el análisis de fluorescencia de rayos X, de activación neutrónica nuclear y espectrometría, se puede ahora añadir las mejoras introducidas por el ICPMS que ofrece una mayor

precisión de todos los elementos, incluyendo aquéllos con límites bajísimos de detección. A su vez, el ordenador puede añadir imágenes coloreadas que introducen simbolismos interpretables en forma intuitiva.

El sondeo es la herramienta fundamental de la exploración minera ya que permite la comprobación física o material de la existencia del yacimiento, que durante la modelización y la aplicación de las técnicas geofísicas y geoquímicas no ha dejado de constituir sino un objetivo hipotético. Las anteriores técnicas para conseguir los testigos, mediante la perforación de calicatas, zanjas, pocillos, etc. son de poca utilidad en estos días. Los nuevos equipos de sondeo cubren un amplio espectro de tamaños y capacidades, desde unidades para sondeos cortos a las máquinas para 3.000 mts. Existen equipos pesados y livianos de sondeo que incluso pueden ser transportados en helicóptero o por el interior de las galerías. Las principales mejoras técnicas se refieren a los siguientes aspectos: la perforación con aire comprimido; los sistemas mecanizados y automatizados para el manejo de varillas; la reposición automática de los diamantes usados; la mejora de martillos de fondo, con circulación inversa que permiten una recuperación casi total sin contaminantes; las mejoras en la medición de las desviaciones con sistemas de perforación de sondeos desviados y dirigidos; la utilización de motores de fondo para la obtención de testigos de mayor diámetro pueden ser también complementados con la obtención de testigos múltiples de menor diámetro. Todos ellos mejoran enormemente la información estructural. Considerando que los sondeos representan entre el 70 y 80% de los costos de exploración, las nuevas técnicas permiten no sólo un trabajo de mayor calidad, sino también de menor costo.

El desarrollo de los computadores personales (PC) de gran capacidad, no sólo permite un trabajo individualizado de alta productividad, sino también la utilización de diferentes métodos de trabajo, entre ellos se pueden mencionar los Sistemas de Información Geográfica (GIS) que facilitan el tratamiento de los bancos de datos con un componente geográfico, normalmente en forma de un mapa. Mediante estos sistemas se pueden, por ejemplo, relacionar los datos de la geología minera con los de producción, a un mapa que muestre la localización del yacimiento, su proximidad a medios de transporte y a sus principales mercados, indicando mediante símbolos las coordenadas geográficas, límites de terreno, ríos, carreteras, etc. A su vez, el sistema permite un fácil cambio de escalas. El Sistema Raster trabaja sobre pixels, mediante una tecnología de scanner, asignando a cada una de ellas determinadas características u observaciones, requiere de mucha memoria de almacenamiento, de manera que es necesario adoptar el tamaño del pixel a las características básicas, de modo que pueda aumentarse en la medida que éstas sean más homogéneas. Se dispone también de softwares que permiten superponer mapas y datos obtenidos con los dos sistemas. Se puede también crear modelos tridimensionales del terreno a partir de pares de imágenes de satélite o de medidas de

altura del terreno. Si se le añade la litología de los terrenos mediante claves de color, se puede disponer de mapas geológicos en relieve.

2. Investigación minero-metalúrgica

Se podría conceptualizar la investigación tecnológica en el sector minero-metalúrgico, como la capacidad endógena para información, abrir jucios, adoptar medidas para adquirir, generar, expandir y difundir métodos, procedimientos y sistemas que permitan mantener un adecuado proceso de desarrollo de dicho sector. Sus propósitos básicos son: disminuir la brecha tecnológica con respecto a las empresas o países con tecnología de avanzada e incrementar el grado de autonomía en la generación de nuevas tecnologías.

En el contexto del sector minero-metalúrgico de la región, los principales campos de acción serían:

a) Evaluar las posibilidades y opciones de transferencia tecnológica originada en el exterior, con el fin de aprovechar las ventajas de las tecnologías de punta.

b) Eliminar o minimizar los obstáculos que están frenando la generación autónoma de tecnologías.

c) Fomentar la participación de los principales actores del proceso: empresas, institutos de investigación, organismos financieros y gubernamentales, en la formulación y aplicación de los programas de investigación tecnológica.

El cumplimiento de estas acciones implican establecer un sistema regional que permita acordar estrategias y políticas de innovaciones, canalice los recursos financieros necesarios y sea capaz de coordinar las actividades de procesamiento, adaptación y creación de las nuevas tecnologías.

El elemento dinámico de este sistema tendría que ser la empresa regional, la que deberá reaccionar rápidamente a los cambios técnicos, ser creativa en la aplicación de dichas tecnologías y cooperar en su diseño y formulación. En este sentido, el mayor incentivo del empresario es el actual nivel competitivo del mercado internacional de los productos mineros.

Sin embargo, si bien la situación anterior es necesaria, no es suficiente, ya que el fin primordial de este sistema regional, sería el de crear y expandir una capacidad tecnológica conjunta, cuyos elementos básicos podrían ser:

a) La coordinación de los trabajos de los institutos de investigación tecnológica existentes, organizados en una red de cooperación horizontal.

b) La creación a nivel regional de institutos tecnológicos altamente especializados.

c) La creación de centros o parques industriales de alta tecnología, entre ellos centros mecatrónicos para la producción de máquinas-herramientas y de máquinas, equipos e insumos industriales, utilizados por el sector minero-metalúrgico.

d) La formulación de programas regionales de capacitación y entrenamiento.

e) La integración vertical del sector minero-metalúrgico-industrial.

f) La concentración de masa crítica del conocimiento tecnológico en un servicio regional de consultoría.

