

**Fierro Esponja Posible Solución para la
Industria Siderúrgica Mexicana**

37

T E S I S

Que para obtener el título de:
INGENIERO QUIMICO

p r e s e n t a n :

JOSE LUIS BERROETA DOUNCE

ALBERTO MARCE BALAGUE





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS Tests
AÑO 1974
FECHA
PROC. Mit 34
No



PRESIDENTE: EDUARDO ROJO Y DE REGIL.
V O C A L : JOSE L. PADILLA DE ALBA.
SECRETARIO: GUILLERMO CARSOLIO PACHECO.
1er. SUPLENTE: EDMUNDO PEREZ PAREDES.
2do. SUPLENTE: JULIO CORDERO GARCIA.

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

ACEROS ECATEPEC, S. A.

SUSTENTANTES: JOSE LUIS BERROETA DOUNCE.
ALBERTO MARCE BALAGUE.
ASESOR DEL TEMA: JOSE L. PADILLA DE ALBA.
SUPERVISOR TECNICO: SERAFIN MENDOZA.

Con cariño y agradecimiento:

A nuestros Padres

Manuel

José

y

y

Concepción

Pepita

A mis Hermanos:

Eduardo y Concepción

Ricardo e Isabel

Carlos

Federico

Rocío

Alejandro

Con agradecimiento por su colaboración a:

Sra. Isabel Gama de Berroeta.

Sr. Humberto Basurto.

Sr. Juan Manuel Sandoval.

Ing. Serafín Mendoza.

Ing. Otto Plettner.

Ing. Héctor Lara.

Ing. Peter Schulte.

Ing. Mario Bertrán.

C O N T E N I D O .

	Pág.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I. HISTORIA Y DESARROLLO.	4
CAPITULO II. IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	8
CAPITULO III. PROBLEMAS QUE AFRONTA LA INDUSTRIA SIDERURGICA.	37
CAPITULO IV. EXISTENCIA DE MATERIAS-PRIMAS.	41
CAPITULO V. DIFERENTES PROCESOS SIDERURGICOS.	126
CAPITULO VI. A) PROCESO DE ELABORACION DEL FIERRO ESPONJA.	176
B) USO DEL FIERRO ESPONJA.	
CAPITULO VII. ESTUDIO ECONOMICO.	198
CAPITULO VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	216
CAPITULO IX. PERSPECTIVAS INTERNACIONALES.	222
CAPITULO X. BIBLIOGRAFIA.	230

INTRODUCCION.

INTRODUCCION.

La Industria Siderúrgica Mexicana, que se encuentra en pleno desarrollo, tiene múltiples problemas que no sólo corresponden a la falta de tecnología, ya que ésto se resuelve por medio del estudio y del conocimiento de los avances de los países altamente industrializados. Sino que también existen problemas que pertenecen únicamente a nuestro país. Uno de ellos, quizá el más importante, es la escasez del carbón coque, que es una de las materias primas básicas que sirven para reducir el mineral de Hierro.

Otro de los impedimentos que afecta a la ya difícil situación en la que se encuentra la Industria Siderúrgica local, es la escasez de material ferrífero de deshecho llamado comunmente chatarra y que se utiliza como materia prima para la elaboración del acero. Esta escasez de materias primas origina como es lógico, un constante aumento en los precios de las mismas, así como en los del acero y de los productos siderúrgicos terminados. Lo anterior, nos hace pensar en alguna solución inmediata o de lo contrario México se verá obligado a importar grandes cantidades de estos materiales.

El objeto de este trabajo es, proponer una posible solución a este problema, mediante el uso de un producto que se utiliza como materia prima, y al que se ha denominado Fierro Esponja,

el cual se obtiene por medio de una de las tecnologías más modernas. Creemos que cualquier aportación que se de al respecto, con el fin de hacer más rápido y menos costoso el progreso de la Industria Siderúrgica en México, será en beneficio no sólo de la misma industria, sino también del propio país.

CAPITULO I
HISTORIA Y DESARROLLO.

HISTORIA Y DESARROLLO.

Durante muchos años se ha considerado al Hierro más valioso que los metales preciosos como son: el oro, radio, platino, etc., ya que éstos metales raros no son tan necesarios para el desarrollo de un país, e incluso se puede prescindir de ellos, pero difícilmente podría hacerse lo mismo con el Hierro. El hombre hace tantas cosas con él, dándole un uso variado y le confía tanto trabajo, que no le sería posible vivir sin su ayuda.

La utilidad del Hierro se basa en muchas razones, principalmente por lo abundante de este material en casi todo el mundo. Además puede hacerse con él, más que con cualquier otro metal. Así mismo, puede conseguirse que sea más resistente y duro que los demás. Cuando se ablanda con el calor se le da la forma que se desee, es decir, que el metal es maleable, también se le puede convertir en una varilla o en un alambre, lo que hace que el metal sea dúctil, cuando se calienta al rojo blanco, puede unir dos pedazos en uno a martillazos, o soldarlos. Si se eleva la temperatura a unos 1500°C , se llega a fundirlo y entonces puede mezclarse con él una pequeña cantidad de diversos metales para conseguir que el Hierro sea exactamente tal como se desea. El vasto progreso operado en todas las cosas que se hacen ahora con Hierro, desde agujas, hasta trasatlánticos, revela su importancia.

Al combinarse con otros elementos, da el Hierro colado o fundición con 3 a 3.5% de contenido de carbón, Hierro dulce o forjado con un contenido de carbón de 0.2 a 0.3%. El acero se encuentra entre las dos clasificaciones anteriores, teniendo de 0.3 a 2.1% de carbón.

A este último, generalmente se le adiciona: silicio, níquel, cromo, tungsteno, vanadio, niobio o manganeso, para obtener aceros especiales.

En la actualidad, la mayor parte del Hierro se convierte en acero. Durante muchos siglos se conocieron diversos métodos para fabricar acero, pero sólo en pequeñas cantidades, debido a esto, las primeras vías ferroviarias se hacían de Hierro forjado, y hasta hace un siglo el acero se usaba muy poco. Sólo a partir de entonces, se descubrió la manera de fabricar acero con mayor facilidad, para producir millones de toneladas mensuales. Actualmente, la producción de acero constituye una de las industrias más importantes del mundo, a tal grado que se considera la producción de este metal como básica en el progreso y desarrollo de un país.

Apenas si se pueden enumerar todas las cosas que se hacen con el acero. En tiempos muy remotos se usó principalmente en la guerra y la caza, para hacer cuchillos, espadas y lanzas.

Los árabes lo usaban para sus herraduras hace 1300 años y se cree que los chinos fueron los primeros en hacer agujas de acero. Estas llegaron a Europa con los moros, alrededor del año 1200. En esa época, el consumo del Hierro y del acero ya se había generalizado en la manufactura de ciertos artículos como clavos, goznes, barras y placas.

Hoy en día se fabrican muchas otras cosas de acero como son: vías, locomotoras, automóviles, aviones y maquinaria en general. Casi todo lo que el hombre come o usa de algún modo lo transporta, lo fabrica, lo acondiciona o lo envasa la maquinaria, y las máquinas están casi totalmente hechas de acero.

Esto nos da una pequeña idea de lo importante que es la producción de este metal en el mundo.

México es uno de los países que mayor progreso ha tenido en el mundo durante los últimos años, y en consecuencia, su Industria Siderúrgica ha progresado también a grandes pasos.

Sin embargo, esta industria no alcanza aún los niveles de producción y calidad de los principales países productores del mundo, como lo son los Estados Unidos, Alemania, Japón, Suecia, Rusia, etc., así que debemos considerar que la Industria Siderúrgica en México, está en pleno desarrollo.

CAPITULO II
IMPORTANCIA DE LA
INDUSTRIA SIDERURGICA.

IMPORTANCIA DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA.

Hemos dicho en la introducción de este trabajo, sobre las necesidades que tiene el país de desarrollar el máximo esfuerzo para lograr que la Industria Siderúrgica obtenga los mejores productos a los menores costos y en las cantidades necesarias para satisfacer la demanda nacional, e incluso para exportar.

Ahora bien, se dice que México es un país con todas las necesidades de cualquier otro país altamente industrializado, pero en menor escala. Por lo tanto cada día aumentan dichas necesidades en la misma medida en que crecen las industrias que usan el acero como una de sus materias primas, como lo son la industria automotriz, de herramientas, productos del hogar, maquinaria en general, construcción, etc. En la tabla No. 1 podemos ver el crecimiento que ha tenido la Industria Siderúrgica en los últimos años. Si observamos la producción de 1966 que fué de 2,787,478 toneladas y la comparamos con la de 1972 que fué de 4,427,817 toneladas y vemos que entre ambos valores hay una diferencia de 1,640,339 toneladas, que representa el incremento de producción en los últimos siete años; esto nos da un crecimiento promedio anual de 234,334 toneladas. También vemos en dicha tabla, que los renglones de mayor volumen, como lo son el alambón, barras para reforzar concreto, perfiles, lámina, plancha, son productos usados en una gran parte en la

industria de la construcción, demostrándose así que dicha industria es aún la parte más significativa del consumo siderúrgico nacional; sin embargo es de esperarse que el renglón de barras macizas, tenga un fuerte crecimiento en los años venideros, incluso superior al ritmo que se demuestra en la tabla a que nos estamos refiriendo.

Esto se debe al fuerte desarrollo que están teniendo las industrias de maquinaria, automotriz y todas aquellas que consumen productos provenientes de forjas.

Si pensamos en todos los productos terminados que están hechos total o parcialmente de acero, nos podemos dar cuenta de que son muchos los kilos promedio que requiere cada habitante al año. Si observamos además, el crecimiento de la población y de sus necesidades, nos damos cuenta de que para que el crecimiento de la Industria Siderúrgica sea equivalente, se requiere que las empresas que actualmente se dedican a la fabricación de acero, tengan un progreso superior al que han tenido hasta la fecha y que además, se instalen nuevas plantas de fabricación en este ramo.

El valor en toneladas de la producción total, no indica el consumo nacional total, ya que año con año ha sido necesario importar toneladas de importancia de productos siderúrgicos, los cuales quedan enunciados en la tabla No. 2. Para complementar lo

dicho anteriormente, se pueden observar los renglones de "Lámina - en caliente", "Lámina en frío", "hojalata" y "barras macizas", que - aunque en la tabla No. 1, están representados con un fuerte creci- -- miento, aún hace falta una importación de estos materiales, muy con- siderable, lo que indica que no basta la producción nacional para cu- brir estas necesidades.

El valor más alto, lo encontramos en el renglón de "Rieles y acce- - sorios para vía", el cual es uno de los más bajos en la tabla de pro- ducciones, siendo ésto un poco extraño, ya que las cantidades son - bastante atractivas para una industria pequeña. En lo que correspon- de a tubos, tenemos una producción en el país bastante grande, y - sin embargo todavía se requiere importar un volúmen considerable. Hasta el momento, hemos hablado de los consumos nacionales, y - ahora es conveniente hacer lo mismo en relación a la exportación. - En la tabla No. 3, damos una relación de los tonelajes exportados - desde 1966 hasta 1972, en la que se observa un continuo crecimien- - to, sin embargo, no ha sido suficiente ya que si observamos en las - tablas No. 2 A y No. 3A los valores en pesos de la importación y - la exportación respectivamente, podemos ver que la diferencia entre éstos arroja un déficit de \$150,209,000 para el año de 1972.

Con el fin de mostrar en forma más clara el crecimiento de la producción de la Industria Siderúrgica, y la importancia que ésta tiene en la economía nacional, preparamos la figura No. 1 de producción de acero para los años enunciados en la tabla No. 1, y la proyectamos hasta el año de 1980. Además en la tabla No. 6 podemos observar que la Industria Siderúrgica está teniendo hasta el año - de 1973, cada vez más influencia en lo que se refiere el área de - Manufacturas del P.I . B., ya que el ritmo de crecimiento de la - primera es superior a la de la segunda.

Al referirnos a las industrias encargadas de obtener estas pro---ducciones y este crecimiento, tenemos que explicar que se encuentran divididas en dos tipos, las llamadas Integradas y las Semi---integradas. Las primeras son aquellas que se abastecen así mismas de sus principales materias primas, y las segundas obtienen sus materias primas de fuentes externas.

Las industrias integradas, llamadas también Fundiciones de Hie--rro de Primera Fusión y Acero, son las más importantes del --país, en cuanto a volúmen de producción se refiere, y son las que enunciamos en la tabla No. 4. El hecho de que estas empresas - se abastezcan de su principal materia prima, no significa que - otras materias primas las obtengan de la misma manera, aunque en algunos casos así sucede.

Por lo dicho anteriormente, podemos considerar que las industrias integradas se componen de cuatro secciones principales que son:

- a) Explotación de los yacimientos ferríferos, clasificación y preparación del mineral obtenido.
- b) Reducción del mineral.
- c) Aceración.
- d) Obtención de productos finales (forjados, laminados) - etc.

En estas empresas la principal materia prima es el mineral de Hierro, pero para las semi-integradas, es la chatarra, por lo que en ellas no existen las secciones a) y b), teniendo en lugar, una sección de preparación de la chatarra y clasificación de la misma, además de las de aceración y obtención de productos finales. En la tabla No. 5, se indican las principales industrias semi-integradas.

Son muchos y muy diversos los tipos y formas en que las acerías obtienen sus productos de acero, siendo algunos de ellos productos terminados y otros, materia prima para industrias con procesos que van a transformar a estos aceros, ya sea estirándolos, forjándolos, troquelándolos, rectificándolos, etc. En ocasiones, las mismas acerías tienen estos procesos para obtener productos terminados más elaborados.

Los precios de todos estos artículos de acero, difieren mucho y sólo los de aquellos que son de uso común, como es el caso de la lámina, varillas, perfiles estructurales, etc., son controlados por la Secretaría de Industria y Comercio quedando sus precios entre \$2.00 y \$4.00 por kilo, pero debido a la gran demanda que existe, estos precios presentan una fluctuación entre \$4.00 y \$6.00 por kilo. En cuanto al resto de los productos de la acería, es decir, aceros laminados en caliente, o bien, terminados en procesos posteriores, que pueden ser aceros al carbón, inoxidables, rápidos, etc., sus precios son muy variados y pueden alcanzar valores de más de \$100.00 el kilo.

Pasando a otro aspecto de la Industria Siderúrgica, vemos que son muchos los obreros y empleados que trabajan en ella, actualmente la suma de trabajadores asciende a 37,666 y se estima que considerando sus familias o personas que dependen de ellos, existen 188,330 hombres, mujeres y niños que viven directamente de esta industria.

Ahora bien, si tomamos en cuenta que muchos de los productos de esta industria pasan a empresas que se dedican a su transformación, se puede estimar que la población que transforma el Hierro y el acero es de 521,940 personas.

De acuerdo a ésto, podemos ver que esta industria es una gran -
fuente de trabajo, más aún, si consideramos que los productos de -
todo este grupo de industrias van destinados a la fabricación de -
automóviles, maquinaria en general, herramientas, a la industria
de la construcción, etc., dando servicio a consumidores privados
y estatales, colaborando con estos últimos, en la construcción de
obras a beneficio popular, como lo son presas, puentes, aeropuer-
tos y en general a la infraestructura del país.

Por todo lo expuesto en este capítulo, podemos resumir que la -
Industria Siderúrgica es una de las más sólidas y fundamentales -
en el desarrollo del país y por tal motivo, consideramos que se -
le debe dar el mayor impulso posible por parte del capital priva--
do y del Gobierno del país, para poder cubrir las necesidades fu-
turas y no frenar el desarrollo industrial y económico de México.

PROYECCION DE LA PRODUCCION SIDERURGICA NACIONAL

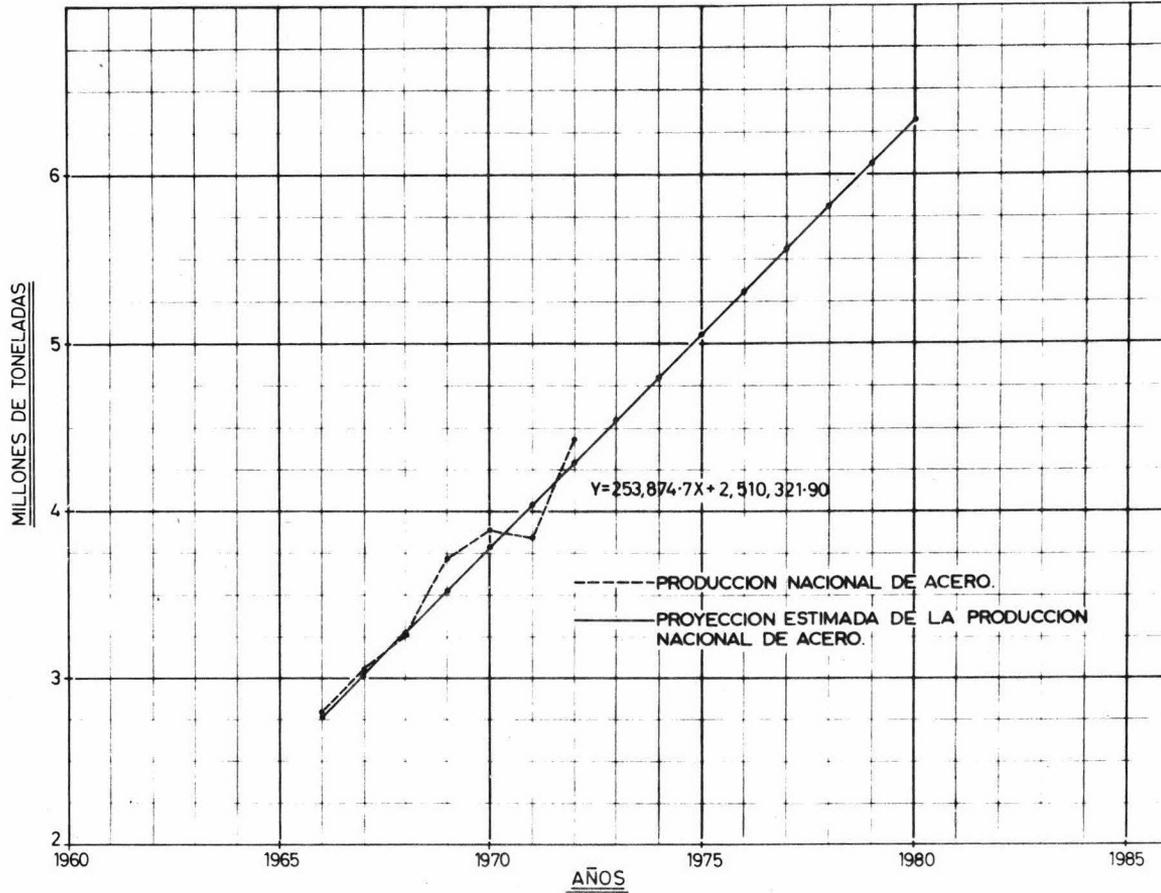


Fig. Nº 1

TABLA No. 1

PRODUCCION SIDERURGICA NACIONAL

PRODUCTOS BASICOS

TONELADAS METRICAS

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>ACERO - TOTAL</u>	2.787,478	3.039,649	3.256,064	3.466,962	3.881,201	3.820,818	4.427,817
Para Piezas vaciadas - Total	13,096	20,672	19,749	13,694	34,254	22,764	31,841
Para lingotes destinados a laminación - Total	2.749,178	3.014,550	3.230,838	3.443,321	3.838,470	3.790,811	4.387,971
Para lingotes destinados a forja - Total	25,204	4,427	5,477	9,947	8,477	7,243	7,942
<u>HOGAR ABIERTO - TOTAL</u>	1.717,909	1.877,501	2.082,602	2.242,900	2.284,225	2.243,061	2.281,342
Para piezas vaciadas	984	733	540	519	622	826	755
Para lingotes destinados a laminación	1.698,299	1.876,768	2.082,062	2.242,381	2.283,603	2.242,235	2.280,587
Para lingotes destinados a forja	18,626	-	-	-	-	-	-

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>HORNO ELECTRI- CO - TOTAL</u>	1.069,569	1.162,148	1.173,462	1.224,062	1.596,976	1.577,757	1.793,094
Para Piezas vaciadas	12.112	19,939	19,209	13,175	33.632	21,938	31.086
Para lingotes destinados a laminación	1.050,879	1,137,782	1.148,776	1.200,940	1.554,867	1.548,576	1.754,066
Para lingotes destinados a forja	6,578	4,427	5,477	9,947	8,447	7,243	7,942
<u>CONVERTIDOR AL OXIGENO - TOTAL</u>	-	-	-	-	-	-	353,381
Para lingotes destinados a laminación	-	-	-	-	-	-	353,381
Para lingotes destinados a forja	-	-	-	-	-	-	-
<u>PRODUCTOS LAMINADOS Y PIEZAS VACIADAS Y FORJADAS</u>							
<u>TOTAL</u>	2.158,400	2.283,127	2.547,058	2.273,098	2.964,872	2.980,201	3.398.535
<u>NO PLANOS - TOTAL</u>	957,601	1.045.341	1.143,892	1.230,313	1.346,748	1.305,569	1.461,603
<u>ALAMBRON - TOTAL</u>	193.852	218,691	251,501	257,617	317,417	300,622	338,032
Para trefilación	177,091	193,652	222,475	226,834	272,892	236,979	294,657
Para forja	-	-	-	-	-	25,395	18,971
Para Construcción	16,261	25,039	29,026	30,783	44,625	38,248	24,404

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>BARRAS PARA REFOR-</u> <u>ZAR CONCRETO</u>							
(Varilla Corrugada)							
- TOTAL -	403,389	465,093	495,791	528,116	569,712	552,659	627,874
Grado Estructural							
- Total -	225,473	246,855	248,892	248,114	285,074	309,359	311,814
Alta resistencia							
- Total -	177,916	218,238	246,899	280,002	284,638	243,300	316,060
BARRAS MACIZAS (CUA- DRADAS, REDONDAS Y EXAGONALES) - TOTAL	67,240	76,854	89,618	116,087	113,629	107,159	136,324
Laminadas en calien te	48,432	61,309	72,183	89,450	82,126	80,387	107,102
Forjadas	3,531	169	-	1,844	2,071	1,796	1,953
Estiradas en frío	9,591	10,221	11,807	16,495	20,061	18,004	18,184
Torneadas	5,686	5,155	5,628	8,298	9,371	6,972	9,085
PERFILES COMERCIALES							
- TOTAL -	149,584	155,346	156,168	169,477	188,639	179,305	164,638
Laminados en caliente	-	-	-	168,982	186,974	177,825	164,056
Formados en frío							
- Total -	-	-	-	495	1,665	1,480	582
Angulo	-	-	-	122,531	117,826	112,361	98,342
Laminados en caliente	-	-	-	122,531	117,028	112,361	98,342
Formados en frío	-	-	-	-	798	-	-

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Angulo				528	470		
Canal				280	429		
Viga				5,852	3,456	8,835	12,707
Especiales							
Formados en frío				12,274	8,541	12,211	21,726
Angulo							
Canal				12,274	8,251	11,290	21,725
Viga					290		
Especiales						921	1
MATERIAL FIJO PARA VIA - TOTAL	11,255	9,728	4,969	6,928	3,700	3,921	3,473
PIEZAS VACIADAS DE ACERO	13,096	20,672	19,749	13,694	34,254	22,764	31,841
PIEZAS FORJADAS DE ACERO	25,204	4,477	5,477	9,947	8,477	7,243	7,942
PLANOS - TOTAL	1.038,013	1.082,299	1.240,421	1.326,189	1.433,303	1.494,553	1.741,647
Plancha	372,292	363,326	386,308	391,021	462,237	471,618	588,852
Lámina	665,721	718,903	854,113	935,168	971,066	1.022,935	1.152,795
lámina en caliente	179,766	189,459	215,693	236,527	237,199	261,305	288,006
lámina en frío	485,955	529,444	638,420	698,641	733,867	761,630	864,789

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Solera				41,977	60,497	48,985	52,150
Laminados en caliente				41,482	59,630	47,505	51,568
Formados en frío				495	867	1,480	582
Otros (Canal, Viga T. y Z etc.)				4,969	10,316	17,987	14,146
Laminados en caliente				4,969	10,316	17,959	14,146
Formados en frío				-	-	-	-
PERFILES ESTRUCTURALES							
<u>- TOTAL -</u>	93,981	94,530	120,619	128,447	110,920	131,696	151,479
Angulo Total				26,792	15,484	19,459	18,411
Canal - Total				44,644	37,983	46,220	55,368
Viga Total				56,608	57,453	65,316	77,699
Especiales - Total				403	-	921	1
Laminados				109,513	98,024	110,850	117,046
Angulo				26,264	15,014	19,439	18,411
Canal				32,090	29,303	34,930	33,643
Viga				50,756	53,707	56,481	64,992
Especiales				403	-	-	-
Soldados				6,660	4,355	8,835	12,707

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
TUBOS SIN COSTURA - TOTAL -	162,786	155,557	162,745	166,596	184,821	180,079	195,285
Para conducción				51,557	66,429	53,355	77,573
Para ademe petro- lero (cassing)				84,447	84,351	90,368	75,196
Tubería de produc- ción (tubing)				11,597	14,396	13,035	12,588
Tubería de perfora- ción (Drill Pipe)				2,622	2,658	2,197	3,158
Otros				16,373	16,987	21,124	26,770
LAMINA CON RECUBRI- MIENTO - TOTAL	164,282	185,923	219,849	237,516	256,400	217,305	271,396
LAMINA DE ACERO ES- PECIAL - TOTAL	2,113	1,343	1,811	2,332	2,160	6,493	2,247
ALAMBRE	159,382	174,287	200,228	204,151	245,603	213,281	265,191
TUBOS CON COSTURA - TOTAL -	178,448	184,453	187,852	168,016	185,927	230,841	270,673
Mayores de 115 mm. de diámetro - Total	76,671	74,758	70,042	39,006	55,263	74,990	109,704
Para conducción				33,723	53,616	72,293	95,532
Para ademe				5,283	1,647	694	13,055
Tubos mecánicos						3	1,117
Hasta 115 mm. de diám. - Total	101,777	109,695	117,910	129,010	130,664	155,851	160,969

TABLA No. 1

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Para conducción				92,562	87,034	106,176	119,969
Conduit				8,193	8,897	8,954	9,283
Para usos petroleros				8,130	6,000	6,900	2,940
Flux				1,360	1,331	2,093	1,205
Mecánico				16,730	24,345	20,565	21,397
Otros				2,035	3,057	11,163	6,175

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA S.I.C.
 Cámara Nacional del Hierro y del Acero

TABLA N° 2

IMPORTACION NACIONAL DE MATERIAS PRIMAS

Y PRODUCTOS SIDERURGICOS IMPORTACION

DIRECTA DE ACERO

TONELADAS METRICAS

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>TOTAL PRODUCTOS SIDERURGICOS</u>	355,908	409,505	385,136	387,427	330,969	251,357	259,579
<u>PRODUCTOS PRIMARIOS</u>	36,410	13,172	5,494	4,111	5,139	8,493	14,923
Hierro de primera fusión	35,099	9,948	3,577	1,699	1,146	5,150	11,808
Ferroaleaciones	1,311	3,224	1,917	2,412	3,993	3,343	3,115
<u>MATERIAL RELAMINABLE Y DESBASTES</u>	93,025	195,236	210,031	158,955	137,556	86,831	50,632
Material relaminable	32,933	77,539	66,165	65,722	59,159	39,809	42,435
Desbastes primarios	60,092	117,697	143,866	93,233	78,407	47,022	8,197
<u>PRODUCTOS ELABORADOS Y DE CONSUMO FINAL</u>	226,473	201,097	169,611	184,361	188,274	155,810	194,024
Plancha	298	169	458	260	491	464	501
Lámina en caliente	2,538	3,522	2,047	4,144	4,780	5,042	5,784
Lámina en frío	1,342	1,636	2,119	3,088	4,892	4,095	2,857
Lámina con diversos recubrimientos	9,711	9,779	7,842	8,218	9,971	8,420	7,304

TABLA No. 2

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Hojalata	15,211	10,110	11,582	11,935	43,403	49,042	29,496
Planos inoxidables	1,885	2,310	2,120	2,897	3,511	4,429	5,021
Cintas, tiras y flejes	6,623	10,084	15,053	15,679	15,247	11,708	8,010
Barras para reforzar con creto	233	62	3	20	50	369	451
Barras macizas	11,371	11,672	10,619	9,266	8,898	7,033	8,973
Barras huecas	3,031	3,732	7,889	4,333	3,641	5,368	4,026
Barras con otros tra bajos	1,113	865	889	1,449	610	922	726
Alambron					7,617		
Perfiles pesados	17,374	19,374	38,178	21,561	20,866	21,356	20,537
Rieles y accesorios para vías	89,863	54,719	29,428	57,527	22,158	2,974	48,492
Alambre de hierro o acero	6,650	6,882	6,300	8,954	8,623	8,513	5,365
Cable	2,418	3,083	395	273	365	310	818
Telas y enrejados de alambre	625	844	485	242	344	400	482
<u>TOTAL DE TUBOS</u>	9,608	21,858	15,207	17,691	15,949	11,886	32,148
Tubos sin costura	5,799	16,745	10,587	13,971	13,319	9,483	10,785
Tubos con costura	1,729	2,845	3,483	2,463	1,498	863	20,092

TABLA No. 2

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Otros tubos	470	476	380	550	656	636	552
Tubo fundido	1,610	1,792	757	707	476	904	719
Conexiones y accesorios para tubería	3,199	4,044	2,968	2,694	2,107	1,749	2,051
Canales y canaleras	58	85	40	62	10	39	10
Clavos y grapas	1,985	1,948	1,489	1,926	1,757	2,171	1,857
Tornillos, pernos y remaches	1,563	2,377	2,065	1,765	1,291	1,078	1,553
Cadenas	1,033	938	1,009	1,076	625	700	644
Recipientes, cilindros y tanques	10,571	11,876	6,947	4,048	5,199	3,891	4,164
Envases de hojalata	24,538	12,116	5,094	4,006	3,409	2,109	887
Tapas de hojalata y tapones corona	1,695	2,093	1,088	1,088	1,534	1,578	1,071
Otros Productos	935	1,815	3,206	1,219	1,064	1,226	796

FUENTE: DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA S.I.C.

