

PROYECTO PROSPECTIVA TECNOLÓGICA PARA AMÉRICA LATINA

LA INVESTIGACION SOBRE MATERIALES
EN VENEZUELA

Isabel Licha
Milagros Rivera

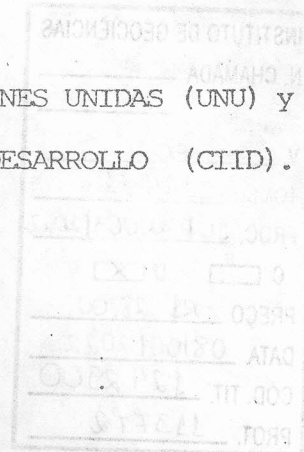
TEXTOS PARA DISCUSION

CENDES/UCV / 05

Caracas, 1984

Bibli
Instituto de
UNIO

Proyecto patrocinado por la UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES UNIDAS (UNU) y
el CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIONES PARA EL DESARROLLO (CIID).



LA INVESTIGACION SOBRE MATERIALES
EN VENEZUELA

Isabel Licha
Milagros Rivera

TEXTOS PARA DISCUSION

CENDES/UCV / 05

Caracas, 1984

Biblioteca
Instituto de Geociências
UNICAMP

Los puntos de vista expresados en este documento no representan necesariamente la opinión de las instituciones patrocinantes.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

N. CHAMADA 301.248
L617 i

V. _____ EX. _____

COMBO 1124 116

PROC. 16P-00063/2022

C ☐ D ☒

PREÇO R\$ 28,00

DATA 08/06/2022

CÓD. TIT. 124 2900

PROT. 113772

Biblioteca
Instituto de Geociências
UNICAMP

El Proyecto Prospectiva Tecnológica en América Latina parte del supuesto que una precondition necesaria para la construcción de una estrategia de desarrollo científico y tecnológico para la región es una visión prospectiva de los elementos del proceso de cambio social, económico y político que serán cruciales en las próximas décadas. Esta visión debe ser elaborada por los países de América Latina desde el punto de vista de sus propias características y aspiraciones, contrastando con los estudios que consideran a la situación de la región como una variable dependiente de lo que sucede en el Norte. El Proyecto se centra en las dimensiones tecnológica y científica del cambio. Procura identificar las principales tendencias del cambio tecnológico y su impacto social, económico, cultural y ambiental sobre los países latinoamericanos. El objetivo central es contribuir a la construcción de una estrategia de ciencia y tecnología para el desarrollo de una sociedad autónoma, igualitaria, participativa y compatible con el medio ambiente.

Coordinador del Proyecto

: AMILCAR O. HERRERA. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.

Responsables de Áreas

Tendencias de Desarrollo de Ciencia y Tecnología

: RENATO DAGNINO. Núcleo de Política Científica e Tecnológica. UNICAMP. Campinas. 13.100 Brasil.

Dinámica Socioeconómica

: PAUL SINGER Y ANDRE FURTADO. CEBRAP, rua Morgado de Mateus 615, 04015 Sao Paulo, S.P. Brasil.

Potencial de Investigación y Desarrollo en América Latina

: HEBE VESSURI. CENDES. Apartado 6622 Caracas 1041-A. Venezuela.

Economía Política de la Ciencia y la Tecnología

: LEONEL CORONA. DEFE. UNAM. Apartado Postal 22016. México, D.F., 14000, México; THEOTONIO DOS SANTOS. FESP. Av. Carlos Peixoto 54, Botafogo. Rio de Janeiro. Brasil.

Medio Ambiente y Desarrollo

: GILBERTO GALLOPIN. Fundación Bariloche. Casilla de Correo 138. S.C. Bariloche 8400. Rio Negro. Argentina.

Comité Consultivo

: FERNANDO HENRIQUE CARDOSO; LEONEL CORONA; CELSO FURTADO; GILBERTO CARLOS GALLOPIN; AMILCAR O. HERRERA; JOSE AGUSTIN SILVA MICHELENA.

I N D I C E

LA CIENCIA DE LOS MATERIALES EN VENEZUELA: EVALUACION DE LA CAPACIDAD ACTUAL Y POTENCIAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Isabel Licha

	Págs.
I. Generalidades	1
II. Estructura cognitiva del Estudio de Metales y Materiales	4
III. El Patrón de Uso de Materiales en Venezuela	5
- Reservas y Recursos	8
- La Investigación y Desarrollo en Ciencia (o Ingeniería)	11
ANEXOS	19
NOTAS	24

LA CAPACIDAD DE I y D EN HIERRO, ACERO, ALUMINIO Y MATERIALES CERAMICOS EN VENEZUELA

Milagros Rivera

	Págs.
Introducción	1
Industria del Acero	5
SIDOR	9
La Industria del Aluminio	18
C.V.G. Bauxiven	21
INTERALUMINA	26
Materiales Cerámicos	38
Conclusiones	46
NOTAS	49
BIBLIOGRAFIA	53
ANEXOS	55

LOS POLIMEROS Y LA INDUSTRIA DEL PLASTICO EN VENEZUELA

Milagros Rivera

	Págs.
Introducción	1
1. El Desarrollo Histórico de los Polímeros	3
2. La Actividad Investigativa en Venezuela	9
3. La Actividad Productiva	20
Conclusiones	28
NOTAS	31
BIBLIOGRAFIA	35
ANEXOS	37

LA CIENCIA DE LOS MATERIALES EN VENEZUELA :
EVALUACION DE LA CAPACIDAD ACTUAL Y POTENCIAL DE INVESTIGACION
Y DESARROLLO

Isabel Licha

Caracas/1984

LA CIENCIA DE LOS MATERIALES EN VENEZUELA: EVALUACION DE LA
CAPACIDAD ACTUAL Y POTENCIAL DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

Isabel Licha

I.- Generalidades

La Ciencia de los Materiales se ocupa del estudio de las propiedades, características y usos de los distintos materiales de ingeniería, esto es, de aquellas materias primas que mediante el proceso industrial sufren transformaciones para pasar a formar parte del producto elaborado. Nos estamos refiriendo a aquellos materiales que son la parte constitutiva más importante del producto elaborado y excluimos aquellos (indirectos) que se consumen durante el proceso productivo y no forman parte del producto.

La investigación en Ciencia de los Materiales consiste fundamentalmente en la determinación de las propiedades físicas, químicas, mecánicas y tecnológicas de los distintos materiales de ingeniería.

Una clasificación, muy sencilla, de estos materiales se ofrece a continuación:

- | | | | |
|-----------------|---|----------------|-------------------------------|
| 1. Metálicos | { | Ferrosos | |
| | | No Ferrosos | { |
| | | | pesados (Cu) |
| | | | Zn-Pb |
| | | | livianos (al-duraluminio-a |
| | | | leaciones) |
| 2. No Metálicos | { | Naturales ---- | (madera-cuero-grafito-cuarzo) |
| | | Sintéticos---- | (materiales plásticos) |

Los minerales metálicos constituyen la base de la industria metalúrgica que a su vez abarca la industria siderúrgica, del aluminio, de la metalurgia extractiva, la cerámica y otros insumos inorgánicos para la industria metalúrgica y la industria de metales no ferrosos.

El desarrollo de nuevos materiales durante y después de la II Guerra Mundial ha sido explosivo. El número de materiales (y de procesos) de los que puede disponer la industria ha aumentado de una manera espectacular en los últimos años, contándose hoy con miles de nuevas aleaciones, plásticos, cauchos, recubrimientos, materiales no metálicos que sustituyen a los metálicos, etc.

Si bien es cierto que la creación y la mejora de nuevas aleaciones ha conocido un desarrollo grandioso en lo que va de siglo lográndose variedades originales de aceros de alta resistencia, de aleaciones ligeras y de altas temperaturas, cuya aparición, a su vez, ha estimulado y hecho posible la creación de nuevas técnicas y de nuevas industrias, también es cierto que el ritmo de actividad innovativa de nuevas aleaciones ha disminuido notablemente en los últimos diez años. La razón estriba en que muchos de los metales además de ser costosos tienden a escasear.

Desde los 70 en adelante, los países centrales han venido trabajando sobre las propiedades de los materiales cerámicos y de los polímeros con miras a sustituir los materiales metálicos. Se dice que durante los años 80 y los 90 asistiremos a un progreso rápido en el uso de materiales cerámicos y de polímeros así como a una evolución de los materiales no metálicos en su conjunto, que terminarán por imponerse en aquellas áreas donde hoy predominan los materiales metálicos (Hemily, P., and Ozdas, M.N. . ; 1979; 249-250).

Más concretamente podemos explicar los nuevos avances en los siguientes términos:

El patrón de uso más tradicional de los materiales de ingeniería es el que enfatiza el uso de metales, a pesar de que existen tres grupos más de materiales, a saber: polímeros, vidrios y materiales cerámicos. También existen combinaciones entre grupos que se conoce como materiales compuestos 1/. Así existen materiales compuestos que resultan de la combinación de metales y cerámicas, de polímeros y metales, de polímeros y cerámicas, de vidrios y polímeros y de vidrios y cerámicas.

Existen fuerzas económicas y tecnológicas que permiten explicar cómo los polímeros, la cerámica y los vidrios pueden reemplazar progresivamente a los metales. Los metales, además de ser caros y potencialmente escasos, se logran aprovechar mediante tecnologías que consumen mucha energía, intensivas en capital y en mano de obra.

Por ello aumenta cada vez más la presión que obliga a examinar el potencial de polímeros, cerámica y vidrio, cuando 10 años atrás los metales eran la escogencia automática. También porque hoy los materiales no metálicos permiten avances en el diseño que antes no era posible lograr con metales.

La investigación y desarrollo en Ciencia de los Materiales en los países centrales se ocupa fundamentalmente de la creación de un amplio rango de materiales nuevos basados en polímeros y cerámica, y en materiales compuestos en base a ambos grupos combinados con metales. Hoy la mayoría de estos materiales nuevos son muy caros, mucho más que los metales, pero potencialmente muchos de ellos serán más baratos y más ampliamente aprovechados

que los metales que van a reemplazar.

De acuerdo con Ashby (1979), la investigación y desarrollo a largo plazo necesaria en esta área, apunta en la dirección de las siguientes líneas:

- 1.- Evaluación de recursos aprovechables
- 2.- Análisis del patrón de uso de materiales y el estudio de materiales sustitutivos.
- 3.- Límites fundamentales al desarrollo de las aleaciones metálicas.
- 4.- Resistencia y espesor de maderas.
- 5.- Producción industrial de materiales compuestos.
- 6.- Formación de Polímeros y de materiales compuestos.
- 7.- Estudio físico y tecnológico de la cerámica.
- 8.- Diseño y producción de concreto y cemento armado.
- 9.- Potencialidad de los CERMETS (Materiales compuestos cerámicos).
- 10.- Diseño de ingeniería con sólidos frágiles.

II.- Estructura cognitiva del estudio de metales y materiales

Las áreas vecinas de conocimientos en el campo de Ciencia de los Materiales se presenta a continuación:

- 1.- Ciencias Básicas e Ingenierías. Abarca las siguientes:

- Química
- Matemáticas
- Física
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Química
- Minería

- 2.- Areas de Conocimiento. En los campos disciplinarios arriba mencionados resaltan las siguientes áreas de conocimiento:

- Estudio de procesos cinéticos y termodinámicos en materiales.

- Teoría del estado sólido (Propiedades eléctricas y magnéticas; enlaces atómicos).
- Metalurgia Mecánica (Elasticidad; Mecanismos Atómicos; Flujo - Plástico; Ruptura; Termofluencia).

3.- Aplicaciones técnicas y procesos. La parte estrictamente industrial está resumida en las siguientes aplicaciones y procesos:

- Procesos metalúrgicos: electrometalurgia; tostación; síntesis; reducción y fusión, afino.
- Procesamiento de minerales y metales.
- Aplicaciones metalúrgicas: diseños; control de calidad; especificaciones; servicios.

III.- El patrón de uso de materiales en Venezuela

En Venezuela la investigación en este campo también gira en torno a los metales (hierro y aluminio), a los plásticos (uniones plástico-metálicos) y a la cerámica (materiales compuestos cerámica-metales). Las razones son de dos tipos: una, porque son recursos que abundan en el país; otra, porque el patrón de uso de materiales que se ha impuesto en el país es el que enfatiza el uso de los metales primordialmente (A. Querales -Entrevista; 1983). Venezuela ya dispone de una industria básica importante en los campos del acero y el aluminio (también en petroquímica y cemento) y posee vastos y ricos yacimientos en hierro en Guayana, cuyas reservas probables son de $10.000 \cdot 10^6$ ton.

C U A D R O . N° 1
MINERAL DE HIERRO
PRODUCCION (Miles de TM)

A Ñ O S	P R O D U C C I O N
1968	9.922
1969	12.410
1970	14.080
1971	12.522
1972	11.267
1973	14.096
1974	16.384
1975	15.359
1976	11.585
1977	8.490

FUENTE: Statistical Year-Book/1978 .
Naciones Unidas.

Venezuela tenía en 1981 el 1.8% de la producción mundial de hierro. En 1984 la producción nacional de acero se estima en 3.8 millones de toneladas.

Asimismo, la capacidad instalada para extraer la bauxita de los Pijiguayos es de $2.400 \cdot 10^3$ Th./año. A pesar de que la empresa inició sus operaciones comerciales en el primer trimestre de 1983, tan sólo alcanzaría su capacidad de procesamiento a finales de 1985.

La capacidad minera de Venezuela, en cuanto a explotación de la bauxita es el 2.3% de la mundial 2/. Las reservas probadas de bauxita están en 200 millones de Ton. mientras que las probables alcanzan los 2.500 millones de Ton. métricas. Por otra parte, en 1984 Venezuela alcanzará una producción de 400.000 TM de aluminio metálico y 1 de Ton. de alúmina. Muy pocos países pueden exhibir este grado de integración y niveles tan altos de producción en esta industria (Bitar/Troncoso; 1983; 193).

Si bien los metales dominan la lista de materiales consumidos por la industria del país, veamos cuáles son los valores de importación de materiales para la industria manufacturera del país y su importancia económica. Tomando en consideración las necesidades de materiales básicos y semi-elaborados de las industrias básicas, intermedias y de capital ofrecemos el Cuadro N° 2 a continuación:

CUADRO N° 2

VALOR TOTAL DE LAS MATERIAS PRIMAS NACIONALES E IMPORTADAS-INDUSTRIA MANUFACTURERA

VENEZUELA - 1978

(Miles de Bolívares)

RAMAS INDUSTRIALES	IMPORTADAS (1)	TOTALES (2)	PORCENTAJE (%)
351 Sustancias Químicas Industriales	401.270	665.886	60.3
352 Otros Productos Químicos	846.257	1.978.319	43
355 Caucho y sus Productos	259.898	403.463	64.4
356 Fabricación de Productos Plásticos no especificados	451.914	957.902	47.2
361 Artículos de barro, loza y porcelana	11.889	34.142	35
362 Vidrio y sus Productos	123.532	209.853	58.86
369 Otros Productos Minerales no Metálicos	91.463	787.124	11.62
371 Industrias Básicas del Hierro y Acero	1.029.665	1.877.385	54.8
372 Industrias Básicas de Materiales no ferrosos	250.250	438.893	57.2
381 Productos Metálicos	745.844	2.343.008	32
382 Maquinaria excepto Eléctrica	378.070	882.002	43
383 Maquinaria y Equipo Eléctrico	628.294	1.255.475	50
384 Material de Transporte	3.385.058	6.125.119	55.25
T O T A L	8.604.104	22.248.571	38.67

FUENTE: VIII Encuesta Industrial - OCEI, 1975; pp. 211.
Elaboración Propia.

De este Cuadro N° 2, vemos la enorme dependencia del país en materiales de ingeniería para todos los campos de actividad industrial considerados,

a excepción del grupo 369.

De ese cuadro se infiere lo que le cuesta al país hacerse de esos materiales en el mercado mundial.

La ID en Ciencia de los Materiales estaría entonces dirigida, en primera instancia a sustituir tales importaciones mediante la optimización del uso de los recursos minerales disponibles en el país orientados a satisfacer la demanda interna de materiales, y a exportar los excedentes según lo que se desprenda del estudio de factibilidad técnica y viabilidad económica, que se elaboraría para cada rama industrial. Los esfuerzos habrán de ser grandes en los cuatro grupos de materiales señalados: vidrio metales cerámica y polímeros.

Reservas y Recursos

Venezuela dispone de enormes depósitos minerales, fundamentalmente petróleo, hierro y bauxita. En 1981 se evaluaron los siguientes depósitos minerales en el país:

C U A D R O N° 3
DEPOSITOS MINERALES EVALUADOS
Venezuela - 1981

E S T A D O	D E P O S I T O
ZULIA	Zonas mineralizadas de Cu y Pb.
TACHIRA	Niveles mineralizados Uranio. Cuenca fosfática del Cretáceo. Niveles de carbón, terciario inferior.
FALCON	Arenas y Gravav. Dolomitas de alta calidad. Fosfatos del Mioceno
YARACUY	Arenas y Gravav
PORTUGUESA	Calizas
LARA	Lutitas Pirofilíticas
BOLIVAR	Areas anómalas en minerales satélites de diamantes. Ven-tas auríferas

FUENTE: Memoria y Cuenta Ministerio de Energía y Minas -1981; pp. 192.

Además del hierro y el aluminio, Venezuela cuenta con otros minerales metálicos importantes como el cobre y el plomo. Todos ellos son valiosos - en la fabricación de piezas y equipos mecánicos como metales solos o formando aleaciones.

Evaluar la tasa de consumo de esos recursos minerales obliga a considerar el crecimiento mismo de la industria que los demanda. Excluyendo el petróleo, en Venezuela al igual que en otros países, los metales que tienen una demanda muy grande son el hierro, aluminio, cobre, plomo, mercurio, - plata, latón, tungsteno y zinc. De acuerdo a estudios realizados por los países desarrollados, los problemas de escasez de estos recursos comenzarán a aparecer más allá del 2.025. Los metales que hemos señalado como los de mayor demanda tienen la siguiente vida promedio:

CUADRO N° 4

VIDA PROMEDIO DE LOS RECURSOS DE MAYOR DEMANDA

M E T A L	VIDA PROMEDIO DE LOS RECURSOS (AÑOS)	
Hierro	Sobre	200
Aluminio	"	200
Cobre	"	150
Plomo	"	50
Mercurio	"	67
Plata	"	50
Latón	"	70
Tungsteno	"	60
Zinc	"	50

FUENTE: OTAN - Grupo de estudio del Comité Científico.
Citado en Ashby - pp. 34

Aún cuando la explotación del hierro en Venezuela no se desarrolló inicialmente para alimentar nuestra industria siderúrgica sino la de los países industriales 3/, hoy se dispone de una capacidad de producción de hie-

rrero y acero significativa y una industria del aluminio concebida con niveles bien logrados de integración; habiendo incidido ambos, en el desarrollo de una industria metalmeccánica con grandes perspectivas de expansión.

El consumo de materiales presente y futuro de Venezuela, tiene que ser visto en función del crecimiento estimado en la industria que genera la mayor demanda tanto de metales como de no metales.

Es importante considerar el desarrollo local de la industria de bienes de capital que aún cuando tiene una participación bastante baja en el abastecimiento de la demanda (Valor Bruto: 30% ; Valor Agregado: 20%), goza de un amplio margen para sustituir importaciones, que conservadoramente estimado es del orden del 30% en el mediano plazo (Rodríguez - T.; 1978, 691).

El 97% de los bienes de capital son producidos por los países centrales, el 3% por los países periféricos y 110 países no producen bienes de capital. Venezuela está entre los 19 países periféricos que poseen una industria incipiente de esos bienes. La producción interna del país es apenas el 0.09% del total mundial y el 2.06% de la producción de los países centrales.

Un estudio comparativo de todos los países con una industria de Bienes de Capital embrionaria asignaba a Venezuela, en 1977, el octavo lugar en cuanto al volumen de producción de esos bienes. Venezuela se situaba después de la India, Brasil, Argentina, Turquía, Corea, México e Irán (Bitar; Troncoso; 1983; 168).

La ONU (a través de la UNCTAD) elaboró a finales de 1980 un informe en el que se llegó a la conclusión de que, en estos momentos el sector bienes

de capital tiene el mayor potencial para las políticas de sustitución de importaciones en el tercer mundo (Fuguet, Armando, El Nacional -Economía /Temas; pp.10 - Caracas 28/Nov./1981). Se estima que la demanda futura aumentará en un 20% interanual (Rodríguez, T; 1978; 671). Los planes de inversión para la década de los 80 ofrecen una base promisorio para materializar un programa de desarrollo de esta industria. Las expansiones previstas en los sectores siguientes: petróleo, energía, petroquímica, siderurgia, aluminio, minería, acueductos, transporte marítimo y ferrocarrilero - representan un mercado extenso. (Bitar; Troncoso; 1983; 179). La expansión de esta industria provocaría una gran demanda de ingeniería, tecnología y mano de obra calificada y acrecentaría la capacidad científico-técnica nacional.

El desarrollo de la industria de bienes de capital supone al mismo tiempo el desarrollo de las industrias del hierro y acero, de la industria de productos minerales metálicos no ferrosos, de la industria de productos minerales no metálicos, y de la industria de fabricación de vidrios y derivados. El desarrollo de este sector determina el desarrollo de la industria de materiales en Venezuela y genera una demanda de investigación y desarrollo en Ciencia de los Materiales cuyo perfil es el propósito del capítulo que sigue a continuación.

La Investigación y Desarrollo en Ciencia (o Ingeniería) de los Materiales en Venezuela

La conformación de espacios de investigación científica en el área de Ciencia de los Materiales empieza a cristalizar a lo largo de los últimos diez años y los resultados del esfuerzo local de investigación comienzan

a aflorar de manera creciente a lo largo de los últimos cinco años. Véase Cuadro N° 4 a continuación:

C U A D R O N° 4

TRABAJOS DE INVESTIGACION LLEVADOS A LAS CONVENCIONES ANUALES DE AsoVAC
EN CIENCIA (O INGENIERIA) DE LOS MATERIALES

A Ñ O S	N° DE T R A B A J O S
1978	11
1979	23
1980	37
1981	39
1982	62

FUENTE: Elaboración Propia.
Libro Resumen de AsoVAC
Años señalados

El principal esfuerzo de investigación en este campo es desplegado por las siguientes instituciones:

- 1.- Universidad Central de Venezuela 4/. La escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales; la escuela de Ingeniería Mecánica - con sus departamentos de Tecnología de la producción y de diseño. También hacen contribuciones la Escuela de Química y la Escuela de Física de la Facultad de Ciencias, de esta Universidad.
- 2.- Universidad Simón Bolívar. Toman parte en estas investigaciones los Departamentos de Ciencia de los Materiales, Mecánica y Conversión de Energía así como el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas (INMETAL) de esta Universidad.
- 3.- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Este instituto dispone del Departamento de Metalurgia y Ciencia de los Materia-

les, en primer lugar, para el desarrollo de investigaciones en este campo, pero también ha contado a lo largo de estos últimos ocho años, - con las siguientes dependencias para reforzar este esfuerzo: laboratorio de Ingeniería Mecánica, laboratorio de Ingeniería Eléctrica, laboratorio de Electrónica, laboratorio de Físico-Química de los Materiales, laboratorio de Procesos Metalúrgicos, del Centro de Física y del laboratorio de Materiales Especiales y Cerámicas.

Y habría que agregar la Fundación Instituto de Ingeniería, de reciente creación, con una infraestructura importante para investigaciones en este campo, que ha asimilado al equipo de investigaciones del IVIC en casi su totalidad (en esta área de investigación). El IVIC trabaja en estrecha colaboración con la UCV y con la USB.

La red nacional de investigación en Ciencia de los Materiales le ofrecemos a continuación: (Ver Cuadro N° 5).

En el Anexo N° 1 se ofrece un directorio actualizado de investigadores en el campo.

El país dispone de un grupo de 50 investigadores activos en este campo distribuidos en una docena de instituciones. Estos investigadores tienen los niveles más altos de calificación académica.

Las principales líneas de investigación que resultan de la concentración de esfuerzos de investigadores por institución son:

- 1.- Hierro y aceros tratados y microaleados. Los problemas aquí estudiados se refieren a las propiedades mecánicas del hierro; al tratamiento termomecánico del acero como nuevos materiales de alta resistencia y ba-

C U A D R O N° 5

RED NACIONAL DE INVESTIGACION EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES

CENTRO DE INVESTIGACION	LINEAS DE INVESTIGACION	N° DE INVESTIGADORES
UCV (Incluye a Ingeniería Mecánica y a la Escuela de Física).	Tecnologías del hierro y aluminio/arcilla. Uniones Plástico-Metálicos. Materiales Compuestos.	22 (el 80% son doctorados).
USB	Endurecimiento de Aceros	5 (Todos PhD)
IVIC F. Instituto de Ingeniería	Aleaciones Aluminio-Vanadio Cerámica. Materiales Magnéticos.	5 (Todos PhD)
OTROS CENTROS:		
INTEVEP: Laboratorio de fallas y laboratorio de materiales.		2
Instituto Universitario Tecnológico. Región Capital.	Cerámicas	1
Universidad de Oriente (Departamento de Física).	Materiales Semi-Conductores	1
Instituto Universitario Politécnico de Guayana	Reducción Directa. Solidificación. Aceros y Aluminio Microaleados	2
Centro de Investigaciones de SIDOR		2
Universidad de Los Andes (Departamento de Física)	Caracterización de Materiales. Materiales Rayos X	1
ULA: Departamento de Metalúrgica. Escuela de Ingeniería Mecánica.	Siderurgia	1
Universidad del Zulia (LUZ) Departamento de Metalurgia. Escuela de Ingeniería Mecánica	Solidificación Superplasticidad	1
Universidad Francisco de Miranda. Coro	Corrosión	1
Universidad de Carabobo. Departamento de Metalurgia. Escuela de Ingeniería Mecánica	Corrosión	2
Universidad del Táchira. Ingeniería Mecánica.	Laminación de Materiales	1
CICASI	Carbones	1

FUENTE: Elaboración Propia
 Entrevista a A. Querales
 Director de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias
 de los Materiales. UCV ; 01/06/83

- ja aleación apuntando a la búsqueda de la plasticidad en la competencia de los metales con el plástico. También se estudian problemas relacionados con el tratamiento siderúrgico (reducción directa) y a las propiedades mecánicas.
- 2.- Tecnología del aluminio. Se trabaja en la búsqueda de métodos alternativos de producción de aluminio y en la solidificación del mismo (problemas de Ingeniería Mecánica).
 - 3.- Uniones Plástico-Metálicas. En la combinación de materiales plásticos y metálicos se busca aquella que tenga como resultado materiales de alta resistencia.
 - 4.- Cerámica: Materiales Magnéticos. Es una línea prácticamente trabajada exclusivamente por el Dr. S.A. Cho (IVIC) pero que va a ser reforzada en la UCV bajo la dirección del mismo investigador.
 - 5.- Materiales Compuestos. No existe un campo particular definido en esta línea; se trabaja indistintamente con fibrados, polvos, particulados, fibras de vidrio y resinas. Se trata de lograr en los metales propiedades similares a las de los productos petroquímicos pero a partir de materiales cerámicos.
 - 6.- Corrosión: Protección de materiales. Se trata de la búsqueda y empleo de materiales no atacados por efectos de la oxidación y corrosión a fin de proteger los que se desean.

En términos concretos podríamos afirmar que la principal actividad de investigación, tanto por el número de investigadores como por sus niveles de calificación, por sus vínculos con la docencia, por la infraestructura (laboratorios y equipos) de que disponen es desplegada, concentradamente,

en el área metropolitana de Caracas y que, además, existe una natural especialización entre las instituciones involucradas en esta actividad, aún - cuando todas ellas hagan de todo un poco. Así vemos que los problemas de - investigación en materiales metálicos son más atendidos por la UCV y la Fundación Instituto de Ingeniería, que la investigación de polímeros está más desarrollada en la USB y que los materiales cerámicos-incluyendo aquí todos aquellos materiales inorgánicos no metálicos transformados a temperaturas elevadas tales como vidrio, cemento, cal, yeso, materiales abrasivos, refractarios, etc.-son estudiados, fundamentalmente por el Dpto. de Metalurgia y Ciencias de los Materiales del IVIC. Tales actividades se ven reforzadas - por los otros Institutos señalados tanto en la Región Capital como en el - resto del país.