En gran medida, la capacidad tecnológica de la región está concentrada en los Institutos de Investigación y en las Universidades que desarrollan sus actividades con serias limitaciones de recursos financieros. Este aspecto determina la disminución de la importancia relativa de la investigación básica, necesaria para avanzar en el conocimiento científico y la formación profesional y por investigaciones de carácter redituable.

En forma similar, los mayores esfuerzos de investigación a nivel empresarial radican en la aplicación no rutinaria del conocimiento tecnológico, es decir, en actividades de optimización operacional con el propósito de reducir costos y aumentar la productividad de equipos y procesos. En cambio, se ha reducido la importancia relativa de la investigación aplicada y la investigación básica.

Un inventario permanente de los trabajos realizados permitiría un intercambio constructivo y la coordinación de los mismos a fin de evitar la duplicidad y dispersión de los recursos. Con este propósito se realizó una encuesta entre un centenar de empresas mineras de la región, con los siguientes resultados:

A.	<u>Fuentes de Financiamiento</u>	<u>100%</u>
	a) Aporte gubernamental	32%
	b) Donaciones externas	26%
	c) Ingresos propios por venta de servicios	23%
	d) Aportes de las empresas de producción	19%
B.	<u>Origen de los Trabajos de Investigación</u>	<u>100%</u>
	a) A solicitud de las empresas de producción	31%
	b) Por disposiciones gubernamentales	25%
	c) Programas de trabajo de los propios institutos de investigación	25%
	d) Iniciativa de los investigadores	19%
C.	<u>Personal Técnico de Investigación</u>	<u>100%</u>
	a) Nacional	50%
	b) De terceros países	38%
	c) Otros países de la región	12%
D.	<u>Trabajos de Investigación</u>	<u>100%</u>
	a) Geología minera	19%
	i) Localización de yacimientos y estimación de reservas	(5)
	ii) Prospección y exploración	(7)
	iii) Definición de distritos y provincias metalogénicas	(3)
	iv) Aerofotogrametría e imágenes de sensores remotos	(2)
	v) Caracterización de yacimientos	(1)
	vi) Monitoreo	(1)
	b) Extracción de minerales	14%
	i) Transferencia y adaptación tecnológica	(6)
	ii) Desarrollo pequeña y mediana industria	(4)
	iii) Transporte del mineral	(3)
	iv) Conservación del medio ambiente	(1)
	c) Concentración de minerales	34%
	i) Gravimetría, flotación, magnética y física	(16)
	ii) Hidrometalurgia y biotecnología	(8)
	iii) Pirometalurgia	(4)
	iv) Por solventes	(2)
	v) Triboeléctrica y otros	(4)

d) Otros procesos metalúrgicos y siderúrgicos	15%
i) Recuperación de subproductos	(4)
ii) Fuentes energéticas	(4)
iii) Procesos de lecho fluido	(3)
iv) Reducción directa y arco eléctrico	(4)
e) Procesos industriales y administrativos	18%
i) Investigación de mercados, comercialización y nuevos usos de metales	(6)
ii) Normas y especificaciones de contratos de inversión y transferencia tecnológica	(3)
iii) Diseño de maquinarias y modelos, definición de iso-tecnologías	(2)
iv) Procesos y normas administrativas	(1)
v) Softwares	(1)
vi) Nuevos materiales	(3)
vii) Integración vertical	(1)
viii) Política minera	(1)

Como conclusión general de los resultados de la encuesta indicada, se podría precisar que la infraestructura de investigación tecnológica en el sector minero-metalúrgico no es inadecuada, pero que es necesario contar con una unidad regional que coordine los trabajos de los diferentes institutos nacionales de investigación tecnológica, de acuerdo a objetivos de carácter regional o para evitar la duplicidad de esfuerzos y recursos. Este Centro Regional de Coordinación e Intercambio de la Investigación Tecnológica, que podría ser de nueva creación o por transformación de alguna de las unidades nacionales existentes podría tener las siguientes funciones básicas:

a) Identificar y seleccionar, de acuerdo a los requerimientos de los países y de las empresas, los trabajos de investigación tecnológica que podrían ser realizados en los diferentes institutos de la región, elaborando en lo posible un programa regional integrado de investigación tecnológica.

b) Difundir los resultados de estos trabajos de investigación y de las tecnologías disponibles en el mercado internacional.

c) Efectuar la evaluación de las tecnologías externas de acuerdo a la viabilidad técnico-económica de las empresas mineras de la región.

d) Asesorar y prestar servicios de consultoría a las empresas mineras de la región en la transferencia y aplicación de la tecnología externa.

e) Realizar trabajos conjuntos de investigación tecnológica con los institutos nacionales de investigación.

f) Coordinar y participar en la formulación de modelos y diseños de las Maquinarias-Herramientas (M-H) y de las Máquinas, Equipos e Insumos Mineros (MEI) utilizados por el sector minero-metalúrgico.

g) Coordinar y participar en la formulación de los programas regionales, de capacitación y entrenamiento.

h) Formular el Programa de Investigación Básica, estableciendo sus fuentes de financiamiento y la asignación de los trabajos entre institutos nacionales de investigación tecnológica.