Cámara Nacional del Hierro y del Acero

TABLA N° 2 A

IMPORTACION NACIONAL DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

SIDERURGICOS - IMPORTACION DIRECTA DE ACERO

MILES DE PESOS

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>TOTAL DE PRODUCTOS SIDERURGICOS</u>	1.138,596	1.172,242	1.067,611	1.101,139	1.251,890	1.109,398	1.039,038
<u>PRODUCTOS PRIMARIOS</u>	42,713	8,070	18,649	23,706	43,531	34,686	40,460
Hierro de primera fusión	21,142	6,043	2,562	1,228	1,368	3,537	10,032
Ferroaleaciones	21,571	2,027	16,087	22,478	42,163	31,149	30,428
<u>MATERIAL RELAMINABLE Y DESBASTES</u>	97,105	191,393	208,895	153,447	147,462	98,607	44,739
Material relaminable	28,430	65,224	56,353	52,960	51,695	37,748	34,135
Desbastes primarios	68,675	126,169	152,542	100,487	95,767	60,859	10,604
<u>PRODUCTOS ELABORADOS Y DE CONSUMO FINAL</u>	998,778	972,779	840,067	923,986	1.060,897	976,105	953,839
Plancha	2,827	1,081	2,038	1,708	5,265	4,057	4,450
Lámina en caliente	6,810	6,501	5,086	9,214	10,894	14,140	14,027
Lámina en frío	11,391	12,809	15,525	23,245	37,214	30,827	23,741
Lámina con diversos recubrimientos	59,051	69,417	61,601	71,473	107,065	72,245	73,610
Hojalata	23,871	26,769	32,032	40,556	149,119	179,384	103,977
Planos inoxidables	25,001	27,491	26,102	34,978	53,891	60,074	63,364

TABLA No. 2 A

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Cintas, tiras y flejes	22,403	55,181	80,724	76,606	76,455	63,919	49,995
Barras para reforzar concreto	153	382	12	170	271	331	372
Barras macizas	48,776	44,123	30,900	34,458	29,927	31,718	37,774
Barras huecas	22,553	37,818	22,307	21,269	29,538	25,977	27,013
Barras con otros trabajos	3,325	3,312	3,224	3,945	2,735	5,295	3,483
Alambrón					14,009		
Perfiles pesados	91,929	77,888	129,007	63,073	72,689	98,845	74,155
Rieles y accesorios para vías	184,363	98,387	79,985	155,677	97,967	13,432	97,042
Alambre de hierro o acero	23,566	22,970	22,772	30,668	40,405	39,376	27,098
Cable	10,220	11,509	3,038	2,952	2,984	2,506	5,733
Telas y enrejados de alambre	3,544	3,626	3,830	2,827	3,204	4,126	5,162
TOTAL DE TUBOS	64,724	116,741	65,869	122,869	122,996	116,545	145,435
Tubos sin costura	40,013	90,139	45,671	102,503	99,482	97,816	75,236
Tubos con costura	9,435	12,909	10,237	8,286	10,135	4,108	56,025
Otros tubos	7,467	7,504	7,601	8,656	11,188	10,947	11,612
Tubo fundido	7,809	6,189	2,360	3,424	2,191	3,674	2,562
Conexiones y accesorios para tubería	73,400	120,435	94,899	82,584	61,784	70,223	67,321

TABLA No. 2 A

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Canales y Canaleras	191	162	203	172	71	108	60
Clavos y grapas	6,897	14,051	7,811	9,353	9,136	10,935	12,333
Tornillos pernos y remaches	24,457	28,283	34,679	33,613	32,409	34,136	47,754
Cadenas	18,577	19,610	18,831	19,928	20,990	13,698	18,795
Recipientes, cilindros y tanques	52,931	66,432	35,386	28,191	35,771	27,595	28,741
Envases de hojalata	177,260	74,003	28,515	34,183	31,128	25,662	8,454
Tapas de hojalata y tapones corona	10,177	13,112	6,902	6,707	8,244	8,602	6,456
Otros productos	10,409	21,465	27,692	12,505	12,028	12,879	7,494

FUENTE: Dirección General de Estadística S. I. C.
Cámara Nacional del Hierro y del Acero

TABLA N° 3

EXPORTACION DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS

SIDERURGICOS

TONELADAS METRICAS

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>TOTAL DE PRODUCTOS SIDERURGICOS</u>	145,176	110,022	169,108	207,796	207,784	362,035	418,155
PRODUCTOS PRIMARIOS	3,868	1,258	10,900	2,259	1,810	11,376	5,566
Arrabio		50	9,479	8	57	48	3
Ferroaleaciones	3,858	1,202	1,414	2,251	1,696	2,858	4,493
Lingote de Acero	10	6	7	-	57	8,470	1,070
<u>PRODUCTOS ELABORADOS Y DE CONSUMO FINAL</u>	141,308	108,764	158,208	205,537	205,974	350,659	412,589
Plancha y lámina	78,601	65,379	99,274	128,794	149,731	201,338	219,130
Hojalata	59	159	625	802	1,264	1,011	770
Cintas, tiras y flejes	17	68	46	91	46	71	60
Barras para concreto	2	1	6	652	203	29,579	46,655
Barras para otros usos	186	234	1	9	-	11,962	1,333
Alambre	328	325	138	920	134	619	18,153
Cable	495	296	354	544	1,227	1,592	1,732
Rieles y accesorios para vía	35	2				324	43
Tubos	42,501	31,873	45,608	56,609	38,753	88,504	73,783

TABLA No. 3

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Codos, tes, conexio- nes, etc.	2,277	2,070	1,860	1,407	764	1,622	1,387
Canales y canaleras	1	14				57	104
Perfiles	1,113	319	1,433	2,905	785	1,358	30,283
Clavos y grapas	289	236	373	755	439	635	1,333
Cadenas	24	137	36	105	19	10	23
Recipientes de hierro o acero	14,796	7,236	8,157	11,670	12,495	11,783	17,629
Envases de hojalata	222	151	134	253	107	172	145
Tapones y corcholatas	362	264	163	21	7	22	26

Fuente: Dirección General de Estadística S. I. C.
Cámara Nacional del Hierro y del Acero

TABLA N° 3 A

EXPORTACION NACIONAL DE MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS SIDERURGICOS

EXPORTACION DE ACERO

MILES DE PESOS

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
<u>TOTAL PRODUCTOS SIDERURGICOS</u>	301,613	232,390	339,816	424,992	443,110	745,812	888,829
<u>PRODUCTOS PRIMARIOS</u>	5,815	1,704	11,131	3,568	4,264	16,720	10,005
Arrabio		14	9,215	8	34	24	23
Ferroaleaciones	5,805	1,684	1,900	3,557	4,087	6,781	8,616
Lingote de acero	10	6	16	3	143	9,825	1,366
<u>PRODUCTOS ELABORADOS Y DE CONSUMO FINAL</u>	295,798	230,686	328,685	421,424	438,846	729,092	878,824
Plancha y lámina	114,079	91,919	148,747	191,442	258,121	364,542	413,792
Hojalata	642	894	2,115	3,265	4,142	3,367	2,711
Cintas, tiras y flejes	192	188	159	305	289	928	272
Barras para cemento	11	26	114	1,257	523	44,133	73,561
Barras para otros usos	928	954	21	64		18,368	2,093
Alambres	1,434	1,390	498	2,110	562	1,919	31,580
Cable	4,094	2,253	2,356	3,413	7,426	9,070	10,203
Rieles y accesorios para vía	80	13		5	1	614	178
Tubos	109,011	82,922	118,494	138,852	101,613	211,769	180,493
Codos, tes, conexiones etc.	10,417	11,224	7,424	7,424	5,416	11,576	9,465

TABLA No. 3 A

(Cont.)

	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>	<u>1969</u>	<u>1970</u>	<u>1971</u>	<u>1972</u>
Canales y canaleras	5	38			3	193	187
Perfiles	8,191	2,788	8,139	16,873	6,362	6,812	65,732
Clavos, grapas, etc.	1,201	1,124	2,878	4,667	3,373	3,920	9,046
Cadenas	556	1,806	458	1,148	294	351	588
Recipientes de hierro o acero	40,040	29,197	33,858	48,269	49,010	49,096	76,632
Envases de hojalata	2,351	1,740	1,714	2,017	1,564	2,040	1,906
Taponos y corcholatas	2,566	2,210	1,735	313	148	394	385

FUENTE : Dirección General de Estadística S. I. C.
Cámara Nacional del Hierro y del Acero

A continuación se proporcionan las principales Fundiciones de Hierro de primera fusión y de Acero, así como su capacidad instalada, su producción y localización.

TABLA No. 4

Industrias Integradas.

Nombre de la Empresa	Producción 1971	Proceso de fabricación.	Ubicación.
Altos Hornos de México, S. A.		Alto Horno, Siemens Martin B O F	Monclova, Coah. Lechería y Edo. de Méx.
Acero	1, 497, 800		
Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S. A.		Alto Horno	Monterrey, N. L.
Acero	746, 200		
Hojalata y Lámina, S. A.		HYL de Reducción directa.	Monterrey, N. L. y Puebla, Pue.
Acero	780, 800		
Tubos de Acero de México.		HYL de Reducción directa.	Veracruz, Ver.
Acero	264, 200		

Proyecto "Las Truchas", está en construcción integrada con alto horno.

Fuente: Business México 1973
American Chamber of Commerce of México, A. C.

TABLA No. 5

Industrias Semi-Integradas.

Nombre de la Empresa	Producción 1971	Ubicación
Aceros Ecatepec, S. A.	94,200	Tulpetlac, Edo. - de México.
Aceros Nacionales, S. A.	97,200	Tlalnepantla, Edo. de México.
Aceros Chihuahua, S. A.	72,800	Nombre de Dios, - Chihuahua.
Aceros Omega, S. A.	24,800	Sta. Clara, Edo. - de México.
Campos Hermanos, S. A.	36,200	Tlalnepantla, Edo. de México.
Fundidora de Aceros Tepe-- yac, S. A.	18,700	Sn. Cristobal, Edo. de México.
Aceros Industriales, S. A.	13,500	Industrial Vallejo, D. F.
Fundiciones de Hierro y - - Acero, S. A.	11,300	Sn. Pedro de los - Pinos, D. F.
Siderúrgica Potosina, S. A.	3,000	Sn. Luis Potosí, S. L. P.
Siderúrgica Nacional, S. A.	7,900	Cd. Sahagún, Edo. - de Hgo.
Otras	152,400	
Total - -	532,000	

Fuente: Business México 1973
American Chamber of Commerce of México, A. C.

TABLA No. 6

Comparación entre la Industria Siderúrgica y el Producto Bruto Interno de la Industria Manufacturera.

	1969	1970	1971	1972	1973
	Variación 70/69	Variación 71/70	Variación 72/71	Variación 72/72	Variación 73/69
Total Manufacturas	62287 8.7%	67680 3.1%	69745 8.7%	75805 8.0%	81869 31.4%
Total Industria Siderúrgica.	4286 8.2%	4636 2.7%	4762 22.8%	5849 8.4%	6340 47.9%
Lo que representa - la Siderúrgica en la Manufactura.	6.9%	6.8%	6.8%	7.7%	7.7%

Elaborado con Datos de : Dirección General de Estadística S. I. C.
Cámara Nacional del Hierro y del Acero

CAPITULO III
PROBLEMAS QUE AFRONTA LA
INDUSTRIA SIDERURGICA NACIONAL.

PROBLEMAS QUE AFRONTA LA INDUSTRIA SIDERURGICA NACIONAL.

La Industria Siderúrgica Nacional, se enfrenta al problema que ya se mencionó en capítulos anteriores y que es la escasez de materias primas para la producción de acero, como son el carbón coque y la chatarra.

La mayoría de los procesos siderúrgicos para la obtención del Hierro metálico a partir de sus óxidos, requieren de reductores químicos y de energéticos físicos que suministren tanto al gas reductor como el calor necesario para efectuar las reacciones de reducción, fusión y refinación del metal. El principal reductor es el carbón coque y aún en la actualidad es el más importante en cuanto a siderúrgica se refiere.

Con lo que respecta a México, hemos dicho que las reservas de carbón coquizable son suficientes para reducir todo el mineral de Hierro existente en el país, sin embargo, no queda prevista la posible importación de carbón coque en un futuro cercano. Dado al creciente aumento de las necesidades y la expansión de las industrias como lo es Altos Hornos de México, con la futura instalación del quinto alto horno, y del proyecto de la Siderúrgica Lazaro Cardenas "Las Truchas", Michoacán, en la cual se tiene pensado instalar dos altos hornos con capacidad de 1000 toneladas por día cada uno.

Para el desarrollo de estos proyectos, será necesario que México importe carbón coque de mejor calidad procedente del Canadá o de Australia.

Respecto a la chatarra, hemos mencionado que en el país existe poca cantidad y la que se genera localmente no es suficiente para abastecer la demanda nacional, como consecuencia sus precios son altos e inestables al igual que la chatarra importada de Estados Unidos, la cual corresponde a la de mayor consumo nacional. Con la actual restricción a la exportación de chatarra, ejercida por éste último, la demanda ha superado fuertemente a la oferta, provocando fluctuaciones en los precios, dando como resultado el aumento continuo de los mismos.

Estas circunstancias afectan principalmente a las acerías no integradas que operan a base de hornos de arco eléctrico con 100% de carga metálica fría, las cuales tienen un costo alto e inestable, incrementando considerablemente el costo total de producción de acero.

Como la demanda y el consumo de chatarra en México tiene un fuerte crecimiento, será necesario importar la mayor cantidad de ella a precios cada vez más altos, con lo que se tendrán grandes fugas de dinero hacia el exterior, y la Industria Siderúrgica Nacional dependerá aún más del abastecimiento de chatarra procedente de los Estados Unidos.

Resumiendo, diremos que para que el desarrollo siderúrgico del - país, esté de acuerdo a las futuras necesidades, se deberán tomar medidas que reduzcan el uso de los materiales antes mencionados.

CAPITULO IV
EXISTENCIA DE
MATERIAS PRIMAS.

MATERIAS PRIMAS.

Las materias primas esenciales para la producción de acero - son: el mineral de Hierro y la chatarra, así como los agentes - reductores, el carbón coque y el gas natural, su aplicación que dará expresada en el siguiente capítulo, en el que hablaremos de los principales procesos para la producción de acero.

En este capítulo nos referiremos a estos cuatro materiales estudiando cada uno por separado y dando a conocer la localización - de las zonas de la República Mexicana, donde se encuentran sus - producciones, consumos, **reservas**, etc.

Cuando mencionemos las reservas de mineral de Hierro y de carbón, usaremos los términos de "Reserva Positiva", "Reserva - Probable" y "Reserva Posible", definiendo éstos de la siguiente - manera:

Reserva Positiva. - Es la cantidad de mineral que se tiene determinada en un yacimiento, por obras mineras, datos y muestras geológicas, etc., que - - prácticamente no dejan ninguna duda sobre - la existencia de la cantidad y calidad del mineral.

Reserva Probable. - Es la cantidad de mineral expuesta por son--
deos distantes. En estas condiciones hay - -
grandes probabilidades de que el mineral exis
ta, sin embargo no puede asegurarse totalmente
ni su calidad ni su cantidad.

Reserva Posible. - Es la que comprende el mineral cuya existen-
cia es posible suponer, por consideraciones -
geológicas o exploraciones mineras aisladas.
El grado de seguridad, tanto en la cantidad co
mo en la calidad de este tipo de reservas, es-
evidentemente mucho menor que en los casos-
anteriores.

Con respecto al gas natural se darán los valores de las reservas -
en millones de barriles y para calcular el equivalente líquido del -
gas, se tomará el factor oficialmente aceptado por Petróleos Mexica
nos, de 5000 ft³ de gas natural por cada barril de petróleo
crudo.

En cuanto a lo que se refiere a chatarra, no es posible hablar de -
reservas, sin embargo se darán datos del consumo, importación, -
generación, etc.

Mineral de Hierro

Durante el tiempo de la colonia se hicieron numerosos hallazgos - en muchas partes de la Nueva España. A la mayoría nunca se le dió atención y sólo en muy contados casos se aprovecharon para - dar origen a pequeñas ferrerías o fundiciones que operaron en corta escala en la fabricación de utensilios sencillos.

En la actualidad sólo pueden verse las ruinas de aquellas antiguas ferrerías.

A medida que los recursos ferríficos del país se han ido conociendo mejor; como consecuencia de diversos trabajos oficiales y de iniciativa privada, siendo ésta última la que ha presentado denuncios de la existencia de yacimientos de Hierro ante las agencias - de minería en los últimos años, y según los datos que fueron proporcionados por la Secretaría de Economía y Dirección de Industrias Extractivas, son 782 denuncios de existencias de yacimientos de Hierro, los cuales están distribuidos en 21 entidades federativas.

Pero el número de denuncios tratados anteriormente, no significa de ninguna manera que todos corresponden a otros tantos yacimientos, puesto que en ciertos casos se ha vuelto a denunciar un mismo yacimiento cuyo denuncia anterior ya había caducado. Además no todos los depósitos ferríferos son aprovechables debido a diversas

causas: escasez de reservas, mala calidad del mineral, situación geográfica inadecuada, falta de comunicación fácil que abarate los costos, falta de conocimientos suficientes sobre el criadero, dificultades económicas diversas, etc.

Los denuncios de yacimientos ferríficos son los siguientes:

<u>Entidades</u>	<u>Denuncios</u>
Baja California	139
Coahuila	73
Colima	41
Chiapas	0
Chihuahua	25
Durango	95
Guerrero	65
Hidalgo	27
Jalisco	44
México	2
Michoacán	21
Morelos	10
Nayarit	4
Nuevo León	33
Oaxaca	73
Puebla	17
Sinaloa	16
Sonora	46
Tamaulipas	7
Veracruz	33
Zacatecas	11

Fuente: C. R. N. N. R.

En el mapa No. 1 de la República Mexicana el cual anexamos, se muestra la localización de los principales yacimientos ferríficos de México.

La constitución orogénica u orográfica de México, con sus dos cadenas llamadas Sierra Madre Occidental y Sierra Madre Oriental, con una estribación transversal que los une es la principal razón para que muchos de los yacimientos estén incomunicados.

Los centros ferríficos del país se han dividido en cinco grandes grupos que son:

Grupo del Norte. - Que corresponde a los Estados de Chihuahua, Durango, Nuevo León, Zacatecas, Coahuila y Tamaulipas.

Grupo del Pacífico Norte. - Que corresponde a los Estados de Sinaloa, Sonora y Baja California.

Grupo del Centro. - Perteneciendo a los Estados de México, Morelos, Puebla, Hidalgo y Veracruz.

Grupo del Pacífico Central. - Que corresponde a los Estados de Jalisco, Colima, Michoacán y Guerrero.

Grupo del Sur. - Que corresponde a los Estados de Oaxaca y Chiapas.

En los últimos años las investigaciones oficiales sobre los recursos ferríficos de México se han venido intensificando y como consecuencia los conocimientos de algunos de ellos son más completos para planear su aprovechamiento en la industria. Estos trabajos se han efectuado detenidamente en determinados casos.

A continuación se presentan los cuadros de los yacimientos ferríficos de México en cada Estado.

Reserva de Mineral de Hierro en la

República Mexicana.

(miles de toneladas).

Grupos	Positivas	Probables	Posibles	Total.
Grupo Pacífico Nte, B. C., Son. Sin.	6, 794	9, 318	8, 603	24, 715
Grupo Norte. Chih., Coah., Dgo., Tamps. y Zac.	91, 879	39, 464	88, 609	219, 952
Grupo Pacífico Central Col., Gro., Jal. y Mich.	144, 214	105, 651	132, 483	387, 708
Grupo Central Hgo., Méx., Mor., Pue. y Ver.	1, 429	5, 663	600	7, 692
Grupo Sur	25, 601	19, 313	21, 410	66, 324
Totales. -	274, 917	179, 409	252, 065	706, 391

Fuente: C. R. N. N. R.

TABLA No. 7

Reservas de Mineral de Hierro por Estados y por Denuncias

Nombre .	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Baja California</u>				
139 Denuncias				
2, 457 Hectáreas				
La Grulla	486	216	378	1, 080
Tepustete	354	202	-	556
Guadalupe y Solís	1, 564	35	-	1, 599
Santa Ursula	27, 000	3, 000	-	30, 000
El Salto o Veta Grande	477	818	99	1, 394
La Cochalosa (Manila-				
Hill).	923	249	216	1, 388
Cerro Blanco.	1, 482	194	311	1, 987
Sauzalito	637	154	16	807
Santa Catarina	800	566	508	1, 874
El Taraicito	607	473	219	1, 299
El Manzano	4, 902	425	641	5, 968
Cañada del Gringo	212	55	63	330
Palomas	488	236	162	886
Trinidad o Bonet.	1, 536	-	-	1, 536
San Isidro	150	150	500	800
Rosarito	100	100	500	700

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Coahuila</u>				
73 Denuncias				
2, 159 Hectáreas.				
Vesper	174	45	-	219
Las Alazanas	186	101	-	287
La Gran República (La Paloma).	1, 167	428	-	1, 595
Excélsior	338	227	-	565
El Marañón	Yacimientos prácticamente agotados por la explotación.			
Las Mariñas	Agotado (Lo explotó la Fundidora Monterrey).			
Orión y el Milagro	66	-	-	66
El Cambio	19	14	-	33
La Libertad	4	-	-	4
Hércules (Acero y Sa- turno).	1, 000	285	215	1, 500
<u>Colima</u>				
41 Denuncias				
2, 061 Hectáreas.				
Piscilia (agotado)	172	585	365	1, 122

TABLA No. 7

(Cont.)

Nombre	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
Peña Colorada o el Mamey.	61,192	35,400	34,170	130,762
Mesa de Hierro	15	-	-	15
El Hierro (I, II, III, - IV, V).	-	20,000	10,000	30,000
Chiapas (cero denun cias).				
Cerro Colorado o Aurora.	1	1	-	2
<u>Chihuahua</u>				
25 Denuncias				
704 Hectáreas.				
La Perla	24,828	18,278	4,500	47,606
La Negra	130	-	-	130
San Carlos	-	-	182	182
San Eduardo	-	-	38	38
Chorreras	-	100	200	300
Magistral	50	50	500	600
San Expedito.	62	65	-	127

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Durango</u>				
95 Denuncias				
1, 229 Hectáreas				
Cerro del Mercado	54, 953	13, 381	-	70, 334
Sin Nombre	408	4, 000	-	4, 408
<u>Guerrero</u>				
65 Denuncias				
7, 444 Hectáreas				
Plutón	377	50	-	427
Titán	50	115	-	165
Chutla, Tibor, Tepe-				
tate, etc.	535	236	187	985
La Calera y el Cal--				
vario.	495	329	237	1, 061
Hércules (Piedra Imán)	95	95	70	260
Xochipala	20	15	-	35
Las Papas	12	-	-	12

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Hidalgo</u>				
27 Denuncias				
387 Hectáreas				
Encarnación	5	5	-	10
Vaquerías (El Sabinal)	100	150	600	850
<u>Jalisco</u>				
44 Denuncias.				
625 Hectáreas.				
La Mora, La Reyna, Tacotes, etc.	123	98	-	221
Matacristos (agotado)	60	210	-	270
Pihuamo (La Relumbro sa, El Rebaje, El Yun- que, Lodogrande, Agua fría y Río Pihuamo)	679	-	286	965
Ahuijillo o Piedra Imán	-	217	350	567
La Huerta.	8,000	-	-	8,000
Areade Cihuatlán o - La Mina.	700	-	1,500	2,200
El Encino	6,540	10,540	-	17,040

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e Reservas en miles de toneladas métricas.

	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
Sierra del Alto (El - Saucito, El Presidio, El Guayabito y La - Desconfianza).	342	-	-	342
<u>México</u>				
2 Denuncias 69 Hectáreas.				
El Salto	20	90	-	110
<u>Michoacán.</u>				
21 Denuncias. 1, 119 Hectáreas.				
Grupo Las Truchas, El- Volcán, El Campamento, Santa Clara, Leopardo, - Valverde, El Tubo, La - Bandera, El Bordón, etc.	66, 782	7, 105	-	73, 887
Aguila	3, 500	4, 000	-	7, 500
Obregón	-	1, 259	-	1, 259
El Jovero	937	787	1, 933	3, 657

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e Reservas en miles de toneladas métricas.

	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Morelos</u>				
10 Denuncias				
168 Hectáreas				
Guayabo Agrio	30	35	-	65
Xalostoc	10	60	-	70
<u>Nayarit</u>				
4 Denuncias.				
102 Hectáreas				
Chapalilla	-	-	-	-
<u>Nuevo León</u>				
33 Denuncias.				
1,269 Hectáreas.				
Golondrinas o Carri- zal. (agotado).	200	320	-	520
Rinconada	150	300	-	450
<u>Oaxaca</u>				
73 Denuncias				
2,440 Hectáreas.				
Totaltepec	15	-	5	20
Chayuco o la Fierrosa.	10	-	-	10

TABLA No. 7

(Cont.)

Nombre	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
Purificación	-	22	-	22
La Abada (Palo de Yacué) o (Cerro Pelón).	-	-	24	24
El Carnero	38	100	50	188
El Aguacate	10	-	48	58
Recibimiento	130	28	1,072	1,230
Zanitza	1,469	76	19,706	31,251
Las Esperanzas	531	-	15,000	15,531
Totolapilla	17	6,912	-	6,929
Las Cuevas	8	-	-	8
Nizaduga	100	150	200	450
Niltepec	1	-	-	1
Cerro de la Peñuela - y Pozo Toribio.	2	2	5	9
El Marmol	50	50	-	100
Arroyo de Guajolote	55	150	300	505
Cerro de Pechuga	-	-	-	-
Ixtayutla y Atoyaquillo.	-	-	-	-
Loma de los Abregos.	-	-	-	-

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e	Reservas en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
Lachitova	25	30	-	55
La Ventosa	60	48	-	108
Las Minas o Porti- llos.	-	-	-	-
El Ciruelo	3	2	-	5
<u>Puebla</u>				
17 Denuncias 567 Hectáreas.				
Matamoros	20	100	-	120
Rincón de Chila	50	150	-	200
<u>Sinaloa</u>				
16 Denuncias 589 Hectáreas				
Lechugilla o Potre- rillo.	10	-	-	10
Los Vasitos, Anillo de Hierro. Leopoldo III.	487	104	675	1,266
Mazomique	365	52	-	417

TABLA No. 7

(Cont.)

N o m b r e	Reserva en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
<u>Sonora</u>				
46 Denuncias.				
1, 461 Hectáreas.				
San Pascual	25	-	-	25
El Volcán o Piedra - Imán.	7, 012	533	373	7, 918
<u>Tamaulipas</u>				
7 Denuncias				
499 Hectáreas.				
San José	300	200	1, 000	1, 500
Las Minas y Tatatilla	766	4, 728	-	5, 494
Arroyo Agrio	330	-	-	330
El Burro	200	-	-	200
Almagres	-	30, 000	-	30, 000
<u>Zacatecas</u>				
11 Denuncias				
62 Hectáreas.				
Piedra Imán	15	6	22	43
La Carmen	302	236	416	954
Animas de Cerro Prieto	132	236	135	503

TABLA No. 7

(Cont.)

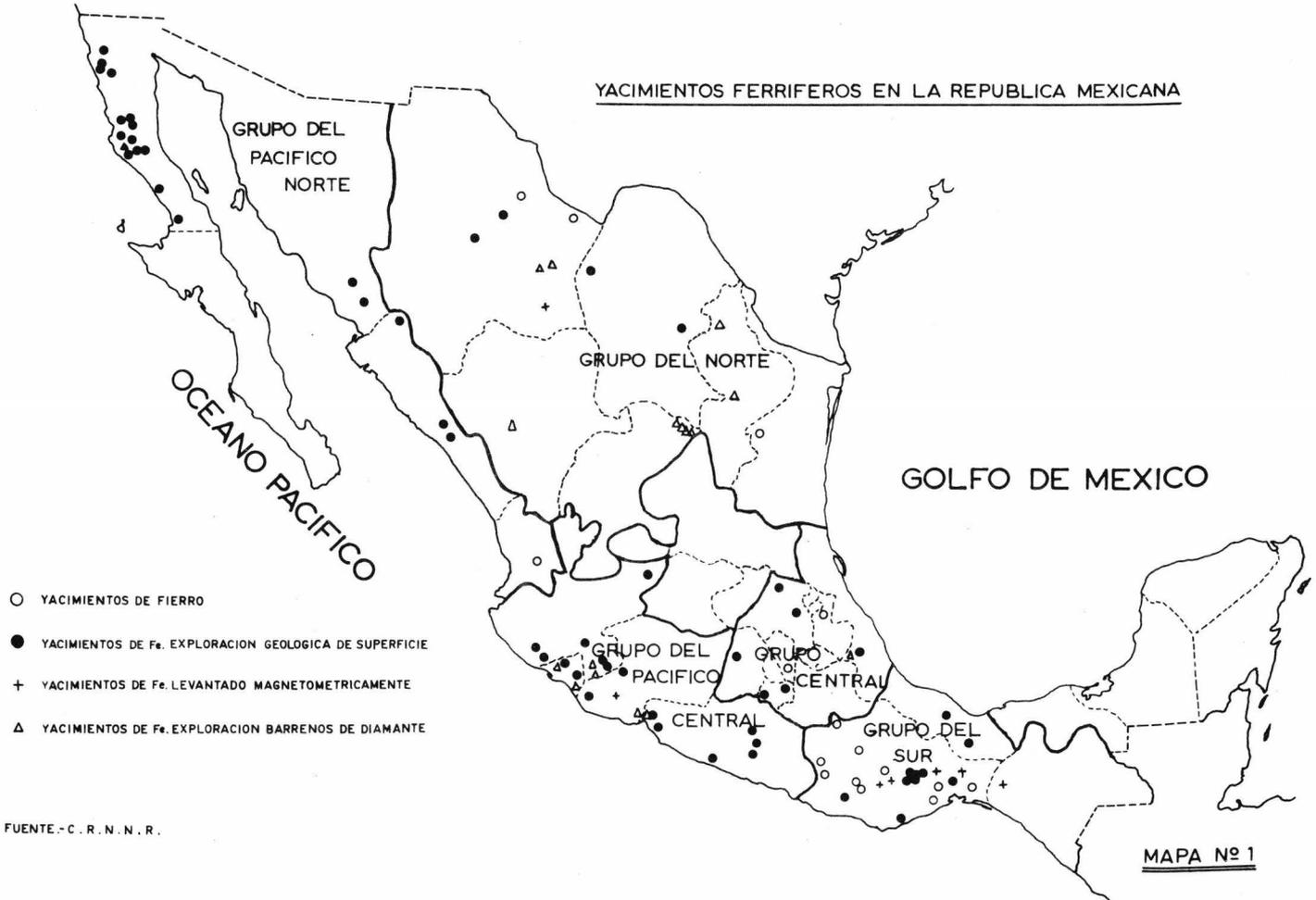
Nombre	Reserva en miles de toneladas métricas.			
	<u>Posit.</u>	<u>Prob.</u>	<u>Posibl.</u>	<u>Total.</u>
Sol y Luna	432	1,134	-	1,566

En estudios recientes, se modificaron las reservas totales de los yacimientos de "Las Truchas", "Peña Colorada" y "La Guayabera", quedando:

Yacimiento	Reservas Totales (millones de toneladas)
Las Truchas	131.5
Peña Colorada	104.6
La Guayabera	27.2

Fuente: C. R. N. N. R.

YACIMIENTOS FERRIFEROS EN LA REPUBLICA MEXICANA



FUENTE.-C. R. N. N. R.

MAPA No 1

Carbón Coque.

En la actualidad el 8.6% del carbón que se produce en México, se destina a la generación de energía eléctrica, 1.4% en la industria minera y el 90% restante se utiliza en la producción de coque para la Industria Siderúrgica.

En general, puede decirse que en México la producción de acero y carbón se ha ido incrementando paralelamente.

Según el Consejo de Recursos Naturales No Renovables, que para el lapso 1968-1978 la Industria Siderúrgica requerirá de 16 millones de toneladas de carbón coque, éstas representan aproximadamente 34.7 millones de toneladas de carbón "todo uno". Este último término lo emplean los mineros mexicanos para referirse al carbón tal como se extrae de la mina.

Para satisfacer estas necesidades, México cuenta con 13,000 Km. cuadrados de cuencas carboníferas, en las cuales existe carbón coquizable de buena calidad. Estas cuencas se localizan en la parte norcentral y oriental del Estado de Coahuila y forman parte del conjunto fisiográfico que los mineros mexicanos conocen como "Región Carbonífera de Sabinas". De las 7 cuencas que constituyen la región carbonífera de Sabinas, solamente dos Sabinas y Esperanzas, con una extensión de 122,600 hectáreas, se considera que han sido regularmente exploradas y explotadas. De las

cinco restantes, que en conjunto suman 455,900 hectáreas, una de ellas (Saltillito), sólo ha sido medianamente explotada, dos más (Adjuntas y Monclova), están en exploración, y las dos últimas (San Patricio y San Salvador), se consideran prácticamente inexploradas.

De los 90 a 100 millones de toneladas de carbón que se han producido en México hasta la fecha, el 70% ha provenido de la cuenca de Sabinas y el 30% restante de las cuencas de Esperanzas y Saltillito.

Antes de seguir adelante, consideramos conveniente explicar que es el carbón coque que se utiliza para los fines siderúrgicos. El carbón coque es una masa pétre a porosa con un 50% de vacíos y muy resistente. Para explicar el proceso de coquización hablaremos de acuerdo a la planta coquizadora que tiene Altos Hornos de México, S. A., en Monclova.

Coquización.

Al llegar el carbón procedente de la mina a la planta coquizadora, éste es triturado, clasificado, limpiado y luego almacenado o transportado a los 114 hornos, colocados en hileras, cada uno de los cuales contiene 57 baterías.

El carbón es alimentado por medio de una tolva con cuatro compartimientos de diferentes tamaños, las que luego son mezcladas

en las proporciones debidas y transportadas a una torre para su -
procesado. Ya en los hornos, el carbón es calentado lentamente-
hasta una temperatura de 1100°C , hasta convertirlo en una masa-
plástica y extraerle el gas.