Las investigaciones que en Ciencia de los Materiales se realizan en el país responden, sobre todo, a la historia y circunstancias de cada investigador. No obstante, ha habido un tránsito de lo personal a lo que el investigador, institucionalmente situado, considera como problemas nacionales y hacia allí ha orientado su esfuerzo de investigación 5/. La vinculación - con la industria es buena aún cuando escasa. La investigación en este campo es interdisciplinaria en un alto grado y reúne fundamentalmente a Ingenieros Metalúrgicos y Físicos. Otros profesionales vinculados a la investigación en Ciencias de los Materiales son los Químicos, los Ingenieros Mecánicos, y los Ingenieros Químicos.

El financiamiento del CONICIT (Cuadro N° 6) a proyectos de investigación en Metalurgia y Materiales, en 1976, superó el 50% del total destinado por esa institución a todos los sectores de desarrollo, para proyectos de

investigación por demanda orientada 6/.. En el Anexo N° 2 se ofrece un listado de proyectos financiados por CONICIT en el campo de la Metalurgia y - Ciencia de los Materiales.

C U A D R O N° 6

FINANCIAMIENTO CONICIT AL SECTOR METALURGICO AÑOS 1976/1980

A Ñ O S	MONTO (Bs.) SECTOR METALURGIA	%
1976	4.163.931	56.19
1977	724.860	7.22
1978	1.510.871	18.04
1979	787.960	24.31
1980	912.799	27.98
T O T A L	8.100.421	25.05

FUENTE: Ciencia y Tecnología - Informe Estadístico N° 1
CONICIT, Julio 1981. pág. 52-53.

Ver Anexo N° 2.

Muy a grosso modo podemos decir que existen en el país 12 grupos de investigación con un promedio de 4 investigadores por grupo a quienes se les ha asignado, en equipo y materiales de laboratorio, un promedio de 6976 \$./investigador/año, a lo largo del quinquenio 1976/1980.

Para evaluar cualitativamente este esfuerzo local para crear y desarrollar la actividad de investigación en Ciencia de los Materiales bastará - con revisar la Red Nacional de Investigación en el sector desde el punto de vista de las condiciones de trabajo de cada grupo de investigación, de si disponen de los medios más adecuados para la realización de las investigaciones (información científico-técnica, materiales y equipos, financiamiento, investigadores y personal de apoyo). Asimismo se tendrá en cuenta

si el carácter de expertos es atribuible a los investigadores locales y - en qué medida; por último, se harán consideraciones en torno al mérito - tecnológico de la investigación que realizan estos grupos fundamentalmente en términos de las metas mismas de la investigación que llevan a cabo y de su contribución al desarrollo de áreas científicas que rodean ese campo de conocimiento (doble contribución: tecnológica y científica). Por último co rrespondería evaluar el mérito social de los Proyectos y Resultados desde la perspectiva de la autonomía y bienestar colectivos y de los efectos socio-culturales que puedan acarrear.

Evaluar cuantitativamente el potencial científico-técnico en Ciencia - de los Materiales significaría, primordialmente, considerar el número de - profesionales de los que dispone el país en Física y en Ingeniería Metalúrgica así como de los postgraduados en Ciencia de los Materiales. También - significaría cuantificar las posibilidades de crecimiento de cada grupo de investigación ya existente en términos del número máximo de investigadores a incorporar y cantidad de recursos financieros a asignar tanto para remunerar al personal añadido como para complementar hasta los niveles óptimos los requerimientos de infraestructura de cada centro.

Esto es lo que haremos a continuación. Las necesidades particulares de la industria las explicitaremos aún cuando muchas de ellas están implícitas en los Proyectos de investigación que emprenden los distintos grupos y centros de investigación que hemos señalado.

ANEXO 1

DIRECTORIO DE INVESTIGADORES EN CIENCIA DE LOS MATERIALES (CM)

INVESTIGADOR	GRADO	INSTITUCION
AM CHO, Senng	ScD en CM	UCV-IVIC
BOLSAITIS, Pedro	PhD en Metalurgia y Química - USA	UCV
PASTRANA, José M.	PhD en Metalurgia - USA	UCV
QUERALES, Alwinson	PhD en CM - USA	UCV
FUENTES, Ramón	Doctor - Francia	UCV
MUÑOZ, Pedro	PhD en Metalurgia - USA	UCV
ARNSTEIN, Gustavo	PhD en CM - USA	UCV
SINGH DEVGUN, Mohan	PhD en Metalurgia Industrial - Gran Bretaña	UCV
KING, Martha	PhD en CM, Inglaterra	UCV
MIRABAL, E.		USB
CHORNIK, B.		USB
ISHIZAKI, K.		USB
LEIGHTON, B.		USB
NOWAK, J.F.		USB
MALDONADO, V.J.		USB
CASTRO, N.		USB
NUÑEZ, Raúl		F. Inst. de Ingeniería
SEGNIN, Dominique		USB
BATISTA, C.E.		USB
CORREDOR, L.		USB

Cont. Anexo 1

I N V E S T I G A D O R	G R A D O	I N S T I T U C I O N
PARRA, F.E.		IVIC. Centro de Física
MEDINA, R.A.		IVIC. Centro de Física
TOMAR, M.S.		USB - Dpto. Física
GARCIA, F.J.		USB - Dpto. Física
CHANG, Victor		F. Inst. de Ingeniería
FOOKES, R.		UCV (Ingeniería)
VILORIA, L.		USB - Dpto. de CM
PEREZ, M.A.		USB - Dpto. de CM
SA-NETO, Augusto		F. Inst. de Ingeniería
MENDELOVICI, E.		F. Inst. de Ingeniería
YARIV, S.		F. Inst. de Ingeniería
OCANDO, A.		Fac. de Ingeniería /LUZ
FERNANDEZ, N.		Fac. de Ingeniería /LUZ
GARCIA, J.A.		Fac. de Ingeniería /LUZ
CAMERO, S.		UCV
JAQUE, A.		UCV
ESCALONA, I.		UCV (Física)

Cont. Anexo 1

INVESTIGADOR	GRADO	INSTITUCION
LOVA, M.		UCV
VALECILLOS, B.		UCV
KHAN, Alí		UDO

A N E X O 2

PROYECTO SUBVENCIONADOS POR CONICIT EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES

INVESTIGADOR	INSTITUCION	P R O Y E C T O	ESPECIALIDAD	FECHA	MONTO APROBADO	OBSERVACIONES
MAXWELL, Paul	UCV	Laminación en frío de acero fabricados en el país.		74-75	98.194,30 38.939,70	Cancelado, porque se marchó de la UCV
QUINTERO SAYAGO, Omar	UCV	Hierro nodular		75	53.330,00 (equipos)	En Ejecución
MAXWELL, Paul	UCV	Comportamiento mecánico de materiales férreos y no férreos.		73-75	107.256,00 195.499,50	Cancelado, porque se marchó de la UCV
BALSAITIS, Pedro	IVIC	Cinética de reacciones gas-sólido en lechos fijos y fluidizados				
POLANCO RANGEL, Carlos	UCV	Estudios de los procesos en la obtención de ferrocoque		78	429.612,00	Cancelado. No rindió informes de avance en repetidas fechas
BANERJEE, Jayanta	UNET	Conformado de materiales por la presión hidrostática.		80	131.640,00	En ejecución
ISHIZAKI, Kozo	USB	Mecanismos de nitruración en gas y - en plasma en un acero SAE 7140 y su influencia en la vida de fatiga.		82	544.992,35	En ejecución
CHANG, Victor	FII	Desarrollo de aleaciones para indicaciones termoelectricas y fotoelectricas.		80 82	169.310,00 73.632,00	En ejecución
CHORNIK, Boris	USB	Interacción gas-superficie en las etapas iniciales de la reducción de óxidos de hierro		80	274.798,00	En ejecución
QUINTERO, Omar	UCV	Moldes de Aluminio anodizado		75	95.225,00 69.701,00	En ejecución. El proyecto ha sido reconducido en sus objetivos.
ELTON, Carlos	USB	Estudio de la cinética de reducción directa de aglomerados (pelets) de hematita y carbón venezolano	Metalurgia Química	76-78	220.505,00 147.615,00	En ejecución. Se le dió prórroga
HAAGE, Patrick	USB	Cinética de oxidación de carbones venezolanos. Influencia sobre las propiedades plásticas.		78	308.400,00	Concluido

INVESTIGADOR	INSTITUCION	P R O Y E C T O	ESPECIALIDAD	FECHA	MONTO APROBADO	OBSERVACIONES
ANGLADA, Marcos	USB	Fatiga de los metales refractarios	Fatiga de Materiales	82	122.027,00	En ejecución
COLITERS, Raúl	USB	Desarrollo de un sensor de carbono para aplicaciones industriales		74	493.784,54	En ejecución
LA BREQUE, John	IVIC	Desarrollo de una técnica absoluta de fluorescencia de rayos X y de métodos analíticos de alta precisión para la determinación de metales en materiales catalíticos.		80-81	99.275,00 202.149,10	En ejecución

FUENTE: Archivos CONICIT.

NOTAS

- 1/ Son combinaciones de las mejores propiedades de materiales de diferentes tipos o de materiales del mismo tipo.
- 2/ Estimada en $103.444.10^3$ ton/año.
- 3/ En 1952 el Comité de Política de Materiales de USA señalaba que ese país estaba agotando sus recursos minerales y naturales consumiendo 2 1/2 billones de ton/año en materiales. Ante el empobrecimiento progresivo de sus depósitos y el agotamiento de sus reservas se planteó como problema a resolver cómo atender una demanda creciente de materias primas sin colapsar sus reservas. Entonces esbozaron tres líneas posibles sobre las cuales la situación en el campo de materiales, entonces, podría mejorar. Una de ellas era la optimización de los métodos de explotación de las fuentes, otra era el desarrollo de patrones alternativos de uso de materiales utilizando nuevos materiales que reemplazarían a aquellos que comenzaban a escasear. En tercer lugar señalaron la adquisición de materiales en otras naciones en términos beneficiosos para ellos. Véase Rolling, Charles E. Raw Materials development and economic growth, a study of Bolivian and Venezuela experience. University Microfilms International. An Arbor, Michigan, USA, 1979.
- 4/ La Escuela de Metalurgia y Ciencia de los Materiales de la UCV, tiene dos Departamentos (Metalurgia Física y Metalurgia Química) y diez Laboratorios.
- 5/ La Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales de la UCV, dedica, en estos momentos, una buena parte de sus proyectos de investigación a la metalurgia extractiva del aluminio para el aprovechamiento de la bauxita de la Serranía de los Pijiguaos (Guayana), estudiando los siguientes aspectos:
 - a) Caracterización de la bauxita de la Serranía de Los Pijiguaos (Primer estudio en Venezuela del Mineral bauxítico).
 - b) Influencia del fluoruro de litio y magnesio en la obtención electrolítica del aluminio (en colaboración con VENALUM).
 - c) Estudio de métodos de concentración para la bauxita de Los Pijiguaos.
 - d) Comportamiento de la Sílice en la solubilización de bauxita de Los Pijiguaos por el proceso Bayer.

e) Recuperación del Al_2O_3 por el proceso Bayer a partir de la bauxita de Los Pijiguaos.

6/ Categoría utilizada por el CONICIT para el otorgamiento de subvenciones a proyectos de investigación orientados a las áreas definidas como prioritarias en el I Plan de Ciencia y Tecnología.

LA CAPACIDAD DE I Y D EN HIERRO, ACERO, ALUMINIO Y MATERIALES
CERAMICOS EN VENEZUELA

Milagros Rivera

Caracas/1984

INTRODUCCION

El presente artículo forma parte del Proyecto Prospectiva Tecnológica para América Latina (PTAL), el cual incluye un diagnóstico del sector metalúrgico re-- presentado por acero (hierro) y aluminio, así como también un diagnóstico de los materiales cerámicos. Con este artículo y dos más sobre la capacidad actual y po-- tencial de ID en el campo de los materiales y otro sobre polímeros e Industria - del plástico elaborados por I. Licha y M. Rivera respectivamente, se cierra la fa-- se de diagnóstico en el área de materiales en Venezuela.

La ciencia de los materiales moderna se encuentra apuntalada por los meta-- les, polímeros, cerámicas y vidrio en orden de importancia, además de las múlti-- ples combinaciones que surgen entre ellas que le dan propiedades superiores a los materiales originales. Entre estas combinaciones destacan el fiber glass (políme-- ros y vidrios), refractarios (cerámicas y vidrios), cermetes (metales y cerámi-- cas), ferroconcreto (metales y cerámicas), aleaciones (metales con metales) etc. (Ashby; 1976). En los últimos veinte años los países capitalistas han dirigido - sus investigaciones en búsqueda de materiales que sustituyan a los metales, de a-- llí la importancia que cobran día a día los materiales polímeros, cerámicos y vi-- drios, y hoy en día se ven estos productos en usos que no se pensaban podrían ser distintos a los metales, como es el caso en las partes del vehículo, aviones, mo-- tores de ambos, etc. (Ashby; 1979).

A partir de 1973, la búsqueda de nuevos desarrollos se ha orientado hacia materiales ahorradores de energía, de allí que la sustitución de los materiales metálicos cada día se hace más marcada, en parte por que los metales en su mayo-- ría son de energía intensiva.

Paralelamente a estas búsquedas se suma el reacomodo del sistema capita--

lista mundial, debido al surgimiento de nuevas industrias de punta como respuestas a los nuevos desarrollos tecnológicos en electrónica, microelectrónica, sistema - computarizados, informática, que se ha expresado en un desplazamiento de las industrias que en el pasado fueron consideradas de punta (siderúrgica, petroquímica, automotriz) de los países centro del capitalismo hacia la periferia o su total automatización 1/.

Este reacondo ha abierto un nuevo espacio a los países periféricos o semi-periféricos 2/ para insertarse dentro de la División Internacional del Trabajo (DIT).

La DIT supone una distribución de las tareas productivas, industrias de punta y producción de técnicas en los centros capitalistas e industrias secundarias en la periferia lo cual implica a su vez una distribución de las tareas intelectuales entendida como una División Internacional del Trabajo Intelectual (DITI); los trabajadores intelectuales del centro ejercen la totalidad del trabajo intelectual entendido como concepción, innovación, dirección, gestión y control, mientras que en la periferia las funciones se ejercen sólo en las labores de dirección, control y gestión, siendo la concepción e innovación casi inexistentes (De la Cruz; 1982). En Venezuela la ID en el campo de los materiales no está enmarcada dentro de nuevos desarrollos, no hay una investigación premeditada a la búsqueda de nuevos materiales. La capacidad de investigación nacional en este campo esta constituida por 123 investigadores la mayoría con formación de quinto nivel, dentro de este grupo 50 pertenecen al sector metalúrgico (acero, aluminio y cerámica) y 73 en materiales polímeros y plásticos (ver anexos). Estos grupos se distribuyen en la Escuela de Metalurgia y Ciencia de los materiales Facultad de Ingeniería, Escuela de Química y Escuela de Física, Facultad de Ciencias, UCV. Departamentos de Ciencia de los materiales y mecánica e Instituto de Investigaciones Metalúrgi-

cas, USB. Departamento de Metalúrgia y Ciencia de los Materiales y la Fundación Instituto de Ingeniería del IVIC. Instituto Universitario Tecnológico Región-Capital (Licha; 1983).

Se observa una gran concentración de investigadores en el área metropolitana. La vinculación con la industria es casi inexistente. Sin embargo desde 1979 aproximadamente viene funcionando el Centro de Investigaciones de SIDOR, consolidándose como tal en 1983, específicamente su trabajo es dirigido hacia los problemas operativos de la industria y al control de calidad. En la industria del aluminio se está propiciando la creación de un Centro de Investigación Tecnológica CITAL; que entraría en funcionamiento en 1985.

La debilidad de los grupos de investigación científica obedece en la casi inexistente vinculación con la actividad productiva, esto supone a su vez el desconocimiento de los problemas operativos y técnicos de dichas empresas y por tanto un desestímulo a la investigación que se transforma en un trabajo academicista y rutinario; esto también obedece a la forma en que ha penetrado el capital transnacional a través del contrato tecnológico "llave en mano" que no permite la asimilación y manipulación de las técnicas, lo cual se traduce en un obstáculo al conocimiento. Estos contratos incluyen importación de bienes de capital que implican tecnología incorporada, la innovación posible se limita a adaptaciones y modificaciones al equipo original que de ninguna manera significan una capacidad de producción innovativa autosostenida (Serna y Paredes; 1976).

Las industrias del acero y aluminio (y petroquímica), son un ejemplo típico de como se inserta Venezuela en el Sistema Capitalista Mundial. En primer lugar esta inserción se da como suplidores de materia prima barata hacia los países del centro, particularmente Estados Unidos a partir de la década del treinta y más intensamente después de la segunda guerra mundial; posteriormente a raíz de

la crisis energética la relocalización del capital transnacional se ha dirigido hacia aquellos países con recursos energéticos baratos, como es el caso de Venezuela que cuenta con la Planta Hidroeléctrica del Guri cuya actual inversión lo llevarían a ampliar su capacidad a 9.000 Mw/h; así como también con hidrocarburos pesados para la producción de coque (Sidor) y anodos (Aluminio). Todo esto le da una posición ventajosa a Venezuela para la producción de Acero y Aluminio.

Otra característica de estas industrias es la conformación del capital accionario, el cual es mixto; siendo el Estado venezolano el accionista mayoritario a través de la Corporación Venezolana de Guayana y el Fondo de Inversiones de Venezuela (a partir de las grandes inversiones requeridas para ampliación y construcción de nuevas plantas) ^{3/}; y las empresas transnacionales que operan en estas ramas, a nivel internacional como accionistas a través del contrato tecnológico, el know how entendido como bienes de capital tangibles e intangibles, tecnología incorporada a la maquinaria y equipo, y al diseño del proyecto e instalación de plantas respectivamente.

En relación a la industria de materiales cerámicos, la misma es incipiente, la mayoría son medianas y pequeñas empresas para cubrir parte del mercado local, sin embargo las mismas a partir de la crisis cambiaria han empezado a ampliar operaciones para producir aquellos productos que anteriormente se importaban, es por esto que ha habido una exigencia por parte de los industriales para la apertura de este campo del conocimiento que, se inicia a partir de 1982.

El trabajo pues, se compone de un diagnóstico de la industria del hierro y del acero; del aluminio y el de cerámicas esta última, enfocado desde el punto de vista de la actividad productiva y del campo del conocimiento. La realización del mismo se hizo en base de entrevistas y de una revisión bibliográfica sobre el tema.

INDUSTRIA DEL ACERO

Ferrominera.-

La industria del hierro se inicia en 1950, con la explotación de los yacimientos del Cerro El Pao por la Iron Mines Co. of Venezuela y posteriormente se expande con la incorporación de la Orinoco Mining Co. en 1954, con la explotación del Cerro Bolívar, subsidiarias de las empresas siderúrgicas Norton Bethlehem Steel Corp. y U.S. Steel Corp., respectivamente.

La explotación de ambos yacimientos obedece a la escasez de materia prima en Estados Unidos, después de la Segunda Guerra Mundial, por el agotamiento de las reservas mineras de alto tenor durante el período de guerra y el violento surgimiento de la Industria Siderúrgica durante la post-guerra. De esta manera Venezuela logra incorporarse al mercado internacional a partir de 1950 (Balles-trini; 1968).

La empresa Orinoco Mining Co. desde que inició operaciones no sólo tuvo miras de satisfacer las necesidades de su casa matriz, sino también de penetrar el mercado europeo, sin embargo, las condiciones reinantes para Europa comenzaron a cambiar a partir de 1964, debido a los suministros de mineral proveniente de Siberia, Mauritania y Brasil, países que lograron mantener una mayor participación; lo cual ocasionó un deterioro de los precios, situación que aún persiste.

En 1975 el Estado venezolano nacionaliza la industria del hierro y en 1976 crea C.V.G.Ferrominera del Orinoco C.A., con el fin de asumir el control directo de dicha industria, teniendo como actividades fundamentales la extracción, transporte y tratamiento del mineral de hierro y su comercialización dentro y fuera del territorio nacional. En esta forma sustituye a las dos empresas exconcesionarias, que hasta el momento de la nacionalización operaron dicha industria.

La C.V.G es el único accionista de Ferrominera con un capital de 750 millones de bolívares totalmente pagados. Entre los logros de Ferrominera, se encuentran la Integración y Consolidación de la empresa, las dos exconcesionarias, cada una con centros de operación distintos, con sus propios equipos, personal y procedimientos se consolidan en una sola empresa. Se asumió el control directo

de las ventas del mineral a nivel nacional e internacional, mediante la creación e instrumentación de la gerencia de ventas correspondiente, el desarrollo de un programa de investigación de mercados y la organización de una oficina de ventas en Londres, para la atención de los mercados europeos y la captación de otros - nuevos.

Las operaciones de Ferrominera están constituidas por dos divisiones localizadas en el Estado Bolívar.

La División Piar: Corresponde u opera la mina del Cerro Bolívar localizada a 120 Km. al suroeste de Pto. Ordáz, con reservas probadas en 256 millones de - Ton. M. con un tenor 58% (mezcla de hematita blanda y limonita) y los yacimientos del Cerro Altamira con reservas probadas en 145 mill. de Ton., esta División se encarga de operar las minas incluyendo instalaciones para moler, secar, cribar y embarcar en Puerto Ordáz.

La División PAO: Situada a 45 Km. de Puerto Ordáz con reservas probadas en 56 millones de Ton. M. y con un tenor entre 60% y 70% de hierro (hematita), esta división controla también la planta de lavado y embarque en Palúa, la cual entró en operación en 1975. La planta está en capacidad de producir 2 millones de Ton. M. de mineral lavado , para eliminar impurezas en el mineral. El muelle de Palúa está situado sobre el Orinoco. Las operaciones tanto en la mina del - PAO como de Piar son a cielo abierto, Ferrominera tiene una capacidad de producción de 20 millones de Ton. M. anuales.

La Planta de Briquetas.

En 1965 la exconcesionaria Orinoco Mining Co. comenzó a construir una - planta de Briquetas (High Iron Briquette HIB) en Puerto Ordáz. Las operaciones iniciales comenzaron en 1971 y en 1972 ya se tenía una producción aceptable de - briquetas. En 1975 al tiempo de la nacionalización se crea Minerales Ordaz C. A. (MINORCA), con capital mixto, correspondiéndole a la C.V.G. el 51% de las acciones y el 49% a la U.S. Steel Corporation, con el objetivo de operar la planta de briquetas. Minorca está situada dentro del área industrial de la C.V.G. Ferrominera, Ferrominera provee todo el personal para operar Minorca como también el hierro para ser procesado en briquetas. La planta de briquetas es la primera de

este tipo en el mundo y fue diseñada para mejorar la calidad metalúrgica del hierro natural. La briqueta tiene un tenor de 86.5% de hierro con su uso se logra aumentar el rendimiento del mineral y disminuir el consumo de coque o chatarra en el proceso siderúrgico. La planta consta de cuatro secciones: 1° Preparación del mineral; 2° Reducción; 3° Briquetización y 4° Generación de Gas Natural.

La capacidad instalada de la planta de briquetas es para producir 1 millón de Ton.M., para lo que se necesita un consumo de mineral de hierro de 1.6 millones de Ton. M.

Las ventas de Ferrominera están dirigidas principalmente a proveer del mineral suficiente al Complejo Siderúrgico (Sidor, Fior; Venezolana de Cemento, etc.) y al mercado de exportación. Según estimados Ferrominera suministrará 4.3 millones de Ton. M. al mercado nacional. Las reservas de mineral de hierro se estiman en 2.000 millones de Ton. M. de alto tenor (superior al 55% de tenor) y de 8 a 100.000 millones de Ton. M. en mineral de tenor inferior (menos del 50%). Esto totaliza en Venezuela 2.100 millones de Ton. M. de mineral que a una tasa de producción de 20 millones por año, lo cual significa una producción para más de 100 años.

C.V.G. FERROMINERA ORINOCO, C.A.

RESUMEN DE OPERACIONES

POR AÑOS

(Miles de Bolívares)

	1979	1980	1981	1982	1983	1984 (Estimado)
Ventas (M.T.C.)	13.693	14.450	15.290	10.533	11.000	11.334
Ventas Brutas	1.074.892	1.340.344	1.555.367	960.380	943.567	1.139.209
Ventas Netas	624.213	781.344	895.795	601.547	628.044	733.988
Costos	535.679	748.729	853.735	614.584	607.362	720.488
Ganancias Antes I.S.R.	88.985	2.773	12.650	23.333	44.468	50.687

FUENTE: C.V.G. Ferrominera del Orinoco, 1983.-

SIDOR.—

Venezuela es un país donde se reúnen condiciones muy particulares que definen ventajas comparativas para el desarrollo de la industria siderúrgica. Sus elevadas reservas de mineral de hierro de alto tenor, sus recientemente evaluadas reservas de carbón, sus existencias de gas natural, su potencial hidroeléctrico y la relativa experiencia acumulada en el sector, son algunos de los hechos ciertos que evidencian la afirmación anterior. Estas razones explican el significativo desarrollo de la industria siderúrgica nacional. Aunque de origen reciente se encuentra como segundo productor de Latinoamérica 4/.

La industria siderúrgica actualmente se encuentra en una crítica situación conjuntural, la cual es derivada de la recesión económica que se ha venido generalizando en casi todos los países del mundo. La disminuída actividad económica y la menor producción de los sectores industriales, se ha traducido en inferiores requerimientos de productos siderúrgicos que en forma progresiva han generado reducción de la producción siderúrgica, caída de precios internacionales, cierre de plantas y grandes pérdidas en el sector.

Estos hechos conocidos y analizados por estudiosos de la industria, coinciden en afirmar que una vez se logre una recuperación económica mundial y se normalicen los requerimientos de acero habrá una mayor presión de la demanda, — de allí que las grandes inversiones que significa el Plan IV de SIDOR se justifican, en función de poder responder en corto plazo a los requerimientos de la demanda (IVES, 1983).

En 1957 se comienzan las negociaciones iniciales para el establecimiento de una industria siderúrgica en el país, en 1960 se crea C.V.G. y ese mismo año se hace cargo de todo lo concerniente a la industria siderúrgica, en 1963 queda terminada la primera etapa de la planta construida casi en su totalidad por la firma italiana INNOCENTI Sistema "llave en mano", la cual podría ser — ampliada sucesivamente a medida que los requerimientos de material así lo impusieran. En 1964 se constituye C.V.G. Siderúrgica del Orinoco C.A., empresa — del Estado Venezolano para producción de acero en todas sus líneas (SIDOR, 1974). Siendo sus principales accionistas C.V.G. y F.I.V. La primera producción de a cero alcanzó las 360.000 Ton. M. y las ventas fueron por un valor de 243 millo

nes de bolívares.

La planta de productos planos se comienza a construir en 1971, tenía por objeto integrar la planta en forma completa y abastecer el mercado local. Construida por un Consorcio Belga-Alemán sistema "llave en mano" 5/.

La ejecución se realizó en cuatro etapas:

Abril de 1973: Línea de estañado y cromado electrolítico para la producción de hojalata y hoja cromada.

Noviembre de 1973: Línea de chapas gruesas.

Abril de 1974: Laminados en caliente para producción de bobinas.

Julio de 1974: Reductor laminador en frío para la producción de laminado en frío.