Es posible que, como parte de un programa regional de investigación tecnológica, se tengan que incluir los trabajos en proceso que se están presentando a nivel internacional, en función de sus resultados y tendencias, entre ellos por ejemplo, los siguientes:

a) Perforación

1. Reemplazo de los insertos de carburo de tungsteno por diamantes industriales.
2. La difusión de la tecnología de "Top-Hammer", en lugar de la de "Down-the hole".
3. Reemplazo de motores eléctricos por hidráulicos.
4. La utilización de máquinas perforadoras de dos plumas.
5. La utilización de inyección de agua a altísima presión.
6. El desarrollo de los equipos tipo raise-borer en labores horizontales.

b) Tronadura

1. Disparos en agujeros abiertos.
2. Voladuras con cubierta de aire comprimido.
3. Sistemas de precuarteo de aire comprimido, seguida de la voladura principal.

c) Extracción

1. Operaciones a control remoto de equipos modernos.
 - i) Control tipográfico de deslizamientos vía monitoreo continuo.
 - ii) Equipos de transporte teledirigidos.
2. Desarrollo del uso de robots en funciones repetitivas o de alto riesgo.
 - i) Equipos combinados de perforación y trituración.

d) Concentración y procesamiento

1. Molienda
 - i) Molienda de compresión intensa y lenta.
 - ii) Fractura centrífuga.
 - iii) Desarrollo de procesos integrados de molienda-concentración.
 - iv) Desarrollo de hidrociclones, molinos verticales y otros equipos de molienda.
2. Flotación
 - i) Flotación columnar en todas sus versiones.
 - ii) Desarrollo del reactor hidrodinámico de flujo controlado y otros equipos de flotación.
3. Reducción de costos. De acuerdo a cada proceso, el costo de la molienda y la flotación representan alrededor del 70%. A su vez, el de la energía representa el 50% de estos costos, o sea, más de un tercio del costo total de la concentración. El desarrollo de un modelo de simulación del proceso de energía, junto con los ajustes verificados en cada turno o etapa de la concentración y el procesamiento podrían permitir la correspondiente reducción de los costos.
4. Otras áreas de investigación
 - i) Desarrollo de sensores, de sistemas de inteligencia artificial y robótica.
 - ii) Desarrollo de sistemas de separación selectiva y de recuperación integral de las especies valiosas.
 - iii) Desarrollo de métodos de beneficio económico de menas de baja ley y de los procesos de enriquecimiento y purificación de concentrados.

e) Beneficio de concentrados1. Pirometalurgia

- i) Procesos de fusión. El desarrollo de estos procesos tiene como propósitos: mejor control de la contaminación ambiental por concentración y tratamiento de los gases; aumentar la velocidad del proceso, mediante mejores tratamientos químicos y de automatización y la disminución de los costos. Las principales modalidades de este proceso en desarrollo son:
- Fusión en suspensión (proceso flash), en que la mayor parte de las reacciones de conversión y fusión ocurren mientras las partículas de concentrado se encuentran en un flujo de gas oxidante (procesos Outokumpu, Inco, Kivcet, Lurgi y KHD).
 - Horno combinado de Fundición Flash-Reverbero y Convertidor Reverbero.
 - Horno de Fundición y Convertidor Flash.
 - Horno combinado Flash-Reverbero y Convertidor Flash.
 - Fusión en baño en la que el concentrado es introducido en un baño de eje y escoria. El eje se somete a una oxidación de aire enriquecido a través de toberas o lanzas.
 - Proceso Noranda (Canadá).
 - Convertidor El Teniente (Chile).
 - Proceso Mitsubishi (Japón).
 - Procesos Isasmelt, Vanyukov, Worena (Rusia).
 - Fusión combinada de suspensión y baño. Sistema con convertidor con lanza (TBRC).
- ii) Sistema de Fundición Siderúrgica de Falconbridge, en el que las plantas de peletización y de sinterización fueron reemplazadas por hornos de calcinación alimentados por lecho fluido y los altos hornos por hornos de arco eléctrico.

2. Hidrometalurgia

- a) Si bien son sistemas conocidos hace muchos años, se han desarrollado nuevos métodos como la lixiviación a presión, la extracción por solventes, el intercambio iónico, la electrodeposición, la lixiviación bacteriana, etc. Si bien son métodos aplicables al tratamiento de óxidos, en combinación con procedimientos de volatilización y lixiviación bacteriana, también se pueden tratar ciertos sulfuros. De esta manera se pueden obtener metales como el aluminio, cobalto, cobre, níquel, oro, plata, uranio y zinc. Estos métodos tienen las siguientes ventajas sobre los pirometalúrgicos: tienen carácter modular adaptables a diferentes escalas de procesamiento, no contaminan el medio ambiente al trabajar en circuitos cerrados, permiten trabajar minerales de baja ley y minerales complejos, facilitan la separación de elementos similares. Los nuevos trabajos de investigación podrían estar dirigidos a lograr el cumplimiento de, por ejemplo, los siguientes propósitos:
- i) Lixiviación de sulfuros complejos y de relaves.
 - ii) Eliminación segura de desechos contaminantes.
 - iii) Recuperación integral de subproductos.
 - iv) Disminución del tiempo de los procesos y mayores índices de recuperación, eliminando las impurezas.
 - v) Desarrollo de sensores específicos, formulación de modelos y del control automático de los procesos.
 - vi) Ahorro y mejoramiento de los reactivos.
- b) Extracción por solventes. El desarrollo de la extracción por solventes mejora la rentabilidad de los procesos hidrometalúrgicos al permitir que soluciones diluidas o con impurezas se transformen en electrolitos puros y concentrados, de manera que en la electrodeposición produzcan cátodos de alta calidad. De esta manera, por ejemplo, un proceso conformado por lixiviación a pilas o Thin Layer (TL), con extracción por solvente (SX) y electrodeposición (EW) podría hacer estable un tratamiento de minerales pobres.

f) Minerales no-metálicos

Especialmente a nivel empresarial, se han efectuado una diversidad de trabajos de investigación tecnológica, entre ellos, los de evaporación solar para la obtención de sales de litio y de potasio, obtención del ácido bórico refinado a partir del mineral de ulexita; la lixiviación a pilas para la recuperación del yodo a partir de ripios salitrales; la extracción de salitre sódico y potásico, sulfato de sodio y yodo como derivados de los nitratos. Es posible que los

futuros programas de investigación regional incluyan algunos de los siguientes trabajos:

- i) Procesamiento de la andalucita.
- ii) Producción de sulfato de aluminio.
- iii) Procesamiento de micas para plásticos de alta resistencia.
- iv) Producción de caolines de alto grado de recubrimiento y utilización farmacéutica.
- v) Producción de sales de bario y de basalto fundido para equipos de laboratorio.
- vi) Producción de fosfatos simples y compuestos y de guano peletizado.
- vii) Separación magnética de alta densidad y de laminación.
- viii) Centrifugación continua de alta intensidad y separación óptica.
- ix) Flotación selectiva, lixiviación oxidante y reductora.

Todos estos procesos tendrían como objetivos principales de incrementar sustancialmente las propiedades de estos recursos mineros, disminuyendo sus costos de producción.

3. Transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica implica aspectos financieros, básicamente representados por los requerimientos de su adquisición, aspectos económicos determinados por el costo de su adaptación y que dependerán tanto de la situación de la empresa, como de las economías externas o facilidades del país; y de aspectos legales derivados de las cláusulas de los contratos de transferencia.

Las formas en que se presentan las disponibilidades de transferencia tecnológica son las siguientes:

- a) La inversión extranjera directa que, como se indicó anteriormente, representa cerca de un 50% de los adelantos tecnológicos de la década anterior.
- b) Patentes y licencias de procedimientos de producción.
- c) Los bienes de capital y en algunos casos los insumos industriales esenciales.
- d) Consultoría de especialistas, especialmente en las fases de preparación de los estudios de factibilidad.
- e) La información técnica.
- f) El entrenamiento y capacitación del personal técnico en el exterior.
- g) Servicios de maquila y comercialización.

A su vez las fuentes de financiamiento se refieren especialmente a las siguientes formas:

- a) Aportes empresariales nacionales o externos.
- b) Aportes intra-firma.
- c) Créditos financieros.
- d) Créditos de proveedores.
- e) Adelantos comerciales por ventas a plazo o contratos de venta a futuro.
- f) Donaciones y subsidios, representados estos últimos por gastos del país en enseñanza y capacitación, facilidades y medios de transporte, infraestructura de energía, recursos hídricos y de otros aspectos de la infraestructura social.

Este último aspecto estaría expresando que el proceso de transferencia tecnológica está conformado por un importante componente endógeno, cuya magnitud determinará el mayor o menor incentivo para adquirir y adoptar las innovaciones tecnológicas.

De la encuesta mencionada se establece que el 59% de los contratos de transferencia tecnológica se refirió a la adquisición de maquinaria, licencias y procedimientos de producción; el 30% para la transferencia del conocimiento tecnológico mediante servicios de asistencia técnica, capacitación y entrenamiento y 11% por contratos de maquila y comercialización. A su vez, las fuentes de financiamiento para el primer caso estuvieron conformadas en un 13% por créditos financieros, 23% por créditos de proveedores y el 23% restante por recursos de inversión directa.

En décadas pasadas el mayor obstáculo a la transferencia tecnológica estaba constituido por las cláusulas restrictivas de los contratos de dichas transferencias. Acciones y normas internacionales y disposiciones nacionales han determinado una notable reducción de las mismas. Es así como en los contratos logrados por la región en los últimos años se estableció que solamente el 8% de sus cláusulas contenían aspectos restrictivos que se refirieron a los siguientes puntos:

- a) Prohibición de transferir a terceros la tecnología adquirida.
- b) Limitaciones a las actividades de investigación tecnológica destinadas a adoptar la tecnología adquirida a la situación específica de la empresa.

- c) Obligación de transferir a la empresa proveedora, las mejoras o adelantos técnicos logrados en base a la tecnología adquirida.
- d) Determinación de cuotas de pago de la tecnología adquirida en función de los niveles de venta.
- e) Obligación de la empresa receptora de pagar los impuestos emergentes de la adquisición tecnológica.
- f) Obligación de la empresa receptora de otorgar a la empresa proveedora las ventajas que se podría otorgar a futuros proveedores.

4. Capacitación y entrenamiento técnico

Como se observó anteriormente, la transferencia e investigación técnica exige un importante proceso de capacitación y entrenamiento a diferentes niveles. Con el propósito de determinar el énfasis que se otorga en el sistema formal a nivel universitario a las nuevas asignaturas que tienen relación con la transferencia y administración de nuevas tecnologías, se incluyó en la encuesta referida el correspondiente formulario, cuyos resultado es el siguiente:

a) Ingeniería de sistemas computacionales	19%
b) Geoestadística y geomatemáticas	14%
c) Utilización de sensores remotos: análisis de resultados	9%
d) Investigación de mercados	9%
e) Conservación del medio ambiente	9%
f) Administración y gestión empresarial	9%
g) Investigación de procesos de producción	6%
h) Automatización procesos de producción	5%
i) Diseño de modelos, maquinaria y equipos	5%
j) Planificación minera	5%
k) Sistemas administrativos	5%
l) Evaluación de la eficiencia empresarial	5%

Es indudable que la oferta deberá estructurarse de acuerdo a los requerimientos presentes y proyectados, para lo cual sería necesario iniciar el proceso con un diagnóstico completo sobre estos aspectos. Sin embargo, también parece muy conveniente definir los diferentes niveles de formación, capacitación y entrenamiento técnico relacionados tanto con la investigación como con el proceso de transferencia tecnológica. A estos efectos, se propone la siguiente organización a nivel regional.

- a) Formación profesional a nivel de Universidades financiada o subsidiada por el gobierno.

- b) Capacitación en investigación básica, con financiamiento mixto gobierno-empresas-donaciones a nivel de universidades y centros de investigación.
- c) Capacitación y entrenamiento en investigación aplicada a nivel de centros de investigación con financiamiento empresarial.
- d) Entrenamiento y especialización a nivel de universidades, centros de investigación y empresas, con financiamiento mixto de estos organismos participantes.
- e) Entrenamiento y especialización en el contexto de la cooperación horizontal, con financiamiento de los organismos participantes.
- f) Entrenamiento y especialización en organismos externos, con financiamiento de los organismos interesados.

A nivel de cooperación horizontal, se han identificado las siguientes áreas de entrenamiento y especialización:

- a) Estudios económicos y técnicos como base para la toma de decisiones en materia de inversiones, expansión de la capacidad productiva, integración vertical y diversificación de la producción.
- b) Investigación de geología-minera, prospección y exploración, incluyendo la evaluación de requerimientos de la infraestructura requerida por la localización de los yacimientos.
- c) Planificación de las operaciones mineras a cielo abierto y subterráneo, desarrollo de la mina, nuevos métodos de tronaduras, perforación, molienda y concentración.
- d) Participación en plantas-piloto para determinar nuevos métodos de procesamiento, fundición y refinación, diseño, instalación, mejoramiento y administración de plantas de procesamiento minero.
- e) Estudios y mejoramiento en la participación en los mercados; utilización y costos de la energía; transporte e infraestructura de depósitos y desmontes.
- f) Transferencia de tecnología no contaminante.
- g) Mejoramiento de sistemas administrativos.

Considerando la estrecha relación que tienen las diferentes actividades del proceso de producción minera, se propone que en las diferentes especializaciones (ingeniería geológica, minera,

metalúrgica, etc.) de la formación profesional a nivel universitario, se entregue un conocimiento primario de carácter integral, con asignaturas relativas a las siguientes áreas:

- a) Economía y planificación del desarrollo de la empresa minera.
- b) Nuevos métodos de prospección y exploración.
- c) Nuevos métodos de desarrollo y explotación de los yacimientos.
- d) Nuevos métodos de beneficio y metalurgia extractiva.
- e) Nuevos métodos de metalurgia de transformación e integración vertical.

5. Maquinarias, equipos e insumos

Como se expresó anteriormente, tanto la transformación productiva, como el mejoramiento de los niveles de equidad dependen en gran medida de los incrementos de la productividad por trabajador, la que a su vez está en función de las innovaciones tecnológicas, las que en el caso del sector minero-metalúrgico están conformadas por la investigación, la transferencia y el conocimiento tecnológico, los procedimientos productivos y los niveles incorporados en las maquinarias, equipos e insumos industriales (MEI) utilizados por este sector. Estos niveles a su vez están determinados por las tecnologías incorporadas a las Máquinas-Herramientas (MH) destinadas a producir las MEI.

En la producción de las M-H, el aspecto fundamental radica en la incorporación de los diferentes avances tecnológicos, basados en la electrónica y microelectrónica y que principalmente se relacionan con:

- a) Los componentes microelectrónicos y sistemas de instrumentación.
- b) Las Máquinas-Herramientas de control numérico por computadora (MHCN).
- c) Los sistemas diseño con ayuda de la computadora (CAD) y de producción con ayuda de computadora (CAM).
- d) Los robots industriales.
- e) Los sistemas de fabricación flexible (FMS) e integrados (CIM).

Las principales ventajas de estos sistemas son: la producción en serie, la obtención de diferentes productos y la automatización.

Históricamente, la región no ha tenido claras ventajas comparativas-competitivas en la producción de los M-H, con relación a las logradas en los países desarrollados o a los países recientemente industrializados. Sin embargo, se debe considerar que la base de las ventajas comparativas de estas actividades radica en aspectos tecnológicos que pueden ser gradualmente adquiridos o desarrollados, situación que volcaría la posición de desventaja relativa de la región.

Para alcanzar este propósito sería necesario conformar una estrategia regional que permita la transformación productiva del sector mediante la implementación de una serie de objetivos básicos, entre ellos los siguientes:

- a) Conformar conjuntos (parques o centros industriales mecánicos) de medianas y pequeñas empresas de alta tecnología, dirigidos a cubrir los diferentes segmentos del mercado regional. La diversidad de productos a lograr permitiría que cada empresa o país se especialice en aquellos productos que por el dominio de la tecnología y la concentración de masas críticas tecnológicas que vaya adquiriendo puedan lograr, según estas ventajas relativas.
- b) Estrechar las relaciones de oferta-demanda entre las empresas productoras de M-H, las productoras de las MEI y de las empresas usuarias del sector minero-metalúrgico, de manera que las MEI cubran los requisitos específicos de las usuarias y las MH sean lo suficientemente flexibles como para diseñar y producir las variaciones correspondientes en las MEI. En 1988 la producción regional de M-H cubrió sólo el 60% de la demanda regional y es de esperar que durante la presente década alcance a cubrir por lo menos un 75%.