El ciclo de coquización tarda de 18 a 30 horas. El coque incan--
descente es descargado en un carro de apagado, que lo lleva a una
torre de enfriamiento en el extremo de la batería, donde es rocia-
do con agua.

El coque apagado se vierte en una rampa, desde la cual es trans--
portado a una planta trituradora y cribadora que lo clasifica en ta-
maños de 0 a 20, de 20 a 40, de 40 a 80 milímetros para que más--
tarde sea utilizado en los altos hornos. A este material se le lla-
ma coque metalúrgico.

El gas crudo que se obtiene en el proceso de coquización, se trata
en la planta de subproductos, donde se separan tres contenidos -
primarios: el alquitrán, el amoniaco y el aceite ligero.

Posteriormente, del alquitrán se obtendrá el naftaleno, la creosoo
ta y la brea. Del amoniaco, el sulfato de amonio y del aceite li--
gero el benceno, el tolueno, el xileno y la nafta; de donde más -
tarde se obtendrán pinturas, fertilizantes, medicinas, plásticos-
y aromáticos.

El carbón de la región de Sabinas es de volatibilidad media a baja y tiene un promedio de 20% de materias volátiles, 53% de carbón-fijo y 23% de cenizas, su peso específico es de 1.56.

México cuenta con otras dos regiones carboníferas de considerable extensión superficial, una de ellas se localiza en el Estado de Oaxaca y la otra en el Estado de Sonora; conteniendo la primera 126.4 millones de toneladas de carbón aproximadamente y 42.7 millones de toneladas, la segunda. Sin embargo, no han resultado de valor comercial, cuando menos en lo que se refiere a la Industria Siderúrgica, ya que no son coquizables.

Las reservas globales de la cuenca carbonífera de Coahuila, se han considerado casi siempre, en función de las reservas totales que contiene la región de Sabinas.

Los primeros estudios geológicos que se hicieron para calcular las reservas totales de la región de Sabinas datan de 1952-1954 y han persistido como guías de cálculo hasta la fecha. Sin embargo, las cifras involucradas en las diferentes categorías de reservas se han ido modificando, poco a poco como resultado de las últimas exploraciones que ha hecho el Consejo de Recursos Naturales No Renovables y datos que han ido aportando las compañías mineras a la Comisión de Fomento Minero. Estas modificaciones se han hecho principalmente, en relación con la distribución y espesor

promedio del "doble manto" en las diferentes cuencas.

Excepto las "reservas medidas", todas las demás categorías de reservas se han visto afectadas negativamente.

En relación con la distribución de carbón, solamente la cuenca de Monclova se redujo en un 50%, al comprobarse por medio de geología de detalle y perforaciones, la existencia de carbón únicamente en la mitad oeste-noroeste, las demás permanecieron constantes. En lo que respecta al espesor promedio, también hubo modificaciones de importancia: las cuencas de Sabinas, Esperanzas y Saltillito, bajaron de 1.60 a 1.50 mt., la cuenca de Adjuntas bajó de 1.20 a 1.00 mt. y la cuenca de Monclova de 1.20 a sólo 30 cm., las cuencas de San Patricio y San Salvador permanecieron constantes con 1.2 y 1.5 mt., respectivamente.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, puede decirse que las reservas totales de la región carbonífera de Sabinas del 1o. de enero de 1969, son las siguientes:

1. - "Reservas originales" (incluyendo las porciones centrales y más profundas de las cuencas), 10,332.2 millones de toneladas.
2. - "Reservas originales explotables" (localizadas a poca profundidad o en los márgenes de las cuencas), 4,080.9 millones de toneladas.

De los totales 1 y 2, deberá reducirse:

- a). - Tonelaje total producido: 93,660,397 toneladas.
 - b). - Tonelaje total perdido en la explotación: 10,316,677 toneladas.
3. - "Reservas explotables": 3,770.5 millones de toneladas. Estas reservas incluyen:
 - c). - 242 millones de toneladas de "Reservas medidas".
 - d). - 615.2 millones de toneladas de "Reservas Probables".
 - e). - 2,913.4 millones de toneladas de "Reservas Posibles".
 4. - Tomándose en cuenta que en las minas mexicanas el carbón que puede recuperarse en la explotación es siempre inferior al 50% de las "Reservas Medidas", "Probables" y "Posibles", puede concluirse que las reservas totales "Recuperables" alcanzan la cifra de 1,302.6 millones de toneladas.

Se considera que esta cantidad es suficiente para reducir todo el mineral de Hierro con que cuenta el país. Hemos dicho que el

90% de la producción de carbón se utiliza en la Industria Siderúrgica. Este porcentaje constituye los datos indicados a continuación:

Consumo Nacional Aparente de Coque Metalúrgico.*

(toneladas.)

<u>Años</u>	<u>Producción</u>	<u>Importación</u>	<u>Exportación</u>	<u>Consumo Nacional Aparente</u>
1960	432, 299	6, 143	- - - - -	438, 442
1961	712, 084	- - - - -	- - - - -	712, 084
1962	774, 604	9, 167	- - - - -	783, 771
1963	903, 335	21, 245	- - - - -	924, 580
1964	912, 587	27, 604	- - - - -	940, 191
1965	873, 405	56, 250	- - - - -	929, 655
1966	1, 166, 667	124, 807	- - - - -	1, 291, 474
1967	1, 108, 456	147, 327	- - - - -	1, 255, 783
1968	1, 149, 837	303, 714	- - - - -	1, 453, 551

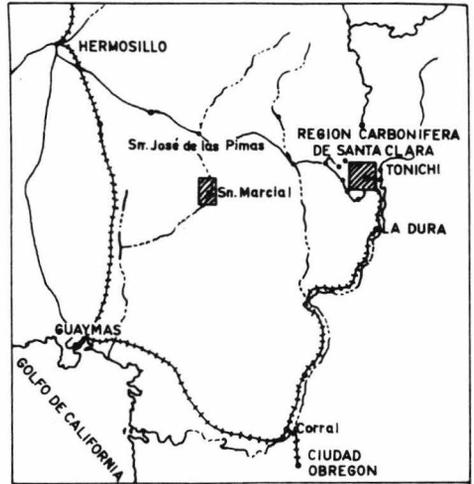
Actualmente, ya se estudia la diversificación del uso del carbón coquizable o no, para lo cual se considera la posibilidad de construir plantas termoeléctricas a base de carbón mineral especialmente en el Norte, para ésto es necesario que se electrifique esta parte del país, incluyendo posiblemente el establecimiento de trans

* Fuente: C. R. N. N. R.

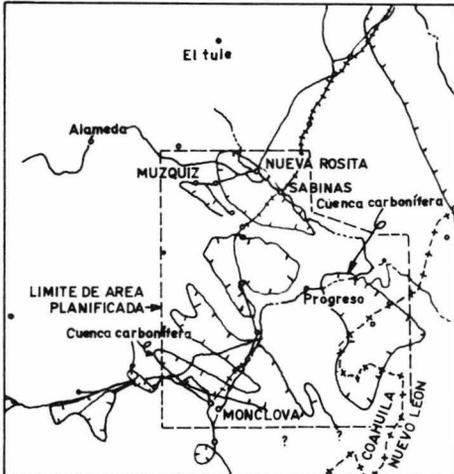
portación ferroviaria. Asi mismo, se estudia la posibilidad de -
crear la industria carboquímica para tener nuevos centros de -
trabajo y beneficiar así este recurso natural.

PRINCIPALES REGIONES CARBONIFERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA.

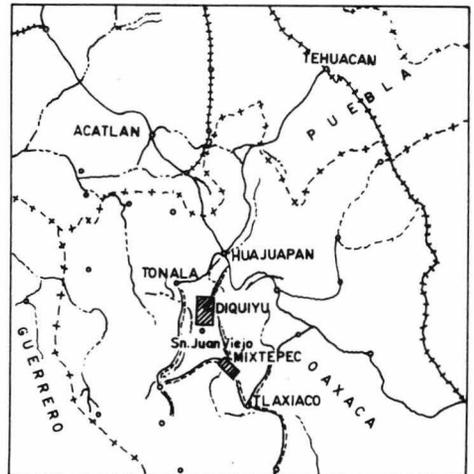
A. Sonora



B. Coahuila



C. Oaxaca



FUENTE.- C. R. N. N. R.

MAPA Nº 2

Gas Natural.

En los últimos años, el país ha incrementado continuamente, la producción y el consumo de energéticos.

El petróleo y el gas natural, son las fuentes que contribuyen en forma más importante al abastecimiento de la demanda energética nacional. Su participación en el mercado mexicano corresponde al 90.5%, la energía hidráulica en un 4.1% y el carbón en un 5.4%, por lo tanto la creciente demanda nacional que se tendrá en el futuro, se podrá satisfacer mediante la capacidad económica de localizar y explotar en forma óptima nuevos yacimientos de hidrocarburos, acompañada de un creciente desarrollo tecnológico.

En México, existen extensas zonas de obtención del gas natural, como son el norte, el Estado de Tamaulipas, en el área correspondiente a Reynosa. En el Estado de Veracruz, encontramos varias zonas que son: Ciudad Madero, Poza Rica y Tierra Blanca. El sur de Veracruz, todo Tabasco hasta Campeche, en donde se encuentra Minatitlán, el complejo petroquímico de Pajaritos, la Venta y Ciudad Pemex.

Petróleos Mexicanos realiza constantemente exploraciones en toda la República, con el fin de localizar nuevos campos petroleros, mediante ésto, se han establecido diferentes distritos que se en-

cuentran en Chihuahua, Coahuila, San Luis Potosí, Oaxaca y Chiapas, además de la llamada Faja de Oro que corresponde a la plataforma del Golfo de México.

Así mismo, se han iniciado trabajos para el reconocimiento de provincias aún desconocidas como los Estados de Guerrero, Morelos, Zacatecas y la parte oriental del Estado de Sonora; además de los estudios marinos que se están efectuando en el Golfo de Tehuantepec.

Las áreas actualmente productoras de petróleo y/o gas y las regiones con buenas posibilidades petrolíferas están situadas en la parte oriental del país, sobre la planicie costera del Golfo de México, a lo largo de una faja casi continua, pero de anchura variable, comprendida entre la Sierra Madre Oriental y el propio Golfo de México. Esta faja se extiende desde la frontera de los Estados Unidos, hasta la porción occidental de la Península de Yucatán. Existen, además áreas productoras sobre la plataforma continental frente a las costas de Tampico (campo de Arenque), en la llamada Faja de Oro Marina y al norte y noroeste de Coahuila de Zaragoza, Ver.

Las cuencas mencionadas se denominan, citándolas de norte a sur: cuenca de Burgos, de Tampico-Teziutlán, de Veracruz y la Salina del Istmo-Tabasco. De esta última, forma parte la de

presión que se extiende de Macuspana, Tabasco a Xicalango estado de Campeche, dentro de la cual se localizan los campos productores de gas más importantes del sureste del país.

La cuenca de Burgos produce primordialmente gas; la de Tampico Teziutlán, aceite; la de Veracruz aceite y gas y la Salina del Istmo-Tabasco, aceite en los campos de su parte occidental, área de Coatzacoalcos-El Plan y gas en su porción oriental, campos de la región de Macuspana.

Cuenca de Burgos.

Se localiza en el extremo nororiental de la República Mexicana y ocupa parte de los Estados de Nuevo León, norte de Tamaulipas y una pequeña porción de Coahuila. Su exploración data de los años-20s, pero hasta 1937 sólo se habían descubierto 4 campos relativamente pequeños (La Presa, Rancherías, Lajitas y Laredo). La segunda etapa de exploración del campo Mision, comenzó una época de descubrimientos importantes, sobresaliendo entre éstos el del campo Reynosa-Monterrey, que es el principal del llamado distrito noreste.

La profundidad media de producción en este lugar va de los 1,500 a los 2,500 mts. recientemente se terminó en Reynosa el que viene a ser el pozo más profundo de América Latina. Se trata del Reynosa Oriente No. 1, que alcanzó una profundidad total de 5,530 mts.

La producción media de gas de la cuenca de Burgos es de 15 millones de metros cúbicos por día (1969).

Cuenca del Istmo-Tabasco.

Se localiza en el sureste de la República Mexicana y ocupa el extremo sur de Veracruz, casi todo el Estado de Tabasco y una pequeña porción del Norte de Chiapas. Debe su nombre al hecho de que en esta región, y en particular, en su porción occidental, se han encontrado importantes depósitos de sal en el subsuelo. Queda limitada geológicamente, como sigue: al poniente y al suroeste, por el macizo de San Andrés y por la cuenca de Veracruz; al sur por los plegamientos frontales de la Sierra; al oriente por la plataforma de Yucatán y el límite norte se encuentra bajo las aguas del Golfo de México, más allá de la actual línea de la costa.

El desarrollo de la cuenca Salina del Istmo-Tabasco como distrito productor de petróleo data de principios de siglo, cuando se descubrieron los campos de San Cristobal, Soledad, Tecuanapa, Ixhuatlán, Jáltipan Potrerillos.

Su producción de petróleo es de 165,000 barriles por día. La de gas es de 20 millones de metros cúbicos por día (1969) y proviene en su mayor parte de los campos de Tabasco.

Áreas posiblemente petrolíferas.

Se describieron ya las áreas productoras de hidrocarburos, todas las cuales se localizan sobre la planicie costera del Golfo de México.

Por lo que toca a las regiones potencialmente petrolíferas, la mayor parte de ellas se encuentran también en la vertiente del Golfo de México, e incluyen las áreas cubiertas por sedimentos marinos que se localizan en la porción oriental del Estado de Chihuahua, - Nuevo León, poniente de Tamaulipas, partes de Hidalgo y Puebla - y la zona norte del Estado de Chiapas.

Fuera de la vertiente del Golfo existen posibilidades en la Península de Baja California, en la costa occidental del Territorio de ese nombre, así como en algunas partes de Michoacán y Guerrero y - en la porción sur de la plataforma continental del Pacífico.

El altiplano ofrece algunas perspectivas no bien determinadas en las áreas sedimentarias que corresponden a los Estados de Zacatecas, San Luis Potosí e Hidalgo. Puede también tener algunas - posibilidades la llamada Cuenca de Tlaxiaco de la parte suroccidental del Estado de Oaxaca, así como también una porción pequeña en el norte de Sonora.

Cuenca de Tampico-Teziutlán.

Ocupa la parte norte del Estado de Veracruz y pequeñas porciones de San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla. Su límite sur está constituido por el Macizo de Teziutlán. Ha sido y es en la actualidad la zona petrolífera más importante de la República Mexicana.

Dentro de la cuenca se tienen varios distritos productores. Estos son, citados de norte a sur, como sigue

- A. Ebano-Pánuco.
- B. La Faja de Oro.
 - a) Porción antigua .
 - b) Oriente de la Faja de Oro.
 - c) Poniente de la Faja de Oro.
 - d) Nueva Faja de Oro.
 - e) Faja de Oro Marina.
- C. Poza Rica.

El más antiguo de estos distritos es el de Ebano-Pánuco cuyo desarrollo data del año de 1901; la Faja de Oro se descubrió en 1908; - - la Nueva Faja de Oro en 1952; la Faja de Oro Marina en 1960; y el Campo de Furbero del Distrito de Poza Rica en 1907. El campo -- de Poza Rica, que es el principal del Distrito, se descubrió en 1930. La producción conjunta de la cuenca Tampico-Teziutlán es de - - 224,000 barriles de aceite por día, (en 1969) de los cuales 140,000-

corresponden al distrito de Poza Rica.

Cuenca de Veracruz.

Ocupa la porción central del Estado de Veracruz e incluye también pequeñas porciones de los Estados de Puebla y Oaxaca. Desde el punto de vista geológico, queda comprendida entre el macizo de Teziutlán por el norte, el de San Andrés por el sur y la Sierra Madre Oriental por el poniente, quedando su límite oriental dentro del Golfo de México.

La producción de hidrocarburos en la región de Veracruz se inició en 1953, con el descubrimiento del campo de Angostura a los 1,350 metros de profundidad.

En los años siguientes se descubrieron otros dos campos someros, (Tres Higueras y Casa Blanca), a profundidades del orden de los 600 metros y en los últimos 8 años se localizaron algunos de gas.

La productividad de esta cuenca ha venido a menos desde 1958, y a la fecha (1969), sólo produce un promedio de 800 barriles de aceite por día y 0.8 millones de metros cúbicos de gas día.

En general, se considera difícil el descubrimiento de nuevos campos en esta región.

Como resultado de las exploraciones realizadas presentamos el mapa No. 3, en el que se muestran las zonas de obtención del gas natural. Igualmente en las tablas No. 8 y No. 9, se muestra la producción del mismo.

La distribución del gas natural en la República Mexicana, se hace por medio de los dos grandes gasoductos con que cuenta el país; - partiendo uno de Ciudad Pemex en Tabasco, hasta Guadalajara y - el otro parte en Reynosa y llega a Chihuahua. Las distancias y - diámetros de los mismos, lo mostramos en las tablas No. 10 y - No. 11, así como el mapa No. 4 en el que se indican los gasoductos que distribuyen el gas natural en el país.

Aunque en realidad son todavía muy grandes las zonas del país - a donde no llega el gas por medio de gasoductos, esta red se verá obligada a crecer dependiendo del desarrollo y la demanda que tengan estas regiones.

La energía consumida por un país y el ingreso per-capita de sus habitantes permite establecer una relación que puede ser un indicador del desarrollo social y económico alcanzado, por lo que en la tabla No. 12, mostramos el consumo nacional de gas natural.

Actualmente, el mundo se enfrenta a una crisis de energéticos -- principalmente por factores de tipo político, administrativo y económico, y no por una disminución real de los recursos naturales. México no puede permanecer independiente a este fenómeno, pues aunque en materia energética es casi autosuficiente, las importaciones crecientes que tienen que efectuar para cubrir el consumo interno, están sujetas a las condiciones cambiantes del mercado internacional.

En la tabla No. 13, mostramos las reservas del petróleo crudo y gas natural con que cuenta el país.

Hasta 1970 el país fué prácticamente autosuficiente en su producción y consumo de gas natural con importaciones de poca cuantía. Sin embargo, en los últimos años se han tenido que importar cantidades crecientes de petróleo crudo y gas natural como se puede apreciar en la tabla No. 14, en comparación con las exportaciones de los años 1971 y 1972, que disminuyeron notablemente como se puede ver en la tabla No. 15



Esta situación, aunada a la crisis mundial de energéticos y la consiguiente elevación de los precios internacionales, hace ver la necesidad de llevar a cabo una planeación racional y adecuada de la explotación y uso de los recursos naturales de mayor valor productivo, especialmente de aquellos que por su naturaleza misma sean no renovables.

TABLA No. 8
 Producción de Gas Natural
 (miles de metros cúbicos)

Año	Producción Anual	Producción diaria.
1940	926, 559	2, 531
1945	746, 607	2, 045
1950	1, 761, 897	4, 827
1955	3, 391, 988	9, 293
1960	9, 664, 828	26, 407
1961	10, 209, 734	27, 932
1962	10, 515, 660	28, 310
1963	11, 371, 149	31, 154
1964	13, 735, 160	87, 528
1965	13, 964, 542	38, 259
1966	14, 985, 230	41, 055
1967	15, 222, 926	44, 446
1968	16, 355, 460	44, 632
1969	17, 217, 749	47, 172
1970	18, 886, 679	51, 613
1971	18, 219, 735	49, 731
1972	18, 695, 570	51, 084

Fuente: PEMEX.

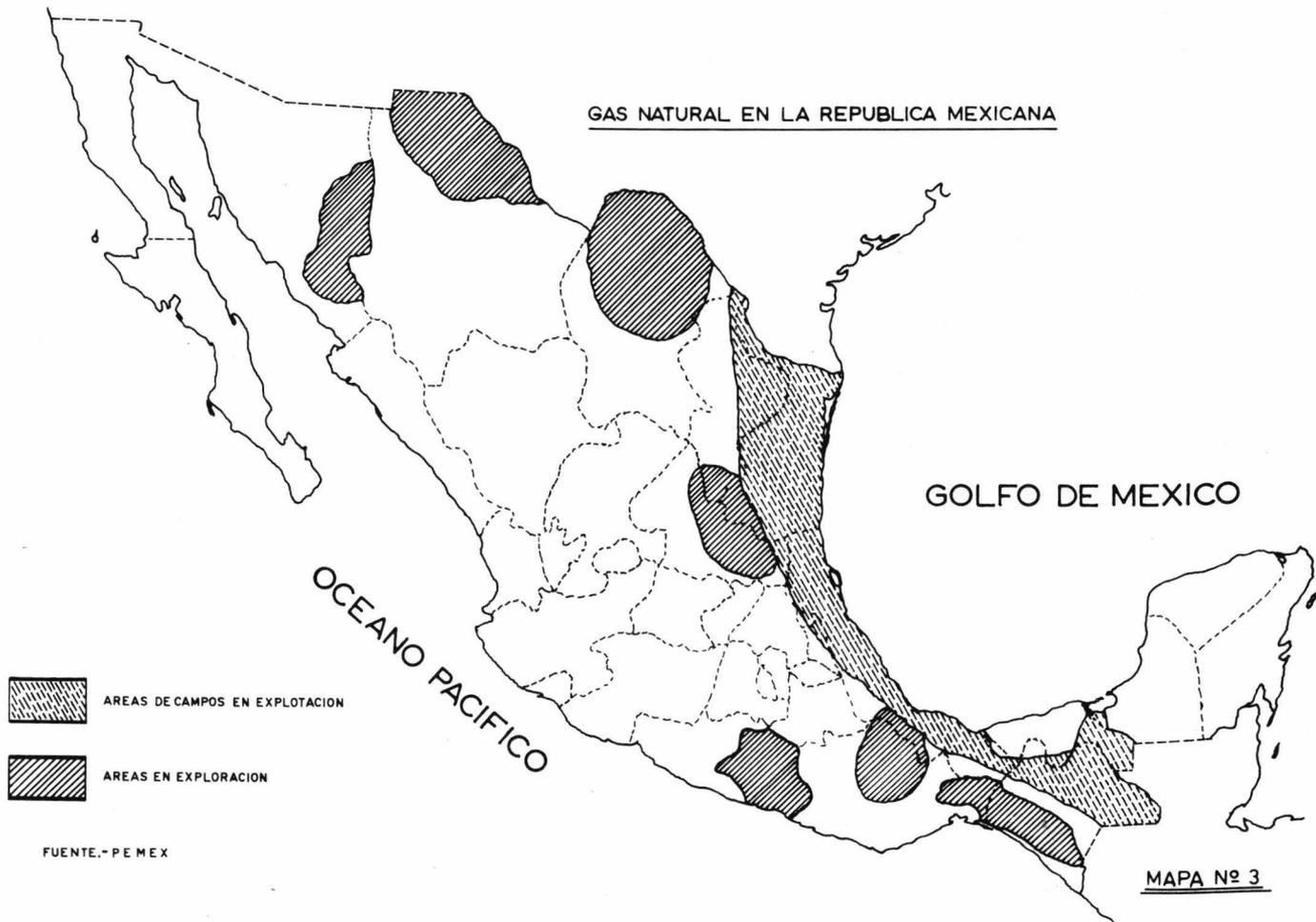
TABLA No. 9

Producción de gas en distintas zonas de la República.

(Millones de metros cúbicos).

Zonas	1965	1966	1967	1968
Noreste	4,720.6	5,066.2	5,313.8	5,430.4
Ebano-Pánuco	13,385.9	384.3	409.9	432.0
Cacalilao				
Cerro Azul	361.4	398.9	390.6	390.0
Poza Rica	1,464.3	1,908.6	2,512.3	2,312.3
Nueva Faja de Oro	100.8	90.6	95.3	123.5
Veracruz	97.5	117.2	254.6	284.7
Istmo	153.3	178.1	194.4	274.2
Tabasco	6,689.2	6,841.0	7,051.7	7,090.0

GAS NATURAL EN LA REPUBLICA MEXICANA



 AREAS DE CAMPOS EN EXPLOTACION

 AREAS EN EXPLORACION

FUENTE.- P E M E X

MAPA Nº 3

TABLA No. 10

Gasoductos en Operación

	Diámetro	Longitud.
	cm.	Km.
Ductos Norte		
Reynosa-Monterrey	55.88	249.0
Reynosa-Monterrey	60.96	177.11
Escobedo-Monclova	25.40	173.0
Escobedo-Monclova	25.40	173.0
Monterrey-Chávez	40.64	309.1
Chávez-Chihuahua	30.48	434.4
Chávez-Torreón	30.48	36.2
Ojo Caliente-Salttillo	20.32	32.0
Paila-Parras	10.16	36.0
Km. 153.8 Laguna del Rey	20.32	97.0
Km. 289-Camargo	20.32	14.4
Km. 352-Delicias	20.32	24.0
Chihuahua-Celulosa Chihuahua	20.32	104.0
Reynosa-Ciudad Alemán	30.48	87.0
Reynosa-Matamoros	30.45	94.0
Reynosa-Texas Eastern	35.56	2.0

TABLA No. 10

(Cont.)

	Diametro cm.	Longitud Km.
Reynosa-Texas Eastern	40.64	2.0
Constituciones-Ciudad Madero	30.48	24.0
Ductos Sur - Centro		
Ciudad Pemex-Venta de Carpio	60.96	780.4
Ciudad Pemex-Venta de Carpio	60.96	780.4
Venta de Carpio-Salamanca	35.56	268.6
Venta de Carpio-Tepeji del Rio	50.8	60.0
Tepeji del Rio-Salamanca	40.64	208.6
Salamanca-Guadalajara	35.56	238.0
Km. 962-7 Queretaro	25.40	23.0
La Venta-Estacion 2	35.56	14.0
Tierra Blanca-Angostura	25.40	20.0
Angostura-Veracruz	50.80	74.7
Cocuite-Angostura	10.16	38.0
La Venta-Descarga	35.56	13.5
Apizaco -Tlaxcala	15.24	38.0
Venta de Carpio-Tlanchinol	15.24	141.0
Xicalango-Ciudad del Carmen.	10.16	16.0
Red de Gas del Valle de México.	*	167.8

* Varios diámetros.

Fuente: PEMEX

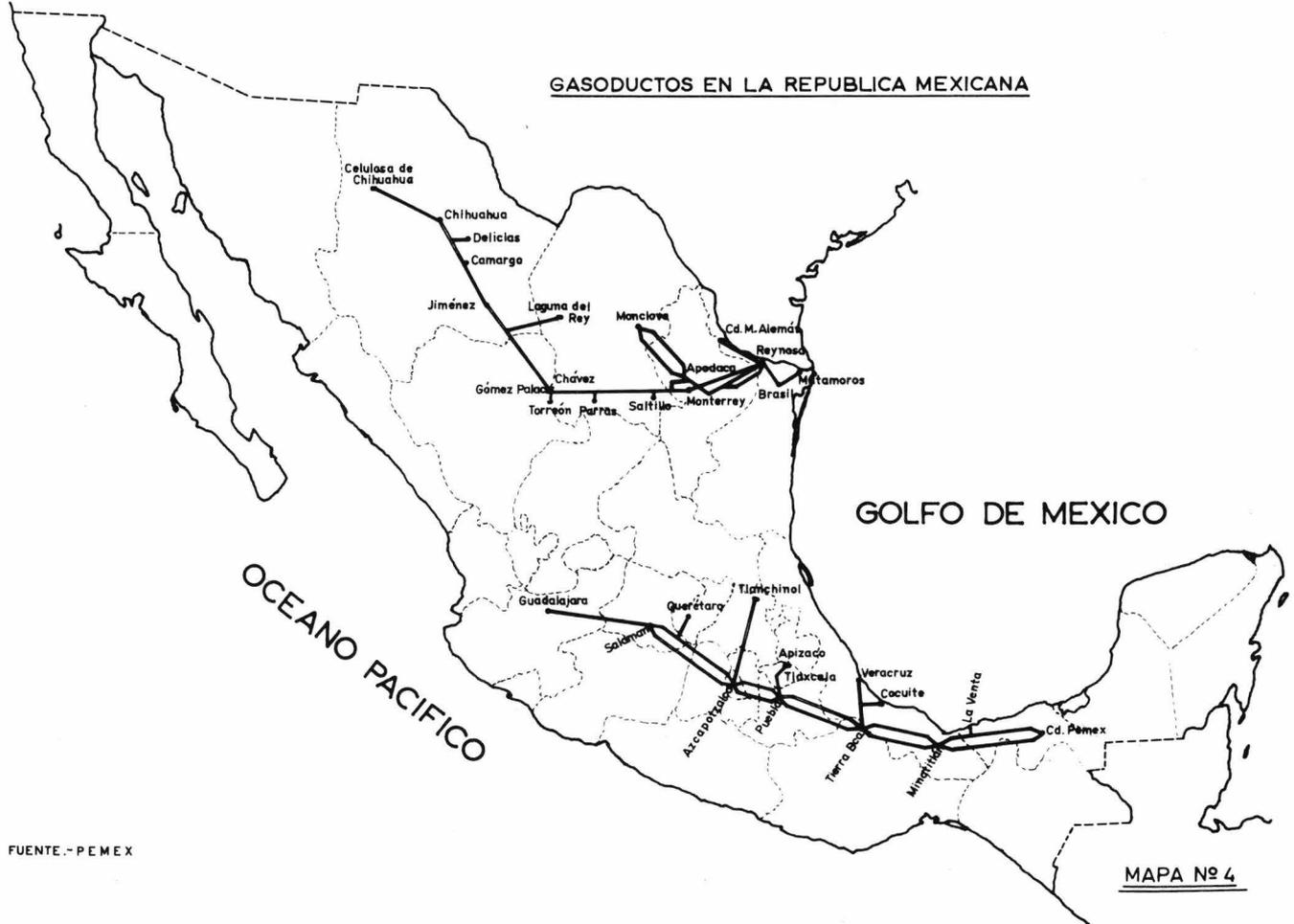
TABLA No. 11

Gasoductos en Construcción o en Diseño

	Diámetro cm.	Longitud Km.
Jasso-Tula	35.56	20
Cactus-La Venta	60.96	100
Cactus-Ciudad Pemex	60.96	91
Samaria-Cactus	50.80	20
GCPM-Cactus	15.24	25
Cactus-Cárdenas	60.96	24
Cárdenas-Nuevo Teapa	91.44	144
Nuevo Teapa-Cangrejera	60.96	10
Venta de Carpio-Toluca	25.40	90
Lerma-Tamps. -Monterrey	60.96	400
La Venta-descarga	50.80	13.5

Fuente: PEMEX

GASODUCTOS EN LA REPUBLICA MEXICANA



FUENTE.-PEMEX

MAPA N° 4

TABLA No. 12

Consumo de Gas Natural en la República Mexicana

(miles de metros cúbicos)

Año	Importaciones	Consumo en Petróleos Mexicanos.	Consumo Nacio- nal de Gas Natural.
1950	642, 074	557, 619	1, 314, 303
1955	580, 385	385, 543	1, 706, 086
1960	320, 356	792, 016	3, 228, 587
1961	304, 519	1, 349, 590	4, 552, 378
1962	305, 407	2, 802, 740	6, 712, 421
1963	285, 503	1, 955, 835	6, 603, 630
1964	283, 553	2, 256, 996	7, 620, 908
1965	275, 715	3, 267, 192	8, 930, 110
1966	346, 619	3, 458, 271	9, 635, 941
1967	511, 141	3, 962, 475	11, 228, 582
1968	445, 159	3, 902, 411	11, 230, 442
1969	479, 812	2, 959, 681	11, 098, 887
1970	504, 631	3, 078, 754	11, 798, 090
1971	549, 034	3, 343, 499	12, 527, 450
1972	447, 543	3, 723, 966	12, 685, 986

Fuente: PEMEX

TABLA No. 13

Reservas Petroleras
(millones de barriles)

Año	Crudo	Gas Natural	Condensado	Total.
1940	805.68	411.13	8.14	1,224.95
1945	1,129.76	378.02	7.48	1,515.26
1950	1,116.35	481.52	9.53	1,607.40
1955	1,629.68	1,046.77	73.94	2,750.39
1960	2,458.00	2,024.00	305.00	4,787.00
1961	2,455.40	2,225.50	309.20	4,990.10
1962	2,459.00	2,231.74	316.50	5,007.24
1963	2,603.80	2,213.55	332.16	5,149.51
1964	2,581.09	2,302.02	344.18	5,227.29
1965	2,493.95	2,250.10	333.89	5,077.94
1966	2,650.35	2,344.58	362.03	5,356.96
1967	2,708.40	2,370.14	407.33	5,485.87
1968	2,744.12	2,363.75	422.51	5,530.38
1969	2,823.54	2,327.97	418.58	5,570.09
1970	2,879.65	2,279.13	408.72	5,567.50
1971	2,837.06	2,193.86	397.39	5,428.31
1972	2,832.72	2,150.41	404.68	5,387.81

NOTA: Para el cálculo del equivalente líquido del gas natural, se toma como base oficialmente aceptado de 5,000 pies cúbicos de gas natural por cada barril de petróleo crudo.