SIDOR amplió su capacidad primaria de lingotes de 750 mil a 1.200 millones de toneladas para poder responder a la planta de productos planos, esta planta se diseñó para una capacidad de producción inicial de 700.000 Ton. de láminas en caliente, bobinas en caliente, bobinas en frío, hojalata y hoja cromada. En 1974 se inicia el Plan IV de SIDOR con el fin de elevar la capacidad de producción de acero crudo de 1.200.000 hasta 5.000.000 de toneladas métricas anuales, (y a posteriori lograr llegar hasta 15.000.000 Ton.M./Año) para aumentar la capacidad de los laminadores de productos planos y no planos y modernizar las instalaciones de su planta siderúrgica (SIDOR, 1983) 6/. Todos estos programas de modernización y ampliación de plantas han llevado a SIDOR a contraer una fuerte deuda de corto y largo plazo con bancos del exterior, siendo las deudas superiores a 16.000.000 de bolívares. Cuando se inició el Plan IV los gastos previstos ofrecía atractivas operaciones comerciales a futuro. Sin embargo, la postergación del Proyecto por fallas en el diseño y montaje de los contratistas iniciales fue encareciendo el proyecto (PORTA, 1981), en la actualidad significa una carga financiera de 990 millones de bolívares, ligado a problemas de reducción de la demanda, lo cual ha producido pérdidas por 795 millones de bolívares hasta 1982, la empresa actualmente se encuentra en estado deficitario.

El Plan IV de SIDOR fue realizado de la siguiente manera:

Sidor tuvo la responsabilidad de la infraestructura en todas sus fases; la especificación de los paquetes licitatorios corrieron por cuenta de Sidor, todos los proyectos excepto la ampliación de la planta de productos planos se contrató "llave en mano" la ampliación de la planta de productos planos se desempaqueta contratándose equipo de ingeniería y construcción por separado 7/. La capacidad instalada de SIDOR es de 4.800.000 Ton/Año, los principales accionistas son CVG con 80% y FIC con 20%. El Plan IV de SIDOR se lleva a cabo para modernizar la planta, se introduce el proceso de reducción directa la cual es una innovación de la industria siderúrgica en los últimos años. La escogencia de este proceso resulta de la disponibilidad de gas natural, mineral de hierro de alto tenor (briquetas) energía eléctrica barata y facilidades de transporte internacional, pudiéndose convertir Venezuela en uno de los principales productores de acero por reducción directa a nivel mundial (Serna y Paredes; 1976).

Producción.-

La producción de acero en 1983 fue de 2.259.000 Ton/M., la cual representó un incremento de 225 mil Ton/M. más con respecto a 1982, (2.004 millones Ton/M.) la misma se consideró como la cifra más elevada de acero está representada por la planta de acería Siemens Martin (19.5%), acería eléctrica de planchones (50.3%), acería eléctrica de palanquillas (32.7%) y la planta de fundería (0.6%). En el Cuadro 1 se observa que la producción de las plantas de Pellas y la de Hierro Esponja tuvieron un incremento de 110 mil Ton/M. y de 163 mil Ton/M. respectivamente con respecto al 82, cifras que se consideran significativas respecto a la futura recuperación de la empresa y a la productividad.

La producción para la venta en 1983 fue de 1.769 millones de Ton/M. superó a las cifras de 1982 en 199 mil Ton/M. Durante 1982 se tomó la decisión en cubrir la demanda nacional de productos para los cuales no se posee un proceso alterno de producción, así mismo se dejó de operar la línea de tubos centrifugados de hierro debido a la baja demanda y a los altos niveles de inventario (Ver Cuadro N° 2).

Las ventas brutas nacionales fueron de 1.067 millones de Ton/M. las cuales representan en bolívares 3.017 millones, las exportaciones en Ton/M. fueron de 785.674 y en bolívares 1.641 millones, en Ton/M. significaron un incremento de 553 mil y en bolívares 1.403 millones lo cual significa una notable recuperación con respecto al año 82, la explicación viene dada por los precios deprimidos del mercado internacional que se mantuvieron durante ese año. El año 83 en general se

PRODUCCION POR INSTALACION

(MILES TM.)

	1.983	1.982
<u>Planta:</u>		
Planta de Pellas	3.219	3.109
Planta de Hierro Esponja	2.084	1.921
Sinterización (aglomeración)	-0-	-0-
Planta de Arrabio	169	202
Acería Siemens Martín	391	414
Acería Eléctrica de Planchones	1.099	1.034
Acería Eléctrica de Palanquillas	656	543
Tren 1.100 mm (Tochos y Planchones).	333	350
Colada Continua de Planchones	1.037	958
Colada Continua de Palanquillas	516	421
Vaciado por Surtidor	57	65
Tren 800 mm (Palanquillas)	245	260
Tren 500 mm	76	93
Fundería	13	13
Tren de Barras	260	334
Tren de Alambrón	278	191
Trefilería	-0-	10
Fábrica de Tubos	99	107
Laminación en Caliente	951	783
Acabado de Chapas	44	73
Hojalata y Hoja Cromada (Líneas de Corte).	66	16

PRODUCCION PARA LA VENTA

(MILES TM.)

	1.983	1.982
Arrabio	7	3
Palanquillas	74	28
Planchones	-0-	19
Tubos de Acero	98	107
Tubos de Hierro	-0-	-0-
Perfiles (Vigas y Angulos)	86	100
Cabillas	270	347
Alambrón	271	157
Alambres	-0-	10
Chapas Gruesas	44	73
Bobinas en Caliente	432	308
Bobinas en Frío	252	309
Láminas en Caliente	18	41
Láminas en Frío	32	68
Hojalata y Hoja Cromada	78	16
Bobinas Crudas	21	4

CUADRO N° 3a
VENTAS BRUTAS FACTURADAS

T.M.

PRODUCTOS	1.983			1.982		
	Nacional	Exportación	Total	Nacional	Exportación	Total
Arrabio	8.667	-o-	8.667	8.063	-o-	8.063
Semielaborados	6.267	92.039	98.306	32.965	75.448	108.413
Hierro Esponja	-o-	-o-	-o-	4	-o-	4
<u>PRODUCTOS NO PLANOS.</u>						
Perfiles	70.703	5.298	76.001	99.988	-o-	99.988
Barras y Cabillas	191.987	74.228	266.215	355.784	-o-	355.784
Alambrón y Alambres	89.999	178.034	268.033	146.843	16.011	162.854
<u>PRODUCTOS TUBULARES.</u>						
Tubos de Acero s/costura	85.678	7.427	93.105	113.692	-o-	113.692
Tubos de Hierro Fundido	212	-o-	212	7.911	-o-	7.911
<u>PRODUCTOS PLANOS</u>						
Chapas Gruesas	32.696	-o-	32.696	86.538	3.180	89.718
Bobinas laminadas en calien.	164.774	334.654	499.428	229.783	102.070	331.853
Chapas laminadas en calien.	16.987	1.835	18.822	38.555	5.863	44.418
Bobinas laminadas en frío	176.395	70.413	246.808	272.877	7.684	280.561
Bobinas crudas	18.316	-o-	18.316	6.417	-o-	6.417
Láminas en frío	13.603	21.432	35.035	53.235	24.458	77.693
Hojalata y Hoja Cromada	73.694	314	74.008	20.403	3.972	24.375
Misceláneos y Servicios	117.756	-o-	117.756	104.465	-o-	104.465
Totales	1.067.734	785.674	1.853.408	1.577.523	238.686	1.816.209

CUADRO Nº 3
VENTAS BRUTAS FACTURADAS

(Miles de Bolívares)

PRODUCTOS	1.983			1.982		
	Nacional	Exportación	Total	Nacional	Exportación	Total
Arrabio	8.311	-o-	8.311	7.412	-o-	7.412
Semielaborados	12.615	150.940	163.555	53.130	53.598	106.728
Hierro Esponja	-o-	-o-	-o-	2	-o-	2
PRODUCTOS NO PLANOS						
Perfiles	209.381	11.494	220.875	299.934	-o-	299.934
Barras y Cabillas	433.529	170.956	604.485	767.328	-o-	767.328
Alambrón y Alambres	236.247	397.065	633.312	334.760	23.719	358.479
PRODUCTOS TUBULARES						
Tubos de Acero sin costura	643.569	10.826	654.395	629.081	-o-	629.081
Tubos de Hierro Fundido	522	-o-	522	36.103	-o-	36.103
PRODUCTOS PLANOS						
Chapas Gruesas	104.722	18.886	123.608	251.009	11.675	262.684
Bobinas laminadas en caliente	428.516	573.878	1.002.394	682.854	98.059	780.913
Chapas laminadas en caliente	55.278	16.738	72.016	7.699	-o-	7.699
Bobinas laminadas en frío	578.009	211.641	789.650	823.537	2.615	826.152
Bobinas crudas	32.784	-o-	32.784	4.944	58	5.002
Láminas en frío	49.181	73.565	122.746	167.602	43.973	211.575
Hojalata y Hoja Cromada	292.579	4.889	297.468	75.729	4.467	80.196
Misceláneos y Servicios	21.895	-o-	21.895	13.469	-o-	13.469
Totales	3.107.138	1.640.878	4.748.016	4.154.593	238.164	4.392.757

considera como un buen año para Sidor, por los incrementos en las cifras más significativas.

Cabe señalar que dentro de las estrategias operativas y comerciales de la planta se ha querido ir eliminando la política subsidiaria que había venido imperando en la Industria desde su creación, se le ha querido dar una concepción diferente y en este sentido una de las primeras decisiones tomadas es la referida al aumento de los precios por tonelada 8/.

Nuevos Desarrollos.-

En relación a nuevos desarrollos se están probando los embases 2 cuerpos usados básicamente para alimentos 9/, anteriormente se importaba el acero y se le recubría con estaño en la planta. La hojalata venía de Japón, actualmente se está fabricando hojalata y se han usado asesores japoneses por dos o tres años para los nuevos desarrollos. Los aceros inoxidable no se fabrican en Sidor así como los aceros de alta resistencia (HSLA) tampoco se están haciendo. Son muy pocos los países especializados a nivel mundial que producen aceros especiales 10/.

En la actualidad se están desarrollando el acero ASTM 516-70 bajo normas norteamericanas acero para esmaltado de calidad ASTM-42H tipo 2, bajo normas norteamericanas (American Society).

Col-Gelvin Cuality

Alambrón Calidad SAE-1060, 1065, 1070 bajo normas japonesas.

Los aceros ASTM 516-70 se usa para tanques grandes en las petroleras; - el ASTM 42H tipo 2 se usa para lavadoras, cromar tapa y cubierta en las alcadoras. Todos estos desarrollos responden a las exigencias del mercado nacional, mientras no exija otras especificaciones no habrán nuevos desarrollos. En la siderúrgica predomina la estandarización tanto a nivel de los procesos productivos como de los productos, salvo innovaciones más recientes reducción directa y colada continua, producción de aceros especiales. Las tecnologías no aparecen protegidas y son de uso general y difundido. Predomina la tecnología incorporada en los equipos lo que expresa la forma principal de transferencia y subordinación tecnológica (Porta, 1981).

Uno de los problemas básicos de SIDOR son las grandes acreencias con la banca comercial privada y en particular con la banca internacional. La deuda de SIDOR está por encima de los 16 millones de bolívares de los cuales 5.522

son con la banca internacional, una empresa de la magnitud de SIDOR financiada a base de préstamos, sobre todo a corto plazo, que se refinancian y aumentan sin amortizarse, obviamente la riqueza producida, drenará hacia las instituciones - que han hecho el financiamiento (Porta, 1981).

LA INDUSTRIA DEL ALUMINIO

INTRODUCCION.-

La industria del Aluminio en Venezuela fue desarrollada como una consecuencia de los grandes planes establecidos por el gobierno venezolano para utilizar el potencial hidroeléctrico y para el desarrollo industrial de la Región de Guayana considerada como un polo de desarrollo.

En 1960 se crea la Corporación Venezolana de Guayana CVG para investigar los recursos de la región, para organizar y desarrollar el potencial hidroeléctrico del Caroní y para promover el desarrollo industrial. En ese mismo año la CVG inicia negociaciones con la Reynolds para instalar una industria de aluminio, al año siguiente se constituye Aluminio del Caroní, S.A. ALCASA con una participación de la Reynolds International del 50% y de la CVG del 50%. En 1965 se obtiene un crédito con bancos del exterior para la construcción de ALCASA, estando lista la primera planta en 1967 con una capacidad inicial de 12.500 Ton.M./Año. En agosto de 1973 se constituyó la Industria Venezolana de Aluminio C.A. VENALUM; constituida con participación de empresas japonesas en un 80% y CVG en un 20%. En 1974 esta estructura fue modificada y la participación venezolana pasó a un 80% primero a través de la CVG y posteriormente el FIV; y la participación japonesa pasa al 20% (Showa Denko KK, Kobe Steel Ltd.; Sumitomo Aluminum Ltd. Mitsubishi Light Metal Ltd, Mitsubishi Metal Corp and Marubeni Corp.). La construcción de la planta Venalum comenzó en 1976, y para Enero de 1978 la primera planta fue puesta en operación (Furrer, 1983).

En 1977 la CVG contrató con Alusuisse (Swis Aluminum Ltd) la construcción de una planta para producir alúmina principal materia prima para la producción del aluminio, con una capacidad de 1 millón de Ton.M./Año, para suministrar a ALCASA y VENALUM la materia prima necesaria y el remanente será para la exportación. En 1983 Interálumina entró en funcionamiento con una producción inicial de 500.000 Ton.M./Año. Actualmente la capacidad nacional total para producir aluminio es de 400.000 Ton.M./Año. ALCASA con 120.000 Ton.M./Año, VENALUM con 280.000 Ton.M./Año.

En 1976 la CVG descubre los yacimientos bauxíticos de la serranía de los Pijiguaos a 520 Km. al suroeste de Puerto Ordáz. La bauxita es la

materia prima para producir alúmina y posteriormente aluminio. La bauxita nacional posee un tenor de 50% de alúmina lo que implica un menor consumo por tonelada con respecto a otras bauxitas. El yacimiento de la serranía de los Pijiguaos se calcula en 77 millones Ton/M. de reservas probadas, que equivalen a 200 millones de Ton/M. en base húmeda; lo cual implica aproximadamente 65 años de operaciones en condiciones normales de producción. En 1979 se crea Bauxiven siendo sus principales accionistas la CVG y el FIV. En ese mismo año se contrató un estudio de factibilidad con Alusvisse. Los resultados del mismo dieron como resultado bauxita de calidad comercial y actualmente se desarrolla el proyecto Bauxiven el cual estará listo en su primera etapa en el trimestre final de 1987 (Omobono; 1983).

Este potencial pone a Venezuela en capacidad de ser el primer productor de Aluminio en Latinoamérica y colocarse entre los primeros del mundo además de diversificar sus exportaciones e ir eliminando la fuerte dependencia de las exportaciones del petróleo. La economía nacional podría estar apuntalada por tres industrias básicas como son el petróleo y petroquímica, hierro y aluminio. De acuerdo a estimaciones de organismos internacionales, sólo algunos productos (acero) estratégicos experimentarían un crecimiento de la demanda mundial superior al de la oferta previsible entre ellos el Petróleo y el Aluminio (Porta; 1981).

El crecimiento de la industria del aluminio mundialmente ha sido de un 7% a 9% aproximadamente en lo que va de este siglo y la tendencia es a seguir creciendo, la cual la coloca como una industria líder. Los requerimientos de inversión son extremadamente elevados. Los diferentes pasos para llegar al producto final o semi acabado requiere de grandes cantidades de energía eléctrica. Sin embargo, el aluminio es al mismo tiempo una suerte de "almacen" de energía eléctrica y a través de aplicaciones del conocimiento y la destreza adquirida han permitido determinar que por sus características lo colocan como material clave para el ahorro de energía (Alussuisse; 1980).

Las materias primas que encarecen un poco más el producto están disponibles en el país. La industria del Aluminio es de capital intensivo. La energía eléctrica viene de la estación de CVG EDECLA en el Guri (Ciudad Guayana) la cual tiene una capacidad de 2.100 Mw. Actualmente se construye la última fase de expansión de la planta, la misma tendrá una capacidad de 9.000 Mw. (Alussuisse; 1980).

Además de todas estas ventajas, en el país existe la posibilidad de produ--

cir coque a partir de los crudos pesados de la Faja Petrolífera del Orinoco, lo suficientemente elevados para la fabricación de anodos, el único inconveniente es el nivel de contaminantes (azufre, vanadio y níquel), sin embargo, se realizan estudios para determinar las propiedades de estos crudos y su incidencia en la fabricación de anodos (Vera y Morales; 1982).

La planificación estratégica de la Industria del Aluminio está dirigida a una integración vertical en un mediano plazo de CVG Bauxiven, Interalúmina, ALCA SA y VENALUM, siendo accionista mayoritario el Estado venezolano a través de CVG y el FIV. La integración permitiría una planificación global y coherente de la industria básica del Aluminio. A nivel mundial las transnacionales del Aluminio se caracterizan por estar integradas verticalmente, son seis grandes del Aluminio después de la Segunda Guerra Mundial. Cualquier otra empresa que surja, podría ser una revelación del movimiento del capital transnacional del Aluminio. En Venezuela la Industria del Aluminio es expresión de ello, también se circunscribe dentro del modelo internacional, integrada verticalmente.

Los insumos que requiere la Industria para producir aluminio a 100% de utilización de la capacidad instalada son los siguientes:

BAUXITA	2.000.000 TM	(Proyecto Bauxiven listo en 1987).
ALUMINA	800.000 TM	(Hoy se producen 500.000 TM en 1984 1 millón)*
COQUE	160.000 TM	(Se importa)
ALQUITRAN	26.000 TM	
ELECTROLÍTICAS	12.000 - 20.000 TM	
SODA CAUSTICA	20.000 - 60.000 TM	
ELECTRICIDAD	5.520.000 Mwh	(EDELCA del Guri)

* VENALUM y ALCASA continúan importando.

C.V.G. Bauxiven.-

Generalidades.-

C.V.G. Bauxiven es una empresa venezolana creada en 1979 para la explotación del mineral bauxita. La bauxita es un mineral primario que por medio de procesos de transformación puede convertirse en alúmina y luego en aluminio, metal muy apreciado por su diversidad de usos.

El nombre de bauxita deriva de la población francesa Les Baux donde se descubrieron los primeros depósitos de este mineral (Omobono, 1983). La bauxita es una arcilla que se presenta en forma de mezcla la cual no debe contener menos del 40% - 45% de óxido de Aluminio (alúmina) ni más del 20% de óxido de hierro o el 5% - 6% de óxido de sílice (combinada o reactiva). Estos tres componentes son considerados como principales porque ellos juegan una parte importante durante el tratamiento de los yacimientos, pero la composición del mineral es más compleja y no hay dos entre los cientos de depósitos conocidos con exactamente la misma composición. Esto obedece a la base del material o roca madre que lo origina y a la exposición atmosférica por millones de años. La bauxita puede formarse prácticamente sobre cualquier tipo de roca existente, de sedimentos de rocas ígneas o metamórficas. El proceso químico que implica la exposición atmosférica por millones de años permite un enriquecimiento del óxido de aluminio (Al_2O_3) y una disolución del óxido de hierro (Fe_2O_3) y el óxido de sílice (SiO_2). Hoy tales condiciones existen solamente en climas tropicales donde se han formado grandes cinturones de laterita. Parte de estas lateritas son bauxitísticas o bauxita (Alusuisse, 1980).

Para producir 1 Ton. de alúmina se requiere de 2.4 toneladas de bauxita del tipo trihidrata (Al_2O_3 combinada con $3H_2O$; la existente en los Pijiguaos).

El proceso usado para extraer alúmina de la bauxita es el llamado proceso Bayer y es el único proceso conocido económicamente viable 11/. Es necesario un paso intermedio para transformar la bauxita en aluminio, no hay un proceso aún disponible para hacerlo directamente. Para producir 1 Ton. de aluminio se requieren 5 Ton. de bauxita (Alusuisse, 1980).

Proyecto Bauxiven.-

La búsqueda de los yacimientos de bauxita en el país, se remontan a cuarenta años atrás, a través del Ministerio de Fomento y su Oficina de Servicios Técnicos de Minería y Geología y la empresa norteamericana ALCOA, los resultados en este primer intento no fueron satisfactorios. Las exploraciones continuaron a lo largo de toda la Región Guayana por diferentes entidades. (Omobono, 1983).

En 1976 la C.V.G. con asesoría de Armando Shwarck y Rafael de León, determinaron la importancia de los depósitos del mineral en los Pijiguaos 12/.

Los depósitos de bauxita están localizados en la serranía de los Pijiguaos en el Distrito Cedeño del Estado Bolívar a 520 Km. al suroeste de Puerto Ordáz. La Serranía de los Pijiguaos forma parte de la plataforma precámbrica de Guayana en la que hace unos 1.500 millones de años se introdujo el batolito de Parguaza, siendo esta la roca madre de los yacimientos de bauxita de los Pijiguaos. Los minerales bauxísticos en esta región se encuentran sobre la superficie o cerca de ella por tanto, la explotación es a cielo abierto lo cual reduce sustancialmente los costos (Alusuisse, 1980).

En 1979 C.V.G. crea Bauxiven para la explotación de bauxita y contrata un estudio de factibilidad con Alusuisse el cual incluye: evaluación de los depósitos, test pilotos con bauxita de los Pijiguaos, planificación de la mina y construcción del centro minero, transporte del mineral por tierra y fluvial, desarrollo urbano e infraestructura.

Las reservas de bauxita según el estudio, se calculan en 200 millones de toneladas con una humedad media de 11,5% lo cual da unas reservas geológicas comprobadas de 176,9 millones de toneladas y reservas probables de unos 60 millones de toneladas en áreas contiguas (Alusuisse-C.V.G.. 1980).

El mineral bauxita es del tipo trihidrata: 49,46% de alúmina (Al_2O_3) y 9.33% de (óxido de) ^{SILICA} silica (SiO_2).

De acuerdo a los test pilotos realizados en la planta de Martinswerk de Alusuisse, en una muestra de 1.000 toneladas de bauxita se comprobó que la bauxita nacional contiene aluminio en forma de trihidrato que es fácil de di-

solver 13/.

Para evaluar la bauxita de los Pijiguaos como abastecimiento para la planta Interalumina, se ha comparado con la llamada "Standard Bauxite mix", una mezcla que había sido usada como base para el diseño de la planta. Una diferencia importante entre los dos tipos es el contenido de cuarzo, el cual es mucho más alto en la bauxita de los Pijiguaos. Una gran parte de este cuarzo estará separado en la planta de desarenización antes de pasar por los espesadores de lodo, reduciendo así la cantidad de lodo y resultando en menos consumo de agua de lavado y también en consumo de combustible. Con excepción de la separación de la arena y el lavado no se registran grandes cambios en el proceso de Interalumina 14/.

El estudio de Alusuisse considera cuatro alternativas de producción correspondiente a posibles expansiones en la producción de alúmina.

A Ñ O S	A L T E R N A T I V A S			
	MILLONES DE TONELADAS POR AÑO			
	Alt.1	Alt.2	Alt.3	Alt.4
1	2.6	2.6	2.6	2.6
2 a 5	3.0	3.0	3.0	3.0
6 a 10	3.0	4.35	4.35	5.7
11 a 20	3.0	4.35	5.7	5.7

FUENTE: Tomado del Estudio de factibilidad: Aspectos económicos Alusuisse-C.V.G. (1980).

Se considera a la alternativa 1 como la más importante, ya que sería la fase inicial para todas las demás alternativas.

El plan de explotación minera para los primeros diez años de producción considera toda las alternativas de producción, se asume que durante los primeros cinco años la bauxita será explotada en el bloque dos 15/. Este ha sido escogido para las operaciones iniciales debido al tenor medio del mineral algo superior y la proximidad de la trituradora. Esto implica un precio superior para la bauxita al principio de las operaciones junto a menores precios de explo-

tación (Alusuisse-CVG, 1980).

El transporte del mineral hacia la planta de Interalumina (Matanzas, Ciudad Guayana) se ha considerado en transporte terrestre (TT) y transporte fluvial (TF) dadas las condiciones de localización de los yacimientos por las características topográficas del terreno. El TT se ha dividido en dos secciones: a) una correa transportadora desde la trituradora hasta el pie de la meseta y b) una línea férrea desde el pie de la meseta hasta el río. En la región escarpada de a) se evaluaron varios medios de transporte por camión, cablecarriil, minero ductos, ferrocarril, trenes elevados, etc., se concluyó que el ferrocarril y la correa transportadora serían los medios de transporte preferidos, finalmente se optó por el ferrocarril, aunque el costo del proyecto con los dos sistemas era el mismo, pero este último fue recomendado por el asesor de acuerdo a las siguientes razones: a) adaptable a un sistema de ferrocarril nacional, en una futura conexión; b) posibilidad de servir a un complejo industrial aislado en la zona; c) posibilidad de transportar mercancías, materiales y combustibles; d) posibilidad de expandirse fácilmente para niveles de producción mayores a los previstos; e) reducción de costos de pre-inversión para posibles expansiones futuras 16/.

Para el TF se considera al sistema de gabarra como el más económico y práctico desde la zona de los Pijiguaos hasta Puerto Ordáz.

C.V.G. Bauxiven tiene como principales accionista a la C.V.G. y el FIV con el 100% de las acciones hasta ahora.

La inversión total del proyecto contemplando el TT por ferrocarril para una capacidad de producción de 3 millones de TM/A. sería de 367.183 millones de dólares calculados a precios de 1979, incluyendo el 10% de impuestos o inversiones indirectas (Alusuisse-CVG, 1980).

Los costos de operación se calculan en 50.100 millones de dólares al año, compuesto por costo de mano de obra, lubricantes, combustibles y materiales diversos.

El precio de la bauxita se ha calculado en base a comparaciones a los precios de bauxitas parecidas de Brasil, Australia, Guinea, Sierra Leone y otros países; se ha tomado el precio medio de la "Standard Bauxite Mix" y los

precios de la bauxita trihidrata a precio CIF de los Estados Unidos y se tomó en consideración el aumento de los últimos años para determinar el factor de inflación. Todas estas consideraciones llevó a estimar el precio de la bauxita en 32 dólares la tonelada para 1979, se consideró una tasa de inflación del 15% durante los próximos tres años (Alusuisse-CVG, 1980).

La tasa de retorno es de 9.6% considerando el costo de la inversión y su poniendo precio CIF Puerto Ordáz de 32 dólares. Se considera que esta tasa está dentro de los límites normales, por tanto se considera al proyecto económicamente viable.

De acuerdo al estudio de factibilidad se estimaba que el proyecto estaría listo en 1983, iniciando labores de ingeniería y construcción en 1980 se pensaba que tres años era un tiempo considerable para iniciar la primera etapa (3 millones de toneladas). Sin embargo, el proyecto estuvo prácticamente paralizado entre 1980-82 por desacuerdos entre los accionistas, en 1983 se retoma de nuevo y se considera que podría estar listo en una primera etapa en 1987 (Bauxiven, 1984).

INTERALUMINA.-

En noviembre de 1977 la C.V.G. conjuntamente con Swiss Aluminium Ltd. (Alusuisse) constituyeron Interamericana del Aluminio C.A. (Interalúmina) con el objeto de construir y operar una planta para producir alúmina, con una capacidad de 1 millón de toneladas al año. La planta proveerá de materia prima a ALCASA y VENALUM.

En 1979 el Fondo de Inversiones de Venezuela (FIV) pasa a ser el principal accionista de Interalúmina con el 92% de las acciones C.V.G. con el 4.25% y Alusuisse con 3.75% con un capital total de 3.000 millones de bolívares. Alusuisse está representado por un comité de operaciones, proveerá el know how y tecnología para el diseño, construcción y operación de la planta en la primera fase de producción 17/.

Proceso para obtener Alúmina.-

El proceso de la planta Interalúmina es el proceso Bayer, que ha sido utilizado desde 1895 con algunas modificaciones y refinamientos introducidos en el equipo, aunque el principio es el mismo. Es el único proceso conocido económicamente viable. Este proceso puede ser descrito como un circuito de operación cerrado. La soda cáustica en forma de licor es usada para disolver la alúmina (Al_2O_3) en la bauxita. Se forma una solución con residuos sólidos, este es llamado "lodo rojo" y separado de la solución química por decantación. La alúmina es entonces recobrada a través de precipitación y filtración de la solución purificada. El remanente diluido en la soda cáustica (licor) es concentrado por evaporación y finalmente reusado en el ciclo de extracción. La alúmina precipitada es eventualmente calcinada para eliminar toda el agua y para que el producto reúna el grado de especificación para la fundición (Alusuisse, 1980).