La demanda por las MEI utilizadas por el sector minero-metalúrgico-industrial de base minera, representa alrededor del 20% de la demanda total de bienes de capital de la región. Durante los años setenta la demanda por MEI de este sector creció a tasas superiores al promedio de la demanda total de bienes de capital. En cambio, durante los años 80 disminuyó también a tasas mayores que determinaron que en 1988 su nivel fuera un 50% inferior al alcanzado en 1980. En ese año, la composición de la demanda del sector fue la siguiente:

- MEI para interior mina	11%
- MEI y vehículos de superficie	40%
- MEI para el proceso de concentración	25%
- MEI para plantas metalúrgicas	<u>24%</u>
Total	100%

Es posible que estas proporciones se modifiquen sustancialmente, ya que las inversiones programadas para el período 1988-1995, contemplan los siguientes porcentajes para las MEI a nivel de plantas metalúrgicas:

- Bauxita-aluminio	80%
- Cobre	46%
- Hierro-acero	29%
- Manganeso	40%
- Metales livianos	75%
- Plomo y zinc	50%
- Otros productos	33%

Las MEI requeridas para este período, tanto en inversiones nuevas, como para reposiciones están constituidas principalmente por los siguientes items:

- Sondas de exploración y bullonadoras rompedoras.
- Perforadoras rotativas, equipos mixtos de perforación y trituración, cintas transportadoras.
- Raiseborers, scooptraus, jumbos.
- Camiones, vehículos, tractores, locomotoras y vagones.
- Palas excavadoras y cargadores frontales.
- Extractores, alimentadores, clasificadores, ciclones.
- Trituradores, molinos, filtros, espesadores, secadores.
- Equipos de flotación y lixiviación, hornos.
- Compresoras, bombas, ventiladores, transformadores.
- Estructuras metálicas.

6. Patrimonio ecológico

El daño ecológico puede iniciarse con el acto primario de la concesión de las pertenencias mineras, ya que por ejemplo, el suelo podría ser utilizado en otras actividades menos contaminantes o deterioradoras del paisaje. Estas pueden empezar con las perforaciones en la fase de la exploración y continuar con las voladuras en la parte de la preparación y desarrollo del yacimiento.

El mayor daño en las actividades de extracción puede ocurrir con respecto a la salud ocupacional por el polvo fino que liberan las perforadoras, las emanaciones de gases naturales nocivos, probables derrumbes o inundaciones, explosiones, fuegos, calor, humedadd, falta de adecuados niveles de aire y luz o cuidado ineficiente en el manejo de las máquinas, etc.

En las subsiguientes etapas de concentración, fundición o refinación se utilizan o generan diferentes elementos químicos en forma de gases, líquidos y sólidos, cuyos desechos que pueden ser altamente nocivos se vuelcan en la tierra, las aguas o el aire.

Una parte de los minerales se presenta en forma de sulfuros. La reducción del azufre se efectúa mediante combinación con el oxígeno, cuyo resultado es un dióxido o anhídrido sulfuroso, gas altamente contaminante del aire, las aguas y las plantas en su forma original o como SO_3 (lluvia ácida) de acción inclusiva de corrosión de metales. Otros procesos, especialmente de producción de minerales metálicos, emiten gases y residuos de la combustión de carácter tóxico, como son, por ejemplo, óxidos de hierro, plomo, zinc, cobre, níquel, cadmio, arsénico, selenio, telurio, gases de mercurio y gases y sólidos de fluor.

La industria minera necesita a veces utilizar grandes volúmenes de agua, en algunos casos de 100 a 300 TM por cada tonelada métrica de mineral. Parte de este volumen es eliminado, arrastrando en suspensión partículas sólidas de metal, toxinas y venenos como el arsénico, ácido sulfúrico, cianuro, mercurio y otros ácidos y reactivos.

Especialmente en los pórfidos, el contenido de metal fino es muy bajo, entre 1% a 5%, es decir, que por cada cinco toneladas de metal, es necesario remover y tratar 100 toneladas de mineral, por lo que el 95% de mineral estéril debe ser acumulado en desmontes de gran volumen, volcados a torrentes o a formaciones hídricas, incluso con los elementos nocivos residuales del proceso de producción.

El daño ecológico causado por la actividad minero-metalúrgica ha motivado a que gobiernos, empresarios e investigadores encaren el problema desde diferentes líneas de acción. A nivel gubernamental se han dictado normas, leyes y disposiciones sobre nuevos proyectos e inversiones. Con o sin disposiciones legales, diferentes empresas de la región están adoptando diversas tecnologías que disminuyen o eliminan los efectos contaminantes de la actividad minera; recuperan los efectos contaminantes dañados, reproducen nuevas formas de patrimonio ecológico o adoptan actividades que prevén el daño ecológico.

La investigación tecnológica está logrando importantes avances en nuevos métodos y procesos de producción no contaminantes que reducen o eliminan el efecto nocivo de los elementos. Sin embargo, por el monto de las nuevas inversiones y de las que se sustituyen, estos adelantos son adoptados por las empresas en forma paulatina.

Por ejemplo, son ampliamente conocidos los métodos para eliminación o transformación del anhídrido sulfuroso (SO_2), como la reducción directa del azufre, el incremento de la concentración de estos gases para posibilitar la producción del ácido sulfúrico barato destinado a su aprovechamiento industrial, especialmente en el sector minero para lixiviar minerales cuya explotación anteriormente no era rentable. Además, hay buenas perspectivas para la concentración del SO_2 en niveles suficientemente altas para permitir su licuación y su consecuente aplicación en las plantas de

celulosa. Otras tecnologías que se están desarrollando son, por ejemplo, la desulfuración en chimeneas de plantas de tostación por oxidación y alta concentración de SO_2 ; la sustitución de los métodos pirometalúrgicos por los hidrometalúrgicos y lixiviación bacteriana; la utilización de peróxido de hidrógeno para eliminar el cianuro de los relaves de la producción de oro; la utilización de una alta concentración de dióxido de titanio posibilitaría la reducción de su co-producto el sulfato de hierro; la sustitución del amoníaco por soda cáustica en el proceso de producción del tantalio.