Fuente: PEMEX

TABLA No. 14

Importaciones de Gas Natural

Año	Gas Natural (miles de metros cúbicos)
1955	580,385
1956	555,822
1957	482,025
1958	307,235
1959	292,538
1960	320,356
1961	304,511
1962	305,407
1963	285,503
1964	283,553
1965	275,715
1966	346,619
1967	511,141
1968	445,159
1969	479,812
1970	504,631
1971	549,034
1972	549,034

Fuente: PEMEX

TABLA No. 15

Exportaciones de Gas Natural

Año	Gas Natural (miles de metros cúbicos)
1953	223
1954	196
1955	196
1956	140
1957	363,993
1958	1,302,623
1959	1,450,904
1960	1,326,559
1961	1,457,728
1962	950,129
1963	1,405,967
1964	1,495,269
1965	1,471,502
1966	1,393,554
1967	1,470,555
1968	1,336,765
1969	1,381,490
1970	1,259,807
1971	662,320
1972	279,348

Fuente: PEMEX

Chatarra.

Se ha llamado chatarra a todos los desperdicios metálicos, principalmente los de Hierro, provenientes de aquellos artículos que han sido desechados por no estar en condiciones de uso, o bien simplemente por que se cambian por otros nuevos, así como los sobrantes que tienen todas las factorías que se dedican a la fabricación de dichos artículos o a partes componentes de los mismos. De acuerdo con ésto, podemos considerar que el volumen de chatarra que un país es capaz de generar, va en relación al desarrollo industrial alcanzado, y a la política comercial acostumbrada en él.

Como ejemplo de lo anterior, podemos hacer la comparación entre Estados Unidos y prácticamente cualquier otro país del mundo, y más aún, con aquellos que se encuentran en vías de desarrollo como es el caso de México. Vemos que mientras en una sociedad en donde se realizan producciones y consumos masivos, en donde los desperdicios son artículos que en la mayoría de los casos, todavía están en uso y que simplemente son cambiados por otros nuevos, como sucede en Estados Unidos. En otras sociedades como la nuestra, los artículos tienen un aprovechamiento mucho mas largo, usándose hasta el momento en que es prácticamente imposible obtener alguna mejor utilidad de ellos, que no sea como chatarra.

Por las razones expuestas, comprendemos por qué Estados Unidos es un país capaz de abastecer de chatarra a todos aquellos países que por sus condiciones sean deficitarios en la generación de la misma, con relación a sus consumos.

Hemos visto en capítulos anteriores, que la chatarra para la fabricación de aceros, es usada en mayor o menor escala, en todos los procesos siderúrgicos y principalmente los comprendidos por hornos eléctricos, hasta el punto de considerarla como una de las principales materias primas para la obtención de este producto.

Al ser considerada como una materia prima importante, se ha clasificado en diferentes tipos que son, según la norma oficial DGN B-318-1968, los que enumeramos a continuación:

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| I Paca Prensada | a) de primera |
| | b) de segunda |
| | c) de tercera |
| II Paca Desestañada | a) calidad A |
| | b) calidad B |
| III Chatarra | a) de primera |
| | b) de segunda general |
| | c) de segunda preparada |
| | d) de ferrocarril. |

- IV Chatarra de Hierro Colado
- a) Pedacería de Hierro colado, automotriz.
 - b) Hierro colado de maquinaria No. 1 ó de primera.
 - c) Hierro colado de maquinaria No. 2 ó de segunda.
 - d) Chatarra de Hierro colado general.

La chatarra "Tipo I-Grado a", debe estar constituida por desperdicio de lámina nueva de bajo carbono, permitiéndose como máximo contenido de 0.05% de silicio, 0.05% de azufre y 0.05% de fósforo. Debe estar libre de otras aleaciones.

La chatarra "Tipo I-Grado b", debe estar constituida por lámina de acero al carbono, procedente de carrocería, lámina negra usada, lámina de acero galvanizada limitada a un 2%, alambre, resortes, lámina negra pintada o litografiada. Deben excluirse materiales estañados, porcelanizados y lámina emplomada.

La chatarra "Tipo I-Grado c", debe estar constituida por material que no entre en los tipos y grados especificados anteriormente, tales como material galvanizado, estañado, porcelanizado, rebabas, material con cualquier otro recubrimiento, etc.

La chatarra "Tipo II-Grado a", debe estar constituida con desperdicios de hoja de lata desestañada.

La chatarra "Tipo II-Grado b", debe estar constituida con desperdicios de hoja de lata y botes desestañados.

La chatarra "Tipo III-Grado-a", debe estar constituida por perfiles estructurales, placa de 6.35 mm., o más de espesor. Sus medidas no deben exceder de 90 ó 60 cm. Debe estar preparada de manera que asegure una carga compacta. Por acuerdo previo entre proveedor y consumidor, se puede surtir en dimensiones menores.

La chatarra "Tipo III-Grado b", debe estar constituida por perfiles estructurales y placas negras y galvanizadas, material de desperdicio procedente de automóviles, todos con un espesor mínimo de 3.17 mm.

La chatarra "Tipo III-Grado c", debe estar constituida de los mismos materiales que el "Tipo III-Grado b", pero sus medidas no deben exceder de 90 x 60 cm., debe estar preparada de manera que asegure una carga completa. Por acuerdo previo entre proveedor y consumidor se puede surtir en otras dimensiones.

La chatarra "Tipo III-Grado d", debe estar constituida por material desperdicio de ferrocarril.

La chatarra "Tipo IV-Grado a", debe estar constituida por bloques de cilindros, múltiples, cabezas, volantes, cajas de cigueñal, etc., limpios, libres de grasa y metales no ferrosos.

La chatarra "Tipo IV-Grado b", debe estar constituida por chatarra de Hierro fundido limpia, proveniente de columnas, tubos, placas y piezas fundidas diversas, incluyendo cuerpos de cilindros, tapas de motores de combustión interna, partes de Hierro fundido de maquinaria para agricultura u otros. Debe estar libre de placas para estufas, Hierro quemado, zapatas de frenos, materiales no ferrosos y materiales extraños. El tamaño no debe ser mayor de 40 x 40 cm., y no debe llevar trozos de un peso mayor de 70 Kg.

La chatarra "Tipo IV-Grado c", debe estar constituida por los mismos materiales del grado b, sólo que en tamaños más grandes que puedan ser quebrados con pera.

La chatarra "Tipo IV-Grado d", puede estar constituida por materiales no incluidos en los grados anteriores como placas de estufas, Hierro quemado, zapatas de freno, Hierro maleable nodular o blanco, etc., quedando lo anterior sujeto a convenio previo entre proveedor y consumidor.

Elementos residuales:

El contenido de elementos residuales en la chatarra, debe ser motivo de acuerdo previo entre proveedor y consumidor, sin embargo - a continuación se incluyen los límites máximos más comunes.

Elementos residuales en chatarra para aceración.

Niquel	0.45%
Cromo	0.20%
Molibdeno	0.10%
Manganeso	1.65

Los elementos residuales combinados sin considerar el manganeso, no deben exceder de un 0.60%.

Elementos residuales en chatarra que se va a usar para obtener Hierros colados.

Cobre	0.25%
Cromo	0.20%
Niquel	1.15%
Estaño	0.03%
Molibdeno	0.03%
Aluminio	0.03%
Plomo	0.01%
Cromo + Molibdeno	0.20%

Impurezas:

Las impurezas tales como materiales no metálicos, y/o materiales no ferrosos, materia extraña de cualquier clase y oxidación excesiva, no debe exceder del 1%.

Densidad:

Las densidades en Kg/dm^3 para los tipos I y II, deben estar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tipo	Grado	Densidad Kg/dm^3
I	A	2.4 mínimo
	B	2.1 mínimo
	C	2.0 mínimo
II	A	1.8 mínimo
	B	1.6 mínimo

La clasificación de la chatarra proveniente de Estados Unidos, queda dada por las normas del Scrap Iron and Steel Institute y son como sigue:

- a) Limpieza. - Todos los tipos estarán libres de impurezas como metales no ferrosos o materiales extraños de cualquier especie y de excesivo óxido y corrosión. No obstante, los términos "libre de impurezas", como me-

tales no ferrosos o materiales extraños de cualquier especie, no se refieren a la inclusión accidental de cantidades insignificantes siempre que se pueda demostrar que dicha cantidad resulta inevitable en la preparación y manipuleo habitual del tipo respectivo.

- b) Material de inferior calidad. - La inclusión de una partida de un tipo determinado de chatarra de Hierro y acero, de una cantidad insignificante de material metálico que exceda en forma mínima las limitaciones de tamaño, o que no satisfaga en forma mínima, los requisitos correspondientes de calidad o clase de material, no afectará la clasificación de la partida, siempre que se pueda demostrar que la inclusión de dicho material de inferior calidad resulta inevitable en la preparación y manipuleo habituales del tipo de chatarra que se trate.
- c) Aleaciones residuales. - Cuando se desee emplear estas especificaciones, el término "Libre de aleaciones", significará que las aleaciones que el acero contenga son residuales y no fueron agregadas con el fin de elaborar un acero de aleación. Se considerará que la chatarra de acero está libre de aleaciones cuando los elementos residuales de aleación no pasan de los siguientes límites:

	Porcentaje
Niquel	0.45%
Cromo	0.20%
Molibdeno	0.10%
Manganeso	1.65%

El conjunto de elementos residuales, distintos del manganeso no-excederán del 0.60% en total.

- d) Desviaciones. - Cualquiera desviación de las clasificaciones generales de la chatarra de Hierro y a cero, podrá realizarse de común acuerdo entre el comprador y el vendedor.

Calidades para Horno Siemens-Martin Básico, Convertidor Básico al Oxígeno, Horno Eléctrico y Alto Horno

Código ISIS.

- No. 200 Acero pesado de fusión No. 1. - Chatarra de Hierro forjado y/o de acero, de (1/4") 7 mm., de espesor o más. - Las piezas individualmente, de no más de (60" x 24"), 152 x 61 cm., tamaño caja de carga y preparados en forma que asegure una carga compacta.
- No. 201 Acero pesado de fusión No. 1 de (3" x 18"), 8 x 46 cm. -- Chatarra de Hierro forjado y/o de acero, de (1/4"), de espesor o más. Las piezas individualmente, de no más de (36" x 18"), 91 x 46 cm., tamaño caja de carga y preparadas en forma que aseguren una carga compacta.
- No. 202 Acero pesado de fusión No. 1 de (5" x 18"), 13 x 46 cm. - Chatarra de Hierro forjado y/o de acero de (1/4"), 7 mm., de espesor o más. Las piezas individualmente, de no más de (60" x 18"), 152 x 46 cm., tamaño caja de carga y preparadas en forma que aseguren una carga compacta.
- No. 203 Acero pesado de fusión No. 2. - Chatarra de Hierro forjado y de acero, negra y cincada, de (1/8"), 3 mm. de espesor o más, tamaño caja de carga, inclusive material -

inadecuado como acero pesado de fusión No. 1, preparado en forma que asegure una carga compacta.

No. 204 Acero pesado de fusión No. 2. - Chatarra de Hierro forjado y de acero, negra y cincada, tamaño máximo (36" x 18") 91 x 46 cm. Puede incluir todos los tipos de chatarra de automóvil, adecuadamente preparada.

Las designaciones idénticas que se dan para las clasificaciones 203 y 204, están de acuerdo con las prácticas establecidas en la industria para especificar los materiales deseados.

No. 205 Acero pesado de fusión No. 2 de (3' x 18"), 91 x 46 cm. - Chatarra de Hierro forjado y de acero, negra y cincada tamaño máximo (36" x 18") 91 x 46 cm. Puede incluir chatarra de automóvil adecuadamente preparada, pero libre de chapa de Hierro o material de poco espesor.

No. 206 Acero pesado de fusión de (5' x 18") 152 x 46 cm. - Chatarra de Hierro forjado y de acero, negra y cincada, tamaño máximo (60" x 18") 152 x 46 cm. Puede incluir chatarra de automóvil, adecuadamente preparada, pero libre de chapa de Hierro o material de poco espesor.

No. 207 Recortes No. 1. - Chatarra de acero limpio, de no más de (12") 30 cm., en ninguna dimensión, incluyendo recortes nuevos de fábrica (por ejemplo, recortes de chapa, de

estampado, etc.) No debe incluir material viejo de carrocería o tapabarros de automóvil. Libre de plancha revestida de metal, encalada, esmaltada vitrificada o chapa eléctrica que contenga más de 0.5% de silicio.

No. 208 Paquetes No. 1. - Chatarra nueva de plancha de acero negra, recortes o chatarra de alambre, comprimida o empaquetada a mano, de tamaño caja de carga y pesando no menos de (75 libras por pie cúbico) 1.2 kilogramos por decímetro cúbico. (Los paquetes a mano estarán atados firmemente para el manejo con imán). Puede incluir bolas Stanley o paquetes enrollados con mandril, o rollos de alambre, firmemente atados. Puede incluir material desestañado químicamente, No debe incluir material viejo de carrocería o tapabarros de metal encalada, esmaltada vitrificada o chapa eléctrica que contenga más del 0.5% de silicio.

No. 209 Paquetes No. 2. - Chatarra de chapa de acero vieja, negra y cincada, comprimida hidráulicamente a tamaño caja de carga y pesando no menos de (75 libras por pie cúbico) 1.2 kilogramos por decímetro cúbico. No debe incluir estaño ni material esmaltado vitrificado.

- No. 210 Chatarra desmenuzada. - Chatarra de Hierro y de acero homogénea, separada magnéticamente, proveniente de automóviles, acero No. 1 y No. 2 sin preparar, chatarra diversa de fardo y plancha. Densidad media, (50 libras por pie cúbico) 0.8 kilogramos por decímetro cúbico.
- No. 211 Chatarra desmenuzada. - Chatarra de Hierro y de acero homogénea, separada magnéticamente proveniente de automóviles, acero No. 1 y No. 2, sin preparar, chatarra diversa de fardo y plancha. Densidad media (70 libras por pie cúbico) 1.1 kilogramos por decímetro cúbico.
- No. 212 Recortes desmenuzados. - Recortes o chapas de acero al carbono serie 1000, desmenuzadas. El material deberá tener una densidad media de 0.96 kilogramos por decímetro cúbico (60 libras por pie cúbico).
- No. 213 Tarros de hojalata desmenuzados para refundir. - Tarros de acero, estañados o libres de estaño, puede incluir tapas de aluminio, pero debe de estar libre de tarros de aluminio o metales no ferrosos, salvo los que se emplean en la construcción del tarro y de los materiales no metálicos de cualquier especie.
- No. 214 Paquetes No. 3. - Chapa delgada de acero vieja comprimida al tamaño caja de carga y pesando no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico).

Puede incluir toda la chatarra ferrosa revestida, inadecuada para los paquetes No. 2.

- No. 215 Paquetes de incinerador. - Chatarra de tarros de hojalata, - comprimida a tamaño caja de carga y pesando no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico). Tratada por un incinerador de basura reconocido.
- No. 216 Paquetes de plancha delgada con plomo-estaño. - Chatarra de chapa con plomo-estaño nueva, recortes o chatarra de alambre, comprimida o empaquetada a mano, de tamaño caja de carga y pesando no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico). (Los paquetes hechos a mano estarán firmemente atados para el manejo con imán). Puede incluir bolas Stanley o paquetes enrollados sobre mandril o rollos de armazón, firmemente asegurados.
- No. 217 Acero No. 1 en paquete. - Chatarra de Hierro forjado y/o de acero, negra o cincada, de 3 mm. (1/8") de espesor o más, comprimida a tamaño caja de carga y pesando no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico). Libre de todo material metálico revestido.
- No. 218 Acero No. 2, en paquete. - Chatarra de Hierro forjado o de acero, negra o cincada, de 3 mm. (1/8") de espesor o más, comprimida al tamaño caja de carga y pesando no me

nos de 1.2 kilogramos por metro cúbico (75 libras por pie cúbico). Puede contener un máximo de 60% en peso, de material de carrocería o tapabarros de automóvil quemado o desmontado a mano. (Este porcentaje basado en la composición de carrocerías, chasis, ejes de transmisión y paragolpes). Libre de todo material revestido, salvo el que se encuentre en automóviles.

No. 219 Virutas de torneado. - Virutas de acero o Hierro forjado limpios, libre de virutas de taladro o de Hierro, metales no ferrosos en estado libre, cascarilla o exceso de aceite. No debe incluir material muy oxidado o corroído.

No. 220 Virutas de torneado y virutas de taladrado de Hierro. - Igual a las virutas de torneado, pero incluyendo virutas de Hierro taladrado.

No. 221 Virutas cortas. - Virutas de acero o Hierro forjado, cortas, limpias, de torneado, de perforado o recortes de rosado. Puede incluir cualquier material de este tipo, ya sea que provenga de triturar, restrillar u otros procedimientos. Libre de material esponjoso, enredado o tramado, trozos, virutas de Hierro taladrado, metales no ferrosos en estado libre, cascarilla, restos de esmerilado o exceso de aceite.

- No. 222 Virutas cortas y virutas de taladrado de Hierro. - Igual - que las virutas cortas pero incluyendo virutas de taladrado de Hierro.
- No. 223 Virutas de taladrado de Hierro. - Virutas de taladrado o perforado de Hierro fundido o maleable, limpios, libre de virutas de acero, cascarillas, trozos o exceso de aceite.
- No. 224 Planchones de automóvil. - Planchones de automóvil limpios, cortados de 91 x 46 cm, (3' x 18") y menos.
- No. 225 Planchones de automóvil. - Planchones de automóvil limpios, cortados de 61 x 46 cm. (2' x 18") y menos.
- No. 226 Virutas de taladrado de Hierro briquetizadas. - Composición y densidad según especificaciones del consumidor.
- No. 228 Cascarilla de laminación. - De color oscuro, desde azul hasta negro, o xido de Hierro ferromagnético que se forma en la superficie de los productos durante el calentamiento y la elaboración.
- Calidades para moldeo en horno eléctrico y fundición.
- No. 229 Despunte de palanquilla, tocho y de forja. - Recortes de palanquilla, tocho, eje, planchón, plancha gruesa y forja pesada, que contengan no más de 0.05% de fósforo o a zufre y no más de 0.5% de silicio, libre de aleaciones.

Dimensiones: no menos de 5 cm. (2") de espesor, no más de 46 cm. (18") de ancho y no más de 91 mm. (36") de largo.

- No. 230 Despuntes de barra y chatarra de plancha. - Despuntes de barra, chatarra de plancha, piezas forjadas, brocas, percusores y uniones de herramientas, que contengan no más de 0.05% de fósforo o azufre, no más de 0.5% de silicio, libre de aleaciones. Dimensiones: no menos de 13 mm. ($\frac{1}{2}$ ") de espesor, no más de 46 cm. (18") de ancho, no más de 91 cm. (36") de largo.
- No. 231 Acero en plancha y estructural cortada, de 152 cm. (5') y menos. Planchas de acero Siemens Martin, perfiles estructurales, despuntes, recortes de cizalla, o llantas de acero quebradas, limpias. Dimensiones: no menos de 6 mm. ($\frac{1}{4}$ ") de espesor, no más de 152 cm. (5') de largo y 46 cm. de ancho. No más de 0.05% de fósforo o azufre.
- No. 232 Acero en plancha y estructural, 152 cm. (5') y menos. - - Chatarra de plancha y estructural cortada de 152 cm. (5') y menos. Planchas de acero Siemens Martin, perfiles estructurales, despuntes, recortes de cizalla, o llantas de acero, quebradas, limpias. Dimensiones: no menos de 6 mm. ($\frac{1}{4}$ ") de espesor, no más de 152 cm. (5') de largo -

y 61 cm. (24") de ancho. fósforo o azufre no más de --
0.05%.

No. 233 Acero moldeado. - Piezas moldeadas de acero, de no más de 122 cm. (48") de largo o 46 cm. (18") de ancho, de 6 mm. ($\frac{1}{4}$ ") de espesor y más, que contengan no más de 0.05% de fósforo o azufre, libre de aleaciones y agregados. Puede incluir mazarotas, bebederos y montantes.

No. 234 Punzonaduras y chatarra de plancha. - Recortes de punzonado o estampado, chatarra de chapa y despuntes de barra que contengan no más del 0.05% de fósforo o azufre, y no más del 0.5% de silicio, libre de aleaciones. Todo el material cortado de 30 cm. (12") y menos, y de 3 mm. ($\frac{1}{8}$ ") de espesor, por lo menos, excepto los recortes de punzonado o estampado de menos de 15 cm. (6") de diámetro, pueden ser de cualquier espesor.

No. 235 Paquetes de horno eléctrico. - Chatarra de chapa delgada de acero negra, nueva, comprimida hidráulicamente en paquetes de tamaño y peso especificado por el cliente.

No. 236 Chatarra de plancha y estructural cortada de 91 cm. (3') y menos. - Planchas de acero Siemens Martin, perfiles estructurales, despuntes, recortes de cizalla o llantas de acero quebradas, limpias. Dimensiones: no menos de

- 7 mm. ($\frac{1}{4}$ ") de espesor, no más de 91 cm. (3') de largo y 46 cm. (18") de ancho. fósforo y azufre no más de 0.05%.
- No. 237 Chatarra de plancha estructural cortada, de 61 cm. (2')- y menos, salvo el largo.
- No. 238 Chatarra de plancha y estructural cortada, de 30 cm. - (1') y menos. - Igual que la chatarra de plancha y estructural cortada de 91 cm. (3') y menos, salvo el largo.
- No. 239 Recortes de acero silicio. - Chatarra limpia de acero al silicio, de no más de 3.65 m. (12') en cualquier dimensión, incluyendo recortes nuevos de fábrica (por ejemplo recortes de chapa, de estampado, etc.), con un contenido de silicio de 0.5% a 5.0%.
- No. 240 Rebabas de acero al silicio. - Chatarra limpia de acero, - incluyendo recortes nuevos de fábrica (por ejemplo, recortes de plancha, de estampado, etc.) No debe incluir material viejo de carrocería o tapabarros de automóvil. Libre de plancha metálica revestida, encalada, esmaltada-vitrificada y chapa eléctrica, con un contenido mínimo de 1% de silicio.
- No. 241 Lingotes para cargar y cabezas de lingote. - Lingotes para cargar y cabezas de lingotes, para que el material sea aceptable y adecuado para el cliente, con un contenido de

no más de 0.05% de fósforo o azufre y no más de 0.05% de silicio. Libre de aleaciones.

- No. 242 Acero de fundición 61 cm. (2') y menos. - Chatarra de acero, de 3 mm. (1/8") de espesor y más, no más de 61 cm. (2') de largo y 46 cm. (18") de ancho. Piezas individuales libres de agregados. No debe incluir metales no ferrosos, Hierro fundido o maleable, cable, material esmaltado vi--trificado o revestido de metal.
- No. 243 Acero de fundición de 30 cm. (1') y menos. - La misma - especificación que para el material de 61 cm. (2') excep--to el largo.
- No. 244 Resortes y cigueñales. - Resortes y cigueñales de automóvil, limpios, nuevos o usados.
- No. 245 Virutas libres de aleación. - Virutas de acero limpias, - libres de trozos, material enredado o tramado, virutas - de taladrado de Hierro o un exceso de aceite, con contenido de no más de 0.05% de fósforo o a zufre y libre de - aleaciones.
- No. 246 Virutas cortas de torneados de acero, libres de aleación. - Virutas cortas de torneado de acero, limpias, libres de - trozos, material enredado o tramado, virutas de taladra--do de Hierro o un exceso de aceite, conteniendo no más de 0.05% de fósforo o azufre y libre de aleaciones.

- No. 247 Virutas de torneado libres de aleación. - Virutas de acero limpias, libres de virutas de taladrado de Hierro o de un exceso de aceite, con contenido de no más de 0.05% de fósforo o azufre y libre de aleaciones. No debe incluir material muy oxidado o corroído.
- No. 248 Acero duro cortado, de 76 cm. (30") y menos. - Acero de automóvil, compuesto de extremos traseros, cigueñales, ejes de transmisión, ejes delanteros, resortes y engranajes, preparados de 76 cm. (30") y menos. No debe contener acero pequeño en virutas ni piezas demasiado grandes para el uso en función de Hierro gris.
- No. 249 Despunte de planchón cargables. - Despunte de planchones cargables, para que el material sea adecuado y aceptable al consumidor, con contenido de no más de 0.05% de fósforo y 0.05% de azufre, y no más de 0.05% de silicio, libre de aleaciones.
- No. 250 Paquetes de acero al silicio. - Chatarra de chapas delgadas de acero al silicio, recortes o chatarra de armazón, comprimida o empaquetada a mano, en tamaño caja de carga, y pesando no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico), con un contenido de silicio de 0.05% a 5.0%.

No. 251 Virutas de torneado pesadas. - Virutas de acero pesadas, cortas, con contenido de no más de 0.05% de fósforo o azufre y libre de aleaciones. Puede incluir virutas de riel. No debe incluir virutas de taller mecánico u otras livianas y debe pesar no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico) en el estado original de producción.

Calidades tratadas especialmente para satisfacer las necesidades del consumidor.

Calidades de chatarra preparadas especialmente para satisfacer los requisitos de las acerías o fundiciones, las especificaciones deben acordarse en cada caso entre el consumidor y el proveedor.

Chatarra Ferrosa de Ferrocarril.

Especificaciones de la asociación de ferrocarriles de los Estados Unidos, promulgadas por su división de adquisiciones y administración de materiales.

- (2) Ejes de acero. - Muñón sólido de 15 x 28 cm. (6" x 11") y más de carro. (Libre de ejes con ranura entre los asientos de rueda, no debe incluir ejes de longitud menor que la distancia entre asientos de rueda).
- (2A) Ejes de acero. - Sólidos de locomotoras diesel, no debe incluir ejes de longitud menor que la distancia entre asientos de rueda.
- (3) Ejes de acero. - Muñón sólido de carro y/o de locomotora, de 14 x 25 cm. ($5\frac{1}{2}$ " x 10") y menos (no debe incluir ejes de longitud menor que la distancia entre asientos de rueda).
- (3A) Ejes de acero. - Rodamientos de rodillos (no debe incluir ejes de longitud menor que la distancia entre asientos de ruedas).
- (4) Clavos de vía, bulones y tuercas para eclisas, y arandelas de presión, puede incluir anclajes de riel.
- (5) Placas de asiento. - Acero.
- (6) Juntas de rieles, barras angulares y/o eclisas. - Acero.

- (9) Travesaños y/o costados, bastidores de carretillas. -
Sin cortar. Acero.
- (11) Acero moldeado No. 2. - Piezas moldeadas de acero, -
de más de 46 cm. (18") de ancho y/o más de 13 cm. -
(5") de largo.
- (11 A) Acero moldeado No. 1. - Piezas moldeadas de acero, -
46 cm. (18") y menos, no más de 152 cm. (5') de lar--
go, incluyendo bastidores laterales y travesaños de ca
rretillas cortados.
- (12) Hierro fundido No. 1. - Chatarra de Hierro fundido, -
como columnas, cañerías, planchas y/o piezas moldea
das diversas, pero libres de planchas de estufa, zapa
tas de freno y chatarra quemada. Debe tener tamaño -
para cubilote, no más de 61 x 76 cm. (24" x 30"), nin
guna pieza de más de 2.4 kilogramos por decímetros -
cúbicos (150 libras de peso). Debe estar libre de ma
teriales extraños.
- (13) Hierro fundido No. 2. - Piezas de más de 68 kilogra--
mos (150 libras), pero menos de 227 kilogramos , - -
(500 libras) de peso. Libre de Hierro fundido quemado.
- (14) Hierro fundido No. 3. - Piezas de más de 227 kilogra--
mos (500 libras) de peso, incluye cilindros, centros de

- ruedas motrices y/o todas las demás piezas fundidas. -
(Libre de bloque o bases de martinete).
- (15) Hierro fundido No. 4. - Chatarra de Hierro fundido - quemada, como ser barras de parrilla, piezas de estufa y/o chatarra quemada de diversos tipos.
- (16) Zapatas de freno de Hierro fundido. - Zapatas de freno de todos tipos, menos las zapatas rellenas con compuesto.
- (17) Enganches y/o articulaciones. - Enganches, articulaciones y/o locomotora de ferrocarril, despojados de todo accesorio.
- (18) Desvíos y/o cambiavías, sin cortar. - Desvíos y cambiavías de acero que no se han cortado para desarmarlos, excluidos al manganeso.
- (18 A) Desvíos de manganeso fijos al riel y puntas de aguja - con accesorios de manganeso, que no se han cortado para desarmarlos.
- (23) Maleable. - Piezas maleables de automóviles, carros de ferrocarril, locomotoras y/o piezas moldeadas maleables diversas.
- (24) Acero para fundir de ferrocarril No. 1. - Chatarra de Hierro forjado o acero limpia, de 6 mm. ($\frac{1}{4}$ ") de espes

sor y más, no más de 46 cm. (18" de ancho y no más de 152 cm. (5') de largo. Puede incluir puntas de cañerías y material de 3 mm. a 6 mm. ($1/8''$ a $1/4''$) de espesor, -- no más de 38 x 38 cm. (15" x 15"), las piezas individuales cortadas para que queden razonablemente planas dentro de la caja de carga.

(27) Riel, acero No. 1. - Rieles T, de sección normal con peso original de 25 kilos por metro (50 libras por yarda) o más, de 3 m. (10') de largo y más. Apropiado para relaminar en barras y perfiles. Libre de rieles doblados o torcidos, rieles de desvío, cambiavías o guías, o rieles con la cabeza torcida o bridas rotas. Puede incluir rieles soldados, siempre que no haya ninguna soldadura a más de 23 cm. (9") del extremo del trozo del riel.

(28 A) Riel, acero No. 2. - Despunte de riel. Sección normal, peso original de 25 kilos por metro (50 libras por yarda) y más, 61 cm. (2') de largo y menos.

(28 B) Riel acero No. 2. - Despunte de riel. Sección normal peso original de 25 kilos por metro (50 libras por yarda) y más de 61 cm. (2') de largo y menos.

- (28 C) Riel, acero No. 2. - Despunte de riel. Sección normal, peso original de 25 kilos por metro (50 libras por yarda) y más de 91 cm. (3') de largo y menos.
- (29) Riel, acero No. 3. - Rieles T, doble T y/o de guía, de sección normal, libres de rieles de desvío y cambio sin cortar, y sin contener manganeso, Hierro fundido, soldaduras o accesorios de ningún tipo, excepto barras angulares. Libre de concreto, tierra o materiales extraños de cualquier clase.
- (30) Chatarra de chapa No. 1. - Menos de 5 mm. (3/16") de espesor, puede incluir zunchos, fajas de Hierro y/o acero, cucharas y/o palas (libre de madera). Debe estar libre de material quemado o revestido de metal, amortiguadores o resortes similares.
- (31) Chatarra de chapa No. 2. - Material cincado o estañado y/o recortes de gas, y/o todo otro material de Hierro o acero sin otra clasificación.
- (32) Acero para herramientas. - (Especificar la clase al ofrecer).
- (33) Acero al Manganeso. - Todas las clases de acero al manganeso, rieles, guías de riel, desvíos y/o puntas de agujas, cortados o sin cortar.