Una planta de alúmina se compone de las siguientes unidades para completar el proceso Bayer:

Pulverización: La bauxita molida hasta obtener el tamaño requerido para extraer la alúmina.

Digestión: La alúmina es extraída bajo presión en digestores de acero.

Lodo Rojo y Lavado: El lodo rojo es lavado y separado en tanques circulares.

Filtración: La purificación final del licor es obtenido por filtración.

Precipitación: Después de enfriar la alúmina es precipitada en grandes tanques.

Evaporación: El licor aquí es recocentrado.

Calcinación: Finalmente el hidrato de aluminio es calcinado para obtener el grado para la fundición de la alúmina.

El flujo de los procesos en las áreas de las principales plantas es controlado desde una sala central por control remoto. Las materias primas requeridas por Interálumina son:

Bauxita: de 2.000.000 a 4.000.000 Ton/Año.

Combustible: 250.000 a 350.000 Ton/Año.

Soda Cáustica: 50.000 a 150.000 Ton/Año.

La cantidad de bauxita depende de la calidad y su origen; la cantidad de combustible varía con el tipo de equipo y tamaño, calidad de la bauxita y variaciones adoptadas para el proceso. La cantidad de soda cáustica depende también grandemente de la calidad de la bauxita.

El principal inconveniente que presenta una planta de alúmina y quizás el único, es la disposición del lodo rojo, el cual es esencialmente óxido de hierro sin valor comercial, alrededor de 1 Ton. de lodo rojo es generado por 1 Ton. de alúmina, sin embargo, la cantidad depende de la bauxita, su tipo y calidad; recientemente se han desarrollado métodos que permiten la recultivación de estas áreas (Alusuisse, 1980). Interálumina continuará importando bauxita de Brasil, Jamaica y Surinan hasta que Bauxiven comience a producir la bauxita necesaria.

PROYECTO INTERALUMINA.

El proyecto Interálumina contratado a Alusuisse demandó la creación de u

na organización con centros en Zurich, Suiza; Nueva York (USA), Caracas y Ciudad Guayana (Venezuela). Basado sobre la naturaleza y complejidad del trabajo involucrado y la disponibilidad de la experiencia para una ejecución efectiva. La responsabilidad de estas tres oficinas fueron ampliamente distribuidas como sigue:

Alesa Alusuisse Engineering y Alusuisse ATO Zurich, Zurich Desing Task Force (ZDTF). Este grupo fue responsable para desarrollar todo el diseño conceptual y especificaciones técnicas relacionada a la transferencia efectiva del know how de Alusuisse y la experticia para todo el trabajo, "Corriente abajo" sobre el proyecto; Zurich tomó el rol líder como centro técnico para toda la ingeniería de detalle, diseño de procesos para las áreas críticas del complejo y cierto conocimiento experto en la selección de equipos y materiales basada en experiencia ganada por Alusuisse en otras plantas (Engelberger, 1983).

Heyward-Robinson Inc; New York (subsidiaria de Alusuisse) New York Design Task Force (NYDTF). Nueva York fue el centro principal de coordinación para toda las actividades de consecución, estimación y control de los costos del proyecto, programación y planificación, y el trabajo de diseño y detalle para las áreas y disciplinas específicas de la planta. Nueva York cuenta con la mano de obra calificada y los sistemas computarizados y le correspondió el papel líder proveiendo los servicios gerenciales centralizados para el control total del proyecto. Alusuisse Servicios S.A., Caracas (subsidiaria de Aliusse) Caracas Design Task Force (CDTF) Caracas fue el principal punto de coordinación de todas las actividades con clientes entre Alusuisse e Interálumina. La oficina de Caracas también provee los servicios ingenieriles necesarios para el proyecto en la coordinación del trabajo de detalle y diseño ejecutado por varias oficinas de ingeniería venezolanas. (Engelberger; 1983).

Las destrezas disponibles en estos tres centros colocó una abundancia de recursos a la disposición de la gerencia del proyecto. Sin embargo, la complejidad y la naturaleza del trabajo ejecutado en las tres oficinas creaba un e--

norme problema de coordinación. Para el control efectivo del proyecto, cada oficina nombró un gerente y cada uno reportaba al director del proyecto. Tal operación multi-oficinas demandó viajes del personal clave de cada oficina para tomar parte en las reuniones de coordinación requeridos para acelerar y facilitar la ejecución del proyecto. Adicionalmente, por política del proyecto, todas las compras mayores estaban basadas en las ofertas internacionales. Este proceso dirigió las compras hacia Japón, Estados Unidos, Europa Occidental, Australia, Suramerica y una mayor en Venezuela. La inspección mundial más las visitas de expertos técnicos de Alusuisse en la manufactura de las tecnologías necesarias llegó a ser esencial para completar el círculo de ejecución.

La oficina de Zurich tenía la responsabilidad no solamente de desarrollar el diseño conceptual que tenía que ser asimilado en la fase de diseño y detalle, sino también de dar las instrucciones adecuadas a los centros ingenieriles de Nueva York y Caracas en el diseño especial que requiere una planta de Alúmina de esta naturaleza (Engelberger, 1983).

En el sitio de construcción se instaló una pequeña oficina de ingeniería con el objetivo de consolidar la información que provenía de Zurich, Caracas y Nueva York, la cual formaba el punto focal para el diseño final del proyecto. Toda la documentación técnica fue centralizada en esta oficina incluyendo todos los documentos, gráficos, manuales, etc., requerido para la construcción y operación de la planta. Esto ayudó significativamente en la construcción evitando serios cuellos de botella que podrían haber resultado de los problemas de ingeniería habrían sido transferidos a cualquiera de los centros principales para su solución final.

Debido a que todas las contrataciones estaban basadas sobre la oferta internacional, los suministros llegaban de varias partes del mundo. Lo cual de-

mandó la implementación de esfuerzos de inspección propios para asegurar la calidad del trabajo y que reuniera los requerimientos técnicos y ver si se ajustaba al programa del proyecto.

Se estableció una gerencia de construcción multidisciplinaria - con un director de proyecto, director de construcción, gerente de construcción, gerente de servicio y control, y gerente de reportes al director del proyecto - (Engelberger, 1983).

Esta organización prestaba atención en el sitio de construcción a la ingeniería, a la supervisión general de los contratistas, programación y planificación, control y estimación de costos, depósitos y compras locales, además de las labores propias de las relaciones industriales que tienen que mantenerse.

La construcción de la planta requería un trabajo de equipo muy cerrado entre Alusuisse e Interálumina. Las gerencias de ingeniería y operación trabajaban muy cerradamente con Alusuisse en cada fase de construcción, resultando en un fuerte equipo para generar en el proyecto en el sitio. La gerencia de este mega proyecto proveía una organización bien estructurada con personal preparado y expertos en cada fase del proyecto.

El uso de técnicas avanzadas de computación para seguimiento de los procesos e implementación de control y entrelazamientos de los equipos procesadores fue uno de los hechos más importantes en el diseño. La incorporación de un grado tan alto de sofisticación en el diseño de una planta química compleja requiere un exhaustivo trabajo desarrollado tanto por Alusuisse y los proveedores de equipo.

En 1981 Interálumina comenzó un ambicioso programa de entrenamiento, enviando alrededor de 50 ingenieros y técnicos al exterior por 18 meses. Los entrenados están ahora supervisando la puesta en marcha de la planta y tienen como principal responsabilidad entrenar supervisores de primera línea y personal de operaciones, porque aún los supervisores experimentados han tenido que sostener un considerable reentrenamiento para el equipo que ellos deben operar en una planta del tipo y magnitud de Interálumina (Golenaway, 1983).

Solamente en el departamento de producción, más de 200 personas han sido entrenados para los nuevos trabajos. De este total el 80% tiene experiencia limitada en manufactura de acero y aluminio. El uso de sistemas de control avanzados requiere de personal altamente calificado para el mantenimiento de los equipos.

Como vendedor de know how e ingeniería básica Alusuisse ha provisto a Interálumina con un manual de operación detallado para todas las partes de la planta. El personal de Interálumina estuvo trabajando muy cerca de Alusuisse en la revisión y traducción de manuales para facilitar su uso a operadores locales (Greenaway, 1983). Un pequeño equipo de operaciones, personal de Alusuisse fue asignado a Interálumina y está dirigiendo su trabajo y otras preparaciones operacionales para el comienzo.

Durante el inicio, se ha obtenido un reforzamiento adicional de un grupo de supervisores de primera línea con larga experiencia práctica en plantas de alúmina (Greenaway, 1983).

Una planta tan grande como Interálumina requiere de una gran cantidad de movimiento de materiales. Sobre una base anual más de 2.5 millones de tonela-

das de bauxita y 200.000 toneladas de soda cáustica.

Para desembarcar la bauxita y la soda cáustica Interálumina diseñó un muelle especialmente para ello, sin embargo, también sirve para manejos generales y exportación de bauxita.

El desembarque de la bauxita hacia los depósitos y luego a los alimentadores es totalmente automática, controlado a través de computadoras. La planta - Interálumina tiene una capacidad para almacenar 150.000 Ton. métricas de alúmina con los siguientes propósitos: a) almacenamiento de la producción propia de Interálumina; b) desembarque y almacenamiento de la alúmina importada y destinada para las plantas de aluminio (puesta en uso desde 1981); c) transferir - alúmina a Venalum a través de conductores automáticos; d) descargar los camiones para transferir alúmina a las plantas de aluminio vecinas (Alcasa); e) - transporte directo de alúmina de los calcinadores a los fundidores y g) exportación de alúmina. La planta pulverizadora de Interálumina está diseñada para recibir diferentes tipos de bauxita teniendo un máximo el tamaño de la partícula de 100 mm. En la planta pulverizadora la bauxita es reducida a un tamaño de la partícula óptimo, lo bastante fina para la extracción de alúmina (Manocha, 1983).

Interálumina fue inaugurada en 1983, en su primera etapa la producción es 500.000 TM/Anuales, la segunda etapa estará lista para finales de 1985, completando su capacidad de producción de 1.000.000 TM/Año.

La Industria del Aluminio.-

Generalidades.-

El Aluminio fue separado por primera vez del óxido de Aluminio (Al_2O_3 , alúmina) en 1.809 para formar una aleación con hierro; como metal puro se produjo en 1827 y desde 1851 se produce el aluminio industrial a través de procesos químicos. En 1886 Hall-Herout (sus dos descubridores) introducen el proceso electrolítico para producir aluminio y es el que hoy en día se usa con modificaciones en el equipo. Una planta moderna para la fundición de aluminio consta de tres unidades: 1.- La planta de ánodos (fabricación de ánodos); la planta de reducción del Aluminio; y la planta de vaciado (Alusuisse, 1980).

La planta de ánodos es la más importante dentro del proceso para fabricar aluminio, consiste de los siguientes pasos:

- 1.- Calcinación de coque (el coque debe contener baja proporción de azufre y metales).
- 2.- Trituración y distribución del coque calcinado.
- 3.- Las fracciones de coque y alquitrán son pesados, calentadas y mezcladas. El alquitrán es usado para unir las partículas de coque durante la formación de ánodos.
- 4.- Formación de ánodos verdes a través de presión vibratoria.
- 5.- Cocimiento y remoción mecanizada de ánodos.

La planta de reducción está constituida por celdas electrolíticas, estas son conectadas en series para formar grandes líneas y son puesta a cubierta en grandes construcciones, los elementos de una celda de reducción son cáscaras de acero alineadas con carbón el cual sirve como cátodo, los ánodos se sumergen en una mezcla de criolita fundida y fluoruro de aluminio. El criolito fundido y el fluoruro son cubiertos por una capa de alúmina 18/.

El aluminio llega de la planta de reducción para su fundición, es desgasificado y filtrado después de haber sido peinado y aliado si es necesario para obtener un metal de mejor calidad; luego el aluminio es moldeado

do a través de los procesos de fundición, donde adquiere forma y propiedades a través del mecanismo de solidificación, y forja (laminación y extrucción) donde el aluminio primario es tratado hasta obtener productos semi-acabados usados para otros procesos (Vera y Morales, 1982).

En términos generales, la producción de Aluminio proviene de dos fuentes:

Producción primaria, que se obtiene en las celdas de reducción (Aluminio virgen o primario) y obtención de Aluminio a través de una segunda fundición donde se usan como materia prima desechos tales como chatarra de aluminio recuperada, así como escorias provenientes de las celdas de reducción. Este aluminio posee menor calidad que el primario, degradándose a medida que sufre nuevas fundiciones.

El Aluminio en Venezuela.-

En 1960 C.V.G. inicia negociaciones con Reynolds International para construir en Venezuela la primera planta de aluminio en 1961 fue constituida Aluminio del Caroní S.A. (ALCASA) con un capital inicial de 50 millones de bolívares, con una participación de la Reynolds en 50% y C.V.G. con 50%. En 1965, se obtiene un crédito con bancos del exterior para iniciar la construcción. En 1967 se inaugura la primera línea de producción con una capacidad de 12.500 Tm/Año.

Actualmente ALCASA tiene como accionista mayoritario al Estado venezolano a través de el FIV con 77% y C.V.G. con 8% de las acciones y la Reynolds con 15%.

En 1973 fue constituida la Industria Venezolana de Aluminio C.A. (VENALUM) originalmente fue una empresa mixta con capital japonés y venezolano 19/. La participación de Japón con el 80% de las acciones y Venezuela a través de C.V.G. con el 20%. En 1974 esta estructura cambia primero a través de C.V.G. y luego el FIV, hoy el capital venezolano es mayoritario con el 80% a través del FIV con 62%, C.V.G. 18% y 20% capital japonés (varias empresas metalúrgicas).

En la actualidad VENALUM y ALCASA cuentan con una capacidad de producción de 400.000 TM/A. Venezuela se encuentra como primer productor en Latinoamérica y décimo en el mundo.

ALCASA posee dos plantas una en Matanzas (Ciudad Guayana) y otra en Guacara (Estado Carabobo). La planta de Matanza, produce fundamentalmente aluminio primario cuenta con una planta de fabricación de ánodos, de reducción, fundición y laminación. La planta de Guacara entró en funcionamiento en 1968, básicamente es una planta laminadora para la elaboración de materiales livianos. Su capacidad de producción es de 6000 TM/Año, en productos semiacabados y finales, su materia prima es aluminio en rollo proveniente de la planta de Matanzas (Omo-bono, 1983).

La estrategia de desarrollo de la Industria del Aluminio hoy se enmarca dentro de las políticas de promoción de exportaciones no tradicionales y sustitución de importaciones. Por un lado es un hecho conocido que el petróleo ya no puede seguir sosteniendo el ritmo de crecimiento del país y por otro la situación cambiaria y la evolución del precio del aluminio en el mercado internacional han provocado una reactivación de las instalaciones de las empresas procesadoras con el objetivo de sustituir algunos de los productos importados (VENALUM, 1983).

Producción y Ventas.-

La capacidad de producción de Aluminio primario es de 400.000 TM/Año, ALCASA con 120.000 TM y VENALUM con 280.000.

La producción total en 1983 fue de 335.304 TM/Año, VENALUM con 230.480 TM (82% de la capacidad instalada) y ALCASA con 104.524 (87% de su capacidad). Las ventas totales alcanzaron una cifra de 361.880 Ton. durante 1983.

Del Cuadro N° 1 se desprende que el 81% de las ventas para el año 83 estuvieron dirigidas al mercado de exportación 20/ y sólo el 0.1% se vende como producto semifinal y el resto como aluminio primario, este posee un valor agregado nacional relativamente pequeño (aún se importa alúmina aunque en el 83 se inició la primera línea de producción de Interálumina) en comparación a los productos terminados; aunque a fines de 1980 el mercado del aluminio se vio afectado por una reducción de la demanda y de los precios que hizo crisis en 1982, pero a inicios de 1983 se registró una recuperación de la demanda y los precios alcanzaron nuevamente los niveles de 1979 21/.

Del total de ventas el 19.3% se destinó al mercado nacional 22/. De los cuales el 37.2% (17.843) son láminas y Foil procesados por ALCASA (única planta de laminado en el país) y el 74.5% (52.145) corresponde a aluminio primario procesado por el sector manufacturero.

VENTAS DE ALUMINIO
POR PRODUCTO Y DESTINO

1983

P R O D U C T O	ALCASA	VENALUM	VENTAS TOTALES
	MERCADO	NACIONAL	
METAL LIQUIDO	-	11.023	11.023
LINGOTE	30.100	11.022	41.122
LAMINA Y FOIL	17.843	-	17.843
TOTAL MERCADO NACIONAL	47.943	22.045	69.988
E X P O R T A C I O N E S			
LINGOTE JAPON	-	153.000	153.000
LINGORE	67.450	71.220	138.670
LAMINA	222	-	222
TOTAL EXPORTACIONES	67.672	224.220	291.892

El siguiente paso es la integración de la industria del aluminio en forma vertical, mediante capital suscrito por el FIV a través de un holding del aluminio para coordinar las diversas empresas. La integración permitiría ahorrar la cantidad de 120 millones de bolívares. El Estado (FIV y CFG) tiene un 95% en Interálumina, 80% en Venalum, 75% en ALCASA y 100% en Bauxiven. Esta fusión daría un tratamiento coherente, planificado, armónico y continuo. Esto requerirá de canales institucionales adecuados que garanticen la toma de decisiones con visión de conjunto.

MATERIALES CERAMICOS

INTRODUCCION.-

El campo de los materiales cerámicos es bastante amplio y cubre un rango - de materiales de alfarería, refractarios, sanitarios, gres, losas, quizás los más conocidos hasta nuevos desarrollos como los cermets, cerámicas electrónicas cerámicas nucleares con usos muy específicos.

Las cerámicas convencionales son silicatos complejos. La ID en los países desarrollados se ha dirigido en la búsqueda de un material más fuerte, más duro es así que se le han añadido una serie de componentes como vidrio (silica vitrea), alumina, magnesita, espinels (especie de rubí) de alta pureza, mulita, silicatos, boruro, carburo, nitritos y muchos otros (Ashby, 1979).

Los materiales cerámicos poseen poca tenacidad y debido a la naturaleza de sus componentes se muestran como débiles competentes frente a los metales, aunque son baratos, muy estables químicamente y abundantes; muchos de ellos tienen punto de fusión cerca de los 3000°C y tienen suficiente resistencia a los 1500°C lo cual ofrece un enorme potencial en tecnologías de turbina (Ashby, 1979).

Los materiales cerámicos pueden endurecerse por la incorporación de alambre, partículas de metales duros, etc. El más obvio ejemplo es el concreto reforzado, más recientemente, la incorporación de alambres de acero cortado y fibras de vidrio dentro del cemento y el concreto han dado un aumento suficiente en la tenacidad. El concreto y el cemento son baratos y ampliamente usados. Si pudieran ser suficientemente duros sin aumentar en el costo, la tecnología - de la construcción tendría un gran avance especialmente los edificios prefabricados.

En Venezuela, el campo de los materiales cerámicos es bastante incipiente, existen alrededor de 60 a 40 empresas que producen productos de alfarería, refractarios, losas, gres, porcelana, sanitarios, son en su mayoría pequeñas y medianas empresas. El campo del conocimiento está poco desarrollado, el IUT-RC comenzó en 1979 cursos y seminarios para la especialización en este campo y años más tarde inició un curso para la formación de técnicos superiores en materiales cerámicos (Camillo, 1983). Las principales industrias que producen materiales cerámicos son Cerámicas Carabobo, Vencerámica, Revesa, Refractaria Vulcano, A.P. Green de Venezuela. La tecnología que usan es totalmente importada

así como alúmina, Bauxita 23/ magnetita, caolín 24/. Estas empresas producen básicamente productos Refractarios, lozas, gres, porcelana, etc.; a continuación presentamos una corta explicación de cada uno de estos productos:

Alfarería: Son productos de tierra cocidas, se fabrican con arcillas comunes, se usan en la construcción de casas y edificios. Los principales productores son pequeñas empresas y utilizan materia prima nacional, la tecnología es sumamente sencilla pero en su mayoría es importada, debido a que eran muy baratas y era más costoso producirlas aquí, esta situación puede cambiar por el aumento del dólar respecto al bolívar (Miglioreti, 1980).

Refractarios: Son productos que tienen una resistencia que sobrepasa los 1500°C (los metales y aleaciones no pertenecen a esta clasificación) los refractarios se clasifican en compactos y a granel, esta clasificación se hace en función de la naturaleza química y mineralógica de sus componentes refractarios y del aglutinante (cerámico, hidráulico, mineral orgánico los cuales sirven para el aislamiento térmico). La industria de refractarios en el país ha tenido un rápido crecimiento debido principalmente al desarrollo alcanzado por la industria siderometalúrgica y se amplía aún más - con la industria del vidrio. Los productos refractarios nacionales aún no logran la calidad satisfactoria, Sivena debe importar el 50% de refractarios que necesita 25/.

Lozas: Productos cerámicos de porosidad elevada y por eso son recubiertos con revestimiento vitrificado o vidriado de loza. Las baldosas de lozas - tienen un cuerpo blanco que se llama biscuit recubierto de capa esmalte. - Los componentes de este biscuit son arcillas, caolines, productos sílicos y agente fundente. Las lozas se clasifican según su composición en: lozas de pasta sílica antiguas, (sílica, caliza, de) y lozas de pasta arcillosa (coloración natural, arcillosa-caliza) blanca (caliza, feldespática) (Miglioreti, 1980).

Gres: Los gres son productos de arcillas que tienen pasta compacta impermeable al agua, opaca vitrificada. Tienen buena resistencia contra los ácidos. La gres es usada en baldosas y sanitarios.

Porcelana: La porcelana tienen pasta vitrificada adnetro, color translu

cido. La principal materia prima de la porcelana es el caolín. La porcelana nacional no es de alta calidad.

Cerámicas Eléctricas y Electrónicas: Materiales cerámicos nuevos, de mucha pureza y regularidad en la composición química. Tienen características eléctricas y electrónicas especiales, alta permeabilidad magnética, resistencia al campo eléctrico máximo, estabilidad con respecto a la temperatura. Estos productos son fabricados por tres empresas grandes a nivel mundial, así como también cerámica para metalurgia nuclear, para industrias aeronáuticas, astronáuticas y abrasivos, todos desarrollos nuevos dentro de este campo. Las principales materias primas para fabricar estos productos son: coridon, mulita, cordierita, glucina, Bario, titanio, alúmina, magnesita, colemanita, boruros, carburos, cuarzo, etc. (Miglioreti, 1980).

Cermets: Los cermets son materiales compuestos de cerámicas y metales. Son materiales donde se ha querido por un lado asociar la ductabilidad y la resistencia al impacto térmico de los metales, y por otro la resistencia a la oxidación y la refractariedad de las cerámicas, se usan en herramientas de corte y contactos telefónicos principalmente. Los cermets son fabricados con partículas de cerámica pulverizada, el carburo de tungsteno y el boruro de cromo son los más comunes y unido a una capa relativamente delgada de un metal usualmente cobalto. Los cermets se presentan como un área muy atractiva para futuras investigaciones (Ashby, 1979). Los cermets son productos costosos y aún el mejor de ellos tiene una tenacidad más baja que el de una buena estructura de acero, lo cual abre un campo de investigación.

Hay una amplia selección de cerámicas muchas más baratas, las cuales podrían proveer una alta dureza y resistencia y por otro lado un amplio rango de materiales metálicos y polímeros que impartirían tenacidad a los diferentes materiales compuestos a partir de estos. El cual se presenta como un campo poco explorado.

Recursos Naturales Nacionales.--

Gracias a su configuración geológica, presencia de grandes cuencas sedi-

mentarias, geotectógenos complejos y un gran escudo precámbrico, Venezuela es rica en depósitos industriales de gran importancia económica a lo largo y ancho del país.

En las regiones Occidental, Centro Occidental, Central y Oriental, se encuentran grandes depósitos bajo alta minería especialmente los ubicados en las cercanías de las ciudades por las facilidades de las carreteras, entre estas ciudades se encuentra San Cristóbal, Maracaibo, Barquisimeto, San Felipe, Maracay, Ocumare del Tuy, Guarenas y Barcelona, produciendo un altísimo volumen de materia prima para las industrias de alfarería, baldosas y agregados livianos.

El Cuadro N° 1 muestra los principales materias primas usadas en el país y su localización (Rodríguez, 1983). (Ver Anexos).

La Industria de la cerámica actualmente basa su proceso en el empleo de las arcillas plásticas del Estado Lara, estas ofrecen alta plasticidad y color de cocción claro; a la pasta se le añade caolín y en algunos casos, arena sílica de granó fino y feldepasto.

Las arcillas plásticas del Estado Lara incluyen todos los yacimientos conocidos en esta región. En los últimos años la arcilla aprovechada de estos yacimientos ha desmejorado notablemente, tornándose de mayor contenido de hierro y mayor contenido de arena gruesa. Esto ha forzado a las industrias instalar nuevas plantas para aceptar estas arcillas desmejoradas (Cram, 1983).

El feldespato es usado tradicionalmente como uno de los componentes en el esmalte para los artículos de cerámica y actúa como fundente, por su bajo contenido de hierro le imparte a la masa un color claro.

En la fabricación de refractarios la materia prima básica es el caolín y arcillas caolínicas refractarias, ambos se localizan en el Estado Bolívar.

El caolín para la fabricación de refractarios no importa tanto el contenido de hierro, sino la cantidad de cuarzo debe ser la menor posible. Este ayuda grandemente a impartir a los productos refractarios la refractariedad, resistencia, baja expansión termal propiedades necesarias para asegurar la estabilidad química y física requerida en su empleo a altas temperaturas. Los yacimientos de caolín explotados hasta la fecha se encuentran alineados en una franja muy -

C U A D R O N° 1

M A T E R I A L E S N O M E T A L I C O S
U S O Y L O C A L I Z A C I O N

ARCILLAS COMUNES	ALFARERIA, BALDOSAS AGREGADOS LIVIANOS	REGION CENTRO OCCIDENTAL OCCIDENTAL, CENTRAL ORIENTAL
ARCILLAS BLANCAS	CERAMICA, BALDOSAS, PORCELANAS SANITARIOS, REFRACTARIOS, PINTURA CEMENTO	ESTADOS TACHIRA, BARINAS, CARABOBO Y GUARICO
ARCILLAS LITIFICADAS	REFRACTARIOS Y LADRILLOS DE ALTA RESISTENCIA TERMICA	ESTADO TACHIRA (2)
ARCILLAS PIROFILITICAS	AISLANTES Y REFRACTARIOS (Princi- palmente) CERAMICA, PORCELANA.	ESTADO LARA
ARCILLAS SILICEAS (4)	VIDRIO, CERAMICA, REFRACTARIOS, FUNDICION. DETERGENTES, SANITARIOS y PORCELA NAS.	ESTADOS TACHIRA, LARA, AN- ZOATEGUI, GUARICO ESTADOS FALCON, ARAGUA Y MONAGAS.
CALIZAS (5)	CEMENTO, CAL AGRICOLA, CAL BASE PARA ALIMENTO DE ANIMALES, PINTU- RA, PAPEL PRODUCTOS QUIMICOS, SIDERURGIA CONSTRUCCION Y ROCAS ORNAMENTALES	REGION ZULIA, LOS ANDES ORIENTE, COSTERA REGION CENTRAL
CAOLIN	CERAMICA, SANITARIOS, GRES, PAPEL	ESTADO BOLIVAR
FELDEPASTO	CERAMICA, SANITARIOS BALDOSAS, PORCELANAS.	ESTADO BARINAS REGION COSTERA y ANDINA

- (1) * Lara Meridional: Quibor y Sanare, contienen las más extensas fajas de arcillas blancas y grises, tanto illitica como colinitica.
- (2)** Táchira Meridional: Zonas de Rubio, Abejales, S. Joaquín de Novay, extensos depósitos comerciales; es probable a lo largo de los Andes Meridionales.
- (3) A lo largo de la franja de Bobare y Caronta.
- (4) Excelente Mena con un 98% y 99% de SiO₂ se encuentran bajo explotación la de los Estados Lara, Trujillo y Monagas.
- (5) Se estima que Venezuela produce 20 millones de toneladas para el mercado local.