A pesar de los adelantos que se están efectuando, se tiene la impresión que si bien se están ganando algunas batallas, se estaría perdiendo la guerra por el creciente deterioro del medio ambiente, ocasionado por la actividad minero-metalúrgica, situación que requiere de medidas de solidaridad internacional, como por ejemplo, la formación de un fondo rotativo que permita a las empresas acelerar las inversiones en la adopción de tecnologías no contaminantes. En forma complementaria, se podría compatibilizar la realización de un programa regional de investigación tecnológica del control ambiental, que contemple, por ejemplo, la realización de las siguientes actividades:

- a) Preparar estudios y monitoreos de impacto ambiental de las emisiones gaseosas, líquidas y sólidas.
- b) Estudiar tecnologías, costos y plazos para reducir y eliminar las emisiones contaminantes.
- c) Incorporar unidades de control ambiental en la gestión de las empresas que permitan acelerar la incorporación de las técnicas no contaminantes.
- d) Capacitar al personal técnico requerido por este proceso.
- e) Formular y ejecutar programas de tratamiento de desechos, recuperación del paisaje y de nuevas formas de patrimonio ecológico.

7. Materiales compuestos

A lo largo de la historia del hombre, ha buscado en forma permanente la utilización de nuevos minerales y aleaciones de menor costo y con características y propiedades más adecuadas a nuevos usos específicos. La industria moderna está exigiendo materiales cada vez más durables, más resistentes a temperaturas extremas y a la corrosión y de menor peso y costo.

El desarrollo científico-tecnológico de los últimos años está permitiendo la producción de una nueva generación de "materiales avanzados" que están sustituyendo en forma gradual el uso de los metales y materiales tradicionales, no sólo en los bienes

utilizados por las industrias de tecnologías de punta (electrónica, informática, nuclear, bio-tecnología, aero-espacial, etc.), sino también en industrias tradicionales de bienes de capital y uso duradero. Por ejemplo, en Europa Occidental, estos nuevos materiales son utilizados en las siguientes proporciones: automotriz 25%; ingeniería eléctrica 17%; ingeniería mecánica 17%; construcción 15%; deportes y empaque 12%, otros sectores 14%.

Estos procesos tecnológicos no son de amplio conocimiento, por el contrario, tienen carácter secreto, son patentables y, por lo tanto, de propiedad de los laboratorios o empresas que los producen. Países integrantes de la OCDE siguen asignando cuantiosos recursos a la investigación tecnológica y desarrollo de nuevos materiales.

De acuerdo al comportamiento de la demanda en los países desarrollados para el período 1983-1989, se han estimado las siguientes tasas de expansión anual de la demanda en esos países de los diferentes metales y sus posibles materiales sustitutivos para el presente quinquenio (1990-1995).

- Metales tradicionales	3%
- Metales livianos ferrosos	4%
- Superaleaciones	5%
- Materiales compuestos de fibras	7%
- Materiales compuestos de plásticos técnicos	8%
- Nuevos productos de vidrio	10%
- Cerámicas avanzadas	17%

La diferencia entre los recursos financieros que están destinando los países desarrollados a esta clase de investigaciones, nuevamente está determinando la necesidad de coordinar o realizar acciones conjuntas a nivel regional a fin de lograr mayores resultados que los que se conseguirían por adición de los logros a nivel nacional o empresarial. En términos globales, las principales actividades serían las siguientes:

- a) Investigación en la preparación de las materias primas mineras utilizadas en la producción de materiales avanzados, especialmente las siguientes: aluminio, calcio, carbono, cobalto, cromo, hierro, itrio, magnesio, manganeso, níquel, silicio, titanio, zirconio y otras tierras raras como: cadalinio, cerio, escanio, erbio, europio, disprosio, holmio, lantano, lutecio, neodimio, praseodimio, samario, terbio, torio y tulio.
- b) Investigación en la preparación de materias primas compuestas, entre ellas superaleaciones básicas, revestimientos, matrices, nuevos productos de vidrio y polvos para cerámicas avanzadas, por ejemplo:

- Al_2O_3 - TiO_2 (97/3) (de aplicación en la industria textil).
- Al_2O_3 - TiO_2 (87/13) (de aplicación en la industria química).
- Al_2O_3 - MgO (72/28) (de aplicación en la industria del vidrio).
- TiO_2 (de aplicación en la industria eléctrica).
- ZrO_2 - CaO (95/5) (de aplicación en la industria eléctrica).
- ZrO_2 - CaO (70/30) (de aplicación en la industria eléctrica).

c) Investigación de los procedimientos de producción de materiales avanzados. Los siguientes son los materiales avanzados que actualmente tienen mayor aplicación:

- i) Metales livianos y superaleaciones.
 - De aluminio y superaleaciones livianas.
 - De titanio y aleaciones semi-livianas.
 - De magnesio y aleaciones ultra-livianas.
- ii) Materiales compuestos
 - De matriz orgánica y fibras.
 - De matriz metálica y fibras.
 - De matriz cerámica y fibras.
- iii) Cerámicas avanzadas
 - De base electrónica.
 - Eléctrica, semiconductores, ferroeléctricos, superconductores.
 - Magnética: ferritas duras y blandas.
 - Óptica: fibras, guías de ondas, pantallas.
 - Química: sensores, catalizadores, resistencias.
 - Térmica: aisladores y conductores de calor.
 - Biológica: Injertos.
 - Nuclear: blindaje, combustible.
 - Industrial: empaque, herramientas, resistencias, turbo compresores, turbinas a gas.
- d) Investigación en los usos y aplicaciones de los materiales avanzados.
- e) Investigación de los procesos de producción de partículas (chips), piezas y revestimientos metálicos de altísimo valor agregado, utilizados especialmente en electrónica y otras industrias de tecnologías de punta.

BIBLIOGRAFIA

1. Aguirre, Carlos, Neves, Waldo, "Experiencias y Perspectivas del Desarrollo Tecnológico e Industrial Conjunto en el Grupo Andino y su Relación con el Sector Minero-Metalúrgico", CEPAL, LC/R.394 (Sem. 19/12), 20 de noviembre de 1984.
2. Arteaga Rodríguez, Ricardo, "Los Principales Avances Tecnológicos a Nivel Mundial en la Investigación Geológica-Minera". Instituto Tecnológico Geo-Minero de España. Julio de 1991.
3. Baumann, Renato, "The Brazilian Experience in Fostering Competitiveness". ILPES. Santiago, 25 de noviembre de 1991.
4. Canadá, "Simposio de Tecnología Minera: Chile-Canadá-Santiago. Abril de 1986.
5. Comunidad Económica Europea, "Automated Monitoring Network of Technological Processes in Mines". Energy/WP.1/GE.1/R.17 Add.1. 11 Mayo 1992.
6. CEPAL, "La Transferencia Tecnológica en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar y la Experiencia de América Latina en la Minería Terrestre". LC/R.607. 23 de septiembre de 1987.
7. CEPAL, "Informe Final del Grupo de Trabajo sobre Impactos de la Revolución Tecnológica en el Desarrollo de América Latina". 10-11 de diciembre de 1987.
8. CEPAL, "Minería Año 2000 - América Latina: Proyectos Mineros y su Financiamiento". LC/R.807, 4 de octubre de 1989.
9. CEPAL, "Transformación Productiva con Equidad". LC/G.1601 (SES.23/4). 19 de marzo de 1990.
10. CEPAL, "Informe del Seminario sobre el Papel del Sector Minero-Metalúrgico en el Proceso de Desarrollo de América Latina y el Caribe". LC/G.1623. Santiago, 12 de julio de 1990.

11. CEPAL, "Equidad y Transformación Productiva: Un Enfoque Integrado". LC/L.668. 6 de enero de 1992.
12. CEPAL, "Medio Ambiente y Minería: Métodos Modernos de Beneficio del Oro". LC/R.980. 5 de abril de 1991.
13. CEPAL, "Ventajas Comparativas: Aspectos Metodológicos, Reservas y Producción Minera-Metalúrgica en América Latina y el Caribe", LC/R.1021. 5 de julio de 1991.
14. CEPAL, "Nuevos Mecanismos de Promoción del Comercio Intrarregional de Productos Mineros en America Latina y el Caribe". LC/R.1022. 9 de Julio de 1991.
15. CEPAL, "Propuesta: Programa de Acción de Apoyo al Desarrollo del Sector Minero-Metalúrgico de América Latina y el Caribe 1992-1994".
16. CEPAL, "Identificación de Nuevas Oportunidades de Integración y de Comercio Intrarregional de Productos Mineros en América Latina y el Caribe". LC/R.1108. 31 de diciembre de 1991.
17. CEPAL, "Ventajas Comparativas e Integración Regional en la Producción de Maquinaria, Equipos e Insumos Utilizados por el Sector de Base Minera de América Latina". LC/R.1007. 31 de diciembre de 1991.
18. Díaz, Humberto, "El Avance Tecnológico como Factor Dinámico del Desarrollo Minero-Metalúrgico de la Región. Perspectivas para las Próximas Décadas".
19. Fellows, Filho Lelio, "Necessidades e Modalidades de Transferencia Tecnológica No Setor Minero-Metalúrgico da América Latina e Do Caribe.
20. Flit Stern, Isaías, "Cooperación Tecnológica en el Pacto Andino, 15-19 de Julio de 1991.
21. Hanniala, TPT-Sulanto, J.S., "Las Tendencias de Desarrollo del Proceso de Fundición Flash de Outokumpu para el Año 2000. Minería Chilena, Año 11, N°118, abril de 1991.
22. Jarufe del Solar, M., "Extracción por Solventes: Nueva Técnica para Recuperar Metales". Minería Chilena. N°77, agosto de 1987. "Voladura por Presión al Vacío. Nueva Técnica con Futuro Asegurado". Minería Chilena, N°132, junio 1992
23. Lipton, Ch-Rana, K. Singh, D.N., "Adquisición de Tecnología por Países en Desarrollo en el Sector Minero". Notas y Ensayos.

24. Ministerio de Minería de Chile, "Análisis del Primer Taller de Investigación y Desarrollo Tecnológico en la Minería Chilena". Julio de 1990.
25. Minobis, N.N. Alfonso, R. Herrpinark, N. Roca, A., "Consideraciones Generales Acerca de la Transferencia de Tecnología entre los Países Capitalistas Desarrollados y los Subdesarrollados". Economía y Desarrollo N°95.
26. SEPLAN-CNPq. "III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico: Tecnología Mineral". Ação Programado em Ciencia e Tecnologia N°16, 1982.
27. Steiner, Alejandro, "Principales Emisiones de Contaminantes Atmosféricos y Algunos Medios para su Control". CEPAL. LC/R.983 (Sem. 61/5), 1º de abril de 1991.
28. Suecar, P., "International Technology Transfer". Journal of Development Economics 26 (1987) 375-395 North-Holland.
29. UNCTAD, "Una Estrategia para la Transformación Tecnológica de los Países en Desarrollo". TD/277. 25 de enero de 1983.
30. UNCTAD-PRODEC, "Tecnología, Comercio y Desarrollo en América Latina en los 90". ISBN 951-700-747-7.
31. UNCTC, "Licence Agreements in Developing Countries". New York, 1987.