- (34) Acero de resortes. - En rollos y/o elípticos, espesor mínimo de 6 mm. ($\frac{1}{4}$ "), puede estar montado o cortado para desarmar.
- (34 A) Acero de resortes. - Solamente rollos.
- (35) Estructurales, Hierro forjado y/o acero sin cortar. - Todo acero o acero mezclado con Hierro, de puentes, estructuras y/o equipos que no se han cortado para desarmarlos, puede incluir travesaños, vigas de freno, - carretillas de acero, bastidores inferiores, barras en U, planchas de acero de puentes, desvíos y/o planchas de cruce u otros aceros de naturaleza similar, sin - cortar.
- (36) Llantas. - Todas las llantas de locomotora, sin cortar en largos determinados.
- (38) Virutas No. 1. - Virutas pesadas de Hierro forjado - y/o de acero, de ejes de ferrocarril, o piezas forjadas pesadas y/o virutas de riel, con peso de no menos de 1.2 kilogramos por decímetro cúbico (75 libras por pie cúbico). Libre de tierra u otro material extraño - de cualquier especie. La chatarra de acero de aleación se puede excluir de estas especificaciones por - acuerdo mutuo entre comprador y vendedor.

- (38 A) Virutas de torneado, de perforado y/o taladrado No. 2. -
Virutas de taladrado, de torneado y/o de perforado, de
Hierro fundido, forjado, a cero y/o Hierro maleable, -
mezclados con otros metales.
- (49) Ruedas No. 1. - Ruedas de carro de Hierro fundido.
- (42) Ruedas No. 3. - Ruedas de carro y/o locomotora, sól
das moldeadas de acero, de acero forjado, prensado
y/o laminado, de no más de 106 cm. (42") de diámetro.
(Especificar la clase al ofrecer).
- (45 A) Costados de carros y techos de furgones de acero, des -
trozados, adecuados para usarlos en prensas de alta -
presión y cizallas, sin preparación adicional.

Aunque prácticamente cada país tiene sus propias normas de chatarra, éstas dos que hemos enunciado, son las que afectan a México, en cuanto a la clasificación, desde el punto de vista comercial. Desde el punto de vista de su generación y obtención de la misma, se clasifica en tres formas: chatarra de importación que evidentemente corresponde a la que se obtiene de otros países, principalmente en Estados Unidos.

Chatarra generada en planta, que corresponde a todos los desperdicios de la acería, como puntas y colas de los billets, lingotes, - productos laminados, cortes de defectos, desperdicios de los hornos, de las plantas de colado continuo, lingotes de desperdicio, - virutas de sus propios talleres, etc.

Chatarra del mercado nacional, que corresponde a toda aquella - que se consigue en nuestro país y que podemos decir que proviene de dos fuentes, que se definen como:

Chatarra de proceso (chatarra nueva). - Es la que representa - aquella porción del acero que como producto terminado, se desperdicia cuando se transforma en productos de consumo final, por ejemplo: en la fabricación de estufas, automóviles, etc. La cantidad de esta chatarra lógicamente se produce en función del nivel del consumo, de la economía y de la participación de los diferentes sectores como consumidores de acero terminado. La pro-

porción de esta chatarra en términos de producto terminado tiene - los siguientes factores, estimados por tipo de proceso.

Factor de generación de chatarra de proceso.

(en términos de pro--
ducto terminado).

	%
Industria de la construcción	3
Equipo de perforación de la industria petrole- ra.	3
Equipo ferroviario	7
Artículos para uso doméstico	15
Construcción de implementos agrícolas. . . .	19
Construcción de barcos.	23
Fabricación de equipo industrial y herramien <u>tas</u> tas.	26
Fabricación de maquinaria pesada.	26
Industria automotriz.	31

Chatarra capital (chatarra vieja). Es la que representa al sobrante o desecho recuperado del Hierro y acero usado en períodos o - épocas pasadas, por ejemplo: todos aquellos productos de consumo final que se desechan una vez que han cubierto la necesidad para - la que fueron destinados, estufas, automóviles, aviones, etc.

La cantidad de esta chatarra, depende no solamente de la participación del acero consumido en el pasado entre los diferentes sectores de la economía, sino de los costos de recolección, preparación, transportación y sustitución. Algunos ejemplos de la recuperabilidad del acero como chatarra capital y del ciclo de vida - promedio de los mismos, quedan indicados de la siguiente manera:

Ciclo de vida de los productos de acero.

	% de recuperación potencial.	Promedio del ciclo de vida.
Aviones	100	10
Equipo de perforación de la industria petrolera.	100	11
Artículos para uso doméstico	57	12
Automóviles	100	13
Implementos agrícolas	99	15
Equipo industrial y herramienta.	94	16
Maquinaria pesada	75	18
Equipo ferroviario	86	27
Barcos	100	33

En lo referente al consumo de chatarra de estos tres tipos, queda -
representado a continuación:

Consumo de Chatarra en México.

(en miles de toneladas).

Años	Total	Generada en Planta	Importada	Del mercado nacional.
1960	930	328	352	250
1961	1.015	372	354	289
1962	1.000	376	281	343
1963	1.327	446	456	325
1964	1.545	512	731	302
1965	1.662	540	788	334
1966	1.801	613	731	457
1967	1.882	668	706	508
1968	1.962	906	459	597
1969	2.072	974	494	631
1970	2.369	1.027	722	620
1971	2.254	1.038	511	705
1972	2.450	1.450	528	472

Finalmente hablaremos de los precios de la chatarra, que se ven afectados seriamente por las condiciones que se fijan en Estados Unidos. En los dos últimos años, el precio de la chatarra prácticamente se ha duplicado, debiéndose esto, no sólo a la inflación que ha sufrido y que está sufriendo la economía internacional, sino también a las restricciones que el gobierno de los Estados Unidos, ha puesto a la exportación de estos materiales, provocando de esta manera que la demanda rebasará fuertemente a la oferta logrando así, fluctuaciones constantes de los precios con una clara tendencia al crecimiento.

Es definitivo que con el paso del tiempo la situación de la chatarra será cada vez más difícil, mientras siga utilizándose en la misma forma que se hace actualmente. Este problema sólo podrá resolverse mediante la implantación de procesos que obtengan otro tipo de materiales que puedan combinarse con la chatarra, disminuyendo así las necesidades de la misma. Si esto último se lograra, sería factible estabilizar las condiciones del mercado de la chatarra y quizá hasta bajar sus precios, pudiéndose obtener entonces la fabricación de acero en forma más económica.

CAPITULO V
DIFERENTES PROCESOS SIDERURGICOS.

DIFERENTES PROCESOS SIDERURGICOS.

En este capítulo hablaremos de los procesos de fabricación de acero, ya sea partiendo del mineral de Hierro, o bién de la chatarra de acuerdo al tipo de industria de que se trate; integrada o semi-integrada. En el primer caso, son procesos de reducción del mineral y aceración y en el segundo, exclusivamente aceración.

Al hablar de la reducción del mineral de Hierro, debemos comenzar por el proceso que hasta la fecha sigue siendo el más importante; el alto horno, que aunque es el más antiguo, se ha modificado muchas veces para obtener de él cada vez mejores rendimientos. Sin embargo, en los últimos tiempos se han venido desarrollando otros procesos de reducción del mineral de Hierro, que aún no tienen la importancia del alto horno, pero que su baja inversión en relación con el anterior, los hacen muy atractivos a la vista de la Industria Siderúrgica, hasta el punto de considerarlos como los procesos del futuro

En lo que se refiere a los procesos de aceración, consideraremos tres, que son los que soportan la producción de acero en el mundo; el horno de hogar abierto (Siemens Martin), el Convertidor básico de oxígeno, y el horno eléctrico de arco. Los dos primeros sólo pueden trabajar junto con un alto horno ya que

tienen la necesidad de recibir carga líquida, mientras que el tercero puede trabajar con carga líquida también, o usando carga fría y sólida como es el caso de la chatarra.

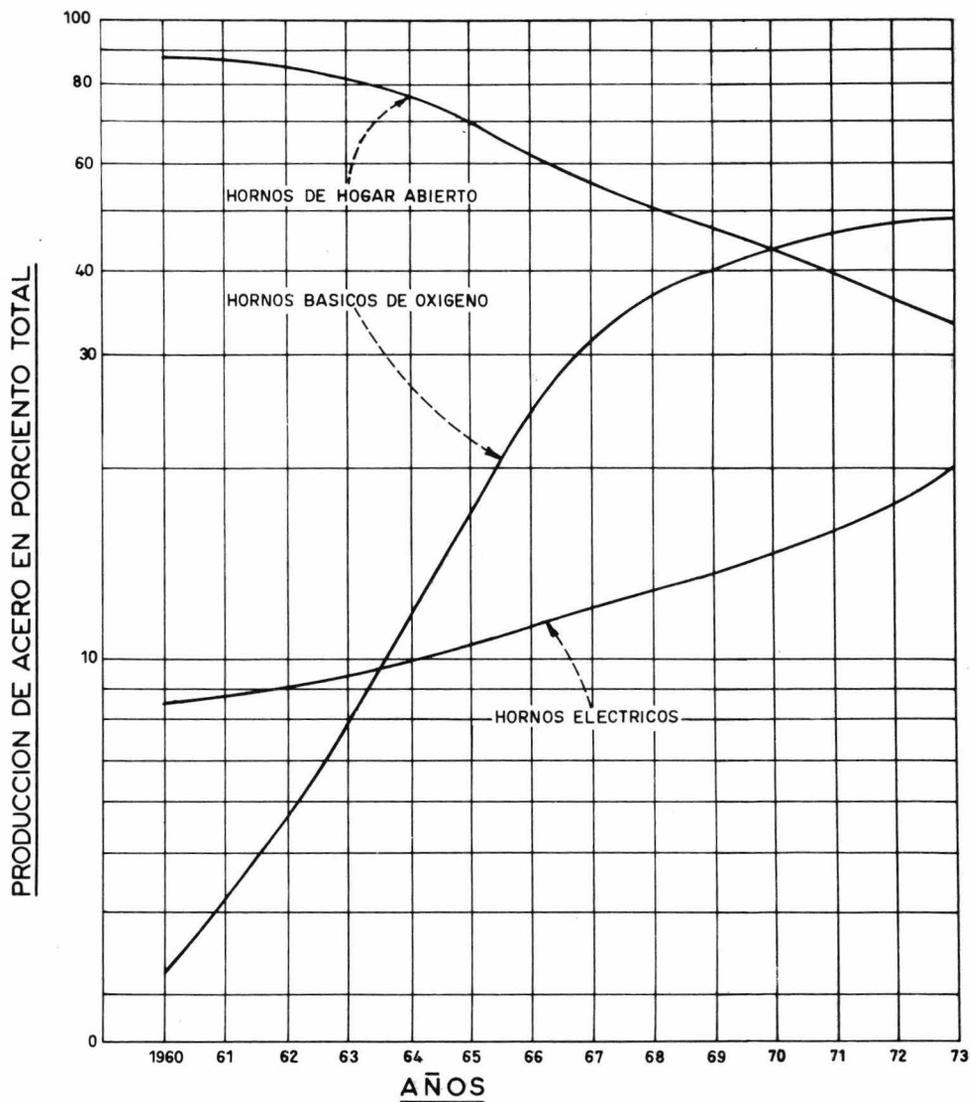
Actualmente el crecimiento de la Industria Siderúrgica, está basándose en los convertidores básicos de oxígeno y en los hornos eléctricos de arco.

El convertidor, está sustituyendo en forma definitiva al horno de hogar abierto, a tal grado que ya no se construyen hornos de este último tipo, sino que por el contrario, poco a poco van siendo cambiados por los convertidores. El horno eléctrico de arco, tiene un crecimiento más lento que el convertidor, con motivo de que su capacidad de producción es menor, sin embargo, debido a la gran flexibilidad de este proceso se considera que en el futuro el 50% del acero producido será proveniente del horno eléctrico de arco y el otro 50%, del convertidor básico de oxígeno.

En la figura No. 2, mostramos una gráfica que indica la aceptación de éstos equipos en los últimos 13 años.

Todos estos procesos serán tratados en lo que a su funcionamiento se refiere, en forma reducida en el transcurso de éste capítulo.

COMPARACION DE LA PRODUCCION ENTRE LOS PRINCIPALES PROCESOS DE ACERACION.



FUENTE.- I L A F A .

Fig. Nº 2

Alto Horno.

El alto horno se compone básicamente, en lo que se refiere a su estructura, de una torre alta que tiene forma de dos conos truncados unidos por sus bases mayores, y en la parte inferior de la misma torre se encuentra un recipiente al que se le llama crisol. En la sección superior del horno se encuentran los equipos de alimentación de las materias primas, y que consisten en un depósito que en su parte superior e inferior contiene unos conos. Dichos conos, trabajan en forma intermitente ya que mientras el superior abre la entrada al depósito para que entren los materiales, el inferior permanece cerrado sellando así el interior del horno; posteriormente, se cierra el cono superior y se igualan las presiones entre el depósito y el interior del horno para que pueda abrirse el cono inferior, y pasen así los materiales al interior del horno.

A continuación se divide el horno en diferentes zonas que se conocen como tronco del horno que es la parte de mayor longitud del mismo, posteriormente se tiene el vientre del horno, que es la zona donde ocurren las principales reacciones de reducción del mineral. Por último tenemos lo que se conoce como hogar del horno, que es donde se encuentran las toberas de alimentación de aire caliente que forman el colchón de gases que soportan toda la

carga interior y a su vez es donde el metal ya reducido se funde para caer en el crisol.

El alto horno se carga regularmente y en una secuencia definida. Esta carga es constantemente regulada, dependiendo del nivel interior del horno. Los materiales cargados son: carbón coque, mineral de Hierro, piedra caliza y algunas veces un pequeño porcentaje de chatarra. Todos estos materiales entran al horno por etapas, es decir, que se combinan formando capas, una de mineral de Hierro, una de carbón coque y una de piedra, o a la inversa. En la actualidad, está adquiriendo gran aceptación el uso del "inter", que corresponde a un material aglomerado de granulometría específica, que está formado por los finos de carbón coque, de mineral de Hierro y de piedra caliza.

Todos estos agregados pasan a través de una corriente contraria de gases calientes, es decir, que los materiales sólidos caen de la parte superior, y los gases parten de la inferior y viajan hacia la parte alta del horno. La corriente de gases calientes, quema al carbón coque enfrente de las toberas formando CO_2 (dióxido de carbono), que inmediatamente se reduce a CO (monóxido de carbono), que es el principal agente reductor en la transformación de los óxidos de Hierro a Hierro metálico.

Los gases que se localizan a la altura de las toberas, inmediatamente después de efectuada la combustión, se encuentran a una temperatura aproximada de 1550°C , y requieren cerca de 20 segundos para llegar a la parte alta del tronco, teniendo en este punto una temperatura aproximada de 210°C . El calor de estos gases, se transfiere a la carga descendente con lo que se precalienta. Las reacciones químicas se efectúan en el vientre del horno como ya se dijo antes, en donde también se absorbe calor de los productos calientes de la combustión.

La carga que baja a través del tronco del horno, se va calentando a mayores temperaturas a medida que va descendiendo, iniciándose la reducción del mineral por la acción del monóxido de carbono, al mismo tiempo que entra en el horno.

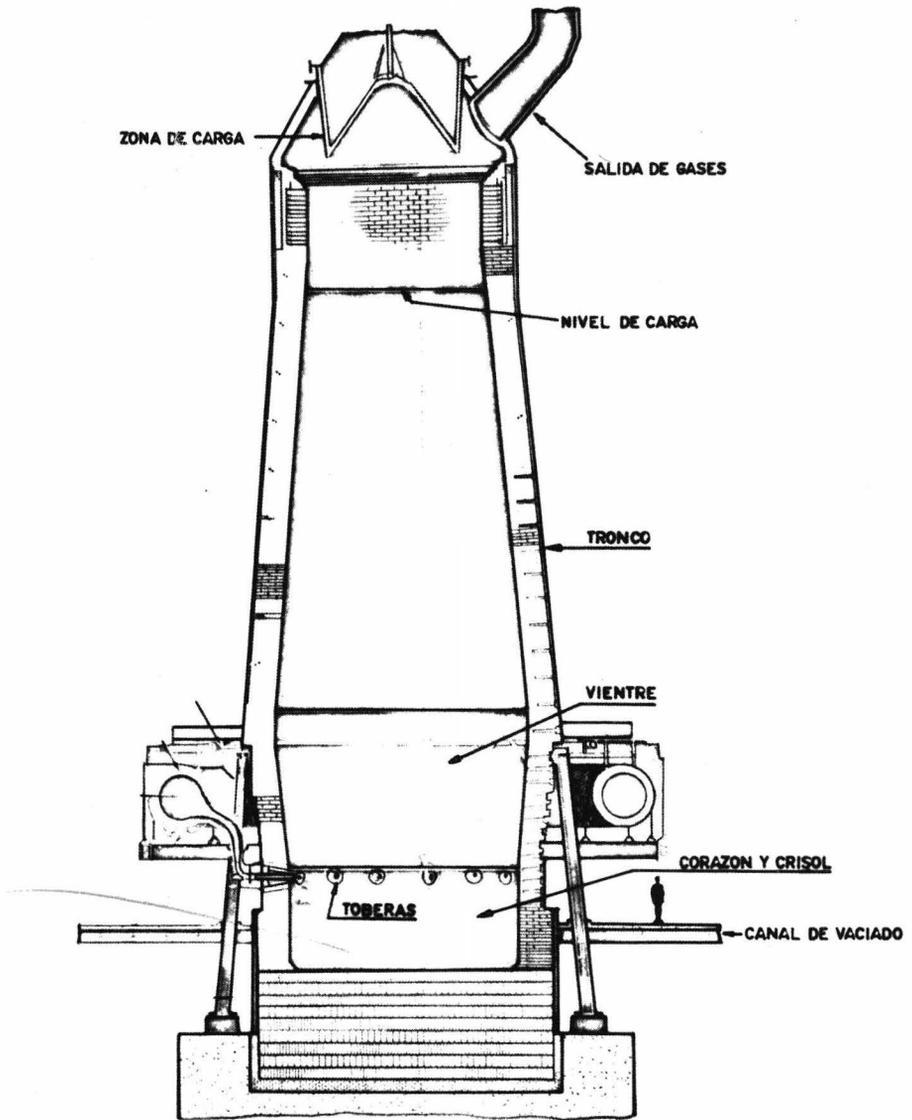
A la altura de la mitad del horno, por encima del vientre del mismo, la piedra caliza CaCO_3 (carbonato de calcio), comienza a descomponerse por el calentamiento formando CaO (óxido de calcio) y CO_2 (dióxido de carbono), al mismo tiempo todo el óxido de Hierro se reduce y forma una masa esponjosa de Hierro metálico. Esta masa tiene una gran área superficial en relación a su peso, por lo que es capaz de absorber carbón con bastante rapidez, causando con esto que se retarde la fusión del Hierro, hasta entrar en una zona de mayor temperatura donde finalmente se

funde y gotea cayendo a través del tronco, llegando al crisol. -
Aproximadamente al mismo tiempo la escoria también se funde-
y recolecta las impurezas insolubles en el Hierro.

Los óxidos con calores de formación muy altos y que no alcan --
zan a metalizarse durante éste período, se reducen finalmente -
por la acción del carbón sólido que ha sido absorbido por el me-
tal líquido. El Hierro en estado líquido se encuentra con elemenu
tos residuales como el carbón, manganeso, silicio , fósforo y-
sulfuros, y se encuentra recubierto por una capa de escoria que
flota sobre el metal y se encarga de recoger todas las impure--
zas oxidadas. El tiempo que tarda el mineral desde que entra -
en la garganta del horno hasta el hogar del mismo es de 8 a 14-
horas.

El sangrado del horno se realiza a intervalos regulares que pue-
den ser de 4, 5 ó 6 horas, dependiendo del orden de drenado del
metal del horno. Esta operación se realiza quitando el tapón de
barro que está en el orificio de salida y quemando con oxígeno -
la capa de Hierro frío que se encuentra después. La salida del
arrabio se encuentra casi en el fondo del crisol, muy por deba-
jo de la línea de escoria, en la que también hay un orificio por -
donde se saca ésta.

Cuando el horno se termina de sangrar, se tapa el orificio de salida con barro, el que es lanzado con gran fuerza mediante un cañón.

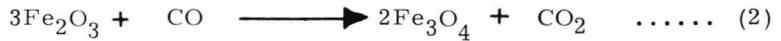


ALTO HORNO

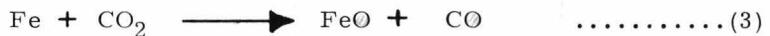
Fig. Nº 3

Teoría Química del Proceso de Alto Horno.

A medida que el mineral va entrando en la parte superior del horno, comienzan a tomar lugar dos reacciones, entre éste y los gases:



Esta acción crece en actividad cuando se va calentando. El carbón formado en la reacción (1), se deposita en los poros del mineral. Este carbón también se cuece en las paredes del horno y ayuda a prevenir la deterioración de los ladrillos refractarios, por el escurrimiento del tronco y de la escoria. A la reacción (1) se oponen dos reacciones con CO_2 :



La reacción (3) comienza a la temperatura de 302°C y la (4) a unos 538°C y la depositación del carbón cesa a unos 539°C .

En estos momentos, por debajo del tiro, el mineral está perdiendo constantemente oxígeno debido a la cantidad de gases con efecto reductor por el CO .

El FeO se hace estable a unos 593°C, así que el Fe₂O₃ y Fe₃O₄ - prácticamente han desaparecido. El Fe₃O₄ se reduce de acuerdo a la ecuación:



Alrededor de los 400°C, el carbón sólido comienza a actuar como agente reductor de los altos óxidos de Hierro, de acuerdo a la reacción:



Cuando la temperatura aumenta en el descenso del tronco, el poder del CO como agente reductor decrece y el de carbón sólido crece, a una temperatura de 704°C, entonces es capaz de reducir el FeO a Hierro metálico.



Alrededor de los 816°C, la descomposición de la piedra caliza se inicia con la formación de CO₂.



Por la discusión anterior, vemos que la hematita y la magnetita son reducidas a FeO, en la parte superior del horno, por acción del CO, entonces forman grandes cantidades de CO₂. Si no fuera por las reacciones (1), (3) y (4), los gases de salida del horno no contendrían CO y tampoco ningún valor calorífico, pero éstas reac-

ciones forman carbón (por reducción del CO_2) y CO y de este modo descarga una gran cantidad de calor por lo que concierne en el alto horno, por que estas 3 reacciones absorben calor.

Más abajo del horno, se encuentra la zona de conversión del FeO a Fe metálico por el carbón sólido, y la región donde la piedra caliza pierde CO_2 hacia los gases del horno.

La zona de fusión se encuentra en el vientre. Encima de esta región el Fe se funde y escurre hacia abajo a través del carbón coque caliente, entonces se satura de carbón. La solubilidad del carbón en el Fe líquido a una temperatura de 1510°C , es cerca del 5%. En este punto, la cal con las cenizas de carbón e impurezas del mineral, forman una escoria fundida que escurre y se deposita en el hogar. Durante este período en donde la escoria está en contacto con el carbón coque caliente, los oxidos de manganeso, silicio, etc., son reducidos por el carbón. El monto de esta reducción determina la composición del Hierro, ya que los elementos reducidos se disuelven en el metal y los oxidos en la escoria. Las únicas excepciones que el Hierro líquido disuelve son el FeS y el MnS , pero en pequeñas cantidades. Las reacciones mediante las cuales las impurezas se reducen y se disuelven en el Hierro líquido son:

Silicio. - La reducción de éste, toma lugar de acuerdo a las siguientes reacciones



Dos factores afectan la solubilidad del silicio en el Hierro; temperatura y la composición de la escoria. La temperatura de reducción de la sílice (SiO_2), es tan alta como la del Hierro, así que el porcentaje del silicio en éste aumenta. La composición de la escoria también tiene una fuerte influencia en la cantidad de silicio en el Hierro. A cualquier temperatura una escoria alta en CaO (óxido de calcio), formará una gran cantidad de SiO_2 , y bajará la cantidad de SiO_2 capaz de reducirse a silicio, por lo tanto la cantidad de éste último en el Hierro disminuye.

Azufre. - El azufre en la carga proviene siempre del carbón coque, en el cual está presente como un sulfuro soluble, como el FeS . El FeS se disuelve en el Hierro, a menos que se convierta en CaS , de la forma siguiente:



Una porción muy pequeña de azufre se volatiza por el calor en el horno y se va con los gases, el resto, queda en la escoria y en el metal. La escoria debe contener mucho óxido de calcio para extraer todo el azufre de la carga. Esto se realiza hasta cierto límite

te, ya que si la escoria contiene un gran exceso de cal, se vuelve - muy viscosa y la extracción del azufre no es suficiente. No es conveniente que la escoria tenga un alto porcentaje de azufre, así que - cuando ésto sucede se aumenta el volumen de la escoria con grava. Es conveniente una alta temperatura, de tal forma que el Hierro con alto silicio, generalmente es bajo en azufre.

El bióxido de manganeso, se reduce de la siguiente manera:



En ciertos grados, la cantidad de manganeso en el Hierro depende de las características del mineral cargado, pero puede ser controlado ya que el carácter de la escoria, si es relativamente alta en - SiO_2 podrá llevarse parte del manganeso en forma de MnOSiO_2 - (silicato).

Una temperatura baja o media favorece la retención del manganeso en la escoria.

Fósforo. - Generalmente todo el fósforo cargado dentro del horno - está contenido en el Hierro. Se reduce de acuerdo a la siguiente - reacción.



Si el mineral está alto en fósforo, el Hierro será también alto en fósforo y viceversa. Después que el material ha entrado en el horno no se conoce método para eliminarlo del Hierro.

Carbón. - El carbón está contenido en el Hierro en dos formas: - como grafito, y combinado. No hay control del porcentaje fuera del horno, generalmente si el contenido de silicio en el acero - aumenta, el contenido total de carbón disminuye.

Diferentes Procesos de Reducción Directa.

Recordemos que se llama reducción directa o pre-reducción a la operación de desoxidación más o menos completa de un mineral de Hierro en estado sólido y sin llegar a la fusión del mismo, es decir, que opera entre los rangos de 1100 a 1200°C. En este proceso de reducción, se puede trabajar con mineral en polvo, en forma de pelet y a menudo se usa el mineral en bruto llamado Hierro Esponja, debido a su naturaleza porosa. Los productos metalúrgicos de la pre-reducción son susceptibles de briquetización con el fin de obtener materiales más densos, menos porosos y por lo mismo presentan resistencia a la reoxidación.

Respecto a los procesos de reducción directa, mencionaremos brevemente algunos de los más importantes. Generalmente la mayor parte de los procesos de reducción directa, siguen básicamente el mismo procedimiento y que consiste en tres pasos: concentración, reducción del mineral y refinación, esto es que el mineral de Hierro que se extrae de las minas es triturado, concentrado y formado en pelets, posteriormente son cargados a un horno donde se efectúa la reducción del óxido de Hierro a Hierro metálico y por último estos pelets de Hierro con un alto grado de metalización son mezclados con chatarra en un determinado porcentaje y cargados a un horno de arco eléctrico para la obten---

ción del acero.

En la siguiente figura se muestran los tres pasos que envuelve -
la reducción directa.

SECUENCIA DE LA FABRICACION DE ACERO MEDIANTE EL USO DE FIERRO ESPONJA.

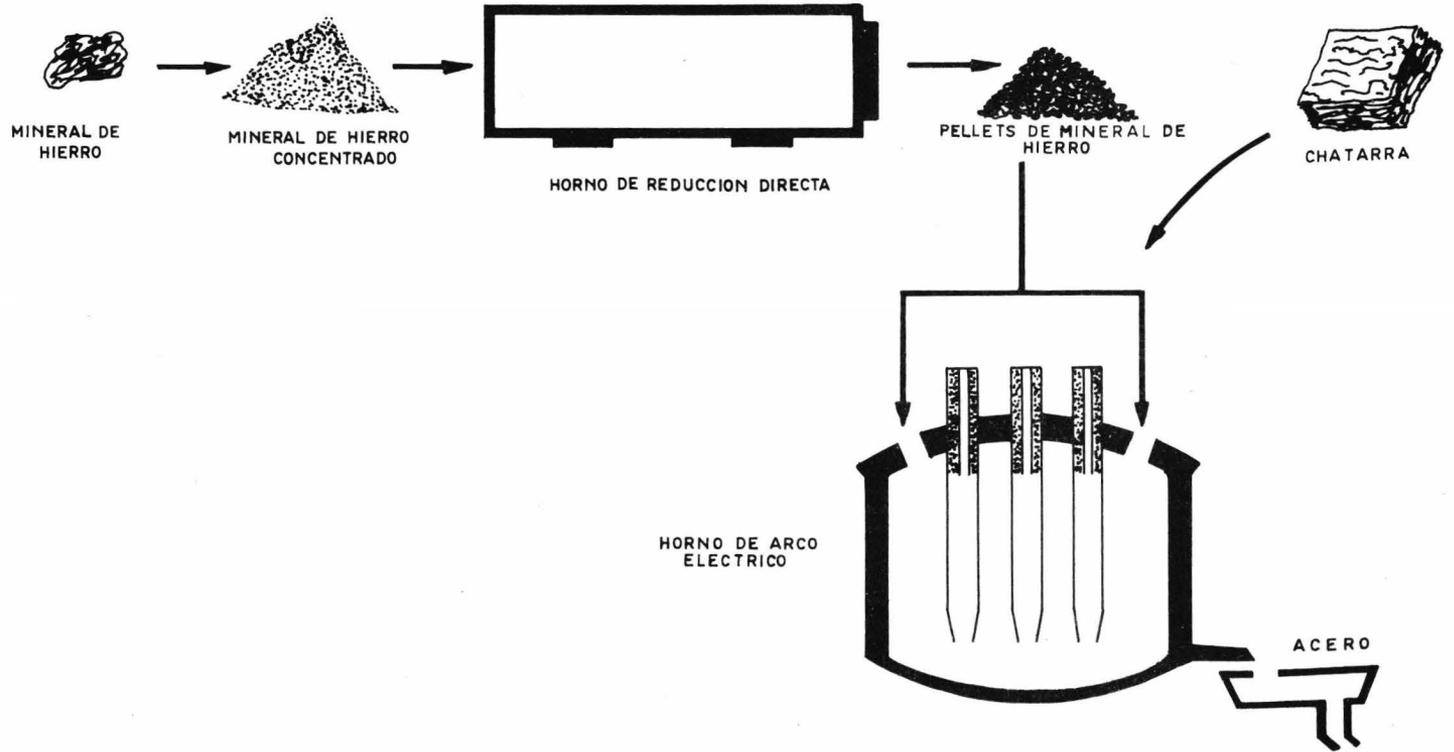


Fig. Nº 4

Procesos de Reducción del Mineral

Proceso SL-RN.

Este proceso reduce pelets de mineral de Hierro, con carbón y cal o dolomita, a una temperatura de 1050 a 1100^oC, lo cual es -
abajo del punto de fusión del mineral. El Hierro ya reducido es -
separado por medios físicos.

Proceso de la KRUPP-RENN.

Este proceso está diseñado para operar con mineral de alto conte-
nido de sílice y puede usar combustibles baratos que contengan -
gran cantidad de cenizas. La zona de mayor temperatura en el -
horno que es de (1100^oC - 1250^oC), produce cierta plasticidad de-
los pelets, haciendo con ello que los módulos de mineral reduci--
do sean fundidos. El producto es triturado y recobrado por sepa-
ración magnética.

Proceso ESTRATEGIC-UDY.

A diferencia de los dos procesos anteriores, en este nuevo proce-
so, el horno rotatorio es usado sólo para reducir parcialmente -
la carga. El producto es transportado en caliente a un horno de-
arco eléctrico, en donde el mineral es finalmente reducido y -
fundido en una atmósfera reductora.

Proceso HYL.

La técnica en este proceso, se basa en la cama estática y comprende precalentamiento, reducción y enfriamiento de pelets. La reducción se lleva a cabo usando gas natural reformado ($\text{CO} + \text{H}_2$) de 1000 a 1100°C. El grado de reducción del mineral es más bajo que el de otros métodos.

Proceso ESSO-FIOR.

Este proceso está diseñado para reducir finos de mineral de Hierro, en una cama fluidizada usando como reductor, una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono o solamente hidrógeno. Muy pocos datos se tienen de este proceso, pero se sabe que se puede obtener un alto grado de reducción.