FUENTE: Simón E. Rodríguez. Características e importancia comercial de los Distritos de Rocas Industriales de Venezuela. Dirección de Geología MEN.

bien definida que cruza por la parte norte de Upata, Estado Bolívar, formados en las rocas precámbricas del Complejo Imataca (Cram, 1983).

Formación de Recursos Humanos.--

Uno de los problemas fundamentales que se presenta en este campo es la ausencia de recursos humanos preparados, dado que no existe en el país ningún centro de formación relativo al mismo. En base a esto y después de la realización de una encuesta en las diferentes empresas establecidas en el país que producen materiales cerámicos, el Instituto Universitario Tecnológico - Región Capital comenzó a realizar una serie de actividades con el objetivo de organizar cursos de especialización, el encargado fue el departamento de metalurgia del IUT. Los pasos dados en este sentido fueron los siguientes:

En 1979 se contrata un Ingeniero ceramista, se elabora un estudio de la realidad industrial en relación a los materiales cerámicos. En 1980 se crean laboratorios de ensayos físicos, químicos y de preparación de pastas; al año siguiente se abre el primer curso sobre materiales cerámicos para técnicos superiores e ingenieros, en el 82 se organiza un ciclo de seminarios sobre materiales cerámicos (refractarios, alfarería). En enero de 1983 se inicia la especialización cerámica con una duración de un año (Camillo, 1983).

La formación cerámica general debe contemplar tres niveles, el obrero calificado el técnico superior y el ingeniero ceramista. El obrero calificado debe conocer algunas técnicas de fabricación. Su formación se hace en la empresa a través del aprendizaje por experiencia.

El técnico superior es el que maneja perfectamente las técnicas de fabricación y tiene conocimiento del comportamiento químico y físico de los principales materiales. Su trabajo fundamentalmente dentro de la industria es en el control de calidad, control de producción, desarrollo e implementación de técnicas especializadas, este profesional se encuentra entre el ingeniero y el obrero calificado.

El Ingeniero Ceramista, debe tener un conocimiento amplio del campo, su labor está enmarcada dentro de la dirección de la empresa y en la investigación.

El IUT-RC creó el Centro de Apoyo a las Industrias Cerámicas (CAIC) en 1980, para coordinar todas las actividades inherentes al desarrollo de los materiales cerámicos en el IUT-RC, los objetivos básicos son:

- Formación de Recursos Humanos a través de cursos de especialización.
- Realización de investigación básica y aplicada dirigida a un conocimiento profundo de los materiales no metálicos para desarrollar productos con materia prima nacional y nuevos procesos.
- Asesoría a empresas a través de estudios e investigación de problemas de fabricación o calidad del producto.
- Resolución de problemas tecnológicos, asesorías a empresarios en la selección de equipos industriales.

Para llevar a cabo todos estos objetivos se han contratado especialistas de otros países, especialmente de Francia para impartir seminarios y cursos cortos para ir conformando un grupo de trabajo.

El CAIC ha recibido ayuda de organismos públicos y privados también de laboratorios establecidos en el IUT-RC; de empresas usuarias de materiales cerámicos como SIDOR, VENALUM, etc., y asociaciones como ANIPA, ASALF, AUPC, etc.

Del exterior de la Escuela Nacional de Cerámica Industrial de Francia y de la Escuela SENAI de Brasil.

El financiamiento del CAIC viene a través de un crédito IUT-RC-Ministerio de Educación, el CONICIT (a través de proyectos de investigación) (Camillo, 1983).

MATERIALES NO METALICOS

PRODUCCION NACIONAL Y VALOR COMERCIAL

A Ñ O 1 9 8 3			
M I N E R A L	PRODUCCION NACIONAL	UNIDAD MEDIDA	V A L O R COMERCIAL Bs.
ARCILLA (1)	966.327	M ³	-
ARCILLA BLANCA (1)	51.933	M ³	-
FELDESPATO	37.398	TM	2.310.836
CAOLIN	11.250	TM	670.500
CALIZA (1)	1.339.994	M ³	-
YESO (1)	212.504	TM	-

FUENTE: Ministerio de Energía y Minas. Boletín Mensual. 1984.

(1) No se tiene la información.-

CONCLUSIONES.-

El surgimiento de las industrias del acero y el aluminio responden a las ventajas que presenta Venezuela en cuanto a recursos minerales, hidroeléctricos, petroleros, etc. la cual la hace atractiva al capital transnacional en el caso del acero (hierro) los grandes yacimientos con que (2.100 millones en el cinturón Imataca, Edo. Bolívar) cuenta el país comienzan a ser explotados en 1950 por dos compañías transnacionales (Nortan Betlehen Steel Corp. U.S. Steel Corp.) previo una exploración que venía desde los años 40; ésto se debe en primer término a la carencia de mineral que tenía para ese entonces Estados Unidos para la transferencia en metal primario y posteriormente en bienes de capital (maquinaria liviana y pesada, equipos, etc.). La industria del acero se inicia 14 años más tarde como consecuencia de los grandes recursos hidroeléctricos que provienen de la represa del Guri y en donde interviene el capital transnacional en el diseño, construcción y operación de las instalaciones (la operación es por uno o dos años).

En el caso del aluminio primero se conforma la industria de metal primario precisamente para aprovechar los recursos disponibles ya que su producción es energía intensiva además de gas proveniente del petróleo, que abaratan mucho más su producción, posteriormente la construcción de Interalúmina y luego los descubrimientos de los depósitos de bauxita, mineral básico para la obtención del aluminio, lo cual le dan una conformación que conlleva a la integración vertical la cual puede lograrse entre 1987 y 1988. Esta conformación colocaría a Venezuela como la séptima Industria del Aluminio totalmente integrada 26/. La integración vertical de la Industria del Aluminio caracteriza a las seis empresas transnacionales que actúan en este campo a nivel mundial.

Vemos pues que estas industrias funcionan con capital mixto -Estado venezolano-Empresa transnacional- donde la participación del capital foráneo está representado por el componente tecnológico entendido por diseño de procesos, instalación de planta, de complejos llave en mano, suministro de maquinarias y equipos y comercialización de la producción. La acción del Estado es garantizar la consecución del financiamiento, construcción de infraestructura, etc.

En ambas industrias se repite la División Internacional del Trabajo en lo

que se refiere a consumo de mineral-producción de metal y producción de materia prima entre los países desarrollados y los países en desarrollo. El redesplice que tiende a fortalecerse con la instalación de nuevas plantas como es el caso de Venezuela que presenta ventajas para ello, en referencia a esto Japón ha ido reduciendo su capacidad instalada en el sector aluminico. Su negocio con el Estado venezolano le ha permitido reemplazar casi la mitad de ese desplazamiento y están interesados en reducir aún más la capacidad de producción pero no de consumo. Esta es una forma de operar las E.T. y entrelazarse con los intereses del Estado en un proceso concreto de redesplice.

Esta configuración enmarcada dentro del capital transnacional y sus intereses, dentro de una marcada especialización de la División Internacional del Trabajo (PED: producción de productos primarios y exportación. Recepción de bienes de capital, maquinaria y equipo. Con tendencia a cambiar por un nuevo acomodo de la DIT por la introducción de la electrónica. PD: Producción de diseños de procesos y productos con tendencia a la normalización (o univervalización) - instalación de plantas, consultoría y asesoría, etc.). Situación que también señalamos en el caso de la industria del plástico (Rivera, 1983), que es la que no permite un rumbo diferente dentro de estas industrias enmarcadas dentro de los nuevos desarrollos bien productos o procesos.

Por otra parte la capacidad de investigación en este campo es bastante débil, se calculan aproximadamente alrededor de 123 investigadores, totalmente aislados de los acontecimientos en la industria, a nivel institucional: Industria-Universidad, y en la mayoría de los casos son investigaciones individuales y esparcidas.

Ante la agresividad de la E.T. es poco lo que se puede buscar en el campo de las materiales metálicos.

En cuanto a materiales cerámicos la situación es muy diferente, la inversión en la industria se encuentra en manos del capital nacional privado, con importación de tecnología llave en mano ; se cuentan con suficientes recursos para desarrollar todo un campo que hoy se encuentra en estado incipiente.

El país no cuenta con recursos humanos capacitados ni para la investigación, ni para la industria. Lo cual abriría nuevas fuentes, si se logra una ac

ción del Estado en primer lugar y en segundo lugar el interés de la empresa privada para ampliar su radio de acción 27/.

NOTAS

- 1/ Este reacondo mundial muchos autores lo interpretan como el surgimiento de una nueva Onda de innovaciones tecnológicas que ya está modificando - la estructura económica y social de los países capitalistas industrializados. Se considera que estamos entrando dentro de un nuevo ciclo económico (Pérez; 1983).
- 2/ Este término introducido por I. Wallestein para explicar como algunos países pasaban de ser periféricos a hegemónicos el caso de Inglaterra en el siglo XVII, USA después de la II Guerra, etc, y R. De la Cruz también le da un peso específico para precisar algunas manifestaciones de países del 3er. Mundo donde se dan diferencias notables, rompiendo el término bipolar del mundo en uno más específico tripolar.
- 3/ El FIV fue un organismo del Estado creado por el Presidente Pérez (1974-79) para represar el dinero proveniente del aumento vertiginoso de los precios del petróleo, es la forma más clara de como la renta petrolera capitaliza las grandes inversiones que asume el país.
- 4/ La producción de acero en los países latinoamericanos aumentó en un 20.3% en el período enero-julio de 1984 en relación con el mismo período de 1983. (Instituto Latinoamericano del Hierro y el Acero ILAFA). Los mayores incrementos de producción se lograron en Brasil, con un 32%, Venezuela con un 22.6% y Chile con un 12.2%. El Nacional, 27-08-84.
- 5/ A nivel mundial la producción de acero a través de productos planos es dominante, la transformación de la Industria Siderúrgica hacia los productos planos es un derivado de las necesidades de valorización del gran capital en el capitalismo moderno; el tamaño óptimo del tren de laminación de PP. fue determinado el tamaño óptimo de cualquier complejo siderúrgico. El cambio tecnológico principal en la siderúrgica estuvo en la ampliación de la escala de producción (Porta; 1981).
- 6/ El Plan IV de SIDOR, en la forma en que se consibió fue un error de política, su desarrollo en una sola fase condujo al déficit tan fuerte que todavía hoy no se supera; la ampliación se había concebido en un primer momento en etapas (De la Cruz; 1980).
- 7/ Los principales proveedores y contratistas del Plan IV fueron: Demag (Alemania) asociada con Manresram. Meer A.G. (Alemania) construye y equipa la fase de colada continua de la acería eléctrica y la planta de tubos. Gutehoffnungshutte Sterknade A.G. (Alemania) construye la acería eléctrica y planchadores. Korf Engineering Grubh (Alemania) propietaria de la licencia del proceso MIDREX para reducción directa. Lurgi Chemie and Hutten Technik (Alemania) Thyssen (Alemania) construye la planta de cal. Wean United Inc. (USA). S.A. Coppe Rust N.V. (Bélgica) diseño e ingeniería. Tagliaferri SPA. (Italia) productor mundial de hornos de acería eléctrica.

Technit CTT forma de Ingeniería que realiza la construcción, montaje y coordinación del proyecto de acería eléctrica de palanguillas. Swindell Dresser (USA) Construye dos plantas de reducción directa que significa el 60% de la capacidad total instalada. Joest-Alpine construye la planta de fertilizantes "llave en mano"

Además son proveedores de equipo: Westinghouse de USA, Mitsubishi Heavy Industries de Japón.

Asesores: Atkins y Partners de USA. Sofresid de Francia.

- 8/ SIDOR, decidió dejar la política de precios subsidiaria que venía teniendo y están orientándose a una política de tratar de buscar hacer más rentable la industria, piensan que ya cumplieron una etapa dentro del desarrollo económico del país. La política de precios bajos de SIDOR representaba una transferencia de capital hacia los compradores de sus productos, el Estado y la empresa privada.
- 9/ Aún se importan envases 2 cuerpos, SIDOR produce envases 3 cuerpos.
- 10/ Se entienden por "nuevos desarrollos" la introducción de productos que no se han fabricado con anterioridad dentro de la empresa y se aplican - las normas, la mayoría de Estados Unidos, se prueban en el centro de investigación de SIDOR y se le da el visto bueno para su introducción.
- 11/ El proceso Bayer debe su nombre a su descubridor (1895), el principio no ha cambiado, algunos refinamientos han sido introducidos en el tamaño - del equipo, el cual se ha incrementado drásticamente y las operaciones continuas han reemplazado las plantas tipo horno (Alussuisse; 1980).
- 12/ Armando Schwarck como jefe de la División de geología del Ministerio de Minas, había explorado la región, sin embargo las limitaciones presupuestarias no habían permitido un estudio más profundo de estos yacimientos.
- 13/ Alussuisse ha puesto gran interés en la ID sobre bauxita y alúmina. Casi toda la bauxita disponible en el mercado mundial ha sido analizada y evaluada en los institutos de investigación y laboratorios de Alussuisse (Ferrer; 1983).
- 14/ Existía temor en relación al tipo de bauxita de los Pijiguaos y la bauxita que iba a alimentar la planta Interalúmina, sin embargo, estas previsiones se tomaron en el diseño de la planta una vez conocida la naturaleza de la bauxita nacional. De acuerdo a entrevista con el Prof. Pastrana escuela de Ingeniería Metalúrgica, UCV. El área de desarenización de la planta fue rediseñada para poder separar, lavar y deshacerse de grandes cantidades de arena. Los cambios de diseño no fueron significativos y los mismos se hicieron en el diseño total de la planta (Engelberger; 1983).
- 15/ La explotación de la planta se ha planificado en 9 bloques o canteras (Alussuisse-CVG; 1980).
- 16/ Durante el período de gobierno anterior se consideraba como mejor sistema de correas, discusión que retardó la puesta en marcha al proyecto, es

ta discusión se suscitó entre los principales accionistas CVG y FIV de acuerdo a entrevista sostenida en Bauxivén (1984).

- 17/ Alussuisse ha construido la mayoría de las plantas de alúmina en Europa. La más grande hasta ahora era la de Gove en Australia con capacidad de 1 millón de Ton. El diseño de Interálumina combina la experiencia de Australia y mejora recientes en la tecnología. Nuevas adaptaciones y modificaciones de tecnología básica de Alussuisse fueron diseñados para la nueva planta Interálumina (Alussuisse; 1980).
- 18/ El criolito y el fluoruro de aluminio son producidos por desperdicios de las plantas de fertilizantes. Las propiedades físicas y químicas de la alúmina son muy importantes para las fases de producción siguientes (Alussuisse; 1980).
- 19/ En 1974 VENALUM firmó un convenio con ALCASA donde se le designaba como administrador de VENALUM, mediante este convenio, ALCASA tuvo la responsabilidad de supervisar y dirigir operaciones diarias en VENALUM, además adiestrar personal administrativo y técnico (VENALUM; 1983).
- 20/ VENALUM suscribió durante 1974 un contrato compra-venta de 160.000 TM/Año con sus accionistas japoneses, por un período de diez años desde 1978, el mismo ha sufrido algunas modificaciones referido a las fluctuaciones de precio en el mercado internacional y a las ventas a terceros (VENALUM; 1983).
- 21/ Los indicadores del mercado SPOT, LME y US, MARKET se incrementaron en 58% y 46%. Pasando de 912 \$/TM y 1.031 \$/TM en 1982 a 1.439 \$/TM y 1.506 \$/TM en 1983 respectivamente. ELJIP (Japan Import Price) se incrementó en un 7.8% al pasar de 1.332 \$/TM en 1982 a 1.437 \$/TM en 1983.
- 22/ VENALUM, ha implementado una política de promoción y consolidación de la industria del Aluminio "Aguas abajo", realizando acciones tendientes a satisfacer la demanda interna, en 1983 vendió en el mercado nacional 22.045 TM y comprometió 33.600 TM para 1984, cantidad que estaba inicialmente prevista para la exportación, en tal sentido se definió una política de venta uniforme para el mercado nacional que fuera capaz de desarrollar la industria procesadora nacional y exportar los productos de aluminio en forma competitiva (VENALUM; 1983).
- 23/ Esta situación puede cambiar con la producción de Bauxita en la Serranía de los Pijiguaos. Y la planta Interálumina para producir alúmina con una capacidad de 1.000.000 de TM/Año, actualmente está produciendo en su primera etapa 500.000 TM/Año (este tema es ampliamente tratado en el capítulo sobre la Industria del Aluminio).
- 24/ Aunque aquí existen yacimientos de caolín de alta calidad. Vencerámica importa 7.300 TM/Año, el caolín importado cuesta 1.200 bolívares la tonelada y el nacional 290 bolívares, sin embargo, la explotación de los yacimientos no cubre el mercado. (Entrevista con Francesco Camillo, coordinador del Departamento de Materiales Cerámicos del IUT-RC, cooperante francés).

25/ Entrevista con Francesco Camillo.

26/ En la Industria del Aluminio existe una fuerte y marcada integración vertical y multinacional que abarca desde la fase de extracción del mineral hasta la producción de manufacturados del Aluminio. Cabe señalar que en una lectura realizada de un artículo sin fecha, sin autor, sobre un "estudio de las Capacidades Técnicas y de Mercadeo de Billiton", con respecto a Bauxita y Alúmina señalaba:

"Billiton se compone de un grupo de compañías grandes dedicada a la explotación, minería, fundición, mercadeo y comercio de minerales no ferrosos. Es parte - del grupo de Compañías Royal Dutch/Shell".

"Billiton se ha unido a un grupo de compañías en el Brasil para explotar Bauxita en la región del Amazonas".

"En Venezuela Billiton tomará una participación efectiva en la planta Interalúmina".

"De esta inversión Billiton tendrá derecho a 75 mil Ton. de alúmina".

27/ Uno de los entrevistados me señalaba en relación a una pregunta sobre nuevos desarrollos de materiales cerámicos que a menos que una de las tres empresas transnacionales que producen estos materiales nuevos - quisieran localizarse en el país para tener como mercado a toda Latinoamérica, se podrían producir estos materiales aquí en el país de - resto no, por el costo de la inversión a menos que el Estado venezolano estuviera interesado, por la complejidad de la tecnología y la poca capacidad existente, etc.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- ALCASA (1983): Informe Anual.
- 2.- ALUSUISSE (1980): The Aluminun Industry. Zurich y Caracas. (Brochure).
- 3.- ALUSUISSE-C.V.G. (1980): Estudio de factibilidad de la Bauxita de los Pi-
jiguaos. Aspectos Económicos. Vol. IX.
- 4.- ASHBY M.F. (1979): The Science of Engineering Materials en: Science and
Future Choise. Phillip W. Hemily and M.N. Ozdas (Comp.).
- 5.- BALLESTRINI, César (1968): Importancia de la Industria del Mineral del -
Hierro en la Economía Nacional. Primeras Jornadas Venezolanas de Mine-
ría y Metalurgia. Caracas.
- 6.- BAUXIVEN (1984): Informe Mensual N° 2. Programación y Control del Pro-
yecto Bauxiven.
- 7.- CAMILLO, Francesco (1983): Formación de Recursos Humanos para la Indus-
tria Cerámica venezolana IUT-RC, CAIC.
- 8.- CRAM, C. (1983): Materia Prima para la Industria de Cerámicas y Refracta-
rios. I Simposium Venezolano sobre Rocas Industriales. 28-30 Julio.
Valencia.
- 9.- ENGELBERGER, Karl (1983): Interálumina Project. Design and Construction
(Project Director). Interálumina Project. Heyward-Robinson Co.Inc.
en: Engineering and mining journal. Vol, 184. N° 5.
- 10.- C.V.G.-SIDOR (1982): Informe Anual.
(1983): Informe Anual.
- 11.- FERROMINERA DEL ORINOCO (1976): C.V.G. Ferrominera del Orinoco.
- 12.- (1976): Nuestro progreso se forja con hierro.
- 13.- (1984): Información Básica.
- 14.- GREENAWAY, P. (1983): Interálumina Plant. Startup and Operations, en:
Engineering and Minning Journal. Vol. 184. N° 5.
- 15.- IVES (1983): Exposición de motivos en: SIDOR hoy. Años, 5. N° 13.
- 16.- MANOCHA, R. (1983): Material Handling Facilities, en: Engineering and
Minning Journal. Vol. 184. N° 5.
- 17.- MIGLIORELLI, F. (1980): Los Productos Cerámicos. IUT-RC, FUNDATEC.

- 18.- OMOBONO, I. (1983): El Aluminio, En: Reto. N° 24. Editado por CONICIT. Caracas.
- 19.- PORTA, Fernando (1981): Las Relaciones del Estado venezolano con las Empresas Transnacionales. Las Industrias Siderúrgicas, Petroquímica y del Aluminio en la década de 1980. CENDES-UCV. Caracas.
- 20.- RODRIGUEZ, S. (1983): Características e Importancia Comercial de los Distritos de Rocas Industriales de Venezuela. I Simposium Venezolano sobre Rocas Industriales. 28-30 Julio. Valencia.
- 21.- VENALUM (1983): Informe Anual.
- 22.- VERA, A. y MORALES, A. (1982): Situación del Sector Manufacturero del Aluminio en Venezuela. Mimeo. Ministerio de Fomento, DST.
- 23.- LICHA, Isabel (1982): La Ciencia de los Materiales en Venezuela: Evaluación de la Capacidad Actual y Potencial de ID.
- 24.- RIVERA, Milagros (1983): La Investigación Científica y la Actividad Productiva en el Campo de los Polímeros.
- 25.- SERNA, Pedro y PAREDES, Edgard (1976): La Política de Compra de Bienes de Capital en los Sectores Petroquímicos y Siderúrgicos. Ecosipro, S.R.L.
- 26.- DE LA CRUZ, Rafael (1982): Desarrollo, Estado y División del Trabajo. Mimeo. CENDES-CONICIT. Area de Desarrollo Sociopolítico. Caracas.

A N E X O S

=====

A N E X O 1

RED NACIONAL DE INVESTIGACION EN CIENCIAS DE LOS MATERIALES

CENTRO DE INVESTIGACION	LINEAS DE INVESTIGACION	Nº DE INVESTIGADORES
UCV (Incluye a Ingría. Mecánica y a la Escuela de Física).	Tecnologías del hierro y aluminio/arcilla. Uniones Plástico-Metálicos. Materiales - Compuestos.	22 (el 80% son doctorados).
USB	Endurecimiento de Aceros	5 (Todos PhD)
IVIC F. Instituto de Ingeniería	Aleaciones Aluminio-Vanadio Cerámica. Materiales Magnéticos.	5 (Todos PhD)
OTROS CENTROS:		
INTEVEP: Laboratorio de fallas y laboratorio de materiales.		2
Instituto Universitario Tecnológico. Región Capital.	Cerámicas	1
Universidad de Oriente (Departamento de Física).	Materiales Semi-Conductores	1
Instituto Universitario Politécnico de Guayana	Reducción Directa. Solidificación. Aceros y Aluminio Microaleados	2
Centro de Investigaciones de SIDOR		2
Universidad de Los Andes (Departamento de Física)	Caracterización de Materiales. Materiales Rayos X	1
ULA: Departamento de Metalúrgica. Escuela de Ingeniería Mecánica.	Siderurgia	1
Universidad del Zulia (LUZ) Departamento de Metalurgia. Escuela de Ingría. Mecánica	Solidificación Superplasticidad	1
Universidad Francisco de Miranda. Coro	Corrosión	1
Universidad de Carabobo. Departamento de Metalurgia. Escuela de Ingría. Mecánica	Corrosión	2
Universidad del Táchira. Ingeniería Mecánica.	Laminación de Materiales	1
CICASI	Carbones	1

FUENTE: Elaboración Propia
 Entrevista a A. Querales
 Director de la Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencias
 de los Materiales. UCV ; 01/06/83

A N E X O 2

ACTIVIDAD DE INVESTIGACION DE PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL CAMPO

INSTITUCIONES	POST-GRADO	LICENCIADOS	TECNICOS	TESISTAS
U.C.V.				
Escuela de Química	1	2	1	10
Esc. Ingria. Química		1	1	6
I.V.I.C.	1	2	1	4
U.S.B.				
Dpto. Mecánica		2	1	6
INTEVEP	6	2	1 *	
INDESCA				
T O T A L	5	9	2	40

56.

A N E X O 2

ACTIVIDAD DE INVESTIGACION - PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL CAMPO
DE POLIMEROS / 1983

INSTITUCIONES	POST-GRADO		LICENCIADOS		TECNICOS	TESISTAS
	PhD	McS	Quím.	Ing. Q.		
U.C.V.						
Escuela de Química	1	2	1			10
Esc. Ingria. Química		1		1	1	6
I.V.I.C.	1	2	1		4	4
U.S.B.						
Dpto. Mecánica		2		1		6
INTEVEP	6	2	1 *			
INDESCA						
T O T A L	5	9	2	2	5	40

FUENTE: Elaboración Propia.-

* 12 años de experiencia en la industria petrolera.-

A N E X O 3

RESERVAS PROBADAS

01/01/84

Las reservas están localizadas en su mayoría en el Estado Bolívar, en el Complejo Imataca, delimitados en una faja de 100 Km. de ancho y 500 Km. de largo, desde el Río Caura hasta la desembocadura del Río Orinoco en el Delta.

YACIMIENTOS	MILLONES/TONELADAS
SAN ISIDRO	392
CERRO BOLIVAR	242
LOS BARRANCOS	232
GRUPO REDONDO	165
ALTAMIRA	126
ARIMAGUA	136
EL TRUENO	110
LAS PAILAS	80
SAN JOAQUIN	65
EL PAO	28
PUNTA DE CERRO	50
LAS GRULLAS	21
TORIBIO	18
GURI	10
LA IMPERIAL	181
PIACOA	258

ANEXO 4

ESTADÍSTICAS DE PRODUCCION

T.M.

PRODUCTOS	1979	1980	1981	1982	1983
<u>Producción Primaria</u>					
Pellas	1.299.448	1.944.395	2.078.115	3.109.038	3.218.823
Hierro Esponja	828.632	1.195.262	1.386.926	1.921.932	2.084.103
Arrabio	302.600	497.654	418.001	201.593	169.026
Acero	1.283.446	1.783.777	1.817.525	1.990.494	2.146.279
Tochos y Planchones	885.824	1.214.163	1.214.133	1.308.445	1.369.225
Palanquillas	376.761	633.598	583.552	681.827	760.232
<u>Producción para la Venta</u>					
Arrabio	8.874	3.682	5.643	2.762	6.220
Tubos de Hierro	10.113	14.383	12.396	-o-	-o-
Tubos de Acero	85.438	71.865	91.080	107.194	97.662
Perfiles	56.679	71.096	88.382	100.553	86.480
Cabillas y Alambres	194.044	461.617	451.034	505.002	541.757
Palanquillas	43.057	11.565	21.655	27.784	74.594
Alambres	16.043	18.723	13.064	9.663	-o-
Chapas Gruesas	47.302	72.407	65.135	73.112	43.614
Bobinas en Caliente	190.365	342.555	310.404	307.430	431.829
Bobinas en Frío	186.997	178.385	168.817	304.586	231.662
Láminas en Caliente	50.462	47.806	41.261	41.489	17.789
Láminas en Frío	30.455	52.825	61.481	68.185	31.845
Hojalata y Hoja Cromada	73.190	64.716	55.814	16.083	77.857
Otros No Estándar	40.594	-o-	-o-	-o-	-o-
Bobinas Crudas	18.579	8.732	4.281	3.990	21.087
Hierro Esponja	20.912	53.536	-o-	-o-	-o-
Planchones	8.931	-o-	21.000	18.560	-o-
Total Producción Terminada para la Venta	1.082.035	1.473.893	1.411.447	1.586.393	1.662.306

INFORMACION FINANCIERA

RESUMEN COMPARATIVO

(MILES DE BS.)