Proceso NU-IRON.

Las lozillas de mineral de Hierro son reducidas en una cama fluidizada obteniéndose arriba del 86% de Hierro metálico.

Proceso PUREFOR y MIDREX.

Estos son dos ejemplos de reducción de pelets de mineral de Hierro en un horno de alimentación superior o de carga por arriba. La carga desciende y a contra corriente es pasado un flujo de gases reductores que son generalmente hidrógeno y monóxido de carbono, producidos de gas natural. Estos hornos están provistos

de una gran eficiencia térmica, con lo que se obtiene un alto grado de reducción arriba del 95%.

Proceso ARMCO.

Es otro proceso de alimentación por arriba y utiliza gas natural reformado como agente reductor. Tiene también gran importancia su alta eficiencia térmica.

TABLA No. 16

Comparación Entre los Diferentes Procesos

<i>M.P.</i>	P r o c e s o	Tipo de Horno	Combustible	Consumo Aprox. Combustible - 100,000 Btu/ton. Fe.	Edo. del Producto	Grado de - Reducción.
<i>Pelet.</i>	SL-RN	Horno Rotatorio	Combustible - Sólido.	135-160	Pelets	96.8
<i>Mineralo pelet</i>	KRUPP-- RENN	Horno Rotatorio	Combustible - Sólido/ <i>con carga</i> gas.	220-300	Nódulos de Fierro.	90 - 97
<i>pelet</i>	ESTRATEGIC- UDY.	Horno Rotatorio	Combustible - Sólido/elect.	170	Fierro lí- quido.	83.9 <i>incomplete</i>
<i>pelet</i>	HYL	Cama Estática. <i>rotaria</i>	Reducción ga- seosa.	185-240	Pelets	84
<i>finos</i>	ESSO-FIOR	Cama Fluidiza- da.	Reducción ga- seosa.	No información	Losetas	92.5
<i>finos</i>	NU-IRON	Cama Fluidiza- da.	Reducción ga- seosa.	140	Losetas	75

TABLA No. 16

(Cont.)

P r o c e s o	Tipo de Horno	Combustible	Consumo Aprox. Combustible - 100,000 Btu/ton. Fe.	Edo. del Producto	Grado de - Reducción.
<i>Pellets</i> PUROFER	Horno alimenta- ción superior.	Reducción ga- seosa. <i>entracomente</i>	130	Pelets	arriba de 95
<i>Pellets</i> MIDREX	Horno alimenta- ción superior.	Reducción ga- seosa.	70	Pelets	arriba de 95
<i>pellets</i> ARMCO	Horno alimenta- ción superior.	Reducción ga- seosa.	110	Pelets	92

Fuente: Iron Age

El proceso HYL, es el único de todos ellos que se encuentra en operación a nivel industrial, y debido a esto, se conocen con gran exactitud sus consumos y precios del gas natural, del mineral de Hierro, energía, servicios, etc., permitiendo con ello calcular los costos reales que lo hacen aceptable en el campo industrial.

De los procesos de reducción directa antes mencionados, el más usado es aparte del proceso HYL, el proceso denominado KRUPP--RENN, del que se está construyendo una planta en Sud-Africa, así mismo podemos mencionar el SL-RN como otro proceso muy usado.

Estos procesos consisten en un horno rotatorio casi horizontal en donde el mineral concentrado y en forma de pelets es agregado al horno, se le adiciona cal y carbón.

Con un quemador de gas-oxígeno se eleva la temperatura y con una atmósfera reductora, el mineral es reducido a Hierro metálico sin llegar a la fusión, obteniéndose un Hierro con un alto contenido de pureza.

Este tipo de horno presenta la ventaja de su bajo costo y el de poder manejar diferentes mezclas de mineral.

En las figuras, mostramos los diagramas básicos de los procesos de reducción directa con excepción del usado por el proceso HYL, ya que éste será tratado más a fondo en el capítulo siguiente:

PROCEDIMIENTO DE REDUCCION EN HORNO DE CUBA.

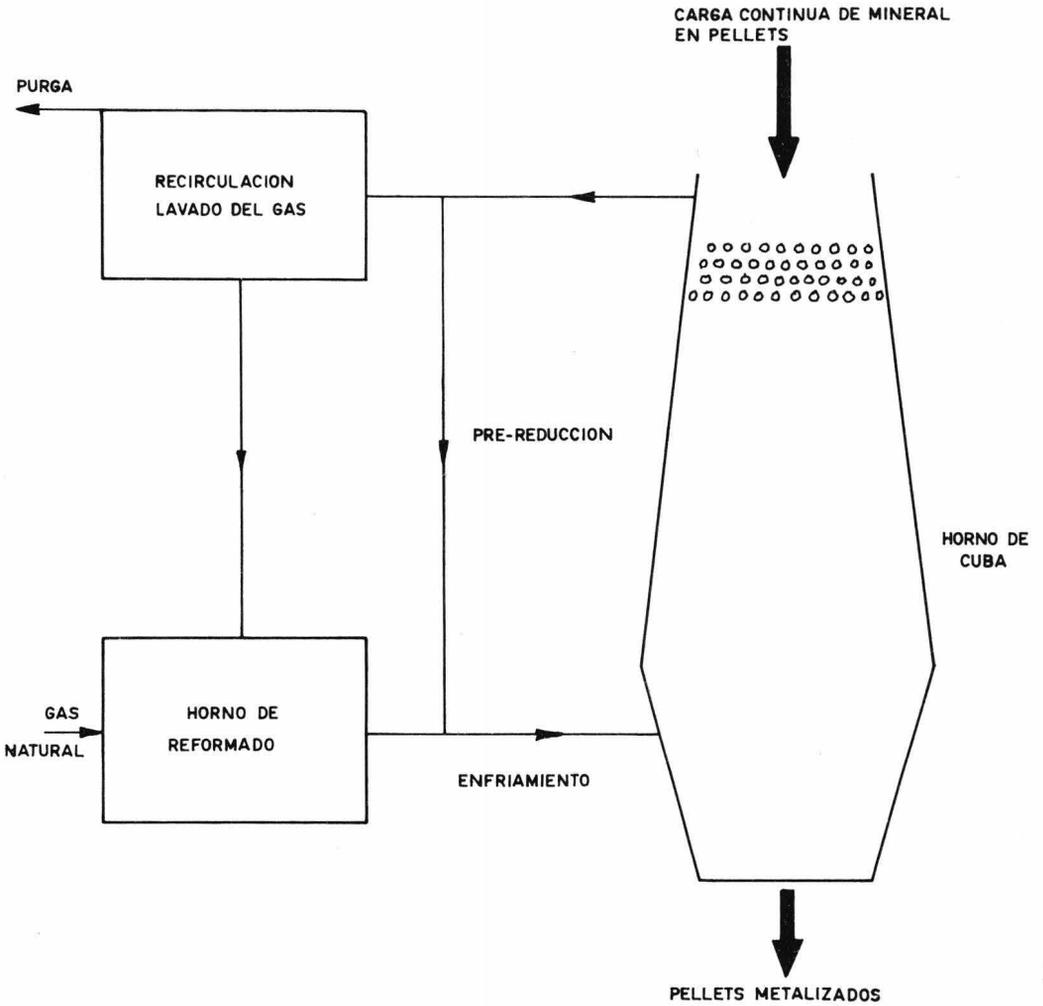


Fig. Nº 5

PROCEDIMIENTO DE FLUIDIZACION.

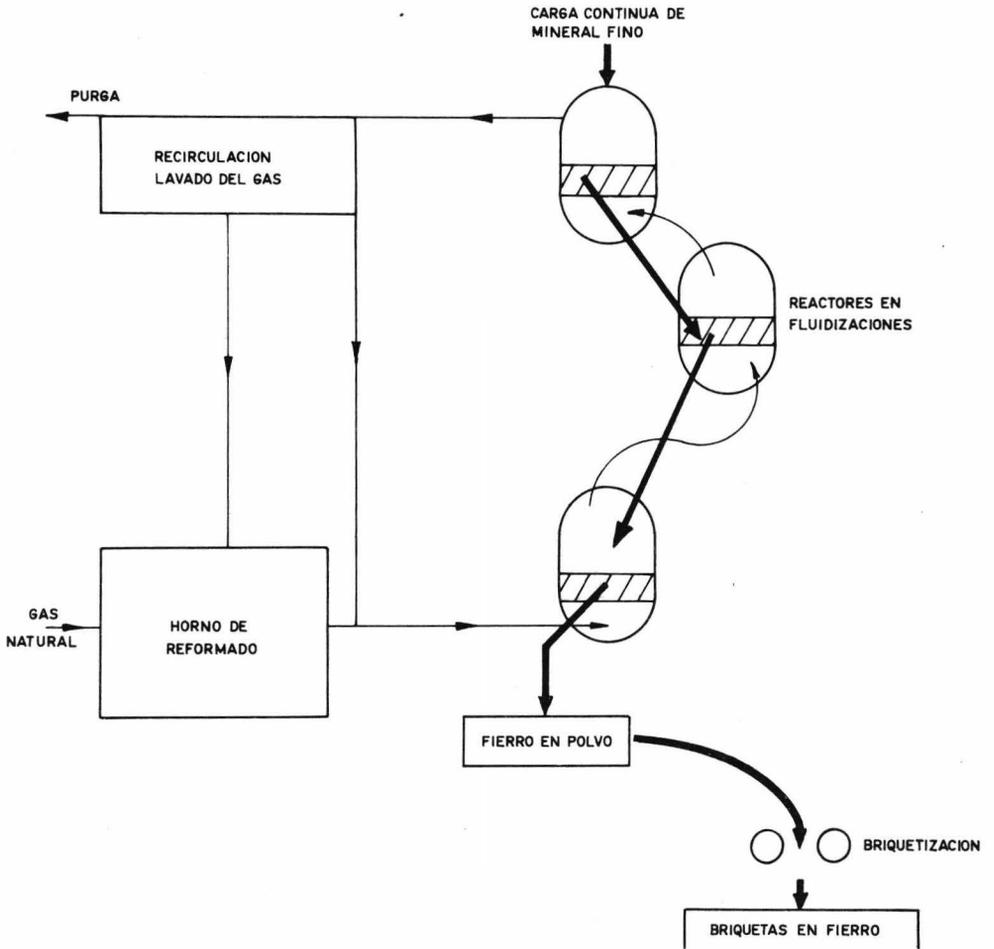


Fig. N° 6

PROCEDIMIENTO DE HORNO ROTATORIO.

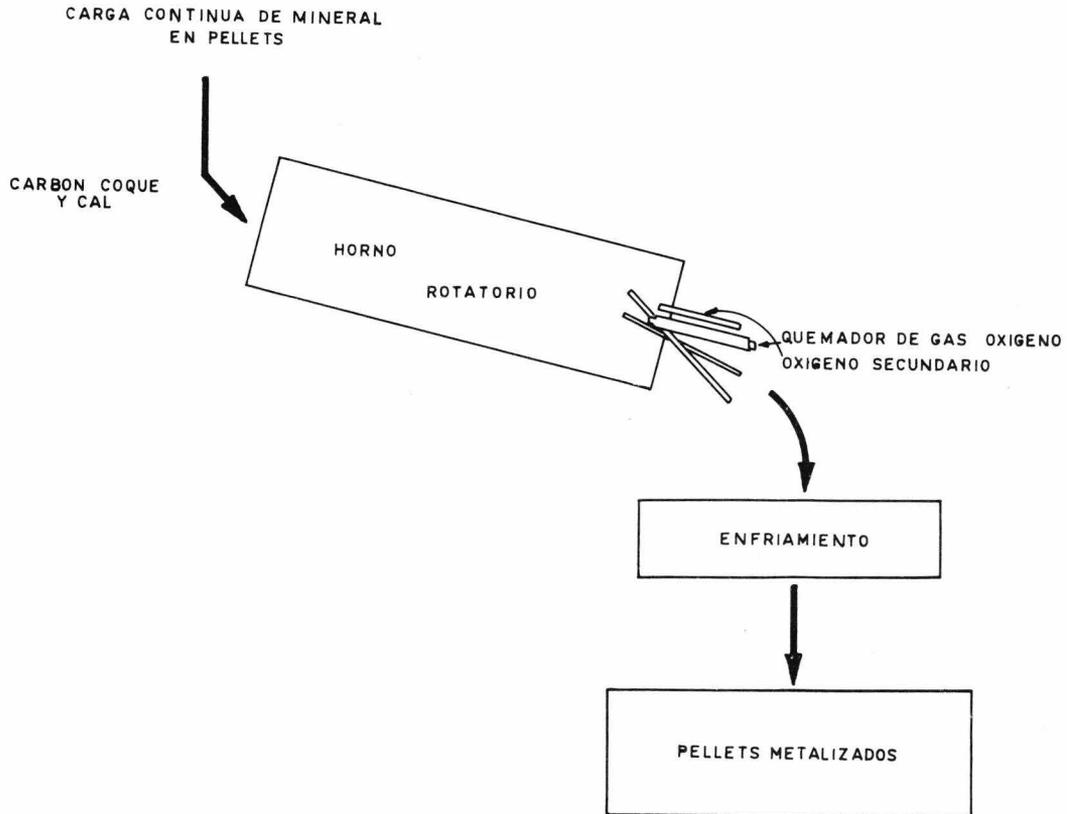


Fig. Nº 7

Horno de Hógar Abierto.

(Siemens - Martin).

Como lo dice el mismo nombre, el horno de hogar abierto, es plano en su interior, dando lugar a una gran área de contacto entre la escoria y el metal por unidad de volumen de metal. Es en realidad, muy semejante a los hornos de reberbero utilizado en las fundiciones de otros metales no ferrosos. Estos hornos son largos, rectangulares, angostos y de techo arqueado, están hechos de ladrillo refractario en su totalidad, quedando soportados por una estructura de acero, como se muestra en la figura No. 8. Se calientan mediante quemadores de gas-aire, usándose en algunos casos también, otros combustibles como aceites. Tienen varias puertas de trabajo distribuidas en toda su longitud, con el fin de poder cargar la chatarra y el arrabio, de forma que queden distribuidos homogéneamente a lo largo de todo el horno.

Este tipo de hornos tuvieron un gran éxito antes de 1960 y se puede decir que en aquella época se producía en ellos el 90% del acero obtenido en el mundo, pero posteriormente y con la introducción de los convertidores básicos de oxígeno, los hornos de hogar abierto tienden a desaparecer.

Operación del horno de hogar abierto.

Para cargar estos hornos, normalmente se utiliza el 50% de chatarra y el otro 50% de arrabio líquido proveniente de un alto horno. Se introduce primero la chatarra, junto con la cal que va a formar la escoria, y se calienta hasta que quede semi-fundida, agregándose en ese momento el arrabio líquido. Esta operación, se realiza en esta forma para proteger al material refractario de la sílica contenida en el arrabio.

La eliminación del silicio y el fósforo ocurre cuando la escoria tiene baja basicidad, por lo que para una buena desfosforación es conveniente que la carga del horno no tenga altos contenidos de silicatos. Para la eliminación de estos elementos, normalmente se agrega a la escoria mineral de Hierro, o bien "cascarilla de laminación", que corresponde a un óxido de Hierro, dando así el oxígeno necesario al "baño" para la formación de las reacciones de refinación. Por otra parte también se agrega espatofluor, que corresponde a un fluoruro de calcio (CaF_2), que sirve como fundente de la escoria, es decir, que se utiliza para dar la fluidéz necesaria a la escoria para que las reacciones de refinación, se realicen de manera más eficiente.

HORNO DE HOGAR ABIERTO
(Siemens Martin)

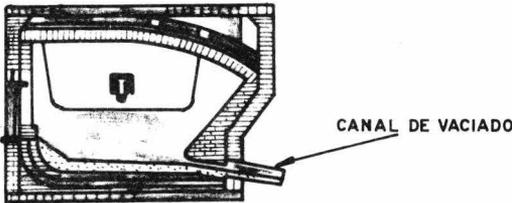
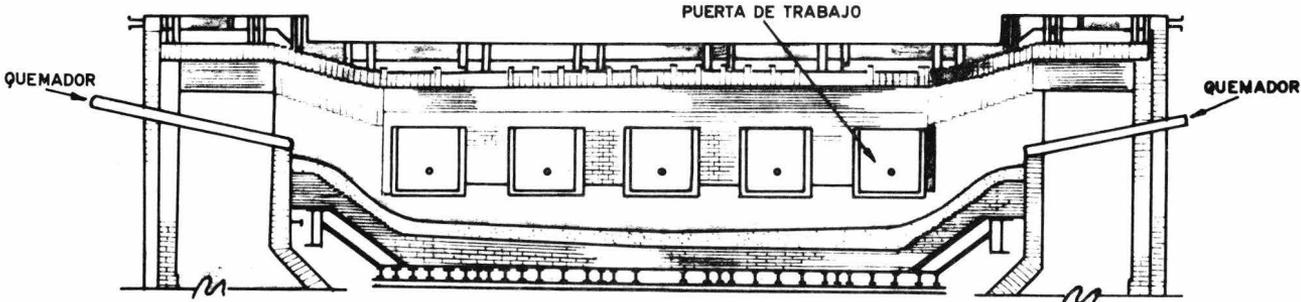
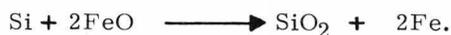


Fig. Nº 8

Reacciones del Proceso.

La eliminación de los elementos silicio, manganeso, fósforo, carbón, y azufre, se inicia inmediatamente después de la adición del arrabio líquido, y por acción de la escoria que se forma, debida a la adición de cal que se hizo desde la carga de chatarra. Todos estos elementos con excepción del azufre, reaccionan por medio de oxidación; tomando el oxígeno de los oxidos de Hierro agregados.

La eliminación del silicio ocurre por la reacción siguiente:



Esta reacción se realiza con bastante rapidéz, siendo ésta la razón de la conveniencia de usar materias primas con contenidos bajos de silicio, para lograr así una buena desfosforación.

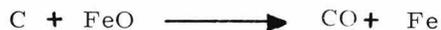
El manganeso se elimina prácticamente del mismo modo, aunque la reacción no es tan rápida.



La eliminación de fósforo, es también semejante:



El carbón normalmente es eliminado por la reacción con los oxidos agregados al acero, que no ocurre sino hasta que el silicio y el manganeso han sido eliminados:



Finalmente, la eliminación del azufre, se realiza a diferencia de las demás, con escoria muy básica y a altas temperaturas:



Convertidor Básico de Oxígeno.

El proceso más popular en este momento, mediante el que se realiza la aceración del arrabio proveniente del alto horno, es el convertidor básico de oxígeno, que normalmente es conocido como LD y B. O. F., aunque también se le denomina de muchas otras formas.

El convertidor básico de oxígeno tiene forma de "pera" y puede girarse para obtener diferentes posiciones. Está hecho de acero y se encuentra revestido interiormente de material refractario.

Este tipo de convertidor es una derivación del Bessemer, que consiste en pasar una corriente de aire a través del metal, para la formación del óxido Ferroso, que es el compuesto mediante el que se van a realizar la mayor parte de las reacciones necesarias para la refinación del acero. El convertidor básico de oxígeno, no pasa una corriente de aire a través del acero, sino que se inyecta oxígeno por su parte superior mediante una lanza refrigerada con agua. Con esto se evitan las impurezas del aire, y además el rápido deterioro de las toberas inyectoras del mismo, existentes en el Bessemer, ya que se encontraban cubiertas por el metal líquido. El convertidor Bessemer, prácticamente ha desaparecido y se ha visto sustituido por los convertidores básicos de oxígeno, que actualmente, se encuentran sustituyendo también a los hornos de hogar abiertos (Siemens - Martin).

Operación del Convertidor Básico de Oxígeno.

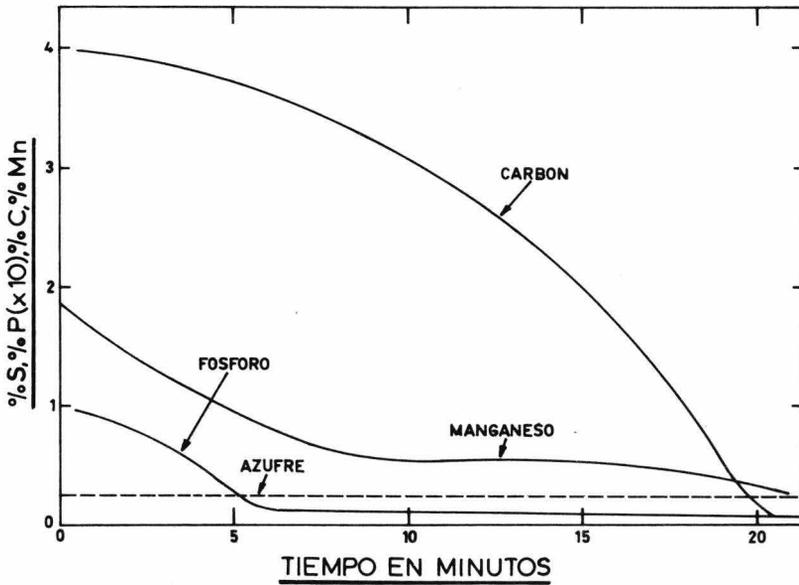
Acepta del 5% al 15% de chatarra, y el resto debe ser arrabio líquido. Se carga primero la chatarra e inmediatamente después se agrega el arrabio, éstas operaciones se realizan con el convertidor ligeramente inclinado, posteriormente, se coloca en forma vertical y se introduce la lanza de oxígeno por la "nariz" del mismo iniciándose así el soplado de este gas.

En la figura No. 9, podemos ver la eliminación del carbón, manganeso y fósforo, durante el tiempo de soplado de oxígeno. El azufre es francamente difícil eliminarlo en condiciones tan oxidantes, por lo que es preferible usar materia prima con bajos contenidos de éste elemento. En el caso de que esto no sea posible, normalmente la desulfuración se realiza durante el vaciado del acero, mediante el uso de desulfurantes energéticos.

Durante el soplado del oxígeno, se agrega al interior del convertidor, óxido de calcio, indispensable para la eliminación del fósforo, que debe tener un contenido en la materia prima, inferior a 0.3%. Cuando el contenido de este elemento es mayor se trabaja con doble escoria, es decir, que se realiza un cambio total de la escoria. Existen modificaciones al proceso llamadas LD-AC y OLP, las que inyectan la cal soplada con el oxígeno, trabajando

así con dos y tres escorias. Durante la primera parte del soplado se inyectan las dos terceras partes del oxígeno total junto con la cal viva, obteniendo así el baño con 1% a 1.5% de carbón y 0.2% a 0.4% de fósforo y una escoria rica en CaO, pero muy pobre de FeO, quedando en magnífica posición para la eliminación del azufre, todo ésto a una temperatura de 1600°C aproximadamente.

ELIMINACION DEL CARBON, MANGANESO Y FOSFORO, DURANTE EL SOPLADO DE OXIGENO EN EL CONVERTIDOR BASICO DE OXIGENO.



FUENTE.-PHYSICAL CHEMISTRY OF IRON & STEEL MANUFACTURE.

Fig. Nº 9

CONVERTIDOR BASICO DE OXIGENO.
(HORNO B.O.F.)

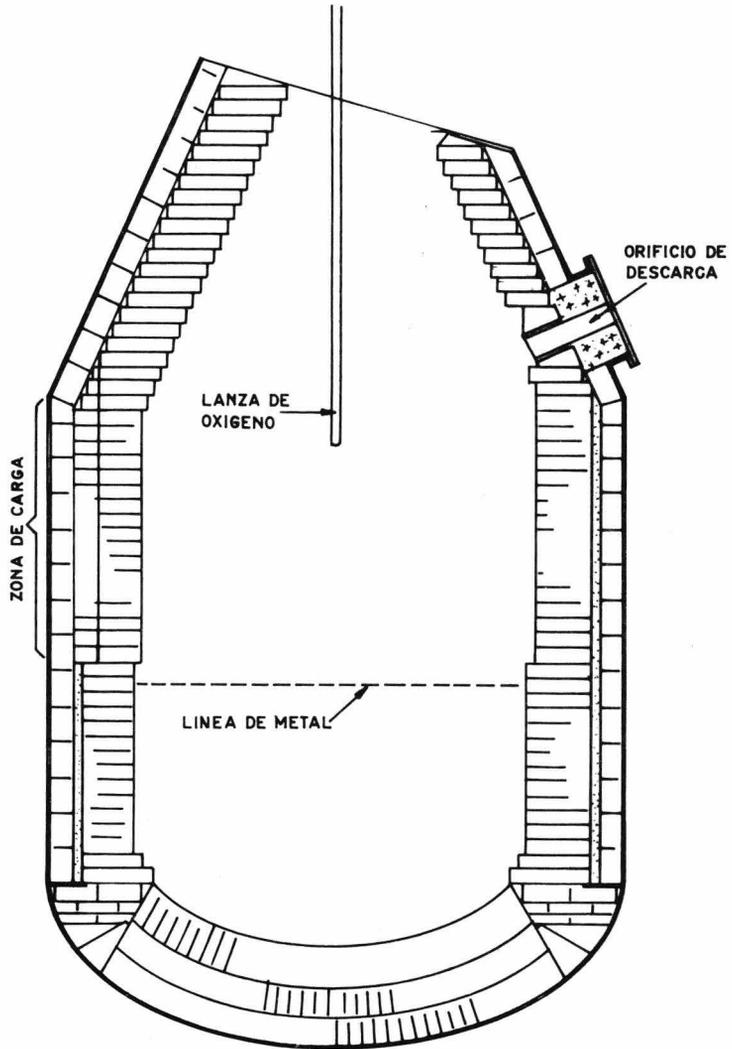
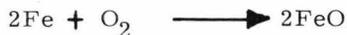


Fig. Nº 10

Reacciones del Proceso:

El oxígeno inyectado reacciona inmediatamente con el Hierro formando el FeO:



Este óxido ferroso va a reaccionar con el manganeso, dando el óxido correspondiente:



El óxido ferroso se elimina con el monóxido de carbono, proveniente de la oxidación de carbón:



Esta eliminación también se realiza con el carbón:



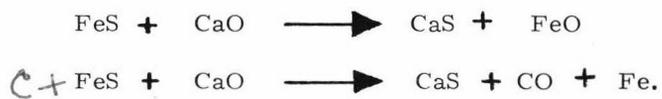
El monóxido de carbono producido sale por la "nariz" del convertidor y se convierte en CO₂:



La eliminación del fósforo se realiza mediante las siguientes reacciones:



En los casos en que se elimina el azufre mediante una escoria básica se hace mediante las reacciones siguientes:



Horno Eléctrico

El horno de arco eléctrico, tiene forma de un cilindro, corto en las paredes laterales, siendo la base en forma de casquete, hecho todo de acero, con sistema basculante y revestido en su interior de material refractario. Se carga por la parte superior retirando la bóveda y se vacía por el canal de salida. Utiliza corriente trifásica con tres electrodos de grafito. Está considerado como el proceso que da aceros de mejor calidad y también el de mayor futuro, junto con el convertidor básico de oxígeno, aunque posiblemente esté por encima de él, ya que es más versátil. Es decir, que su materia prima puede ser muy variada, chatarra (de cualquier calidad fría o recalentada), arrabio líquido, materiales pre-reducidos, o combinaciones de todos éstos; también sus costos de instalación y del equipo mismo son menores, existiendo en capacidades hasta de más de 200 toneladas de carga metálica.

Existen varios tipos de hornos eléctricos de arco, de resistencia y de inducción. Para éste caso, hablaremos de los de arco, ya que en éstos se fabrica la mayor parte del acero llamado eléctrico.

El arco eléctrico, se forma entre los electrodos y el material a fundir. Como la temperatura del arco es superior a los 3500°C , entonces el grafito de los electrodos se sublima y forma así una atmósfera conductora que facilita el establecimiento de dicho arco.

Las ventajas del trabajo de fabricación de acero por medio del uso del horno de arco eléctrico son varias:

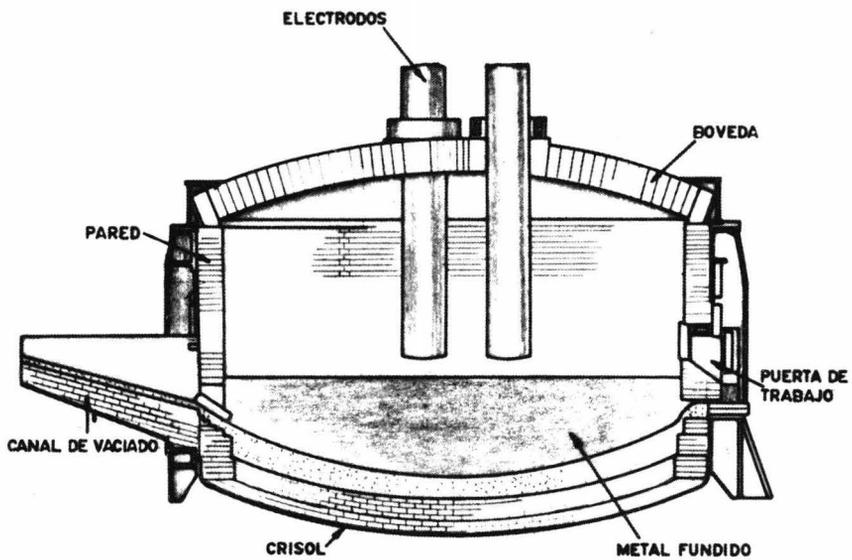
Es por llamarlo así, neutro, es decir que la carga del horno no tiene que estar forzosamente sometida a una atmósfera oxidante o reductora, pues a voluntad se puede hacer oxidante, reductora, o neutra, según convenga.

No necesita de una preparación previa ya que en cualquier momento y con sólo accionar unos interruptores, se puede empezar a calentar la carga directamente y a plena intensidad si fuese necesario.

Admite una regulación tan grande que se puede graduar la temperatura del horno a voluntad con toda precisión y rápidamente. En estos hornos se puede llegar a límites de temperatura que no son factibles con ningún otro energético comercial.

A un buen operador de un horno eléctrico básico se le puede pedir con toda tranquilidad, un acero de una composición determinada por muy compleja que sea, y con una tolerancia muy pequeña, con la seguridad de que puede resolver el problema. Para lograr esto, no tiene que estar buscando necesariamente, chatarra de una determinada composición, ni más ni menos limpia, sino que lo único que puede pedir es que quepan dentro del horno; y sí funde alta o baja en carbón o en otros elementos, los puede subir o

bajar según las necesidades del acero que fabrique. Si la chatarra tiene elementos que le convenga conservar, como cromo, niquel, etc., puede hacerlo, si no en su totalidad, cuando menos - en buena parte.



HORNO ELECTRICO DE ARCO

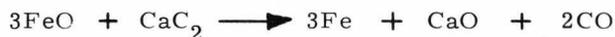
Reacciones del proceso.

Generalmente se utiliza el método básico, puesto que en la mayoría de los casos las reacciones que se desea que se formen para la eliminación de elementos residuales, requieren de condiciones fuertemente reductoras. Una vez que se ha fundido la carga metálica, antes de iniciar el estado de desoxidación, se considera que el metal contiene FeO y CO disueltos, además de óxidos en suspensión, de manganeso, silicio, cromo, etc. La escoria básica formada se lleva estos óxidos rápidamente, principalmente el FeO, MnO y SiO₂. Es necesario remover estas impurezas de acuerdo a la calidad del acero que se refiera.

El principal agente desoxidante es el CaC₂, (carburo de calcio), y se forma a partir de CaO y carbón.



Esto ocurre sólo cuando la atmósfera del horno no está oxidada. Entonces se desoxida la escoria formando:



y el Hierro y manganeso regresan al baño, al igual que el cromo, silicio, vanadio, etc., si están presentes como óxidos en la escoria.

El CaC_2 de la escoria reduce también el FeO y CO que se encuentran en el baño, en contacto con la escoria. Esto se haría por difusión y tardaría mucho tiempo, así que es conveniente agitar periódicamente el baño para que ésto se realice rápidamente.