DESCRIPCION	1983	1982	1981	1980	1979
ESTADOS DE RESULTADOS					
Ventas Netas	4.546.397	4.147.935	3.644.175	3.432.273	2.955.182
Otros Ingresos de Operación	109.654	165.164	236.896	272.040	272.720
Ingresos Totales :	4.656.051	4.313.099	3.881.073	3.704.313	3.227.902
Costo de Productos Vendidos	3.408.680	3.369.624	3.970.091	3.677.612	2.955.871
Depreciación	589.654	505.886	546.091	299.167	185.432
Gastos de Ventas Adminis- tración y Otros	127.159	118.499	98.294	134.821	63.804
Intereses y Otros Gastos de Financiamiento	845.663	989.487	1.341.937	753.690	308.695
Egresos Totales	4.971.156	4.983.491	5.956.413	4.865.290	3.571.802
Pérdidas antes de Bonifica- ción de Trabajadores.	(315.105)	(670.392)	(2.075.340)	(1.160.977)	(345.900)
Bonificación a Obreros y Empleados	(129.107)	(124.854)	(103.509)	(118.859)	(84.275)
Ganancia (Pérdida) Neta del año	(444.212)	(795.246)	(2.178.849)	(1.279.836)	(430.175)
POSICION FINANCIERA :					
Activo Circulante	4.140.360	3.881.973	4.523.718	5.657.459	4.892.051
Pasivo Circulante	(8.829.108)	(8.738.750)	(8.571.954)	(10.210.613)	(6.753.722)
Capital de Trabajo	(4.688.748)	(4.656.777)	(4.048.236)	(4.553.154)	(1.861.671)
Activo Fijo (Neto)	20.249.105	20.672.032	20.199.309	19.525.933	16.955.320
Efectos y Cuentas por Cobrar a Largo Plazo	-0-	-0-	-0-	-0-	-0-
Otros Activos Cargos Diferi- dos y pago anticipado de dividendos	2.675.084	2.468.741	2.231.590	2.044.781	999.514
SUB-TOTAL	18.235.441	18.283.995	18.382.663	17.017.560	16.092.163
MENOS:					
Obligaciones a Pagar a Lar- go Plazo	4.259.440	4.895.368	5.129.597	8.481.915	7.602.797
Acumulado para Indemniza- ciones empleados y otros	591.038	524.951	488.646	393.384	449.084
	4.850.778	5.420.319	5.618.243	8.875.299	8.051.881
Capital Neto	13.384.663	12.863.676	12.764.420	8.142.261	8.040.282

ENTREVISTADOS

Profesor, PASTRANA. Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Profesor, PUCHE. Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Profesor, NUÑEZ, R. Escuela de Ingeniería Metalúrgica. Facultad de Ingeniería
Universidad Central de Venezuela. Caracas.

Ingeniero J. VELASQUEZ. BAUXIVEN. Programación y Control.

INTERALUMINA. Relaciones Institucionales.

Ingeniero, M. LOPEZ. SIDOR. Departamento de Servicios Técnicos.

Administrador, R. GALLARDO. SIDOR. Departamento de Planificación.

Doctor, SHO. IVIC. Ciencia de los Materiales.

Ingeniero, Francesco Camillo. IUT-RC. Departamento de Materiales. Especialidad
Cerámica.

Ingeniero, S. RODRIGUEZ. Dirección de Ecología. M.E.M.

Ingeniero, M. ESCAURISA. División de Concesiones. M.E.M.

%%%%%%%%%%

LOS POLIMEROS Y LA INDUSTRIA DEL PLASTICO

EN

VENEZUELA

Milagros Rivera

Caracas/1984

INTRODUCCION.-

El presente artículo forma parte del proyecto "Prospectiva Tecnológica para América Latina" que se viene adelantando en varios países del área con la participación del CONICIT, UNU, IDRC, UNICAMP, UNAM y Fundación Bariloche.

El objetivo del trabajo, es presentar un diagnóstico sobre el campo de los polímeros, referido al área de materiales en Venezuela. La intención es determinar qué tendencias hay a nivel mundial en la búsqueda de nuevos materiales y en qué posición está nuestro país.

A nivel mundial en el campo de los polímeros la investigación y desarrollo se ha dirigido fundamentalmente a la búsqueda de nuevos insumos, nuevas alternativas tecnológicas, compuestos químicos, antipoluentes, antinflamantes, mejoras de procesos y de productos ya existentes. La búsqueda de nuevos materiales plásticos no está planteada.

La investigación científica a nivel mundial en este campo se ha caracterizado por ser muy dinámica y la industria y las universidades siempre han estado estrechamente vinculadas, desde los primeros descubrimientos.

En Venezuela, la situación que se presenta no es muy halagadora; en primer lugar, los grupos de investigación científica son poco dinámicos, la investigación está más ligada al ámbito académico, se desconoce por parte de los grupos de investigación los problemas que pueda tener en un momento determinado la industria.

Por otra parte, la industria es tecnológicamente altamente dependiente. A nivel mundial hay una fuerte oferta tecnológica de veinte a treinta grandes firmas aproximadamente que transforman, modifican e innovan a un ritmo cada vez mayor.

Los contratos tecnológicos todos se han hecho en forma de paquete, situación que obscurece aún más el panorama nacional. A nivel del Estado, las políticas han sido sumamente débiles, se considera muy poco la inclusión de la actividad investi

gativa local y se piensa que los problemas se pueden resolver sin la necesidad de integrar a todos los sujetos comprometidos dentro del campo. Por tanto, es difícil determinar en un mediano plazo o largo plazo una situación diferente a la que se presenta.

El trabajo lo hemos dividido en tres partes: en una primera presentamos el desarrollo histórico de los polímeros y la situación mundial actual. En la segunda parte a los grupos de investigación científica académicos y no académicos en Venezuela. Y en la tercera parte la actividad productiva, centrando nuestro análisis en las empresas nacionales que producen insumos.

En la primera y segunda partes del trabajo, la información obtenida se ha basado en entrevistas tanto a los grupos académicos como los gerentes de las empresas, como también una revisión bibliográfica sobre el tema.

1.- EL DESARROLLO HISTORICO DE LOS POLIMEROS.-

La Investigación y Desarrollo de los Polímeros Sintéticos.

El estudio de los polímeros se ubica dentro de la ciencia de las macromoléculas, clasificadas como materiales no biológicos tales como el caucho natural y sintético, plásticos, fibras, etc. (Billmeyer, 1971; Bernal, 1967).

El polímero es definido como una molécula grande constituida por repetición de pequeñas unidades químicas (monómero) (Billmeyer, 1971). Estas unidades se unen automáticamente por una reacción en cadena inducida usualmente por un catalizador (Bernal, 1967). En algunos casos la repetición es lineal, en otros son ramificaciones o interconexiones para formar redes.

El alto peso molecular de los polímeros permite impartir suficiente fuerza, estabilidad dimensional y otras propiedades mecánicas a los materiales construidos a partir de ellos (Billmeyer, 1971).

La manufactura de polímeros sintéticos ha sido uno de los sectores de la industria química de más rápido crecimiento, con el ochenta por ciento de la producción mundial (Freeman y otros, 1979).

Los monómeros de la mayoría de los plásticos fueron sintetizados muchos años antes que fueran preparados los polímeros. La mayoría de ellos fueron el resultado de estudios académicos; por ejemplo, el cloruro de vinil fue hecho en 1835 en el curso del trabajo sobre la naturaleza de los radicales, mientras que los ácidos acrílicos y metacrílicos fueron estudiados en el curso de los trabajos clásicos sobre reacciones de eliminación (Freeman y otros, 1979). (Walsh, Townsend, Achilladelis y Freeman, 1979).

La fórmula del caucho fue descubierta empíricamente en 1826, el isopro-

peno fue obtenido a través de la destilación destructiva del polímero en 1869. En las investigaciones que realizaron los primeros químicos orgánicos para compuestos con alto rendimiento, muchas sustancias poliméricas fueron descubiertas (Billmeyer, 1971).

En 1851 es patentada la ebonita y comercializada. La industria del caucho logra un crecimiento vertiginoso en Inglaterra y Estados Unidos que se hace insospechable durante los años de la guerra (Bernal, 1967).

La nitrocelulosa es descubierta en 1832, fue comercializada por Hyatt en 1870 a través de un producto que llamó "celuloide", que era nitrocelulosa plastificada con alcanfor; el celuloide podía ser transformado en una gran variedad de productos por intermedio de calor y presión. La nitrocelulosa encontraba aplicación en la manufactura de explosivos, film fotográficos, fibra sintética, lacas para automóviles, vidrios de seguridad, etc., hoy en día todos sus usos han sido ampliamente superados por polímeros más estables (los plásticos modernos).

Dentro de los polímeros sintéticos encontramos la Bakelita, patentada y comercializada por Baekeland y fue el primer producto comercial de material totalmente sintético. Hacia 1907, se producían a pequeña escala las resinas fenólicas y barnices (Billmeyer, 1971).

La aceptación de la hipótesis macromolecular se logra en 1920, debido principalmente a las investigaciones de Staudinger, él propuso fórmulas de largas cadenas para el poliestireno, caucho y polioximetileno, su investigación extendida al estudio de otros polímeros no dejó duda para su teoría de largas cadenas (Billmeyer, 1971).

Las notables investigaciones llevadas a cabo por Carothers (1929;1931)

dieron sustancial evidencia cuantitativa del punto de vista macromolecular. Staudinger también trató de resolver el problema de las terminaciones de las cadenas largas, lo cual significaba un obstáculo para la completa aceptación de la teoría macromolecular, y propuso en 1928 la estructura de los grandes aros, concepto que fue muy popular hasta que Flory (1937) sugirió los mecanismos de polimerización para la reacción en cadena. En 1955 Natta descubrió la presencia de la regularidad de estereo-específicos en los polivinilos (Billmeyer, 1971). El poliestireno preparado por Staudinger en el curso de sus estudios sobre polimerización (Freeman y otros, 1979), fue producido en Alemania por primera vez en 1935 en forma comercial y en Estados Unidos en 1937. La producción a gran escala de las resinas de cloruro de vinil comenzaron a producirse en 1920 (Billmeyer, 1971).

El nylon 6,6 fue descubierto por Carothers en una investigación básica para la Du Pont sobre la naturaleza de la condensación polimérica. Los polivinilos y el nylon 6 fueron preparados en 1937 y 1938 respectivamente con la intención deliberada de desarrollar una fibra que pudiera competir con el nylon de la Du Pont.

Los policarbonatos fueron preparados en 1898, pero solamente se logran conocer a través de estudios realizados por Carothers. El polietileno de baja densidad fue descubierto accidentalmente como resultado de una investigación básica de la ICI. El polietileno de alta densidad fue descubierto por Ziegler en el curso de estudios relacionados al efecto de los compuestos organometálicos en la síntesis de gasolina del carbón. El polipropileno fue descubierto por Natta como resultado del intento deliberado para aplicar el método Ziegler, lo cual le permite a la Montecatini entrar en el

campo de los polímeros, y construir una capacidad de investigación con Natta a la cabeza.

El desarrollo y evolución de los polímeros sintéticos se puede precisar en tres períodos distintos. La primera va desde los primeros descubrimientos hasta 1925.

Este período se caracteriza por el descubrimiento de la mayoría de los monómeros y algunos polímeros. Se publicaron numerosos papeles científicos y las primeras patentes aparecen alrededor de 1914. Los primeros plásticos lanzados al mercado, los semisintéticos y los fenólicos, inicialmente encontraron uso como sustitutos para resinas naturales y fueron vistas las posibilidades de una aplicación mucho mayor que la de los materiales naturales. Sin embargo, el desarrollo comercial comenzó muy lentamente. Los plásticos son conocidos ahora por tener notables ventajas técnicas sobre los materiales naturales, pero inicialmente se consideraban desventajosos por su alto costo.

El segundo período, entre 1926 y 1945, se caracteriza por la introducción comercial de la mayoría de los polímeros sintéticos. También se va acortando la brecha entre la primera preparación de un polímero y su aplicación comercial, y entre la introducción comercial y su primera imitación. Las patentes se elevan abrumadoramente en 13,8% en 1933 con respecto a 1925 y continúan aumentando en un promedio de seiscientas por año, hasta que estalla la guerra y el promedio comienza a bajar levemente a quinientas por año, quizás debido al mantenimiento en secreto de los nuevos descubrimientos, lo que retardaba su publicación (Freeman y otros, 1979).

El tercer período, el de la postguerra, se caracteriza porque el mate-

rial plástico es reconocido como un campo de inversión industrial e investigación. Las aplicaciones se multiplican rápidamente. Desde 1950 el uso de los polímeros crece a una tasa explosiva y excede a los materiales no ferrosos.

Muchas compañías entraron dentro del campo e iniciaron programas de ID dirigidos a mejorar los materiales existentes y procesar y descubrir otros nuevos. El polipropileno fue el plástico de mayor volumen producido después de la guerra. Fueron bastante comunes los descubrimientos como resultado de una planificación de la ID con objetivos claros acerca del material que deseaban lograr; aunque el polietileno de alta densidad y el polipropileno fueron resultado de una interacción muy cercana de la Industria y la Academia. Otro aspecto que caracteriza este período es el cambio de fuentes de energía, de carbón a petróleo como principal fuente de monómeros para la producción de polímeros sintéticos.

En los últimos años la situación ha tendido a cambiar. Lo que fue como primera meta descubrir materiales nuevos, hoy se torna hacia mejoramientos de los existentes, transformación y mejoras de procesos. Las patentes sobre procesamiento y fabricación se han incrementado a una tasa mayor que aquellas para nuevos materiales. El proceso de buscar, descubrir y desarrollar un nuevo plástico para producción comercial es mucho más costoso que un intento de modificar o explotar mejor el plástico existente (Freeman y otros, 1979).

Otro de los cambios en el período reciente ha sido el surgimiento de políticas de regulación a la industria, como por ejemplo la legislación de antipolución, salud y seguridad que en varios países ha regulado el uso de ciertos productos químicos y ciertos procesos (Freeman y otros, 1979). En el caso del cloruro de vinil, el Departamento de salud y seguridad laboral de USA, ha creado una serie de normas en relación al tiempo de exposición por considerarse de alto riesgo

y se ha estudiado la posibilidad de reducir la concentración de cloruro de vinil en el área de trabajo (Yu-Ren-Chim, 1970).

Las investigaciones también han sido dirigidas a la conducta de algunos plásticos antiinflamables para la construcción anti-fuego, buscando formulaciones y aditivos que retardan las llamas. En relación a la polución se buscan aditivos que puedan hacer a los plásticos forto-biodegradables.

Otros cambios mayores que han tenido lugar han sido en relación a los insumos. Inicialmente la principal materia prima de la industria del plástico y la industria química en general, fue el carbón. La ruta carbide-acetileno para monómeros insaturados era el principal soporte de la industria de polímeros en Europa hasta la mitad de 1950. Solamente Estados Unidos usaba el petróleo, y había pocos incentivos en la mayoría de los países industrializados, con una importante industria química para usar petróleo como fuente energética. La disponibilidad de petróleo curdo en el Medio Oriente y la inversión de las compañías americanas en la Europa Occidental, influenciaron el cambio de carbón a petróleo.

En el período comprendido entre 1948-64, el reemplazo del carbón como materia prima fue en forma definitiva. Para 1971, la producción de hidrocarburos en base a petróleo como materia prima se situaba en el 93% en Europa Occidental y en el 96% en Japón (Arni, 1983).

Desde 1973 los países importadores de petróleo se han visto fuertemente afectados por el aumento vertiginoso de los precios. Los países industrializados han respondido a esta nueva situación tanto en términos de organización estructural de sus economías como también por la búsqueda de tecnologías 1/ las cuales pudieran permitirles usar recursos no convencionales o materiales no convencionales. Desde hace diez años muchos nuevos planteamientos han surgido para obtener

los bloques de construcción 2/ de la industria petroquímica de insumos no convencionales tales como metanol y gas sintético (Syngas) (Arni, 1983). Se han retomado procesos como el de Fischer-Tropsh (1928) para síntesis de hidrocarburo.

Algunos de estos esfuerzos han ido más allá de la escala laboratorio a piloto y plantas prototipo; igualmente han sido los esfuerzos para obtener productos finales directamente con la intervención de olefinas (ácido acético y acetato de vinil). Adicionalmente se han dado grandes pasos para emplear residuales del petróleo o carbón de bajo valor para la producción de syngas y metanol; esto bajaría los costos de producción en forma sustancial (Arni, 1983).

Los nuevos planteamientos para la construcción en bloque y para productos finales son indudablemente factibles. Entre estos se encuentra la ruta de la zeolita a etileno (y propileno), el metanol a syngas, la conversión de fracciones de petróleo pesado y residuales para insumos químicos, la conversión de biomasa, petróleo residual y suspensiones de carbón a syngas, la producción de metanol a bajo costo de gas natural y otros hidrocarburos.

Los nuevos procesos para hacer tecnologías son mucho más significativos que aquellos que producen directamente productos finales (Arni, 1983).

2.- LA ACTIVIDAD INVESTIGATIVA EN VENEZUELA.

La investigación científica en el país referida a la ciencia de los polímeros se viene desarrollando en forma organizada desde hace doce años aproximadamente. Uno de los primeros grupos que se organiza es el de la Escuela de Química, Facultad de Ciencias de la UCV en 1969, dentro del grupo de catálisis. Dos años más tarde surge el grupo del IVIC, dentro del Departamento de Petroquímica del CIT, (Centro de Investigaciones Tecnológicas) que luego se conforma en lo que

fue el CPQ (Centro de Petróleo y Química).

En el año 1972 se crea un pequeño grupo en la Escuela de Ingeniería Química de la Facultad de Ingeniería de la UCV. En 1976 se crean los grupos del Departamento de Ciencia de los Materiales y el Departamento de Mecánica en la USB.

En 1982, se crea en el INTEVEP una sección especial adscrita a la División de Refinación y Petroquímica que tiene como objetivo desarrollar la ID en todo lo relacionado a la Industria Petroquímica; anteriormente las funciones del INTEVEP se relacionaban preferentemente con el Petróleo en términos generales. Y por último este año se crea INDESCA, un laboratorio industrial auspiciado por las industrias petroquímicas del Tablazo que producen polímeros, INDESCA se encargará de dar servicio a estas empresas en todo lo relacionado a ID.

2.1.- La Investigación Académica.-

2.1.1.- Universidad Central de Venezuela.-

Las investigaciones en el campo de los polímeros en la UCV, - surgen alrededor de 1969 en la Escuela de Química, Facultad de Ciencias, dentro del grupo de Catálisis. Se organizan con el profesor Daniel Cuzin, cooperante francés que estuvo hasta 1972, año en que sale Germán Sánchez, coordinador del grupo, sale a realizar estudios en el campo de los polímeros a la Universidad de Strasburgo, Francia 3/.

A Daniel Cuzin lo sustituye Bernard Gibus, otro cooperante francés.

Las investigaciones que realiza este grupo están dirigidas a la industria petroquímica en general.

Los Proyectos son los siguientes:

P R O Y E C T O	FINANCIAMIENTO	DESARROLLO CONJUNTO
1.- Síntesis de Poliolefinas.	O.E.A. (4 años) CDCH (Actualmente)	
2.- Degradación Térmica y Fotoquímica de Polímeros.	CDCH	
3.- Síntesis de Resinas Acrílicas y Estudios de Propiedades de Adhesión.	CDCH	Esc. de Ing. Metalúrgica-UCV Coordina: Milton Bujosa
4.- Usos de Resinas como Materiales de Construcción	CDCH	IDEC. Fac. de Arquitectura-UCV Coordina: Manuel García
5.- Curados de Resinas	CDCH	Franco Bellini USB *
6.- ** Polimerización de Etileno sobre catalizadores sólidos	CDCH	

* Cuando se realizó la entrevista con F. Bellini, era profesor de la USB en el Dpto. de Mecánica.

** Este Proyecto es coordinado por Alida Ysmayel.

Además de Germán Sánchez trabajan en el grupo Alida Ysmayel y Cristina de Sánchez, ambas con doctorado de tercer ciclo, obtenido en Francia.

Alida Ysmayel estudió con Jean Marie Basset, Cinética y Catálisis en Lyon. El grupo cuenta con diez tesis y un instructor, Guillermo Arribas, egresado de la Escuela de Química.

2.1.2.- Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas.-

Las investigaciones en el IVIC se inician en el laboratorio de polímeros del Departamento de Petroquímica del CIT, que más tarde pasaría a integrar lo que fue el Centro de Petróleo y Química de ese Instituto.

Para desarrollar estas labores se contrata a Antonio Muñoz Escalona, español que se encontraba realizando estudios de doctorado en la Universidad de Emann en Alemania 5/.

Las investigaciones están dirigidas al desarrollo de catalizadores y materiales que se obtienen usando catalizadores (tipo Ziegler-Natta). Se considera que la investigación es aplicada y en la actualidad se está tratando de integrarla a los proyectos petroquímicos de El Tablazo, tales como desarrollo de catalizadores de etileno de baja densidad. Se han establecido relaciones con INDESCA, pero a nivel personal, ya que muchos de los que han pasado por el laboratorio de polímeros trabajan en este instituto. El grupo que coordina Muñoz Escalona cuenta en la actualidad con doce personas en labores de investigación, entre ellos:

J.A. Gallardo, químico UCV, McS IVIC. con Muñoz Escalona (hizo tesis de licenciatura en este mismo laboratorio).

J.G. Hernández, químico UCV, McS IVIC. (igual al anterior).

Alberto Fuentes Albornoz PAI, Ingeniero Químico, UCV.

Como técnicos se encuentran: José Azocar, Paúl Farías, José Cáceres y Luis Berroterán.

Hacen tesis de licenciatura Ismael Lara, Alesia Aldasoro, Carlos Alarcón e Inés Segal de la UCV.

2.1.3.- Escuela de Ingeniería Química de la UCV.-

La investigación en el campo de los polímeros dentro de la Escuela es nueva y muy modesta. Esta especialidad se inicia en 1972, con la creación del postgrado en la Escuela, en el cual se imparten -

dos materias relacionadas con los polímeros: Introducción a la Ciencia y Tecnología de los polímeros (I y II). Estas materias eran selectivas y no existía como requisito el trabajo de grado. El encargo de dictar estas materias era Muñoz Escalona (IVIC). Conjuntamente algunos estudiantes del postgrado y Muñoz Escalona comienzan a hacer presión para incluir labores de investigación relacionadas con los polímeros, con la limitante que dentro de la rama ingenieril y en particular en la Escuela de Ingeniería Química, no existe una tradición investigativa. Uno de los esfuerzos fue por una parte, incorporar la materia "Polímeros" en el pensum de la licenciatura (pregrado) y otro el de instalar un laboratorio para la investigación.

En 1978, se introdujo un proyecto al CONICIT para organizar el laboratorio con equipos y material necesario; no se contaba aún con espacio físico y les fue cedido uno muy pequeño que aún hoy se mantiene igual.

La investigación está dirigida al desarrollo de estabilizantes, el cual es un material que alarga la vida de los polímeros. El mismo es totalmente importado y es usado en grandes cantidades por las industrias de El Tablazo y algunas procesadoras. Existen dos formas de mezclar el estabilizante con el polímero, una a través del proceso de inyección y la otra durante la síntesis de polímeros. Con respecto a la primera, se ha experimentado con PVC (cloruro de polivinil), y en relación a la segunda se han realizado síntesis de estabilizantes a escala de laboratorio donde se producen los compuestos químicos; se han realizado experimentos para probar los estabilizantes

obtenidos, como la destrucción del polímero por efectos cortantes, - por efectos de temperatura, degradación térmica o someter al polímero a condiciones ambientales para determinar la resistencia del polímero y por ende la calidad del estabilizante. En la actualidad se encuentran en proceso de patentar una fórmula como resultado de las investigaciones, se está afinando a través de pruebas comparativas con los estabilizantes importados, las cuales han sido altamente positivas para los estabilizantes obtenidos.

Una segunda fase del proyecto, sería un estudio de factibilidad económica, el cual comprendería el diseño de una planta piloto y una planta comercial. Este grupo es coordinado por Jorge Pérez MCS., de la Escuela de Ingeniería Química de la UCV 6/, y lo integran, además Muñoz Escalona que es docente de la Escuela y dedica parte de su tiempo a la investigación, Carmen Albano, Ingeniero Químico UCV y realizan tesis de licenciatura seis estudiantes de la Escuela, un pasante (equivale a una materia) y un técnico.

2.1.4.- Universidad Simón Bolívar.-

2.1.4.1.- Departamento de Mecánica.-

Las investigaciones que realiza este departamento - están coordinadas por Franco Bellini 7/, las mismas se iniciaron en 1976 y han sido más o menos continuas, aunque ha habido mucha movilidad en los grupos de trabajo.

En la actualidad desarrollan dos proyectos financiados por el CONICIT: "Comportamiento de los polímeros naturales" e "Incorporación de cargas nacionales en termoplásticos,

termoestables y elastómeros". Además poseen otras investigaciones de sondeo como "Procesos de transformación de plásticos en general".

En este grupo trabajan Carmen Rosales MCS y Anabella Abelardi MCS (ambas en Inglaterra). Pedro Vazquez, Ingeniero de Materiales USB. Cada uno tiene dos tesis los cuales desarrollan la parte rutinaria de la investigación.

El laboratorio de polímeros de la USB está muy bien dotado, debido al financiamiento otorgado por la OEA. Tiene relación con INDESCA, a través de investigaciones sobre materiales que no se producen en el país como propileno. Además se han dado pequeñas asesorías a algunas empresas manufactureras, en relación al mejoramiento del producto final y de usos.

2.1.4.2.- Departamento de Ciencia de los Materiales.-

Este grupo comienza a organizarse entre 1975 y 1976, aún se encuentran en proceso de consolidación y existe mucha movilidad. Está coordinado por Jon Zurimendi ^{8/} y Saúl Guerrero. La investigación que realizan es básica, poseen dos proyectos financiados por CONICIT.

"Mezcla de Polímeros para sustituir partes importadas" (Jon Zurimendi); "Estudios en PVC" (Saúl Guerrero). Además acaban de terminar una investigación para CANTV, acerca de una "Evaluación de materiales para cables eléctricos" y en la actualidad desarrollan una conjuntamente con INTEVEP sobre "Polímeros en recuperación mejorada del crudo". En el primer

proyecto trabajan seis tesisistas y en el segundo ocho. Entre los dos grupos de la USB, existe comunicación ya que comparten laboratorios, el grupo de mecánica hace investigación aplicada y ambos están interesados en unir esfuerzos para realizar investigación que involucre ambos grupos dirigida a la solución de problemas de la industrial local.

2.2.- La investigación no académica.-

Hemos querido diferenciar a los grupos de investigación académica y no académica, dado a que presentan características muy distintas uno es INTEVEP laboratorio de ID filial de PDVSA para prestar servicios a la industria petrolera y últimamente a la industria petroquímica, con una investigación dirigida a objetivos claros; e INDESCA laboratorio en etapa de pre-funcionamiento, auspiciada su creación por las empresas del Tablazo, sus funciones sería prestar ayuda en relación a la ID a estas industrias 9/.

2.2.1.- INTEVEP.-

Desde 1982, las labores del INTEVEP se han abierto hacia la industria petroquímica, en la unidad de petroquímica, sección especialmente creada para realizar estas labores, adscrita directamente a la División de refinación y petroquímica.

En la actualidad los proyectos se encuentran en etapa de definición, los mismos estarán orientados a dar apoyo tecnológico, en el área de Fertilizantes, Productos Petroquímicos Básicos y Polímeros 10/, ya que se considera que estos son los puntos prioritarios a atacar en la industria petroquímica nacional, la cual presenta problemas operacionales múltiples con poca experiencia en plásticos, el INTEVEP con-

sidera como prioritario resolver problemas de producción. El centro ha ido poco a poco resolviendo problemas técnicos de PEQUIVEN y hay logros crecientes y habrán proyectos de mayor envergadura.

A nivel de INTEVEP, ni siquiera a nivel mundial, está planteado en la actualidad desarrollar nuevos materiales, de uso masivo sino de uso específicos, el consumo masivo de plásticos se ha agotado y el universo de aplicaciones es ilimitado, es difícil prever que aparezca un material más versátil que el polietileno. Por tanto las investigaciones no están dirigidas a buscar nuevos materiales 11/. La política del INTEVEP, es desarrollar Investigación aplicada, por tanto hace incapié en el aspecto tecnológico, la Investigación básica que necesitan la contratan a las universidades, apoyar técnicamente la selección y negociación de tecnología desagregada ya que se considera que la compra del paquete tecnológico ha agravado aún más la situación por la que atraviesa la actual industria petroquímica local 12/. La actividad del INTEVEP se ha dirigido a dar apoyo tecnológico a PEQUIVEN.

El equipo de trabajo del INTEVEP cuenta en la actualidad con 9 profesionales, 6 PhD, 2 MSc. y 1 con doce años de experiencia en la Industria Petroquímica, la jefatura de esta sección la tiene a su cargo Edgar Paredes P.

La investigación científica en el campo de los polímeros es poco dinámica, los grupos tienen poca comunicación entre si, el aislamiento no permite conocer el campo de trabajo que desarrolla cada uno de los grupos involucrados. De acuerdo a Moravcsick, uno de los as--

pectos más negativos en la construcción de la ciencia es la incomuni-
cación y el aislamiento. La naturaleza misma del trabajo científico,
de aprender del trabajo de otros y construir sobre éste; hace que la
comunicación resulte fundamental en el trabajo científico (1976).

Los grupos tienen poca interacción con la industria, muchas -
veces es esporádica sin que haya vestigios de que pueda darse una in-
teracción sistemática, en primer lugar porque las investigaciones no
tienen una premeditación deliberada de tocar problemas relacionados
con la industria local ya que los mismos se desconocen, las líneas -
que desarrollan en general están dirigidas a problemas generales de -
los polímeros, como síntesis, estudios de las propiedades de los polí-
meros, etc., sin un sentido práctico. En el grupo de la USB, quizás
el esfuerzo que se hace en este sentido es mayor. Uno de los entre-
vistados señaló que este grupo está en mayor capacidad para dar aseso-
ría técnica y cooperación a las empresas manufactureras que se han de-
sarrollado muy empíricamente, con desconocimiento casi total de los -
aspectos tecnológicos. Esta capacidad viene dada por la infraestruc-
tura con que cuentan y por el tipo de investigación que realizan 13/.
Además, la USB es la única que cuenta con esta especialización a ni-
vel de licenciatura 14/.

La interacción de los grupos académicos con el INTEVEP es i--
nexistente; además, el énfasis actual de este último está en los as--
pectos tecnológicos y ve con cierta desconfianza la investigación que
desarrollan estos grupos académicos. La considera sin sentido prácti-
co. Pero no niegan que puedan en algún momento requerir de los cien-

tíficos académicos. Es importante señalar en relación a este aspecto, que una serie de descubrimientos en el campo de los polímeros en los países industrializados se hicieron en las instituciones académicas y las mismas siempre estuvieron muy vinculadas a la industria 15/.

Las interrelaciones con INDESCA son de tipo personal, como es el caso de Muñoz Escalona (IVIC) y del Departamento de Mecánica de la USB, más que todo amistad o a través de personas que han estado en estos laboratorios y ahora pertenecen al personal de planta de INDESCA, pero no se ha establecido una interrelación formal. De acuerdo a las entrevistas realizadas, aún los programas que desarrollará el INTEVEP en relación a la industria petroquímica, son desconocidos por encontrarse esta sección en su etapa preliminar, al igual que INDESCA; de todas maneras en INTEVEP se considera que se pueden coordinar actividades conjuntas entre ambos centros cuando el momento sea propicio 16/.

De la información obtenida podemos determinar las personas que desarrollan actividades de Investigación en el campo de los polímeros:

ACTIVIDAD DE INVESTIGACION - PERSONAS QUE TRABAJAN EN EL CAMPO
DE POLIMEROS / 1983

N° DE PERSONAS INSTITUCIONES	POST-GRADO		LICENCIADOS		TECNICOS	TESISTAS
	PhD	McS	Quím.	Ing. Q.		
U.C.V.						
Escuela de Química	1	2	1			10
Esc. Ingria. Química		1		1	1	6
I.V.I.C.	1	2	1		4	4
U.S.B.						
Dpto. Mecánica		2		1		6
INTEVEP	6	2	1 *			
INDESCA						
T O T A L	5	9	2	2	5	40

FUENTE: Elaboración Propia.-

* 12 años de experiencia en la industria petrolera.-

Si los tesisistas de pregrado todos se dedicaran a labores de investigación, sería un contingente numeroso o que reforzaría a los grupos existentes; los egresados tienden a irse a la industria a trabajar en gerencia y comercialización 17/.

3.- LA ACTIVIDAD PRODUCTIVA.--

En Venezuela se producen pocos polímeros, entre ellos poliestireno, polietileno de baja y alta densidad 18/ y Cloruro de polivinil (PVC), algunas fibras y resinas y negro humo para la fabricación de caucho sintético, aunque el caucho sintético no se produce en el país.

Para efectos de nuestro análisis, hemos dividido la actividad productiva en empresas que producen materia prima y empresas que producen bienes para el consumo final; estas últimas representan el mercado de las primeras, las cuales analizaremos en detalle más adelante. En cuanto a las empresas manufactureras que operan en el país se puede decir que han tenido un desarrollo en forma empírica con muy poco nivel técnico; éstas conforman un grupo de quinientas empresas aproximadamente, en su mayoría asociadas a AVIPLA (Asociación Venezolana de Industrias Plásticas). La tecnología que usan es totalmente importada, las más moderna y sofisticada que se conoce a nivel mundial; esto explica la existencia de alrededor de veinte empresas representantes en el país de las firmas extranjeras más grandes y conocidas dentro de este campo; entre ellas B.F. Goodrich; Bayer, A.G. Celanese, Eastmanchemical, DuPont, Hoechst, Shell Chemical, etc. (Ver Anexo N° 1). Los procesos para el moldeo 19/ que se usan en el país son extrusión tubería, extrucción film, soplado, Inyección, Inyección-Soplado, Laminación.

Las empresas que producen la materia prima operan en el complejo petroquímico de El Tablazo; estas son: Plásticos Petroquímica C.A. (Petroplas) pro

ductora de Cloruro de Polivinilo (PVC) propiedad de PEQUIVEN; Estirenos del Zulia C.A. (Estizulia) que produce poliestireno, Polímeros del Lago C.A. (Polilago) que produce polietileno de baja densidad (PBD) y Plásticos del Lago C.A. (Plastilago) que producirá polietileno de alta densidad (PAD) a partir de noviembre de este año. Estas tres últimas empresas son mixtas con participación de PEQUIVEN, Grupo Zuliano y grandes firmas multinacionales que participan a través del componente tecnológico 20/.

3.1.- Complejo Petroquímico El Tablazo.-

Se encuentra situado en la zona oriental del Lago de Maracaibo, Estado Zulia, en los puertos de Altagracia.

La construcción se inicia en 1969 y para 1973, está casi concluido; - sin embargo hubo mucho retardo para la puesta en marcha y muchas de las - plantas allí instaladas se consideran obsoletas para el momento del inicio de operaciones 21/. Posee una extensión de ochocientos cuarenta y ocho - hectáreas; está integrado por las plantas de olefinas, cloro-soda, Procesamiento de gas natural (CORPOVEN) y fertilizantes (NITROVEN) (Ver Anexo N° 2).

La planta de cloro-soda cuenta con una capacidad instalada de 40.000 TMA de cloro y 45.000 TMA de soda cáustica; la producción de cloro se utiliza mayoritariamente en la planta de PVC. Esta planta cubre parte de la demanda nacional. La planta de procesamiento de gas licuado está en capacidad de procesar 165 millones de pies cúbicos diarios de gas natural y generar las materias primas básicas como etano (145.200 TMA) propano (177.000 - TMA) gas residual (132 MMPCD), etc.

La planta de olefinas es una de la mayor importancia, porque elabora

productos de gran demanda a nivel nacional (Ver Anexo

En la industria petroquímica las olefinas junto a los aromáticos son los pilares fundamentales a partir de los cuales se obtienen la mayoría de los derivados petroquímicos. La planta de olefinas están en capacidad de producir 150.000 TMA de etileno y 94.000 TMA de propileno; son materias básicas para la elaboración de polietileno de alta y baja densidad, de PVC y tetrámero de propileno.

3.1.1.- Plásticos Petroquímicos, C.A. Petroplas.-

Empresa constituida en 1971, con participación de PEQUIVEN - con un 75% y B.F. Goodrich con un 25% . La participación de Goodrich es a través de contrato tecnológico "Llave en mano" (Pelagatti, - 1977); en caso de modificación de las plantas o transformación la Goodrich también se encargará de ello de acuerdo al contrato firmado 22/. La Goodrich permanece como el mayor productor de PVC en USA (Yu-Ren-Chin, 1972).

Quizás éste sea el criterio de mayor peso al escoger la tecnología, aunque desde 1969, se creó un equipo de negociación para el área de proyectos de capital mixto formado básicamente por personal de PEQUIVEN (IVP) con representantes del sector privado nacional (Sar--di, 1977). La planta comenzó sus operaciones comerciales en 1980, anteriormente estaba en etapa de preproducción.

La capacidad de producción es de 40.000 TMA. El mercado nacional está calculado en 55.000 TMA, se importan 15.000 TMA 23/ la planta trabaja a un 90% de su producción. Petroplas cubre el mercado nacional de tuberías y el de botellas (no para alimentos), el PVC a--

tóxico es importado para fabricar botellas para alimentos, el copolímero PVC también es importado, ambos no se consideran rentables para ser producidos en el país.

Uso Nacional de PVC.

10.000 TMA tuberías (construcción)

5.000 TMA semicuerdo (calzado)

6.000 TMA telas y recubrimientos

7.000 TMA envases

Petrobras considera que su problema tecnológico está resuelto 24/. INTEVEP ha ido poco a poco resolviendo problemas técnicos de PEQUIVEN dentro de un aprendizaje natural de parte y parte; tiene poco contacto con INDESCA.

El PVC se usa principalmente en la fabricación de tuberías, baldosas, envases, suelas de zapatos, telas plásticas, discos fonográficos y recubrimiento de cables y paredes.

Además de la Goodrich, los mayores productores son Unión Carbide, Tenneco, Continental Oil y Forestine. El PVC, poliestireno y poliolefinas son los tres termoplásticos de mayor producción mundial, representa el 60% de los plásticos usados en el mundo (Chin, 1972); USA y Japón cubren la capacidad de producción mundial en un 60% (Ohta, 1970) (Ver Anexo N° 4).

3.1.2.- Estirenos del Zulia, C.A. Estizulia.-

Esta empresa, constituida en 1970, produce comercialmente desde 1973 poliestirenos de alto impacto, cristal y expandible con capacidad para producir 40.000 TMA 25/.

La participación de la empresa está constituida en un 37.5% de PEQUIVEN, 37.5% Grupo Zuliano y 25% de Dow Chemical; el socio extranjero anterior fue Dart Industries, filial de Movil Petrochemical de USA, la participación del 25% es a través del componente tecnológico; según el entrevistado la participación se logró a través de licitación 26/. Para producir poliestireno, el monómero etilbenzeno es importado desde USA, ya que no existe planta para su producción e instalarla sería muy costoso ya que tienen que ser plantas de gran escala para que sean económicamente rentables. La planta suple el 100% de la demanda local y exportan alrededor de un 20% hacia Sur América, Centro América y el Caribe. Mantienen un stock de dos meses de producción.

El poliestireno cristal y el de alto impacto son plásticos - que se usan extensamente en la fabricación de artefactos del hogar, juguetes, envases desechables, suelas, tacones para zapatos, muebles, etc.

El poliestireno expandible se usa mayormente como material - para aislamiento térmico en cavas, refrigeradoras, etc.

No tienen vinculación con las universidades, sin embargo, a finales de este año comenzará a funcionar INDESCA.

Los mayores productores de estirenos del mundo son: Amoco - Chemical, Cosdon and Oil Chemical, Dow Chemical, Foster Grant, Monsanto, Shell Chemical, Sinclair, Union Carbide (Yen, 1972) (Ver Anexo N° 5).

3.1.3.- Polímeros del Lago, C.A. Polilago.-

Polilago se constituyó en 1971, con el objeto de producir polietileno de baja densidad, la producción comercial de esta planta arranca en 1976. Participan en esta empresa PEQUIVEN con 40%, Grupo Zuliano, C.A. con 30% y CdF Chimie con 30%.

La materia prima que se usa para la producción de PBD es etileno que viene de la planta de olefinas y catalizadores (vienen incluido dentro del proceso de la CdF Chimie) 27/. Contrato tipo "Llave en mano" (Pelagatti, 1977). La capacidad de la planta es de 60.000 TMA trabajando a un ochenta por ciento de su capacidad, cubre la totalidad del mercado nacional, mantiene un stock de un mes de producción aunque considera que deberían ser dos meses, que equivale a un sexto de la producción.

La CdF Chimie, presta asesoría y mantiene en la planta a dos asesores franceses; para cualquier consulta técnica es necesario viajar a Francia.

El uso principal de PBD es para películas y láminas casi un sesenta y cinco por ciento (Magovern, 1977); que se usan a su vez para producir bolsas, sacos industriales, embalaje, recubrimientos, artículos para el hogar, etc.

Los mayores productores mundiales de PBD, Union Carbide, con un proceso novedoso usando catalizador con bajas presiones y temperaturas; le siguen Dow Chemical y Mitsui Chemical, Du Pont de Canadá, CdF Chimie, todas con procesos nuevos usando catalizadores (Magovern, 1970) 28/ (Ver Anexo N° 7).

3.1.4.- Plásticos del Lago, C.A. Plastilago.-

Esta empresa se constituyó en 1981 con participación de PEQUIVEN del 45%, Grupo Zuliano, C.A. 30%, CdF Chimie (Francia) con 15% y Mitsui Petrochemical Industries LTD (Japón) 10% 29/. Esta empresa arrancará en noviembre de este año y la producción comercial en diciembre.

La instalación de la planta está a cargo de las dos empresas extranjeras que participan en la empresa. El proceso a usar es el de la Mitsui Petrochemical Company de Japón, líder a nivel mundial en la producción de PAD. La planta producirá polietileno de alta densidad, el proceso japonés garantiza la mayor flexibilidad operacional ya que permite cubrir una amplia gama de polietileno de alta densidad.

La capacidad de la planta es de 60.000 TMA, usando como materia prima etileno que proporciona la planta de olefinas; el catalizador está incluido dentro del proceso.

El mercado nacional se calcula en 35.000 TMA y se piensa que se exportarán aproximadamente 12.000 TMA a los países del Pacto Andino.

El polietileno de alta densidad es usado en la fabricación de juguetes, gaveras, envase para uso industrial (recipientes para pintura y aceites de motor) envases para jugos, leche, detergentes, cosméticos, aceite, películas, monofilamentos, etc.

Los mayores productores de PAD a nivel mundial son la Asahi - Chemical Industry, Chisso Corporation, Dow Chemical Co. Mitsubishi Chemical Industries, Mitsui Petrochemical, Co., Nissan Chemical Industries. (Chadwick y Magovern, 1979). (Ver Anexo N° 8)

Las empresas mixtas de El Tablazo, productoras de material - polímero, son altamente dependientes de las tecnologías extranjeras al igual que las empresas productoras del bien final.

La forma de contratar la tecnología es a través del paquete tecnológico lo cual obstaculiza el "learning by doing" por parte de gerentes, científicos, ingenieros y técnicos locales; dificulta en gran medida el desarrollo de una capacidad tecnológica nacional. La ingeniería de diseño y de detalle de bienes de capital sólo existirá si se produce internamente este tipo de producto (Serna y Paredes, 1976). También limita grandemente el desarrollo de una industria nacional de fabricación de bienes de capital, puesto que no se están generando las capacidades tecnológicas indispensables para su elaboración.

Hay un criterio generalizado a nivel de la industria, el cual es que existe una oferta tecnológica a nivel mundial, moderna y sofisticada que puede ser adquirida; criterio racionalizado por una división internacional del trabajo intelectual como señala Rafael de la Curz: "La distribución actual de las tareas productivas repercuten en las tareas del trabajo intelectual. Así, mientras que los trabajadores de la metrópolis ejercen la totalidad de los atributos del trabajo intelectual (dirección, gestión, control, concepción e innovación técnica) los trabajadores intelectuales semi-periféricos en general ejercen tan sólo las tareas de dirección, gestión, control. Las funciones de concepción e innovación de las técnicas, son casi inexistente en el capitalismo subordinado" (1983).

Las empresas extranjeras que participan a través del contrato tecnológico, mantienen su predominio en el diseño, construcción y puesta en marcha de las plantas.

CONCLUSIONES.-

De acuerdo al diagnóstico presentado, tenemos en primer lugar que la tendencia de la ID a nivel mundial en el campo de los polímeros no es buscar nuevos materiales ya que los cinco grandes plásticos (polietileno de baja y alta densidad, PVC, Poliestireno y Polipropileno) cubren una gama de múltiples e ilimitados usos.

Desde la década de los sesenta las patentes sobre nuevos materiales no han tenido incremento, sino más bien sobre mejoramiento de procesos dado por la preparación y modificación de catalizadores que permiten reducir costos y elevar los rendimientos, modificaciones para darle a los materiales conocidos nuevos usos, etc.

La investigación más bien se ha dirigido a la búsqueda de compuestos químicos que haga el plástico biodegradable o aditivos que retardan las llamas en aquellos plásticos que se usen en la construcción, etc. Otras búsquedas se han dirigido hacia nuevos insumos y tecnologías alternativas a raíz de la crisis energética; como también planteamientos que surgen a causa de la reducción de la demanda de productos petroquímicos que están afectando a estas industrias a nivel mundial, como modernización de operaciones, diversificación, quedarse con una sola línea de productos, etc. (Kline, 1983).

Toda esta situación a nivel mundial nos enfrenta con un campo tremendamente dinámico donde la investigación básica o aplicada, de laboratorios o industrial, ha jugado un rol primordial.

Frente a estas perspectivas nuestro país no puede competir, estamos muy lejos siquiera de lograr alguna posición a nivel latinoamericano. En primer lugar la investigación es poco dinámica, los únicos grupos que se encuentran investigando son los académicos ya que otros organismos como INTEVEP o INDESCA, ahora es cuando están iniciando labores de este tipo, por otra parte la investigación que realizan los grupos académicos, está muy circunscrita al ámbito académico, hay desconocimiento de los problemas que pueda presentar la industria y por supuesto por parte de la industria no se presenta una motivación para que los grupos académicos se esfuercen en cambiar sus líneas de investigación.

La industria al parecer tiene un problema tecnológico resuelto y todo lo que envuelve a éste, modificaciones, transformaciones, innovaciones, diseño, creación, etc. Si bien es cierto que la función de INTEVEP no es integrar la investigación académica con la actividad productiva; pensamos que podría propiciar esta vinculación a través de una coordinación de sus actividades con los grupos de investigación académica y con los centros de investigación industrial de modo de unificar esfuerzos y hacer una utilización más efectiva de la capacidad de investigación nacional existente.

Una política llamada a reactivar la industria de los polímeros debería en primer lugar reforzar los grupos de investigación académica unido a su vez a una política de desagregación del paquete tecnológico con lo cual se estaría creando una capacidad y experiencia inexistente. Desarrollar proyectos de interés nacional en esta área. Crear una capacidad de negociación, aunque PEQUIVEN cuenta desde 1969 con una comisión de negociación, las tecnologías que contrataron las empresas mixtas fueron casi todas "Llave en mano". Una capacidad negociadora implicaría reforzar los grupos de investigación básica y aplicada, capacitar y entre-

nar a los ingenieros de detalle, de diseño, de procesos, capacitar y entrenar gerentes.

N O T A S

- 1/ Kline en "Surviving the petrochemical collapse" señala que la reducida demanda ha afectado a la petroquímica mundial y las grandes firmas buscan nuevas alternativas tecnológicas. (1983).
- 2/ Los bloques de construcción son llamados a los diferentes productos que se pueden obtener a partir del etileno o propileno (Ver Anexo N° 3).
- 3/ Germán Sánchez, tesista de Noller-Andréu, fundador del grupo de catálisis de la Escuela de Química, fue a Francia en 1972 a especializarse en Polímeros con Roger Krensel; obtuvo un doctorado en Ciencias.
- 4/ Franco Bellini dejó la USB para irse a INDESCA, pertenecía al Departamento de Mecánica.
- 5/ Muñoz Escalona se queda en el IVIC, después que el grupo de petróleo del Instituto decide irse al INTEVEP, cuando las investigaciones en materia petrolera son trasladadas a este último.
- 6/ Fue uno de los primeros que realizó el postgrado y fundador de este grupo, hizo la tesis de la maestría con Muñoz Escalona.
- 7/ Para el momento de la entrevista, mayo 83, Franco Bellini todavía era coordinador del grupo, le sucedió Carmen Rosales; Bellini se encuentra en INDESCA como personal de planta.
- 8/ Jon Zurimendi se pasó al INTEVEP en la sección de Petroquímica en Enero de 1984.
- 9/ La información detallada sobre INDESCA no se pudo obtener, debido en primer lugar, que para el momento de realizar este trabajo no estaba en funcionamiento ni había definición de los proyectos a realizar.
- 10/ El entrevistado no quiso detallar los proyectos por considerar que era confidencial. Los esfuerzos en su mayoría estarán dirigidos a las Empresas establecidas en El Tablazo y especialmente a las que producen polímeros.
- 11/ En la primera parte de este trabajo, que abarca la situación mundial se ve claramente que no hay interés en desarrollar nuevos materiales sino que los

esfuerzos están dirigidos a mejorar los ya existentes (Ver Kline, 1983 y - Freeman y otros, 1979).

- 12/ Un tratamiento detallado de estos aspectos lo hacen (Serna y Paredes, 1976; Sardi; 1975 y Pelagatti, 1977).
- 13/ Edgard Paredes P. del INTEVEP señala esta posibilidad.
- 14/ Los graduados en Ingeniería de los materiales, pueden tomar esta opción.
- 15/ Es el caso de la IG Farben (alemana); "se vinculó estrechamente con los investigadores básicos de los institutos académicos. Lograron un contrato de investigación con las universidades alemanas y crearon condiciones en sus laboratorios para atraer a los mejores químicos" (Freeman y otros, 1979).
- 16/ Ver 13/.
- 17/ En el caso de algunos que han hecho tesis de la Escuela de Química de la UCV se van por lo general a las Industrias Químicas de pinturas y resinas; los egresados de la USB con la opción polímeros se dedican a labores de gerencia, como es el caso de Polilago e INDESCA.
Germán Sánchez señala que el problema principal es por falta de recursos físicos y financieros, lo cual no permite incluir más personas en el grupo aunque el mismo es pequeño y necesita diversificarse.
- 18/ El polietileno y el poliestireno así como el propileno son considerados resinas que se derivan del petróleo, sólo que son hechas de monómeros puro, de conocida composición definida y son polimerizados a pesos moleculares mucho más altos (Rissel, 1978).
- 19/ La fase de moldeo en la industria del plástico es muy importante, la misma ha ido evolucionando y desarrollándose en forma paralela al desarrollo tecnológico de los materiales plásticos durante los últimos cuarenta años.
- 20/ PEQUIVEN, ha desarrollado sus nuevos programas, estableciendo de manera general que los productos básicos e intermedios básicos serán desarrollados por empresas del Estado, los productos intermedios por empresas mixtas y - los productos finales por iniciativa privada (Sardi, 1977).
- 21/ Uno de los problemas que señala Edgard Paredes P. del INTEVEP con respecto

a la petroquímica es precisamente la obsolescencia de algunas plantas y la necesidad de poner al día las mismas. "En la industria petroquímica la velocidad de cambio tecnológico es mucho mayor (comparado con la siderúrgica). Esto explica entre otras cosas lo sucedido en algunas plantas de El Tablazo cuya puesta en funcionamiento sufre retardos tan considerables que puede decirse que para el momento que comienza su producción comercial ya son tecnológicamente obsoletas" (Paredes y Serna, 1976).

- 22/ Cuando se le preguntó al entrevistado sobre la posibilidad de incluir ingenieros locales para la modificación o transformación de la planta, argumentó que en primer lugar el contrato de confidencialidad firmado con la Goodrich por veinte años, no permite incluir otro personal que no sea de esta empresa y en segundo lugar a nivel local no hay capacidad en relación a la experiencia en este tipo de labor.
- 23/ Bayer de Venezuela y DuPont de Venezuela son los principales importadores. Tomado de AVIPLA, directorio de empresas miembros, 1983.
- 24/ Al parecer su único problema es colocar el producto en el mercado, no consideran el aspecto tecnológico como problema, la Goodrich lo cubre ampliamente.
- 25/ Prácticamente todos los estirenos son hechos por la deshidrogenación de etilbenzeno, los costos de producción del estireno dependen fuertemente de los costos del etilbenzeno (Yen, 1972). La clave de la deshidrogenación está en el catalizador, los procesos competitivos han ido pasando por continuas mejoras; catalizadores más activos y procesos ingenieriles más sofisticados para aumentar el rendimiento y reducir los costos (Yen y Bosch, 1977).
- 26/ "En el caso de Estizulia, existió cierta desagregación de elementos que posibilitaron la intervención nacional en materia de obras civiles" (Pela--gatti, 1977).
- 27/ El uso de catalizador para la obtención de PBD es totalmente novedoso, ya que este se obtenía a través de reacciones a altas presiones y temperaturas; para 1976 había sólo una empresa en USA que usaba catalizadores la -Phillips, con una producción limitada. Para 1980 ya se va expandiendo el

uso de catalizadores. La CdF Chimie (Ethilene Plastic Process) obtuvo una patente para producir PBD con un catalizador tipo Ziegler. La EP (CdF) tiene una capacidad de producción en sus tres plantas en Francia de 480.000 TMA (Magovern, 1977 (a) y 1980 (b)).

28/ El PBD se producía hasta hace poco a altas presiones con un libre radical, con dos tipos de reactor, el tubular y el autoclave, lo cual representa dos procesos distintos. En los últimos años, desde 1979, este proceso se ha ido mejorando y en la actualidad se produce PBD con catalizadores y a baja presión. La Unión Carbide anunció en 1979 un proceso a baja presión con catalizadores y que requiere la mitad de inversión y un cuarto de energía; las otras grandes firmas han mejorado este proceso (Magovern, 1980).

29/ El PAD se produce con etileno como materia prima y un catalizador tipo Ziegler, las mejoras que se han hecho en el producto están basadas en el catalizador. Las empresas que han desarrollado mejoras en el proceso en los últimos años son la Allied Chemical, Soltex Polymer, Dow Chemical y Phillips (Chadwick y Magovern, 1979).

BIBLIOGRAFIA

- ARNI, V.R.S.; (1983): Emerging Petrochemical Technologies and options for Developing Countries. Unido Consultant. International Forum on Technological Advances and Development.
- AVIPLA (1983): Directorio de Empresas miembros. Asociación Venezolana de Industrias Plásticas.
- BERNAL, John; (1967): Historia Social de la Ciencia II. La Ciencia de Nuestro Tiempo. pp. 101-105. Ed. Península.
- BILLMEYER, Fred, H; (1971): Text book of Polymer Science. Ed.
- CHADWICK, John y MAGOVERN, Robert (1979): High Density Polyethylene. Stanford Research Institute. Process Economics Program Report 19 C.
- CHIN, Yu-Re (1971): Polivynil Chloride. Stanford Research Institute. Process Economics Program Report 13 A.
- DE LA CRUZ, Rafael (1983): Origen y Auge de los especialistas de la Venezuela Periférica. Mimeo, CENDES-UCV. (Area de Ciencia y Tecnología).
- KARDOS, Leslie (1966): Polivynil Chloride. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 13.
- KLINE, Charles (1983): Surviving the petrochemical collapse. Hydrocarbon Processing. pp. 83-a a 84-h.
- MAGOVERN, Robert (1968): Down Density Polyethylene. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 36.
- (1980): Down Density Polyethylene. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 36 B.
- MORAVCSICK, Michael (1976): Science Development. The Building of Science in less developed countries. Ed. Pasitam.
- OHTA, Kohsuke (1940): Polivynil Chloridi. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report. 13 A.
- PELAGATTI, Carlos (1977): Negociación y Autonomía Tecnológica - Sector Petro-

químico. Mimeo, CENDES-UCV (Area de Ciencia y Tecnología).

RUSSEL, Grant (1978): Petroleum Resins. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 20.

SARDI, Régulo (1975): Negociación de Tecnologías para el Sector Químico y Petroquímico. Presentación de resultados. OEA. Proyecto piloto de transferencia de tecnología.