Los sulfuros FeS y MnS reaccionan también y se elimina el azufre en la escoria:



La mayor parte de la desulfuración con CaC_2 no se va a la escoria ya que en ésta se realizan también las reacciones:

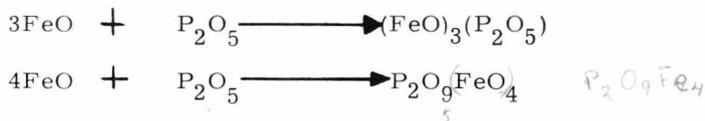


La total eliminación del azufre por éste y cualquier método es imposible.

Para la eliminación del fósforo, que se encuentra disuelto en forma de PFe fosfuro de Hierro que es muy estable, se requiere de una escoria con bastante óxido de calcio libre y por lo tanto fuertemente básica. El FeO al reaccionar con el fósforo, forma el anhídrido.



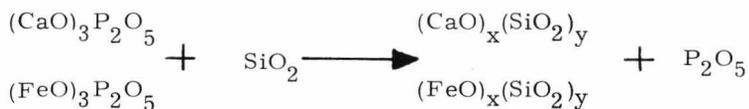
El anhídrido fosfórico es un ácido fuerte, así que basta una base para combinarse, siendo ésta el FeO disuelto en el acero y formando fosfato ferroso:



Este fosfato es muy inestable y al subir a la escoria y encontrar CaO libre, que es una base más fuerte que el FeO, reemplaza a éste y forma el fosfato tricálcico que queda en la escoria.



En el caso de que exista sílice en la escoria, ésta descompondrá el fosfato de cal, formándose un silicato cálcico más estable, quedando el fósforo en forma de anhídrido (P_2O_5) que regresa al baño.



o bien:



La eliminación de manganeso, silicio, y carbón se hace en la misma forma que en el Siemens-Martin.

Los hornos eléctricos de arco sin embargo, presentaron y siguen - presentando problemas con los sobrecalentamientos de los transformadores y el gasto de los refractarios. Actualmente, estos problemas están siendo resueltos mediante el mejoramiento en calidad de los refractarios y el uso de la llamada ultra alta potencia.

Uno de los factores sobresalientes del horno eléctrico de arco, - que ha contribuido a su creciente aplicación, es su flexibilidad en la selección de su materia prima, su operación y el tipo de producto - que se puede obtener. Además de poder fundir toda clase de grados de Hierro o acero con un máximo de flexibilidad en la selección de materias primas, el horno eléctrico de arco tiene la característica de producir metal continuo o intermitentemente para llenar las - demandas siempre cambiantes en el ciclo económico, o de poder - combinar su operación de acuerdo con las exigencias estrictas de - programación de una instalación, sea de colada continua o vaciado - en lingotes, y esto puede obtenerse sin sacrificar la economía de la operación. Esta es una de las razones principales por la que el - horno eléctrico de arco ha sido aceptado abiertamente por las fundiciones y acerías pequeñas no integradas.

Al observar las instalaciones de colada continua o vaciado en lingotes en todo el mundo, vemos que estos hornos abastecen el metal en aproximadamente el 90% de los casos.

La razón de ésto es la facilidad de hacer ajustes en la colada, y la habilidad de mantener en buenas condiciones y en forma económica cuando ocurren demoras en las instalaciones de colada.

CAPITULO VI
PROCESO DE ELABORACION
DEL FIERRO ESPONJA Y SU USO.

FIERRO ESPONJA.

La reducción de los minerales de Hierro tienen por objeto la obtención del Hierro metálico para utilizarse como materia prima en la fabricación del acero.

Los esfuerzos de investigación llevados a cabo por la Industria Siderúrgica en el mundo, se han multiplicado considerablemente durante los últimos veinte años, teniendo como objetivos principales:

- 1). - Aumentar la capacidad del equipo ya instalado.
- 2). - Transformar el mineral de Hierro en Hierro metálico por el procedimiento más económico.
- 3). - Obtener mayor rendimiento en la producción, sin aumentar el consumo de materia prima utilizada.
- 4). - Satisfacer la creciente demanda del mercado con productos de la mejor calidad.

Es decir, que la fabricación de acero de la mejor calidad, al menor costo posible, con las materias primas disponibles y sumado al enorme crecimiento de la Industria Siderúrgica en los últimos años, ha dado origen al desarrollo de nuevos procesos para la obtención del Hierro y el mejoramiento de los ya existentes. Entre los nuevos procesos tenemos a los llamados de reducción directa o pre-reducción y específicamente trataremos el proceso HYL.

El proceso HYL de reducción directa de minerales de Hierro, nació de una necesidad industrial, como lo era el uso de chatarra - con sus fluctuaciones en precio, en el suministro y en su calidad, - además de aprovechar los yacimientos de gas natural que existen en nuestro país; fué entonces cuando se pensó en la integración de la fábrica para producir su propio Hierro metálico a partir del mineral de Hierro.

Descripción del Proceso:

Existe en México un proceso para reducir el mineral de Hierro, mediante una mezcla de gas natural y vapor de agua. Este es el proceso de reducción directa de Hojalata y Lámina que ya mencionamos con anterioridad.

El proceso de reducción directa HYL se divide en dos partes principales: el sistema de gas de reformación y el sistema de reducción del mineral.

- a) Sistema de gas de reformación. Al gas natural que llega a la planta por medio de gasoductos, se le elimina el azufre en un desulfurizador de carbón activado. Posteriormente, el gas desulfurizado se mezcla con vapor de agua en una relación molar vapor a gas de 2.1 a 1.0 y esta mezcla de gases es precalentada a 430°C en un -

serpentín de convección, localizado en la chimenea del reformador. En estas condiciones la mezcla de gases precalentada, entra al quemador de tubos verticales, localizado en la parte principal del horno de reformación, en donde se efectúa la reacción del gas natural con el vapor de agua a una temperatura de aproximadamente 850°C. La reacción es acelerada con un catalizador de níquel para formar los gases reductores como se indica en la siguiente reacción:



La composición del gas reductor es de 74% de hidrógeno, 13% de monóxido de carbono, 8% de bióxido de carbono y 5% de gas metano.

El gas reductor caliente abandona entonces el horno de reformación y es pasado a través de un cambiador de calor o caldera de recuperación, en donde el exceso de calor que trae el gas reductor es usado para convertir agua en vapor. La mayor parte de éste vapor se utiliza en la operación de reformación para producir el gas reductor, el resto es usado en otros equipos de la planta

como son turbinas, regeneración de desulfurizadores, -
etc.

El vapor de agua es sobrecalentado en un serpentín que -
se encuentra en la sección de precalentamiento del hor--
no reformador y simultáneamente se enfría la mezcla de
gases reductores.

A la salida del cambiador de calor el gas reductor o gas
de reformado que tiene una temperatura de 230°C , baja
aún más su temperatura en un enfriador de gas con agua
a contacto directo. Una vez frío y seco, es transporta-
do por medio de tubería al sistema de reactores para re-
ducir el mineral de Hierro.

b) Sistema de Reducción del Mineral. - El sistema de re--
ducción está formado de cuatro reactores idénticos, con
una capacidad aproximada de 100 a 140 toneladas de mi-
neral bruto cada uno, además tienen acoplados precalen-
tadores y torres de enfriamiento.

El ciclo de reducción completa por carga de mineral es-
de 12 horas, período durante el cual, el reactor pasa -
por cuatro etapas, en donde cada una de ellas requiere-
de tres horas para realizarse.

f

Etapas que se efectúan en un reactor.

- Primera Etapa. - Pre calentamiento del mineral crudo con una reducción parcial del gas usado (gas secundario, tiempo empleado 3 hrs.).
- Segunda Etapa. - Reducción del mineral pre calentado a Fierro Esponja (expuesto a gas primario, tiempo empleado 3 hrs.)
- Tercera Etapa. - Enfriamiento del Fierro Esponja con gas reductor nuevo y frío (tiempo requerido 3 hrs.)
- Cuarta Etapa. - Descargar el Fierro Esponja, ya frío y volver a cargar el reactor con mineral crudo (tiempo empleado 3 hrs.)

En la figura No. 12, se ilustra el proceso de reducción del mineral y en la figura No. 13, el esquema de uno de los reactores.

PROCESO H Y L

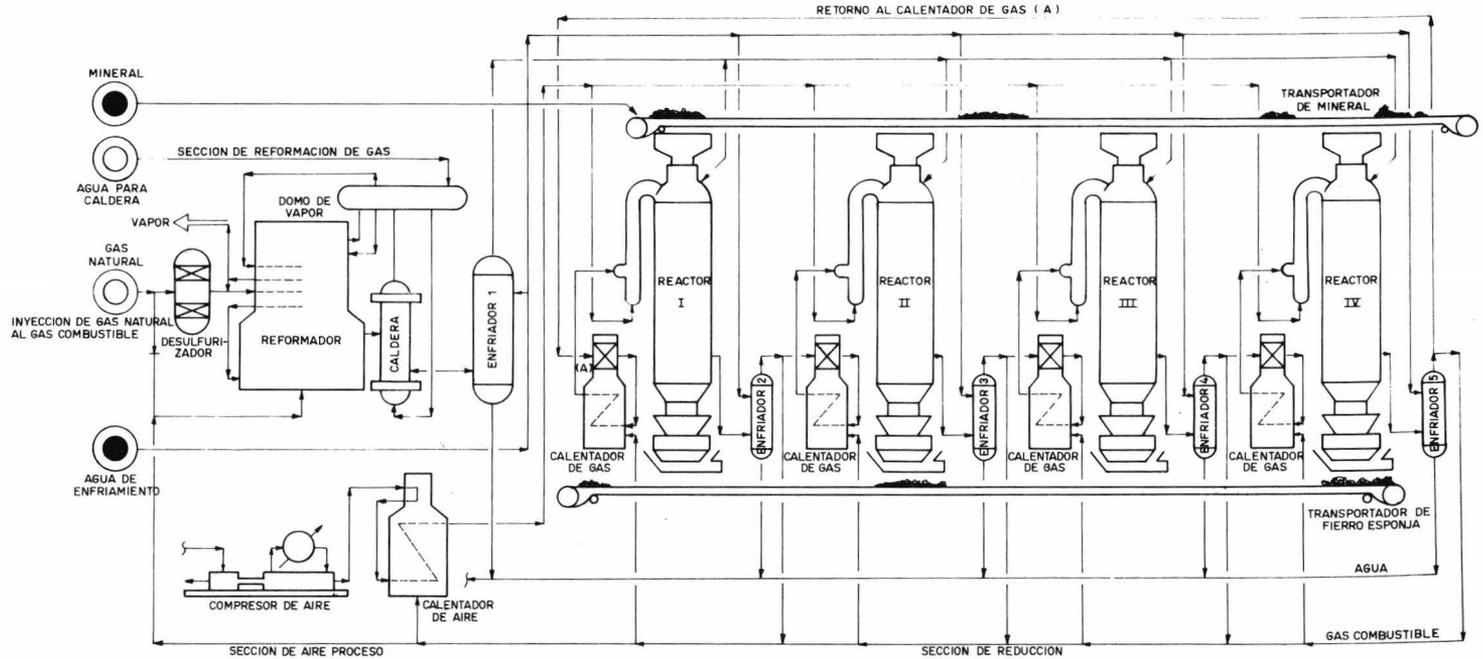


Fig. N° 12

REACTOR PROCESO H Y L

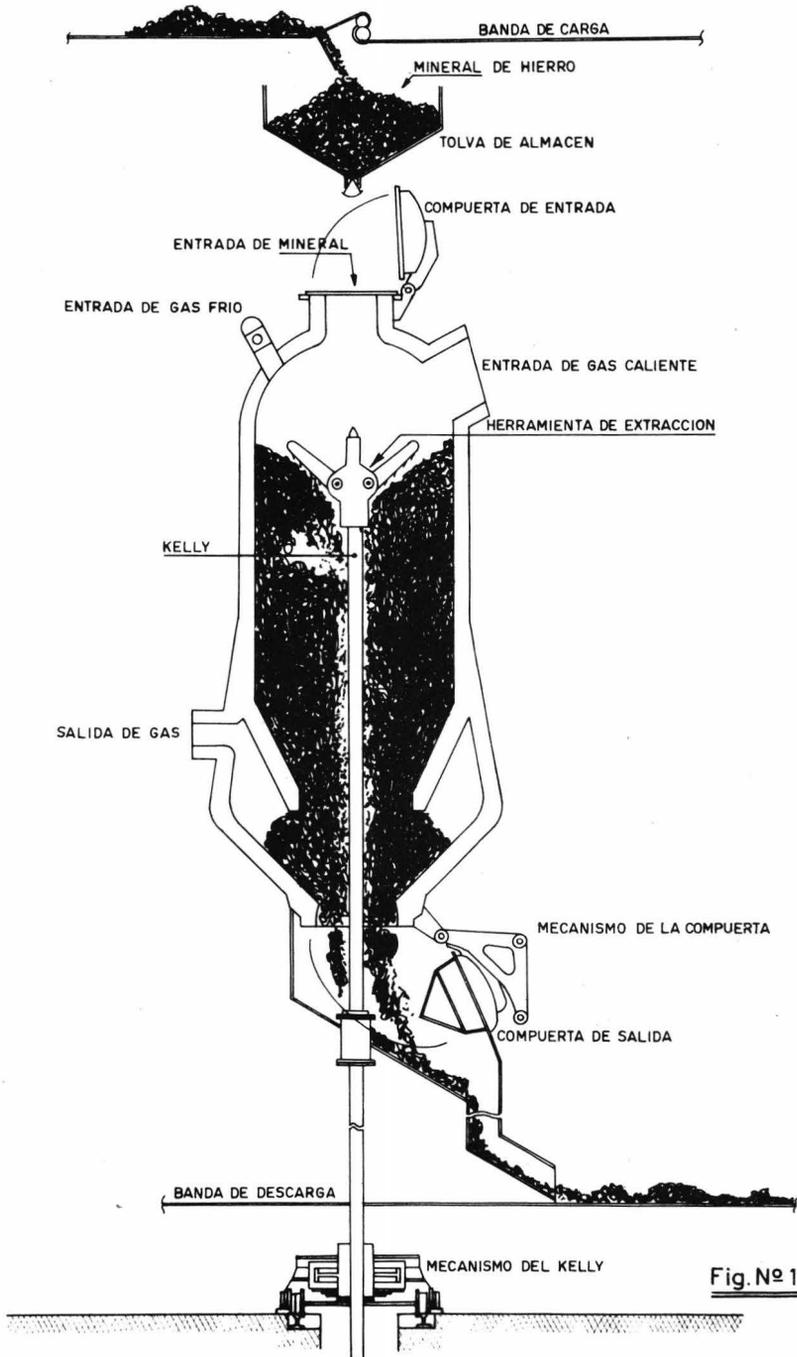


Fig. Nº 13

Descripción del proceso continuo de reducción del mineral, que -
ocurre a cada uno de los reactores, representados en el diagrama-
anterior.

Reactor No. 1 Ha sido cargado con mineral de Hierro, recibió -
tres horas de gas primario. La reducción está -
terminada y por último se le está proporcionando-
tres horas de gas reformado fresco y seco, con -
el objeto de carburizar y enfriar el Fierro Espon-
ja.

Reactor No.2 Este reactor se cargó de mineral de Hierro, reci-
bió tres horas de gas secundario, el mineral está -
caliente y pre-reducido, ahora se le está pasando-
gas primario durante tres horas, para su reduc- -
ción final.

Reactor No.3 Ha sido cargado con mineral de Hierro, se le pasó -
por una corriente de gas secundario durante tres -
horas para calentar y pre-reducir su carga.

Reactor No.4 Este reactor se cargó con mineral de Hierro, estu
vo expuesto a tres horas de gas primario y tres ho
ras de gas de enfriamiento, se da por terminada -
su reducción completa, así como su enfriamiento.

Ahora está en proceso de depresión, descarga, -
carga y presión.

Todos los reactores cambian de una etapa a otra en el orden mencionado por medio de un sistema rotativo de válvulas en lapsos de tres horas y operadas a control remoto desde un tablero en el cuarto de controles.

Explicación de los Ciclos de Gas.

Gas Reformado. - Es el producto gaseoso de la unidad reformadora de gas natural.

Gas de Enfriamiento.

to. - Es el gas reformado después de ser enfriado y secado. Se utiliza para enfriar y carburizar el Fierro Esponja en la etapa de enfriamiento.

Gas Primario. - Corresponde al gas de enfriamiento después de pasar a través del reactor en etapa de enfriamiento. Se usa para terminar la reducción en etapa primaria.

Gas Secundario. - Este gas se obtiene después de hacer pasar el gas primario a través del reactor que se encuentra en la fase primaria. El gas secundario se usa para iniciar el calentamiento y pre-reducir la carga en etapa secundaria.

Gas Combustible. - Este es el gas de salida del reactor que se encuentra en la etapa secundaria, tiene un poder calorífico alto que se aprovecha como combustible en los quemadores de la unidad reformadora.

El calentamiento que es introducido a los reactores por un determinado procedimiento, fué desarrollado por el Departamento de Ingeniería de Hojalata y Lámina, S. A., y a continuación lo exponemos:

El gas de enfriamiento una vez que ha pasado la tercera etapa, es llevado a una torre de enfriamiento, para eliminar por condensación el agua que lleva, posteriormente ya seco, se calienta en un horno tubular convencional a una temperatura de 700 a 820°C. Al mismo tiempo, una corriente de aire se calienta aproximadamente a la misma temperatura en otro horno de diseño similar al usado para el precalentamiento del gas. Un cuidadoso control cuantitativo de este aire precalentado, se inyecta a la mezcla del gas reductor causando la combustión de una porción del mismo, el calor resultante de la combustión eleva la temperatura de la mezcla del gas reductor de 980 a 1230°C.

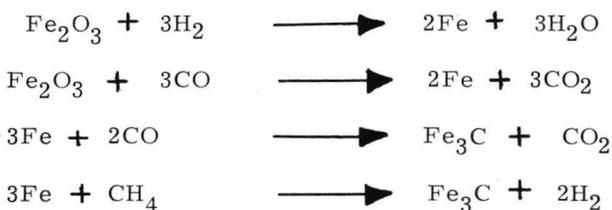
Este gas denominado gas primario que tiene una temperatura alta, entra a un reactor que contiene mineral de Hierro caliente y parcialmente reducido, el cual ha completado justamente la segunda etapa. En esta fase el mineral reducido por contacto con los gases calientes, sufre un reacomodo y gran cantidad de gases salen del reactor.

El gas reductor que abandona la segunda etapa, es también enfriado en una torre de enfriamiento para secarse, eliminando por condensación el agua que trae, después se calienta nuevamente a temperaturas altas, haciéndolo fluir dentro del reactor, el cual ha sido cargado con mineral de Hierro frío y crudo, correspondiente a la primera etapa.

Los gases que emergen de esta primera etapa que han precalentado y parcialmente reducido el mineral, aún contienen cantidades apreciables de hidrógeno y monóxido de carbono por lo que son usados como combustible para suministrar calor a los diferentes hornos de la planta.

Para aumentar el poder calorífico de este gas final, es necesario adicionar gas natural en el sistema de gas combustible.

La reducción del mineral con gases reductores en el rango de temperaturas de 760 a 1040^oC, está acompañada por las siguientes reacciones:



El proceso de Hojalata y Lámina puede usar además de gas natural, otros hidrocarburos. La planta en su totalidad es autosuficiente, requiriendo solamente de gas natural y agua proveniente de fuentes externas.

Características del Fierro Esponja.

El Fierro Esponja es el producto obtenido por reducción de los óxidos de Hierro naturales, sin llegar al punto de fusión. El grado de desoxidación es variable pero debe tener un valor mínimo que permita la formación de Hierro metálico.

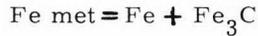
La composición química del Fierro Esponja es el resultado de varios factores combinados: El análisis químico previo del mineral, los niveles de reducción obtenidos, y el carbón incorporado al Fierro Esponja, durante el proceso.

El contenido promedio de carbón encontrado en las operaciones ordinarias es constante e igual a 1.85% por ser el óptimo requerido.

El Fierro Esponja está formado básicamente de cuatro componentes: Hierro metálico, óxido Ferroso, ganga y carbón.

Tanto el grado de reducción como el contenido de carbón en el Fierro Esponja, se controlan en el proceso HYL, a nivel de voluntad dentro de tolerancias permisibles y se puede lograr por medio de ajustes en la operación, ya sea aumentando el tiempo de reducción, o el tiempo de exposición con gas reductor o aumentando el flujo del mismo, tomando como base las características físicas y químicas del mineral y especialmente su grado de reductibilidad.

Hierro Metálico. - Es el Hierro que no está en forma de óxido, es decir:



Hierro Total. - $\text{Fe} + \text{Fe}_{0.95}\text{O} + \text{Fe en el Fe}_3\text{C}$

Metalización. - Es la relación de Hierro metálico a Hierro total, según se define abajo expresado en porcentaje.

$$\text{Met} = \frac{\text{Fe met.}}{\text{Fe total}} \times 100$$

Porcentaje de reducción. -

Es el porcentaje de oxígeno removido del mineral.

$$\%R = \frac{\text{oxígeno en mineral} - \text{oxígeno final des.}}{\text{oxígeno inicial en mineral.}} \times 100$$

Carbón total. - Es la suma del carbón combinado en forma de Fe_3C y el carbón depositado.

Ganga. - Todos los compuestos e impurezas que acompañan a los óxidos de Hierro formados principalmente por los siguientes elementos: silicio, aluminio, calcio, magnesio, azufre y fósforo.

TABLA No. 17

Composición Promedio del Fierro Esponja

(Porciento en peso, base seca).

Fe - - - - -	48.3
Hierro en $Fe_{0.95}O$ - - - - -	13.88
Hierro en Fe_3C - - - - -	25.09
Hierro \uparrow total - - - - -	87.00
Carbón - - - - -	0.09
Carbón en Fe_3C - - - - -	1.80
Carbón \uparrow total - - - - -	1.89
Fósforo - - - - -	0.417
Azufre - - - - -	0.023
SiO_2 - - - - -	6.6
Al_2O_3 - - - - -	0.2
Ca - - - - -	0.3
Ganga - - - - -	6.49
Oxígeno en $Fe_{0.95}O$ - - - - -	4.18
	100.00

$$\text{Porciento de Metalización} = \frac{\text{Hierro no oxidado}}{\text{Total de Hierro.}} \times 100 \quad 84.00\%$$

Fuente: HYLSA

Fabricación de Acero utilizando Fierro Esponja como Carga Metálica.

El Fierro Esponja, es bastante adecuado para usarse en las fusiones en frío como lo es la realizada en el horno eléctrico de arco.

La fusión de Fierro Esponja, está caracterizada por su baja conductividad térmica y eléctrica, las pérdidas de calor por radiación son menores, debido a que la carga por ser de tamaño pequeño absorbe la mayor parte del calor. Además este material presenta la ventaja de contener bajos residuales y rara vez posee elementos perjudiciales como son el níquel y el cromo encontrados frecuentemente en la chatarra. Estas condiciones más la habilidad para controlar la escoria en el baño, tienden a balancear los efectos de la menor conductividad térmica y el gran volumen de escoria cuando se está fundiendo el Fierro Esponja.

Método de Fundición.

Las experiencias que se tienen en fundición han determinado que el contenido de Fierro Esponja sea de 70 a 80% del total de la carga metálica y es conveniente usarlo en forma de pelets con lo que se logra una distribución más rápida.

El horno en el que se efectuó la práctica tiene un diámetro de coraza de 10'-0", los electrodos son de 12" de diámetro y cuenta con transformadores de 4.5 MVA.

La carga del horno se realiza en varias etapas, procurando que en cada una de ellas, el Fierro Esponja que representa la mayor parte del recargue, lleve entremezclada la chatarra para evitar así que la baja conductividad eléctrica afecte al tiempo de fusión. Una vez realizada la fusión, se inicia la refinación del acero, para lo que se envía una muestra de dicho acero al laboratorio, obteniéndose el análisis del mismo de la siguiente forma:

C--0.06-0.15

Mn-0.02-0.08

Escoria contiene de 15 a 24% de FeO

P--0.02-0.05

Relación de cal a silicio

S--0.02-0.04

R = 1.5-2.3

Cu-0.06-0.022

Ni-0.03-0.07

Cr-0.01-0.06

El fósforo es casi eliminado durante la fusión, debido a las condiciones oxidantes que se tienen a relativa baja temperatura y a la actividad del baño. Si se quiere ajustar finalmente el contenido de fósforo, se puede hacer agregando óxido de calcio (cal viva).

El carbón necesita ser de 10 a 15 puntos arriba de lo especificado durante la práctica tradicional y para controlarlo se puede hacer mediante la inyección de oxígeno o agregando grafito en el seno del baño.

El azufre no presenta problemas ya que la mayor parte es removido en las plantas en que se produce el Fierro Esponja. Cuando se tiene un mineral con un contenido alto de azufre, por ejemplo - arriba de 0.15% entonces se recurre a la calcinación del mineral. Dependiendo del tipo de acero la temperatura es ajustada entre - los 1680°C y los 1700°C leídos por inmersión de termopares.

VARIABLES DEL FIERRO ESPONJA QUE INTERVIENEN EN LA FUSIÓN.

Como ya hemos dicho, la fusión se ve afectada por la baja conductividad térmica y eléctrica del Fierro Esponja, y ésto debe evitarse a través de una mezcla adecuada en cada recargue, con chatarra. A pesar de esto, y aunque no varía el tiempo de fusión, si se vé fuertemente afectado al consumo de energía eléctrica, puesto - que el Fierro Esponja tiene una gran cantidad de ganga que se convierte en escoria. Además el Fierro Esponja se derrumba continuamente alrededor de los electrodos provocando que éstos estén - en ocasiones en corto circuito, por lo que demandan una potencia mayor. Por otra parte el Fierro Esponja tiene menos pérdidas de calor que la chatarra, sin embargo, ésto no alcanza a cubrir el - consumo de energía provocado por lo mencionado anteriormente. Otra característica de la fusión de Fierro Esponja es la formación de gases que forman fuertes flamas que desgastan al refractario - de la bóveda, del horno y a los electrodos.

Tomando como referencia los datos del análisis promedio del Fierro Esponja mostrados en la tabla No. 17, podemos ver que las condiciones de proceso en las plantas donde se fabrica el Fierro Esponja, normalmente se obtiene un 84% de metalización, pero se pueden adaptar para producir cualquier metalización deseada. Así mismo, el contenido de carbón se mantiene en un rango de 1.8% a 1.9% pero puede ser variado entre 1.5% y 4%, por medio de la reducción del ciclo, o aumentando el flujo de gas reductor. La metalización es evaluada en relación al carbón obtenible en el Fierro Esponja.

Estas variables de la metalización y contenido de carbón, son las que afectan principalmente ya que durante la fusión el contenido de carbón, que la mayor parte está como carburo de Hierro, reacciona para producir el óxido ferroso del cual debe de haber un sobrante de aproximadamente 20%, para reaccionar con el fósforo produciendo la oxidación del mismo y además para mantener a la escoria con una fluidez apropiada.

Si la metalización o el contenido de carbón es incrementado, la viscosidad de la escoria aumentará, debido a la insuficiencia de óxido ferroso y la fusión se demorará considerablemente.

Si por otra parte, la metalización o el contenido de carbón es disminuido, la escoria será rica en óxido ferroso, disminuyendo el

rendimiento y la vida del material refractario, ya que el óxido ferroso es un disolvente enérgico del refractario.

De todas formas el contenido de óxido ferroso necesario en la escoria para la eliminación del fósforo, es suficiente para que se tenga un consumo mayor de refractario, en relación a la fusión de chatarra.

CAPITULO VII
ESTUDIO ECONOMICO

ESTUDIO ECONOMICO.

En este capítulo, pretendemos obtener el costo estimado de la fabricación de Fierro Esponja y de la obtención de acero, utilizando el primero como constituyente principal de la materia prima para la fabricación del segundo. El cálculo de estos costos de producción, está basado en los datos de consumo y de producción que fueron obtenidos de las empresas fabricantes de acero con Fierro Esponja y sin él.

Con el fin de ejemplificar la integración del costo de producción por tonelada de Fierro Esponja y de acero, al inicio de cada parte enunciaremos el procedimiento que se siguió para la elaboración de los índices correspondientes.

1. - Costo de Producción de Fierro Esponja.

1. Datos generales:

- a) Producción diaria. - 500 t on.
- b) Días trabajados por año. - 340
- c) Ley promedio del mineral. - 62% Fe.
- d) Precio del mineral (en la mina). - \$104.00 por t on.
- e) Transporte del mineral. - \$70.00 por ton.
- f) Pérdidas de mineral por manejos. - 5%
- g) Consumo de gas. - 756 m³ por ton. Esp.

- h) Precio del gas (zona central de la República Mexicana). - \$0.18 por m³.
- i) Consumo de energía eléctrica. - 19 Kwh por ton. Esp.
- j) Precio energía eléctrica (zona central de la República Mexicana). - \$0.27 por Kwh .
- k) Consumo de agua tratada. - 2 m³ por t on. Esp.
- l) Costo de agua tratada. - \$1.55 por m³.
- m) Consumo de ganga volcánica. - 33 Kg. por t on. Esp.
- n) Precio de g anga volcánica. -\$ 0.55 por Kg.
- o) Personal directo de operación (incluyendo jefe de planta) 69 personas.
- p) Personal indirecto de operación. - 12,000 hrs/hombre - por mes, por concepto de mantenimiento.
- q) Materiales de mantenimiento. - \$125,000 mensuales.
- r) Refractarios. - Reparación anual de \$578,000.00
- s) Gastos indirectos. - \$25,000.00 mensuales.
- t) Precio del equipo. - \$140,000,000.00
- u) Depreciación. - 10 años.
- v) Contenido de Fierro total en el Fe Esp. - 87%.

2. - Procedimientos del cálculo del costo por tonelada de Fierro -
Esponja.

A) De acuerdo con los datos a), c), d), e), f) y v), tenemos -
que se requieren 1,477 Kg. de mineral para producir -
1,000 Kg. de Fierro Esponja, y que el precio del mineral
puesto en la planta transformadora es de \$174.00 por tonel
lada. Por lo tanto, el cálculo del costo se hará multipli-
cando 1,477 Kg. por \$174.00.

B) Con los datos g) y h), podemos calcular el costo del gas -
por tonelada de Fierro Esponja.

C) Con los datos i) y j), se calcula el costo de la energía -
eléctrica utilizada.

D) Multiplicando los datos k) y l), se obtiene el costo del -
agua tratada consumida.

E) El costo de la ganga volcánica se calcula con los datos -
m) y n).

F) El personal directo de operación por día de 24 horas, se -
integra de la siguiente forma:

Cantidad	Puesto	Salario Diario	Importe por Día
1	Jefe de planta.	\$ 400.00	\$ 400.00
7	Ing. de turno.	275.00	1,925.00
3	Jefes de turno.	175.00	525.00
8	Operadores.	125.00	1,000.00
8	Instrumentistas.	125.00	1,000.00
4	Op. de a gua.	100.50	402.00
38	Obreros	70.00	<u>2,660.00</u>
			\$ 7,912.00
	Prestaciones al personal 50%		<u>3,956.00</u>
	Sueldo y salario directos por día		\$ 11,868.00

Esto dá las 69 personas indicadas en el dato o). - El dato -
u), nos indica 340 días trabajados por año, que nos da un -
promedio de 28 días mensuales; así que para el cálculo del
costo del personal directo de operación, se toma en cuenta
la erogación mensual por este concepto, considerando el -
mes de 30 días, pero se divide entre el tonelaje obtenido -
en los 28 días promedio por cada mes.

G) El personal indirecto de operación corresponde a aquel -- que se dedica a realizar funciones de servicio, y en este caso se refiere al de mantenimiento, quedando éste dividido en mantenimiento mecánico y mantenimiento eléctrico. Las horas hombre promedio utilizadas para estas dos actividades, son de:

Mantenimiento mecánico. -	207 hrs/ hombre por día.
Mantenimiento eléctrico. -	193 hrs/h ombre por día.

El costo por hr/hombre de estos promedios de tiempo, - queda dado por una central de mantenimiento general en - \$12.03 hr/hombre para ambos casos. Incluyendo prestaciones, por lo que da un costo diario de:

Mantenimiento mecánico. -	\$2, 500/día.
Mantenimiento eléctrico. -	\$ 2, 300/día.

Para obtener el costo por tonelada, se toma nuevamente - la producción de un mes de 28 días.

H) Como materiales de mantenimiento, se tienen las siguientes erogaciones promedio mensuales, por cada concepto:

Refacciones mecánicas. -	\$75, 000.00
Refacciones eléctricas. -	<u>50, 000.00</u>
Total gastos de mantenimien <u>to</u> mensuales. -	\$ 125, 000.00

Anualmente se hace una reparación de refractario en la que se gastan \$578,000.00, por lo que para una producción anual de 170,000 toneladas de Fierro Esponja, se carga en forma estandar a razón de \$3.40 por tonelada de Fierro Esponja.

- I) Normalmente, se tienen gastos mensuales correspondientes a los artículos de seguridad, grasas y aceites, etc. Aunque son muy variables de un mes a otro, se considera un promedio mensual de \$25,000. Al igual que en los otros puntos, se considera para el cálculo del costo, la producción obtenida en 28 días mensuales.
- J) La inversión en maquinaria e instalaciones, representa un monto de \$140,000,000.00, siendo su período de depreciación de 10 años y considerándose éste de 340 días trabajados, por lo que obtenemos una depreciación de \$1,166,666.66 mensuales.

Finalmente presentamos en la tabla No. 18, el cálculo del costo unitario por tonelada de Fierro Esponja, por cada uno de los conceptos mencionados.

TABLA No. 18

<u>CONCEPTO</u>	<u>EROGACION</u>	<u>PROCEDIMIENTO</u>	<u>COSTO POR TONELADA</u>
- COSTOS VARIABLES			
<u>MATERIAS PRIMA</u>			
Mineral de Hierro	\$ 174.00 tonelada	1.477 ton (104.00 + 70.00) ÷ 1	\$ 257.00
Gas Natural.	\$ 180.00 millar M3.	(756 M3. x \$0.18) ÷ 1	<u>136.08</u>
			<u>\$ 393.08</u>
<u>INSUMOS</u>			
Energía Eléctrica	\$ 0.27 Kwh	(19 Kwh x \$0.27) ÷ 1	\$ 5.13
Agua Tratada	\$ 1.55 M3.	(2 M3 x \$1.55) ÷ 1	3.10
Ganga Volcánica	\$ 550.00 tonelada	(0.033 ton. x \$550.00) ÷ 1	<u>18.15</u>
			<u>\$ 26.38</u>
<u>MATERIALES DE MANTENIMIENTO</u>			
Refractarios	Stándard		\$ 3.40
Refacciones Mecánicas	\$ 75,000.00 mensuales	\$ 75,000.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	5.36
Refacciones Eléctricas	\$ 50,000.00 mensuales	\$ 50,000.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	<u>3.57</u>
			<u>\$ 12.33</u>
Total Variables			<u>\$ 431.79</u>
- COSTOS FIJOS			
<u>MANO DE OBRA</u>			
Directa	\$237,300.00 mensuales	\$237,300.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	\$ 16.95
Indirecta	\$144,000.00 mensuales	\$144,000.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	10.29
Prestaciones	\$118,650.00 mensuales	\$118,650.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	<u>8.48</u>
			<u>\$ 35.72</u>
Otros Costos Indirectos	\$ 25,000.00 mensuales	\$ 25,000.00 ÷ (500 tons. x 28 días)	\$ 1.79
Depreciaciones	\$1'166,666.66 mensuales	\$1'166,666.66 ÷ (500 tons. x 28 días)	83.33
Total Fijos.			<u>\$ 120.84</u>
COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE FIERRO ESPONJA: -----			<u>\$ 552.63</u>

Este costo de producción de Fierro Esponja, corresponde a la fabricación de 170,000 ton. anuales del producto, que significa el 100% de la capacidad nominal. Sin embargo las empresas que tienen el proceso HYL de fabricación de Fierro Esponja, han llegado a estas producciones por lo menos dos años después de haber iniciado la operación de la planta. Por esta razón, se dividió la tabla de costos en "Costo Variable" y "Costo Fijo", pudiendo así calcular el costo del producto en diferentes niveles de producción:

Costo Variable total. - \$431.79 ton Esp. *X*

Erogación anual por concepto de costos fijos. - \$20,299,400.00

Producción		Costo Fijo Obtenido	Costo total	
(ton.)	%		(Fijo	Variable)
85,000	50	\$ 238.82	\$	670.61
102,000	60	\$ 199.01	\$	630.80
119,000	70	\$ 170.58	\$	602.37
136,000	80	\$ 149.26	\$	581.05
153,000	90	\$ 132.68	\$	564.47
170,000	100	\$ 120.84	\$	552.63

II. Costo de Producción de Acero.

Para el cálculo del costo del acero producido con el 75% de Fierro - Esponja como materia prima, consideraremos dos alternativas:

II.1. - Con Fierro Esponja de propia fabricación.

II.2. - Con Fierro Esponja de adquisición externa.

Ambas serán comparadas a su vez con la fabricación de acero con chatarra exclusivamente (II.3).

1. - Datos Generales.

a) Grado de acero producido SAE-1020.

b) Aceración realizada en horno eléctrico de arco de 10 pies de diámetro con capacidad de carga metálica de 15,000 a 16,000 kilos, y con transformador de 4,500 Kva. de capacidad eléctrica.

c) En la tabla No. 19 mostramos los datos específicos para la fabricación de una colada en cada uno de los casos enunciados.

d) Precio chatarra	\$1,200.00	por ton.
e) Precio ferrosilicio	\$ 4.40	por Kg.
f) Precio ferromanganeso	\$ 5.124	por Kg.
g) Precio energía eléctrica	\$ 0.27	por Kwh
h) Precio electrodos	\$ 12.11	por Kg.
i) Precio de refractarios	\$ 4.02	por Kg.

- j) Tiempo de transformación, 180 minutos.
- k) Tiempo de mantenimiento 180 minutos por día.
- l) Coladas por día. 7
- m) Coladas por mes. 196
- n) Días trabajados por año. 340
- o) Meses promedio de 28 días.

TABLA No. 19

Datos y Consumos Para la Fabricación de una Colada de Acero SAE - 1020

	II. 1	II. 2	II. 3
Fierro Esponja:			
%	75%	75%	-
Cantidad	13, 343 Kg.	13, 343 Kg.	-
Chatarra:			
%	25%	25%	100%
Cantidad	4, 448 Kg.	4, 448 Kg.	15, 000 Kg.
Ferroaleaciones	279 Kg.	279 Kg.	279 Kg.
Cantidad t total cargada al horno	18, 070 Kg.	18, 070 Kg.	15, 279 Kg.
Energía eléctrica consumida.	10, 547 Kwh .	10, 547 Kwh .	9, 421 Kwh .
Electrodos consumidos.	85. 5 Kg.	85. 5 Kg.	70. 8 Kg.
Refractarios consumidos.	235 Kg.	235 Kg.	191 Kg.
Cantidad de a cero obtenido.	13, 534 Kg.	13, 354 Kg.	13, 354 Kg.
Precio o costo de Fierro Esponja.	\$ 551.23	\$ 770.00	-

Elaborado con datos de las empresas productoras de acero.

2. - Procedimiento del cálculo del costo por tonelada de acero.

A) En el Fierro Esponja usado, se tiene un porcentaje de Hierro no oxidado de 73.12% (48.03% como Fe y 25.09% en el Fe_3C), que podemos considerar que es el que se recupera en la aceración. Tomando en cuenta este porcentaje y que la eficiencia promedio de la chatarra es del 92%, la mezcla del 75% de Fierro Esponja y 25% de chatarra, tendrá una eficiencia junto con el agregado de ferroaleaciones del 77.84% para la obtención del acero líquido. Ahora bien, el vaciado de dicho acero líquido, hemos considerado que se realice en una máquina de colado continuo, por ser este sistema en el que fué más fácil obtener los datos necesarios. En estos equipos se tiene un subproducto de 53 kilos por tonelada de acero que se vacía en ellos. Lo anterior, nos da como resultado que se necesiten para los casos II.1 y II.2, 1,352.8 kilos de materia prima, para obtener 1,053 kilos de acero líquido, repartidos en la siguiente manera:

998.9 kilos de Fierro Esponja.

333.0 Kilos de chatarra.

20.9 Kilos de ferroaleaciones.

Para el caso II.3, en donde se hace la fusión exclusivamente con chatarra, tenemos que ésta nos da un rendimiento del 92%, y por las razones de vaciado expuestas anteriormente, se requieren 1,144.6 Kilos de materia prima para obtener 1,053 Kilos de acero líquido, repartidos como sigue:

1,123.7 Kilos de chatarra.

20.9 Kilos de ferroaleaciones.

B) Basándonos en el cálculo del costo de Fierro Esponja, tenemos para el punto II.1, un costo de \$552.63 por tonelada de éste material. Para el punto II.2, consideraremos el precio de adquisición de \$770.00 por tonelada de Fierro Esponja. Este precio lo suponemos al aumentar un 12% de gastos de administración y ventas al costo de producción, y al resultado de esta operación aumentarle un 25% de utilidad antes de impuestos.

Con los datos anteriores y con el dato d) se calcula el costo del material cargado al horno.

C) Para las ferroaleaciones, tenemos que en el caso de la fabricación del acero SAE-1020, se requieren:

Ferrosilicio	119 Kilos
Ferromanganeso	160 Kilos
T o t a l	<hr/> 279 Kilos

Lo anterior, nos da un consumo de ferroaleaciones por -
tonelada de acero de:

Ferrosilicio	8.9 Kg.
Ferromanganeso	<u>12.0 Kg.</u>
T o t a l	20.9 Kg.

Con los datos e) y f), se calcula el costo de las ferroalea-
leaciones.

Se tienen "otras materias primas", que en este caso co--
rresponden a carbón y aluminio en bajas cantidades, por-
lo que sólo se representa su valor.

D) Como "agregados", consideramos la cal viva, espatofluor
y dolomita básicamente; los que por su bajo precio hemos-
considerado como un sólo término, del que sólo se repre-
senta su valor.

E) Para la "energía eléctrica", se tiene un mayor consumo -
en los casos II.1 y II.2, que en el II.3 por los motivos ex-
plicados en el capítulo anterior, situación que se presenta
en la misma forma para los "electrodos y niples de gra-
fito". Por lo que tenemos unos consumos por tonelada de
la siguiente manera:

	II. 1 y II. 2	II. 3
Energía eléctrica	789. 8 Kwh.	705. 5 Kwh.
Electrodos y niples	6. 4 Kg.	5. 3 Kg.

Con estos valores y los datos g), h), se calcula el costo - por tonelada de acero de estos tres incisos.

F) Como "otros materiales de producción", hemos considerado el oxígeno, la tubería para la inyección del mismo, y toda la serie de cucharas, rastrillos y herramientas en general, que son utilizadas en forma directa para la producción del acero, y que por su bajo costo se ha englobado en un sólo término, del que sólo se representa su valor.

G) En la "mano de obra" y "sueldos", está considerada la - directa y la indirecta de producción, y no varía entre los - tres casos.

H) El consumo de "refractarios" es variable entre los casos - II. 1, II. 2 y el caso II. 3, por los motivos expuestos en el - Capítulo VI y quedan como sigue:

II. 1, II. 2	-	17. 6 Kg.
II. 3	-	14. 3 Kg.

Con el dato i), se calcula el costo de "refractarios", para cada uno de los casos presentados.

- I) De aquí en adelante, el resto de los costos se han considerado en forma general, ya que no varían entre ninguno de los tres casos. Por tal motivo, se han englobado en el término "otros costos indirectos", y se han colocado bajo el subtítulo de "materiales de mantenimiento", ya que corresponden a las refacciones eléctricas, mecánicas, gastos indirectos menores y se ha incluido en este término, la depreciación.

- J) Con relación al costo del colado del acero, se han considerado los costos y mermas (subproductos) de una máquina de colado continuo.

Para los puntos G), I) y J), se tomaron en cuenta los datos l), m), n) y o).

TABLA No. 20

COSTO DE PRODUCCION POR TONELADA DE ACERO
(CONSIDERANDO EN TODOS LOS CASOS UN ACERO 1020)

C O N C E P T O	<u>I I . 1</u> EN FIERRO ESPONJA DE PROPIA FABRICACION			<u>I I . 2</u> CON FIERRO ESPONJA DE ADQUISICION EXTERNA.			<u>I I . 3</u> CON CHATARRA DE ADQUISICION EXTERNA		
	Cantidad	Precio x Unidad	Importe	Cantidad	Precio x Unidad	Importe	Cantidad	Precio x Unidad	Importe
I.- ACERO LIQUIDO									
<u>MATERIA PRIMA</u>									
Fierro Esponja	998.9 Kgs.	0.55263	552.02	998.9	0.77000	769.15	--	--	--
Chatarra	333.0 Kgs.	1.20000	399.60	333.0	1.20000	399.60	1,123.7 Kgs.	1.20000	1,348.44
Ferrosilicio	8.9 Kgs.	4.40000	39.16	8.9	4.40000	39.16	8.9	4.40000	39.16
Ferromanganeso	12.0 Kgs.	5.12400	61.49	12.0	5.12400	61.49	12.0	5.12400	61.49
Otras Materias Primas.			2.76			2.76			2.76
<u>INSUMOS</u>									
Agregados			8.45			8.45			8.45
Energía Eléctrica	789.8 Kwh	0.27	213.25	789.8 Kwh	0.27	213.25	705.5 Kwh.	0.27	190.49
Electrodos y Niples de Grafito	6.4 Kgs.	12.11	77.50	6.4 Kgs.	12.11	77.50	5.3 Kgs.	12.11	64.18
Otros Materiales de Producción			12.84			12.84			12.84
<u>MATERIALES DE MANTENIMIENTO</u>									
Refractarios	17.6 Kgs.	4.02	70.75	17.6	4.02	70.75	14.3 Kgs.	4.02	57.49
Otros Costos Indirectos			19.52			19.52			19.52
<u>MANO DE OBRA</u>									
SUELDOS			45.01			45.01			45.01
			22.43			22.43			22.43
II.- COLADO									
SUB-PRODUCTOS	53	1.20	(63.60)	53	1.20	(63.60)	53	1.20	(63.60)
COSTO DE OPERACION POR COLADO			<u>150.00</u>			<u>150.00</u>			<u>150.00</u>
COSTO POR TONELADA DE ACERO	<u>1,000</u>		<u>1,611.18</u>	<u>1,000</u>		<u>1,828.31</u>	<u>1,000</u>		<u>1,953.66</u>
Rendimiento de Materia Prima			73.9%			73.9%			87.4%
Merma			22.2%			22.2%			8.0%
Sub-Productos			3.9%			3.9%			4.6%

CAPITULO VIII
CONCLUSIONES
Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES. Y RECOMENDACIONES.

Hasta este momento hemos abarcado todos aquellos temas, en los que están contenidos los datos necesarios para dar una solución que permita que la Industria Siderúrgica pueda tener el desarrollo requerido. En este capítulo presentamos las conclusiones de dichos temas y finalmente, una recomendación para la solución mencionada, cumpliendo así el objetivo de esta tesis.

1. - Al inicio de este trabajo quedó establecida la importancia del acero, debido a los múltiples usos que tiene, por lo que cualquier país lo requiere en grandes cantidades.
2. - Para poder obtener las cantidades necesarias de acero, se tiene en México una gran Industria Siderúrgica, que no solamente se puede considerar como manufacturera de éste producto, sino que también como una gran fuente de trabajo. Por otra parte se indicó, que en este momento, esta industria requiere de un crecimiento mayor que el que ha tenido hasta la fecha, para poder cubrir las necesidades del país.
3. - Para poder tener el crecimiento necesario, la Industria Siderúrgica requiere tener las suficientes materias primas para lograrlo. De las cuatro materias primas bási-

cas que usa esta industria, el carbón y la chatarra, representan un problema en cuanto a su localización, en el primer caso, y en cuanto a su consecución y precios en el segundo caso.

4. - Los procesos que utilizan dichas materias primas son: - el alto horno, que usa mineral de hierro y carbón. Los procesos de reducción directa que usan mineral de hierro y carbón o gas natural. Estos procesos obtienen como producto, arrabio en el primer caso, y Fierro Esponja en el segundo. En cualquiera de los dos casos, estos productos deben pasar a los procesos de aceración para finalmente obtener el acero. Como procesos de aceración tenemos el horno de hogar abierto (Siemens-Martin), - que tiende a desaparecer; el convertidor básico de oxígeno, que está en pleno desarrollo; y el horno eléctrico de arco, que también se encuentra en pleno desarrollo. Los dos primeros procesos de aceración forzosamente tienen que trabajar junto con un alto horno y recibir la carga líquida proveniente del mismo. El horno eléctrico de arco puede utilizar el 100% de carga fría, como la chatarra.

5. - De los procesos de fabricación de Fierro Esponja, el proceso HYL es en la actualidad, el que está trabajando a nivel industrial y que ha demostrado su eficiencia de operación.

Por otra parte el Fierro Esponja es un producto que presenta varias ventajas como materia prima esencial en la fabricación de acero, como lo es su alto contenido de Hierro, el control de elementos residuales y el fácil manejo del mismo que lo hacen adecuado para usarse como carga metálica en el horno eléctrico de arco.

6. - En el cálculo del costo de fabricación de Fierro Esponja, obtuvimos el valor de \$552.63 por tonelada, cuando el proceso trabaja a su capacidad nominal, y un precio de venta de \$770.00 por tonelada. Con estos datos, calculamos el costo por tonelada de acero utilizando el 75% de la carga del homo de Fierro Esponja, y el 25% restante de chatarra, en los dos casos, es decir con Fierro Esponja de propia fabricación y de adquisición externa, y los comparamos con la fabricación de acero con el 100% de chatarra, obteniendo como resultado, que el costo de fabricación de acero resulta un 17.6% más económica en -

en el primer caso y un 6.1% en el segundo, concluyendo que es más barato fabricar acero con Fierro Esponja que con chatarra.

Por todos los datos expuestos en este capítulo, se podría concluir diciendo que las empresas semi-integradas adquiriesen el proceso HYL de fabricación de Fierro Esponja, sin embargo son pocas las empresas de este sector, con la capacidad económica suficiente para hacerlo, por lo que consideramos que la solución inmediata más apropiada, para no frenar el desarrollo de este importante sector de la Industria Siderúrgica, será el establecimiento de una o más industrias destinadas específicamente a la elaboración de Fierro Esponja, integradas con capitales independientes o bien, mediante las aportaciones económicas de los consumidores del producto.

Las instalaciones actuales de la industria semi-integrada, ya son suficientes para obtener el acero en forma rentable a partir del Fierro Esponja, ya que el ahorro del 6.4% que hemos mencionado, fué obtenido considerando estas instalaciones sin ninguna modificación, por lo que se puede pensar que con ciertas inversiones para modificar las condiciones de operación de los hornos eléctricos, se obtendría un producto todavía más económico. Estas modificaciones-

comprenden el uso de la llamada Ultra Alta Potencia, que corresponde a la instalación de transformadores de muy altas capacidades eléctricas. Además, otra modificación, sería el montaje del equipo necesario sobre el Horno para poder alimentar en forma continua el Fierro Esponja, con lo que los consumos de electrodos, refractarios y energía eléctrica serían menores. Con esta práctica, la chatarra se cargaría primero y se fundiría para después hacer el agregado continuo del Fierro Esponja, ahora bien, el tiempo de fusión de la chatarra podría verse disminuído, si ésta fuese precalentada antes de entrar en el horno.

En resumen, los procesos de reducción directa o pre-reducción, son hasta el momento, la solución más viable para lograr el balance entre la producción de acero y la demanda del mismo, con lo que todas las empresas manufactureras que lo requieren como materia prima, podrían tenerlo también en forma asegurada para poder proyectar su crecimiento y lograr con ello, cubrir todas las necesidades del mercado nacional, en lo que se refiere a productos elaborados y a su vez, enfocar dicha proyección a los mercados internacionales.

CAPITULO IX
PERSPECTIVAS INTERNACIONALES.

PERSPECTIVAS INTERNACIONALES.

Durante el transcurso de este trabajo hemos planteado que uno de los problemas principales de la Industria Siderúrgica Mexicana, es el carbón coque y la chatarra, que son materias primas indispensables para los procesos siderúrgicos. Ahora bien, las limitadas existencias de éstos dos materiales no son un problema exclusivo de nuestro país, sino que en muchos lugares del mundo existe una situación similar e inclusive más crítica.

Son pocos los países que cuentan con cantidades suficientes de carbón, mineral para cubrir todas sus necesidades siderúrgicas y de otros tipos. En América Latina, sólo dos países tienen reservas suficientes y que son Colombia y México, de los demás Argentina, Brasil, Chile, Perú y Venezuela tienen existencias limitadas, sin embargo en el caso de los dos últimos no tienen carbón mineral aprovechable para la Industria Siderúrgica, aunque sí tienen existencias de mineral de Hierro. Por otra parte los yacimientos carboníferos de Argentina, Brasil y Chile no tienen la calidad suficiente y se ven obligados a importar fuertes cantidades de carbón para mezclarlo con el propio y mejorar sus condiciones.

La extracción de estos carbones en ocasiones resulta dos veces más caro que los de importación, puesto que se encuentran localizados en zonas de acceso muy difícil, por lo que podría ser más

rentable usarlos en una industria carboquímica.

Todo ésto ha provocado que cada país esté intentando en desarrollar su Industria Siderúrgica, de acuerdo a las condiciones particulares-existentes; por ejemplo Brasil está aprovechando sus grandes bosques y ha desarrollado los altos hornos en base al carbón vegetal. Venezuela está usando hornos eléctricos de reducción para aprovechar su capacidad hidroeléctrica.

En la tabla No. 21 se encuentran los principales países de América-Latina que cuentan con carbón mineral.

En contraposición con la situación del carbón, está el mineral de Hierro, la mayoría de los países latinoamericanos cuentan con abundantes yacimientos ferríficos de buena ley. En la tabla No. 22 se muestran las reservas de este mineral en América Latina.

Esto significa que América Latina está en posibilidad de desarrollar su Industria Siderúrgica, ya que en lo que se refiere a mineral de Hierro no tiene limitaciones. Sin embargo, requiere de métodos de reducción del mineral con los que se elimine el problema del carbón.

En cuanto a la chatarra, se presenta en toda latinoamérica, un problema similar al de México, es decir, que no existe en las cantidades necesarias, y año con año se ven obligados a importar fuertes cantidades, sumándose a ésto que la chatarra disponible en el mercado internacional, es también muy limitada.

TABLA No. 21

Reservas de Mineral de Carbón en

América Latina

(millones de toneladas)

P a í s .	Reservas.
Argentina	455
Brasil	3, 175
Colombia	40, 000
Chile	5, 747
Ecuador	25
México	12, 270
Péru	6, 100
Venezuela.	2, 373
T o t a l . -	70, 145

Fuente: ILAFA

TABLA No. 22

Reservas de Mineral de Hierro en
América Latina
(millones de toneladas)

P a í s ,	Reservas	
	Probadas	Potenciales.
Argentina	147	838
Bolivia	45	42.000
Brasil	1.447	3.076
	424	44.929
Centro América	7,5	1,3
Chile	811	2.525
Colombia	91	55
México	297	346
Perú	967	1.160
Paraguay	- - - -	400
Uruguay	14,5	184
Venezuela	1.942	345
América Latina	6.193,0	95.859,3

Nota: Los términos "Probadas" y "Potenciales", corresponden a -
las reservas "Probables", "Posibles" y "Positivas", que -
fueron definidas en el Capítulo IV.

Fuente: ILAFA

En América Latina la Industria semi-integrada representa una parte muy importante de la producción total y puede proyectar su futuro en base a materiales pre-reducidos producidos con cualquiera de los procesos mencionados en el capítulo V, de acuerdo a las características propias de cada país. Es decir, que el desarrollo de la Industria Siderúrgica tiene un panorama favorable, pués debido a los proyectos que se tienen de instalar plantas de mediana capacidad productiva y cuya inversión no sea muy alta, en zonas adecuadas y escogidas tanto para el abastecimiento de materias primas a bajo costo, como para diversificar las fuentes de trabajo.

Debemos tener presente que para la instalación de Industrias Siderúrgicas totalmente integradas, América Latina cuenta con limitaciones económicas y como se dijo anteriormente, de ciertas materias primas básicas como lo son el carbón coque y la chatarra, por lo que es necesario recurrir a préstamos y financiamientos externos que en su mayoría son muy altos para este tipo de proyectos. Debido a los puntos anteriores, es posible lograr el desarrollo de las llamadas mini-acerías, mediante los diferentes procesos de reducción directa.

En capítulos anteriores, vimos que los procesos de reducción directa consumen como materias primas básicas, además del mine-

ral de Hierro, gas natural o carbón de cualquier tipo, dependiendo del proceso de que se trate. En América Latina existen abundantes yacimientos de gas natural y de carbón no coquizable, tanto mineral como vegetal.

El proceso HYL de reducción directa, se desarrolló en México por la compañía Hojalata y Lámina, y en la actualidad el único proceso de este tipo, que usa gas natural para la reducción del mineral, y que se encuentra trabajando en forma eficiente a nivel industrial. Los factores explicados anteriormente, nos indican que para algunos países latinoamericanos, específicamente aquellos que cuentan con suficiente gas natural puede ser muy atractivo el uso del proceso HYL para aprovechar sus reservas de mineral de Hierro, aliviando así los problemas de escasez de la chatarra y el carbón. Estos países podrían ser principalmente Venezuela, Chile, Colombia, Perú, Bolivia y Brasil, en donde en éste último ya ha sido instalada una planta de fabricación de Fierro Esponja, mediante el proceso HYL.

Así como hemos explicado las características de los países de América Latina, con el fin de demostrar la factibilidad de que México exporte la tecnología del proceso HYL, existen muchos otros países que no han alcanzado un alto nivel industrial, localizados en los diferentes continentes, y que sin embargo tienen suficientes recursos naturales para desarrollar una gran Industria Siderúrgica,

aunque en lo referente a los recursos económicos, la situación no sea similar y por lo tanto los procesos de reducción directa como el HYL, sean considerados como el camino más apropiado para resolver su desarrollo siderúrgico.

En la actualidad está tomando gran aceptación el concepto de las "mini-acerías", entre los países altamente industrializados, ya que según dicen estos países, el hecho de colocar una acería en el lugar de consumo, abarata la adquisición de la chatarra, puesto que se aprovecha la que se genera en dicho lugar. Sin embargo, con los precios actuales de este material, es posible que resulte más económico la operación de las "mini-acerías" si se mezcla la chatarra con Fierro Esponja, a pesar de que éste último tenga que pagar fletes causados por el transporte del mineral. Considerando esta situación, el proceso HYL, no sólo tiene proyección entre los países de bajo nivel industrial, sino que también puede ser factible, su aplicación en los países más fuertes económicamente.

BIBLIOGRAFIA.

BODSWORTH, C. and H. B. Bell, Physical Chemistry of Iron and Steel Manufacture, Secon Edition, Longman, London, 1972.

TEICHERT J. ERNEST, Ferrous Metalurgy, The Manufacture and Fabrication of Steel, The Pennsylvania State College, Mineral Industries Series, Secon Edition, Volumen II, Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York and London, 1944.

SWEETSER H. RALPH, Blast Furnace Practice, First Edition, - Mc Graw-Hill Book Company, Inc., New York and London, 1938.

JACKSON A., Fabricación de Aceros al Oxígeno, Primera Edi---ción, Urmo, Bilbao España, 1966.

Glosario de Terminología Técnico Siderúrgica, Cámara Nacional- de la Industria del Hierro y del Acero, México, 1959.

GOMEZ RUIZ DAVID, Inventario de los Yacimientos Ferríficos - de México, Publicación 3 E, Consejo de Recursos Natura- les No Renovables, México, 1961.

SALAS G. y J. OJEDA, Geología, Reservas y Petrografía de los -
Carbones Mexicanos para la Siderurgia, Consejo de Recur -
sos Naturales No Renovables, Boletín 70, México, 1969.

KONIG H., Estudio Crítico del Proceso de Fabricación de Esponja
de Hierro y de la Rentabilidad de su Empleo, Rev. Metal -
CENIM, Vol. 6, 3, P. 278-285, 1970.

KONIG H., Iron and Steel Plants Based on Modern Pre-and Direct
Reduction Processes, CIM Bulletin, P. 174-180, 1970.

BROWN, W. J., El Horno Eléctrico de Arco, una Nueva Era en -
la Producción de Acero, ILAFA, Boletín 110, P.37-42, -
1969.

ROHLAND W., Influence of Use of Sponge Iron on Steel Properties,
Rev. Stahl Und Eisen, Vol. 49, P. 1477-1487, 1929.

FOGLEMAN, E. L., D. O. GLOVEN and H. B. JENSEN, Opera -
tional and Economic, Aspects of Prereduced Iron Usage in
Electric Arc Furnaces, 78 th General Meeting of American
Iron and Steel Institute, 1970.

CELADA S. J., Electric Arc Furnace Steelmaking With HYL Spon
ge Iron, Congrès International sur la Production et - - -
l'utilisation des Minerals R duits, Evian France, 1967.

WAHLSTER M., A. HILPERT, W. LANGE and K. GLOMB, Ope-
ratin Experience With the Use of Sponge Iron Pellets in -
the Electric Arc Furnace, Stahl Und Eisen, Vol. 88, 12, -
P. 621-627, 1968.

ROCCA ROBERTO, Evaluación de la Industria Siderúrgica Semi--
Integrada en América Latina, Secretaría General de la -
ILAFA, Santiago de Chile,(1971.)

CABRERO R. DANIEL, Producción y Mercado de la Chatarra en -
México, Secretaría General de la ILAFA, Santiago de Chi-
le,(1971.)

El Mineral de Fierro y la Siderúrgica Latinoamericana, Secreta -
r a General de la ILAFA, Santiago de Chile, (1971).

- ASTIER JACQUES M., Posible Impacto de la Pre-reducción en -
América Latina, Secretaría General de la ILAFA, Santiago
de Chile, (1971).
- BROWN W. JAMES, La Aceración en Horno Eléctrico de Arco --
Hoy y Mañana, Secretaría General de la ILAFA, --
XXVIII Asamblea de la Asociación Brasileña de Metales, -
Salvador de Bahía, Brasil, (1973).
- ASTIER JACQUES M., Los Aspectos Científicos de la Reducción -
Directa, Secretaría General de la ILAFA, Boletín 66, San-
tiago de Chile, P.22-36, (1974).
- Seminario Sobre el Carbón Mineral, Secretaría General de la ILAFA,
Boletín 113, Santiago de Chile, P. 57-59, (1969).
- DE LIMA BOHOMOLETZ MIGUEL, El Carbón Mineral en la Indus -
tria Siderúrgica Latinoamericana, Secretaría General de la -
ILAFA, Boletín 109, Santiago de Chile, (1969).
- SANDOVAL SANCHEZ JUAN MANUEL, El Control de Costos en los
Procesos de Aceración y Colado de una Industria Siderúrgica,
Tesis Profesional, Instituto Politécnico Nacional, México, -
1974.

El anuario de la Economía Mexicana, Publicaciones Ejecutivas de -
México, Grupo Editorial Expansión, 1972.

Energéticos, Panorama Actual y Perspectivas, Volumen I, Instituto
Mexicano del Petróleo, Subdirección de Estudios Económi -
cos y Planeación Industrial, México, 1974.

Petróleos Mexicanos, Memoria de Labores, México, 1973.

SALA P. GUILLERMO, Consejo de Recursos Naturales No Renova
bles de México, Segunda Edición, Boletín 73, México, 1973.

Memoria Técnica, Seminario Latinoamericano Sobre la Chatarra -
en la Industria Siderúrgica, Instituto Latinoamericano del -
Hierro y del Acero, Instituto Argentino de Siderurgia, Centro
de Industriales Siderúrgicos, Buenos Aires, Argentina,
1973.

GEARHART E. H. and K. A. JACKSON, Production of Metallized
Pellets by HYL Process, Rev. Iron and Steel Engineer, -
Vol. 48, 3, P. 53-58, 1971.

Informe de Actividades Correspondientes al Período 1965-1970, -
Consejo de Recursos Naturales No Renovables, Primera -
Edición, México, 1972.

Publicaciones del Departamento de Estudios Económicos de la -
Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero, -
Correspondiente al año 1972.