SERNA, José y PAREDES, Edgard (1976): La Política de Compras de Bienes de Capital en los Sectores Petroquímicos y Siderúrgicos. Ecosipro S.R.L.

WALSH, TOWNSEND, ACHILLANDELIS y FREEMAN (1979): Trends in invention and innovation in the chemical industry. Science Policy Research Unit. University of Sussex.

YEN, Chen (1970): Styrene. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 33.

YEN, Chen y VANDEN Bosch (1977): Styrene. Stanford Research Institute. Process Economics Program. Report 33 A.

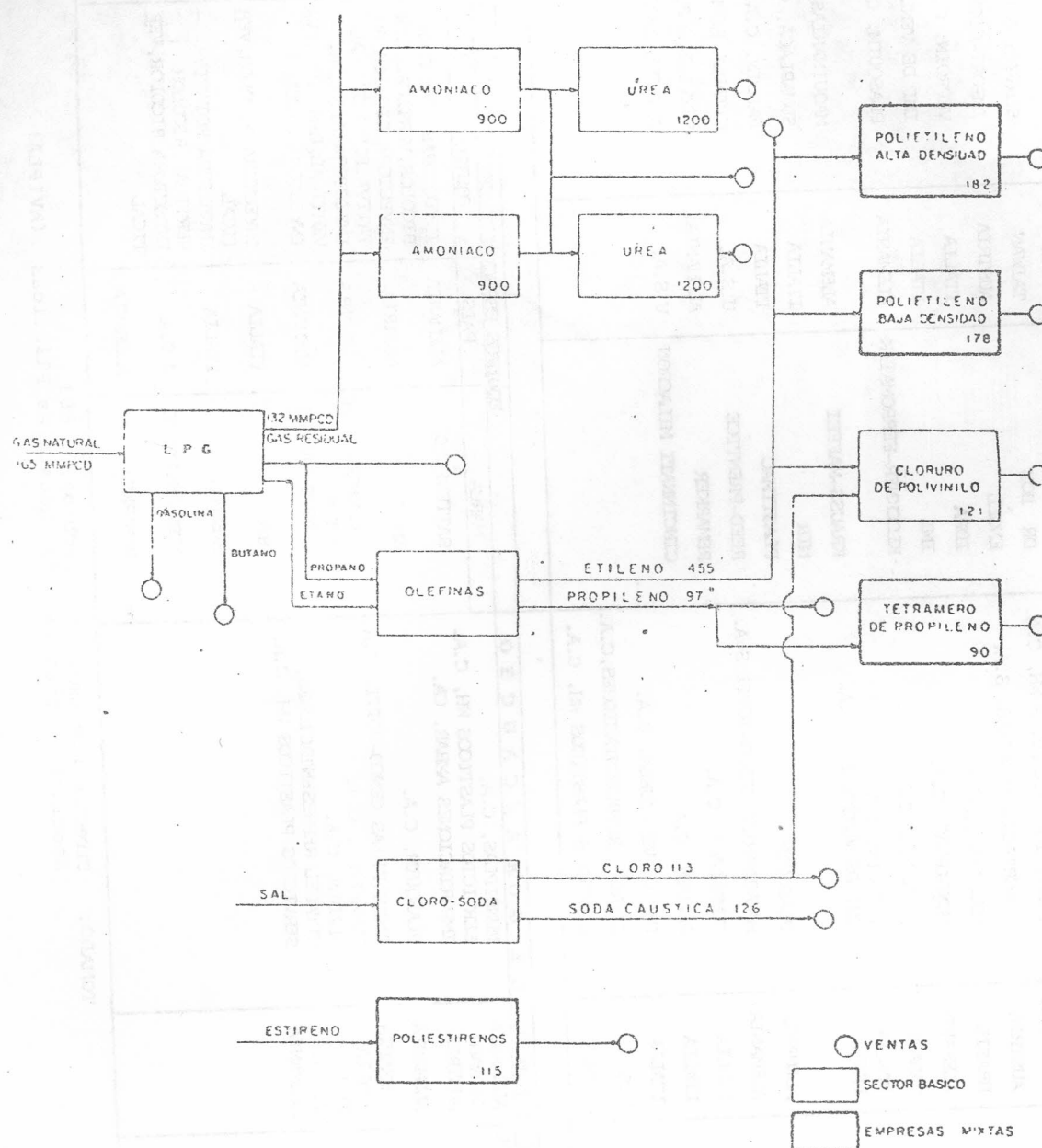
A N E X O N° 1
REPRESENTANTES DE MAQUINAS SOPLADORAS-EXTRUSORAS E INYECTORAS

S O P L A D O			E X T R U S I O N D E P E L I C U L A		
MARCA	PAIS	REPRESENTANTE	MARCA	PAIS	REPRESENTANTE
AUTOMA	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.	BARMAG	ALEMANIA	SUINPACA, C.A.
BATTENFELD	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	BATTENFELD-GLOUCESTER	INGLATERRA ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
BEKUM	ALEMANIA	CITADEL REPRESENTACIONES, C.A.	BOPP	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
CORPOPLAST	ALEMANIA	SUINPACA, C.A.	BRUECKNER	ALEMANIA	SUINPACA, C.A.
FISCHER	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	DOLCI	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.
HESTA	ALEMANIA	PLASQUIN, C.A.	ITAL PRODUCTS	ITALIA	VEPROIN, C.A.
KRUPP-KAUTEX	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENSO-ZOTTI, S.A.	KIEFEL	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
MAGIC	ITALIA	IMPORTACIONES AMBAR, CA.A.	KUHNE	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
MORETTI FRATILLI	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.	MBC	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.
OSSBERGER	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	PLASTIMAC	ITALIA	PLADIN, C.A.
PLASTIBLOW	ITALIA	PLADIN, C.A.	REIFENHAUSER	ALEMANIA	HOECHST REMEDIA, S.A.
PLASTIMAC	ITALIA	PLADIN, C.A.	SANO DESIGN AND MACH- INE	U.S.A.	CONNELL BROS COMPANY
PLASTIYET	ITALIA	PLADIN, C.A.	QUEEN MACHINERY	TAIWAN	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.
RAINVILLE	U.S.A.	MUNDIPLAS, C.A.			
E X T R U S I O N T U B E R I A Y P E R F I L E S			E X T R U S I O N D E L A M I N A S		
BATTENFELD-EX- TRUSIONSTECHNIK	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	BATTENFELD-EKK	ALEMANIA INGLATERRA	MUNDIPLAS, C.A.
CINCINNATI MI- LACON	U.S.A.	CONNELL BROSS COMPANY, L.T.D.	BATTENFELD-GLOUCESTER	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
ITAL PRODUCTS	ITALIA	VEPROIN, C.A.	DOLCI	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.
GATTO MACHINERY	ITALIA	VEPROIN, C.A.	KUHNE	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.
KUHNE	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	KRAUSS-MAFFEI	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENSO ZOTTI
KRAUSS-MAFFEI	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENSO ZOTTI, S.A.	NRM	U.S.A.	CITADEL REPRESENTACIONES
MARIS	ITALIA	PLADIN, C.A.	OMV	ITALIA	PLADIN, C.A.
OESWAG/ANTON ANGER	AUSTRALIAS	CITADEL REPRESENTACIONES, C.A.	UNION	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.
PAVEST	ITALIA	PLADIN, C.A.	WELLEX INC	U.S.A.	CONNELL BROSS COMPANY
QUEEN MACHINERY	TAIWAN	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.			
UNION	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.			
WELLEX INC	U.S.A.	CONNELL BROS COMPANY, L.T.D.			

INYECCION DE TERMOPLASTICOS			INYECCION DE TERMOESTABLES			
MARCA	PAIS	REPRESENTANTE	MARCA	PAIS	REPRESENTANTE	
BATTENFELD	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	BATTENFELD	ALEMANIA AUSTRALIA	MUNDIPLAS, C.A.	
CINCINNATI MILA CRON	U.S.A.	CONNELL BROSS COMPANY L.T.D.	BATTENFELD-BERGES	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	
DR BOY	ALEMANIA	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.	DR BOY	TAIWAN	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.	
ENGEL	AUSTRIA	IMPORTACIONES AMBAR, S.A.	ENGEL	AUSTRIA	IMPORTACIONES AMBAR	
FERBATE	BRASIL	MUNDIPLAS, C.A.	IDRA	ITALIA	VEPROIN, C.A.	
HEK	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	IMI	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.	
HUSKY	CANADA	SUMAPLACA, C.A.	KLOCKNER-FERROMATIK	ALEMANIA	PLASQUIM, C.A.	
IDRA	ITALIA	VEPROIN, C.A.	KRAUSS-MAFFEI	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENCO-ZOTTI	
IMI	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.	MIR	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.	
KLOC			PLASTIMAC	ITALIA	PALDIN, C.A.	
TIC - WINDSOR	ALEMANIA	PLASQUIM, C.A.	REED-PRENTICE	U.S.A.	CITADEL REPRESENTACIONES	
KRAUS-MAFFEI	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENCO-ZOTTI, S.A.	REMARKER	ALEMANIA	SERVICIOS PLASTICOS WH	
MIR	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.	CINCINNATI MILACRON	U.S.A.	CONNELL BROSS COMPANY	
PLASTIMAC	ITALIA	PLADIN, C.A.				
PLASTIC-METAL	ITALIA	IMI DE VENEZUELA, S.A.				
REED-PRENTICE	U.S.A.	CITADEL REPRESENTACIONES, C.A.				
REMARKER	ALEMANIA	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.				
I N Y E C C I O N D E G O M A / C A U C H O			EQUIPOS ESPECIALES DE INYECCION			
			MARCA	PAIS	EQUIPOS	REPRESENTANTE
BATTENFELD-SEIDL	ALEMANIA	MUNDIPLAS, C.A.	BATTENFELD	ALEMANIA	INYECTORAS, ROTATIVA BICOLOR, VERTICAL, LIM	MUNDIPLAS
DR BOY	TAIWAN	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.	ENGEL	AUSTRIA	INYECTORA, BICOLOR, RO TATIVA, LIM, VERTICAL	IMPORTACIONES AMBAR
ENGEL	AUSTRIA	IMPORTACIONES AMBAR, CA.	KLOCKNER-FERRO MATIK	ALEMANIA	INYECTORA BICOLOR, - VERTICAL, LIM, ROTATIVA	PLASQUIM
KLOCKNER-FERRO- MATIK-DESMO	ALEMANIA	PLASQUIM, C.A.	KRAUSS-MAFFEI	ALEMANIA	INYECTORA BICOLOR	MAQUINARIAS CEN- CO-ZOTTI
KRAUSS-MAFFEI	ALEMANIA	MAQUINARIAS CENCO-ZOTTI, C.A.	MIR	ITALIA	INYECTORA BICOLOR, VER TICAL	SUMAPLACA
MIR	ITALIA	SUMAPLACA, C.A.	PRESMA	ITALIA	INYECTORA ROTATIVA, - VERTICAL, BICOLOR	PLADIN
PLASTIMAC	ITALIA	PLADIN, C.A.	REED-PRENTICE	U.S.A.	INYECTORA BICOLOR, VER TICAL	CITADEL
REED-PRENTICE	U.S.A.	CITADEL REPRESENTACIONES, C.A.	REMARKER	ALEMANIA		SERVICIOS PLASTI- COS WH, C.A.
REMARKER	ALEMANIA	SERVICIOS PLASTICOS WH, C.A.				

TOMADO: Directorio de Empresas Alembros, 1983
Asociación Venezolana de Industrias Plásticas (AVIPLA)

ANEXO N° 2
COMPLEJO PETROQUIMICO - EL TABLAZO



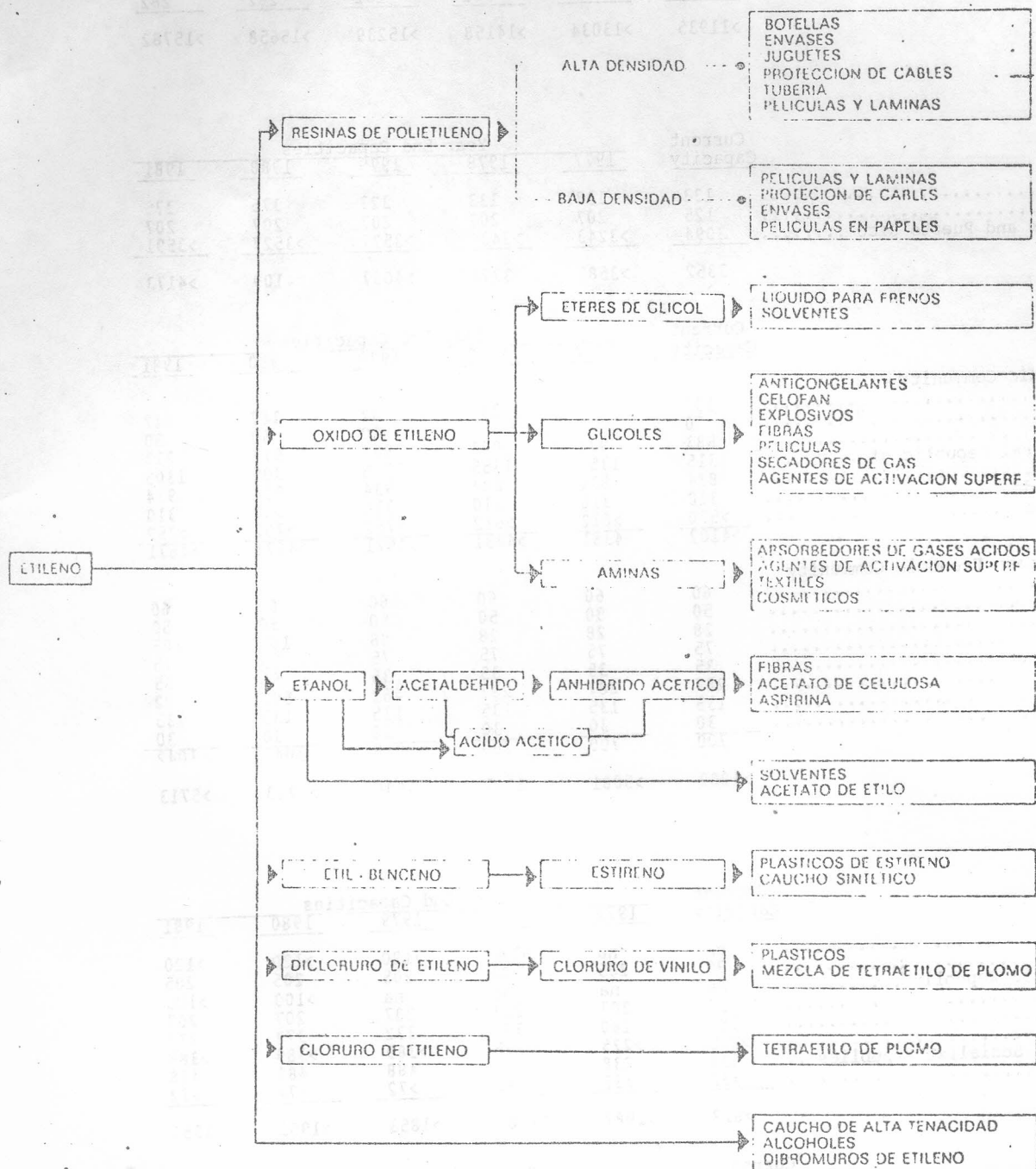
* CASO MEZCLA ETANO Y PROPANO (70-30)

CIFRAS EN TONELADAS METRICAS
POR DIA

TOMADO DE: INDUSTRIA PETROQUIMICA, 1982

ANEXO N° 3

BLOQUE DE CONSTRUCCION A PARTIR DEL ETILENO



POLYVINYL CHLORIDE
(data in 1000 metric tons per year)

World	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
North America	3352	>3583	>3776	>4057	>4109	>4173
Central America	12	25	25	25	25	25
South America	248	302	446	474	474	474
Western Europe	>4809	>5081	>5131	>5606	>5713	>5713
Eastern Europe	>822	>1087	>1689	>1853	>1953	>1953
Middle East Asia	142	202	202	202	302	362
Far East Asia	2425	2579	2579	2712	2712	2712
Oceania	83	108	108	108	108	108
Africa	42	67	202	202	262	262
Total	>11935	>13034	>14158	>15239	>15658	>15782

North America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Canada	133	133	133	323	375	375
Mexico	125	207	207	207	207	207
United States and Puerto Rico	3094	>3243	>3436	>3527	>3527	>3591
Total	3352	>3583	>3776	>4057	>4109	>4173

Western Europe	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
European Economic Community						
Belgium	197	347	347	347	347	347
Denmark	0	0	0	50	50	50
France	883	923	923	923	973	973
Germany, Federal Republic of	1315	1355	1355	1355	1305	1305
Italy	834	834	884	934	934	934
The Netherlands	310	310	310	310	310	310
United Kingdom	>570	>612	>612	>752	>752	>752
Subtotal	>4109	>4381	>4431	>4571	>4671	>4671
Other than European Economic Community						
Austria	60	60	60	60	60	60
Finland	50	50	50	50	50	50
Greece	28	28	28	88	105	105
Norway	75	75	75	75	75	75
Portugal	35	35	35	35	85	85
Spain	287	287	287	462	502	502
Sweden	135	135	135	135	135	135
Switzerland	30	30	30	30	30	30
Subtotal	700	700	700	935	1042	1042
Total	>4809	>5081	>5131	>5606	>5713	>5713

Eastern Europe	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Bulgaria	na	na	>120	>120	>120	>120
Czechoslovakia	90	205	205	205	205	205
German Democratic Republic	na	na	na	na	>100	>100
Hungary	57	207	207	207	207	207
Poland	180	180	372	372	372	372
Rumania	>225	>225	>225	>389	>389	>389
Union of Soviet Socialist Republics ..	238	238	488	488	488	488
Yugoslavia	>32	>32	>72	>72	>72	>72
Total	>822	>1087	>1689	>1853	>1953	>1953

South America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Argentina	47	47	47	71	71	71
Brazil	135	135	279	279	279	279
Chile	15	15	15	15	15	15
Colombia	43	43	43	43	43	43
Peru	8	8	8	12	12	12
Venezuela	0	54	54	54	54	54
Total	248	302	446	474	474	474

POLYSTYRENE
(data in 1000 metric tons per year)

World	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
North America	2641	2819	2898	2898	2898	2900
Central America	0	0	0	0	0	0
South America	216	216	261	261	261	261
Western Europe	2650	2837	2837	2837	>2984	>2984
Eastern Europe	>118	>154	>354	>474	>474	>474
Middle East Asia	31	41	41	41	70	70
Far East Asia	1105	1225	1225	1225	1225	1225
Oceania	35	35	35	35	35	35
Africa	14	14	14	14	14	14
Total	>6810	>7341	>7665	>7785	>7961	>7963

North America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Canada	139	139	139	139	139	139
Mexico	56	76	116	116	116	118
United States and Puerto Rico	2446	2604	2643	2643	2643	2643
Total	2641	2819	2898	2898	2898	2900

South America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Argentina	59	59	59	59	59	59
Brazil	98	98	143	143	143	143
Chile	4	4	4	4	4	4
Colombia	17	17	17	17	17	17
Venezuela	38	38	38	38	38	38
Total	216	216	261	261	261	261

Western Europe	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
European Economic Community						
Belgium	290	290	290	290	290	290
France	361	491	491	491	520	520
Germany, Federal Republic of	772	772	772	772	772	772
Italy	434	459	459	459	559	559
The Netherlands	255	255	255	255	255	255
United Kingdom	327	327	327	327	>327	>327
Subtotal	2439	2594	2594	2594	>2723	>2723
Other than European Economic Community						
Finland	31	51	51	51	51	51
Greece	16	16	16	16	34	34
Norway	5	5	5	5	5	5
Spain	127	139	139	139	139	139
Sweden	30	30	30	30	30	30
Switzerland	2	2	2	2	2	2
Subtotal	211	243	243	243	261	261
Total	2650	2837	2837	2837	>2984	>2984

ANEXO N° 6

STYRENE
(data in 1000 metric tons per year)

World	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
North America	3955	4718	4759	4909	4909	4909
Central America	0	0	0	0	0	0
South America	110	190	290	315	315	435
Western Europe	2887	3412	3872	3872	4362	4587
Eastern Europe	>256	>256	>556	>556	>756	>756
Middle East Asia	25	25	25	25	25	25
Far East Asia	1701	1701	1701	1761	1761	1761
Oceania	18	118	118	118	118	118
Africa	18	18	18	18	18	18
Total	>8970	>10438	>11339	>11574	>12264	>12609

North America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Canada	193	465	465	465	465	465
Mexico	30	30	30	180	180	180
United States and Puerto Rico	3732	4223	4264	4264	4264	4264
Total	3955	4718	4759	4909	4909	4909

South America	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
Argentina	50	50	50	75	75	75
Brazil	60	140	240	240	240	240
Venezuela	0	0	0	0	0	120
Total	110	190	290	315	315	435

Western Europe	Current Capacity	Year End Capacities				
		1977	1978	1979	1980	1981
European Economic Community						
France	345	445	445	445	445	445
Germany, Federal Republic of	1080	1080	1080	1080	1080	1080
Italy	462	462	572	572	762	762
The Netherlands	495	920	1250	1250	1250	1250
United Kingdom	425	425	425	425	725	725
Subtotal	2807	3332	3772	3772	4762	4262
Other than European Economic Community						
Spain	80	80	100	100	100	325
Subtotal	80	80	100	100	100	325
Total	2887	3412	3872	3872	4362	4587

TOMADO DE: CHEMICAL ECONOMICS HANDBOOK INTERNATIONAL
STANDFORD RESEARCH INSTITUTE, 1976

45.

LOW-DENSITY POLYETHYLENE

(data in 1000 metric tons)

NOTE: In the following tables, "neg." indicates a negligible quantity and "0" indicates that the quantity is zero; if data is not available, no entry is made in the table.

MEXICO

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1966	6		23		29
1967	16		4		20
1968	23		12		35
1969	27		18		45
1970	26		24		50
1971	36		19		55
1972	65		9		74

CONSUMPTION: Data are calculated as PRODUCTION + IMPORTS.

SOURCES: (A) Department of State Airgram, July 17, 1973, American Embassy, Mexico (PRODUCTION data in 1969-1972).

(B) Mexican Newsletter, Number 31, September 30, 1973 (PRODUCTION data in 1966-1968).

(C) Anuario de la Industria Quimica Mexicana en 1972, Asociacion Nacional de la Industria Quimica, A.C. (IMPORTS data).

UNITED STATES AND PUERTO RICO

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1965	1026	928		137	889
1966	1200	1052		118	1082
1967	1232	1151		120	1112
1968	1500	1411		178	1322
1969	1760	1589		210	1550
1970	1923	1817		186	1781
1971	2037	1823		142	1895
1972	2392	1972	1	179	2214
1973	2632	2190	1	227	2406

IMPORTS: Data prior to 1972 are not available.

CONSUMPTION: Data are calculated as PRODUCTION - EXPORTS in 1965-1971 and as PRODUCTION + IMPORTS - EXPORTS in 1972-1973.

SOURCES: (A) ANNUAL STATISTICAL REPORT - PLASTICS AND RESINS MATERIALS, The Society of the Plastics Industry, Inc. (PRODUCTION and SALES data in 1972-1973).

(B) SYNTHETIC ORGANIC CHEMICALS, U.S. PRODUCTION AND SALES, U.S. Tariff Commission (all other PRODUCTION and SALES data).

(C) U.S. IMPORTS FOR CONSUMPTION AND GENERAL IMPORTS, Report FT 246, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census (IMPORTS data).

(D) U.S. EXPORTS, FT 410, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census (EXPORTS data).

(E) WORLD HYDROCARBONS estimates (CONSUMPTION data).

JAPAN

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1965	93	86			
1966	117	122			
1967	167	164			
1968	223	218			
1969	319	318			
1970	410	406			
1971	389	373			

SOURCE: Yearbook of Chemical Industries Statistics, Ministry of International Trade and Industry (PRODUCTION and SALES data).

HIGH-DENSITY POLYETHYLENE

(data in 1000 metric tons)

NOTE: In the following tables, "neg." indicates a negligible quantity and "0" indicates that the quantity is zero; if data is not available, no entry is made in the table.

MEXICO

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1966	0		5		5
1967	0		6		6
1968	0		7		7
1969	0		10		10
1970	0		15		15
1971	0		20		20
1972	0		26		26

CONSUMPTION: Data are assumed to be the same as IMPORTS since no high-density polyethylene is produced.

SOURCE: Anuario de la Industria Quimica Mexicana en 1972, Asociacion Nacional de la Industria Quimica, A.C. (IMPORTS data).

UNITED STATES AND PUERTO RICO

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1965	356	294		58	298
1966	413	377		34	379
1967	491	417		42	449
1968	572	507		81	491
1969	730	563		89	641
1970	728	640		86	642
1971	857	756		104	753
1972	1055	802	3	132	926
1973	1196	1032	1	132	1063

IMPORTS: Data prior to 1972 are not available.

CONSUMPTION: Data are calculated as PRODUCTION - EXPORTS in 1965-1971 and as PRODUCTION + IMPORTS - EXPORTS in 1972-1973.

SOURCES: (A) ANNUAL STATISTICAL REPORT - PLASTICS AND RESINS MATERIALS, The Society of the Plastics Industry, Inc. (PRODUCTION and SALES data in 1972-1973).
 (B) SYNTHETIC ORGANIC CHEMICALS, U.S. PRODUCTION AND SALES, U.S. Tariff Commission (all other PRODUCTION and SALES data).
 (C) U.S. IMPORTS FOR CONSUMPTION AND GENERAL IMPORTS, Report FT 246, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census (IMPORTS data).
 (D) U.S. EXPORTS, FT 410, U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census (EXPORTS data).
 (E) WORLD HYDROCARBONS estimates (CONSUMPTION data).

JAPAN

YEAR	PRODUCTION	SALES	IMPORTS	EXPORTS	CONSUMPTION
1965	304	301			301
1966	440	438			438
1967	581	588			588
1968	634	645			645
1969	770	770			770
1970	894	898			898
1971	951	995			995

SOURCE: Yearbook of Chemical Industries Statistics, Ministry of International Trade and Industry (PRODUCTION and SALES data).

A N E X O N° 9PERSONAL ENTREVISTADO

SANCHEZ, Germán (PhD) (Químico-UCV)	Coordinador del Grupo de Polímeros de la Escuela de Química de la Universidad Cen- tral de Venezuela.
PEREZ, Jorge (McS) (Ing°-Químico-UCV)	Coordinador del Grupo de Polímeros de la Escuela de Ingeniería Química de la Uni- versidad Central de Venezuela.
MUÑOZ, E. Antonio (PhD) (Químico-UCV)	Coordinador del Laboratorio de Polímeros del Centro de Química - IVIC.
VAZQUEZ, Pedro (Ing°-Químico-USB)	Del Grupo de Polímeros del Departamento de Mecánica.
ZURIMENDI, Jon (PhD) (Ing°-Químico-USB)	Coordinador del Grupo de Polímeros del - Departamento de Ciencia de los Materiales.
PAREDES, Edgard (PhD) (Ing°-Químico-UCV)	Jefe de la Gerencia de Petroquímica del INTEVEP.
RIVERO (Economista)	Secretario General de la Asociación Vene- zolana del Plástico (AVIPLA).
CAMEJO, Elba (Ing° de Materiales Opción Polímero-USB)	Supervisora de Coordinación y Asistencia Técnica de Polilago, C.A.
GARCIA, Enrique (Administrador)	Gerencia de Exportación de Plastilago, C.A. y Estizulia, C.A.
MARTINEZ (Economista)	Departamento de Comercialización y Merca- deo de Petroplas, C.A.

%%%%%%%%%

ENTIDADES PARTICIPANTES

NPCT - Universidade Estadual de Campinas

CENDES - Universidad Central de Venezuela

DEPFE - Universidad Nacional Autónoma de México

CEBRAP - Centro Brasileiro de Análise e Planejamento

GASE - Fundación Bariloche

FESP - Fundação Escola do Serviço Público

PATROCÍNIO

UNU - Universidad de las Naciones Unidas

IDRC - Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo