

COMPLEJO INTEGRAL PARA EL
APROVECHAMIENTO DE MINERAL
DE HIERRO DEL SUROESTE

ESTUDIO DE VIABILIDAD

50169

I N D I C E

- 1.- OBJETO DEL INFORME
- 2.- EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA SIDERURGICA. EXPANSION DEL ACERO DE HORNO ELECTRICO
 - 2.1.- Progresos recientes en ambas tecnologías
 - 2.2.- La década del acero de horno eléctrico
- 3.- PERSPECTIVAS Y POSIBILIDADES DE SUMINISTRO DE CHATARRA. ESCASEZ EN CANTIDAD Y CALIDAD
 - 3.1.- Introducción
 - 3.2.- Efectos de la evolución tecnológica y de la elevación de los precios del petróleo sobre el mercado de la chatarra: Escasez en cantidad
 - 3.3.- La calidad de la chatarra: Su escasez
 - 3.4.- Demanda de chatarra
 - 3.5.- Disponibilidad de chatarra
 - 3.6.- Balance provisional de situación de la chatarra
 - 3.7.- Comercio exterior de chatarra
- 4.- MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO. LOS PRERREDUCIDOS
 - 4.1.- La evolución tecnológica y las materias férricas alternativas
 - 4.2.- Los prerreducidos. Evolución de su producción. Perspectivas
 - 4.3.- Estrategia de abastecimiento
- 5.- RESPUESTA A LA ESCASEZ DE CHATARRA Y A LA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO

- 5.1.- La Acción Concertada Siderúrgica, PRENOSA y PREPELSA
- 5.2.- Situación actual

- 6.- DISPONIBILIDAD DE PRERREDUCIDOS EN EL MERCADO NACIONAL
 - 6.1.- Importación de prerreducidos
 - 6.2.- Fabricación de prerreducidos en España a partir de pellets de importación

- 7.- UNA PRIMERA APROXIMACION A LA DECISION FAVORABLE AL PROYECTO INTEGRADO MINERIA-PELLETIZACION-REDUCCION DIRECTA
 - 7.1.- Razones y argumentos
 - 7.2.- La tecnología de los procesos de peletización y de reducción directa. Decisión a favor del reductor gaseoso

- 8.- DISPONIBILIDADES DE MINERAL NACIONAL
 - 8.1.- Minerales nacionales. Ensayos de su aptitud para los prerreducidos
 - 8.2.- Evaluación de las reservas explotables

- 9.- LAS MATERIAS PRIMAS ENERGETICAS
 - 9.1.- Introducción, Reductores sólidos y reductores gaseosos
 - 9.2.- Gas de batería de coque
 - 9.3.- Nafta
 - 9.4.- Fuel-oil pesado
 - 9.5.- Gas a partir del carbón
 - 9.6.- Gas natural

- 10.- DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO Y LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES
 - 10.1.- Dimensionamiento del proyecto
 - 10.2.- Localización de las instalaciones

- 11.- ESTUDIO DE LOS PROYECTOS MINEROS
 - 11.1.- Mina de Cala (Huelva)
 - 11.2.- La Berrona

- 12.- ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE BENEFICIACION Y CONCENTRACION
 - 12.1.- Estudio técnico
 - 12.2.- Programa de ejecución
 - 12.3.- Presupuestos generales
 - 12.4.- Estudio económico-financiero

- 13.- ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE REDUCCION DIRECTA
 - 13.1.- Estudio técnico
 - 13.2.- Programa de ejecución
 - 13.3.- Presupuestos generales
 - 13.4.- Estudio económico-financiero

- 14.- ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO DEL PROYECTO
 - 14.1.- Alternativas consideradas
 - 14.2.- Inversiones
 - 14.3.- Capital circulante
 - 14.4.- Amortizaciones
 - 14.5.- Ingresos de explotación
 - 14.6.- Costes de explotación
 - 14.7.- Estructura financiera
 - 14.8.- Análisis metodológico
 - 14.9.- Análisis de sensibilidad
 - 14.10. Análisis del proyecto a precios corrientes

1.- OBJETO DEL INFORME

1.- OBJETO DEL INFOPME

El Ministerio de Industria y Energía, consciente de los problemas de abastecimiento de materias primas que se han presentado, en el reciente pasado, del que el más espectacular y de más graves consecuencias ha sido el de los crudos petrolíferos; teniendo presente la necesidad de utilizar al máximo la capacidad industrial instalada para producir con eficiencia bienes cuya exportación permita pagar la creciente factura energética; considerando que la acción en esa dirección demanda la explotación de los recursos autóctonos tal como se establece en la Ley 6/1977 de Fomento de la Minería y en su consecuencia, en el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas; habida cuenta de lo prevenido y aprobado en el Plan Energético Nacional y en sus resoluciones conexas y, finalmente, aunque con importancia preferente, -- siendo especialmente sensible a la importancia que el problema del paro y los desequilibrios socio-económicos regionales, tienen en todo momento y más en este en el que se halla en marcha el proceso de desarrollo de la Constitución, otorgó atención prioritaria a las posibilidades de desenvolvimiento económico de Extremadura y Andalucía Occidental, - regiones en las que se había comprobado la existencia de riquezas naturales tales como el mineral de hierro y el gas natural, cuya explotación a mas de redundar en beneficio directo de las localidades afectadas, actuaría como generadora de renta y riqueza adicionales a través de la creación de economías externas motores impulsores de efectos inducidos prolongados y muy beneficiosos desde la perspectiva social y económica.

A mayor abundamiento, el aprovechamiento de los minerales magnéticos del Suroeste, tal como se está realizando hasta el presente, no es el adecuado, hasta el punto de que su utilización como materia prima para el sinter de horno alto en las siderurgias integrales españolas plantea constantes

problemas de calidad y precio y pone en peligro su vida futura. Ello comportaría la desaparición de la única actividad industrial que anima, siquiera sea tenuemente, la vida de algunas localidades del Sur de Badajoz y del Norte de Huelva, con el consiguiente aumento del paro y la desaparición de toda esperanza de liberación económica al no existir por el momento inversiones alternativas.

Y ello, precisamente, en una zona de España donde va a generarse una importante producción energética que va a abastecer a buena parte de la industria situada bien lejos de los centros productores.

Estas y otras razones no menos importantes entre las que se encuentran la prevista escasez mundial de chatarra, materia prima para la fabricación de todos los aceros de horno eléctrico, movieron al Ministerio a encargarse la elaboración de un Dictamen sobre la viabilidad de un proyecto complejo para la explotación de los minerales magnéticos del Suroeste de España, consistente no sólo en los aprovechamientos mineros de Cala, San Guillermo y La Berrona, sino también en la fabricación de pellets y la subsiguiente obtención de prerreducidos utilizando el gas natural procedente de los yacimientos del Golfo de Cádiz.

El Dictamen de referencia habría de considerar la situación y perspectivas de los mercados nacionales y extranjeros de materia férrea, la concepción técnica idónea del proyecto, de sus instalaciones y la viabilidad económico-financiera del mismo. Para ello se habrían de tener en cuenta todos los trabajos y esfuerzos realizados hasta el momento en España y en el mundo.

A cumplir el objetivo propuesto se dirige el presente Dictamen, para cuya preparación se ha contado con la asistencia en medios materiales y humanos de PREPELSA, quien puso a disposición la documentación por ella elaborada a lo largo

de varios años. Fernando Pla estudios y proyectos, Minera del Andevalo, Lurgi Española, Sala, Allies Chamler y Técnicas Reunidas respondieron en todo momento a las consultas técnicas que se les plantearon y aportaron copiosa e interesante documentación técnica.

INTECSA colaboró estrechamente en el diseño del modelo matemático singular para el estudio económico-financiero y aportó sus ponderados criterios.

El Instituto Nacional de Industria, así como PREPELSA, fueron informados puntual y exhaustivamente del desarrollo de este Dictamen en sus diferentes etapas. Los requerimientos continuos y muy precisos en detalles del INI acerca de ampliaciones de información sobre los más diversos aspectos del proyecto han sido atendidos.

El Ministerio de Industria y Energía, a través de sus unidades administrativas y centros directivos y en especial de la Comisaría de Energía, Dirección General de Minas y Dirección General de Industrias Siderometalúrgicas y Navales, conoció el desarrollo del informe y aportó indicaciones, sugerencias y contribuciones personales y materiales inestimables.

Queda, finalmente, patente el agradecimiento a todas estas colaboraciones que han supuesto un importante apoyo para la mayor objetividad y precisión del Dictamen.

2.- EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA SIDERURGICA.
EXPANSION DEL ACERO DE HORNO ELECTRICO

2.- EVOLUCION DE LA TECNOLOGIA SIDERURGICA. EXPANSION DEL ACERO DE HORNO ELECTRICO.

Prescindiendo de tecnologías y procedimientos utilizados en época lejana, hoy ya abandonados, así como de aquellos otros que puedan ponerse en práctica en el futuro, relacionados, por ejemplo, con el uso secundario de la energía nuclear; sin entrar en la consideración de la evolución de tecnologías específicas complementarias de otras básicas y fundamentales, las vías en concurrencia para la obtención de acero, son actualmente las siguientes:

La clásica, practicada desde hace unos 150 años, de reducción con fusión en horno alto y afino subsiguiente en convertidor y, la más moderna, de prerreducción sin fusión, con posterior fase de fusión y afino en horno eléctrico.

Los sistemas que utilizan hornos Siemens de hogar abierto, están siendo progresivamente abandonados y sus instalaciones puestas fuera de servicio, como consecuencia de su -- ineficiencia, tanto para conseguir la reducción en el empleo de mano de obra, menores requerimientos energéticos y menor consumo de materias básicas, como para superar las dificultades de las normas medioambientales. Por similares razones, otros procedimientos, tales como los de convertidores Thomas y Bessemer, están desapareciendo completamente.

2.1.- PROGRESOS RECIENTES EN AMBAS TECNOLOGIAS

Por lo que se refiere a la vía clásica, ha de señalarse que los rendimientos y los tamaños de las instalaciones han variado enormemente a lo largo de las tres últimas décadas.

Una de las principales preocupaciones, se ha centrado en la reducción del consumo de coque, habida cuenta de la escasez de carbones coquizables en todo el mundo. Para ello, se ha recurrido al uso de diferentes productos aportantes de calor, tales como el -- fuel-oil, a la adición de oxígeno y, en determinados casos, al gas natural, que han permitido la sustitución con ventaja del coque y la mejora de los rendimientos de esta materia prima, cuyos consumos específicos pasaron de 1.000 Kgs. a 400 Kgs. por tonelada de arrabio en el caso del fuel y a las 14 Gcals/tm. en el caso del gas natural, al tiempo que se generalizaba el uso de cantidades crecientes de coque artificial.

El aumento de rendimiento del alto horno por m³ de capacidad y día, se ha venido consiguiendo mejorando la ley en hierro, bien utilizando altos porcentajes de pellets, o bien exigiendo mayores concentraciones en el mineral en grano o en el sinter.

Se han mejorado también los rendimientos de los refractarios, habiéndose reducido las horas de mantenimiento en los hornos y habiéndose conseguido avances importantes en la utilización del calor de los gases de tragante.

Pero entre todos los adelantos de la técnica, el -- progreso más fundamental, en la vía clásica, se ha registrado en el campo de las posibilidades construc-

tivas, donde el avance en la dominación de elementos de calderería voluminosos, ha permitido aumentar paulatinamente el tamaño del horno alto, incrementando el rendimiento general del mismo. La tecnología actual es tan segura que permite instalar plantas siderúrgicas basadas en un solo horno, con la consiguiente reducción de la inversión, menores necesidades de personal y logro de economías marginales.

Por lo que se refiere a los convertidores, es de destacar que, después del éxito comprobado de la tecnología LD, con oxígeno soplado con lanza desde arriba, reduciendo el tiempo requerido por cada afino, aumentando el rendimiento de los refractarios y disminuyendo el tiempo de reparación a través del sistema de cuba de recambio, ha aparecido hace unos dos años, un nuevo procedimiento denominado OBM, que elimina el inconveniente de la necesidad de muy altos edificios y vuelve al soplo de oxígeno por la parte inferior, mediante un sistema de toberas especiales. Entre tanto, los convertidores aumentaban de tamaño -- hasta alcanzar las 200 - 250 toneladas de capacidad.

Los progresos tecnológicos hasta aquí esbozados, han requerido esfuerzos importantes que, desgraciadamente, no han tenido efectos directos de pareja significación en la economía de costes de producción ni en el ahorro energético.

La vía más moderna apenas si cuenta con 20 años de historia. Durante mucho tiempo, los investigadores estudiaron la posibilidad de metalizar el mineral de hierro, utilizando un proceso que evitara pasar por la fase líquida, generalmente con solidificación del arrabio y nueva fusión para obtener el acero; redujera el consumo energético requerido por la fusión de -

la ganga y utilizará un sustitutivo del carbón coquizable.

Solamente hace unos años, se perfeccionaron ciertas tecnologías especiales que tienen poco que ver con la siderurgia clásica, para hacer viable la aplicación del proceso, llamado de reducción directa y consistente en obtener hierro casi puro sin previa fusión, producto sustitutivo de la chatarra en la carga del horno eléctrico.

Como es tradicional, durante bastante tiempo esta solución, cuya viabilidad en plantas piloto estaba demostrada, fué considerada con escepticismo, ya que la necesidad de superar las soluciones clásicas no era apremiante. La escasez de chatarra en cantidad y calidad y la elevación de los precios de las materias primas energéticas, con sus efectos impacto e inducidos, sobre las disponibilidades financieras y el desenvolvimiento económico, así como las exigencias ecológicas, acrecentaron el interés comercial por la denominada esponja de hierro, y, en consecuencia, impulsaron la construcción de instalaciones industriales de reducción directa.

Los progresos logrados en esta vía de prerreducción sin fusión y afino en horno eléctrico, han sido cuantiosos e importantes. De consumos de gas natural cifrados en 4,6 Gcal. por tonelada de esponja de hierro, con metalización baja del 85%, 180 Kwh por tonelada de energía eléctrica, elevadas necesidades de agua y mano de obra, se ha pasado hoy a obtener resultados de 2,6 Gcal/Ton con metalizaciones del 93,5% 90 Kwh/Ton de energía eléctrica y reducciones sensibles en requerimientos de agua y mano de obra.

La tecnología del horno eléctrico de arco también ha avanzado en forma espectacular. La capacidad ha ido aumentando hasta alcanzar en algunos casos las 350-400 Toneladas; los transformadores han pasado de -- contar con 25 a contar con 80 y en algún caso concreto con 160 M.V.A.; se ha introducido la técnica de - fusión rápida mediante paneles refrigerados por agua, y el acoplamiento de quemadores de oxyfuel; se ha -- adaptado cada vez con mayor precisión la marcha del horno a la de la colada continua, y se ha iniciado - la aplicación de la técnica de afino en cuchara.

Estos progresos, que se van consolidando a ritmo espectacular, permiten aportar energías alternativas, posibilitan el aumento de la productividad, mejoran los rendimientos de los elementos complementarios y auxiliares y, en definitiva, incrementan la eficacia.

Los progresos tecnológicos logrados a través de esta moderna vía, unidos al desarrollo del proceso combinado acería eléctrica-colada continua, están permitiendo ya ampliar las posibilidades de las llamadas "miniplantas", que utilizan materia prima férrica de inmejorable calidad, a las áreas de producción de -- slabs y productos planos -chapa laminada en caliente, fleje y aceros más sofisticados- productos que son - conseguidos no solo a costes competitivos, sino también con calidad igual a la lograda utilizando el - procedimiento BOF.

Si a estos avances se añaden los conseguidos en el ámbito del sector energético así como aquellos otros alcanzados dentro de la importante parcela de las inversiones requeridas y de las cargas financieras derivadas de los mismos, se tendrá una justificación suficiente de por qué las perspectivas de producción -

de acero por la vía del horno eléctrico aumentan cada día hasta el punto de llegarse a afirmar que la década de los ochenta va a ser la década del acero de horno eléctrico.

2.2. LA DECADA DEL ACERO DE HORNO ELECTRICO

Desde el boom de los setenta, la siderurgia mundial ha atravesado períodos difíciles. Tanto las empresas privadas como las públicas, así como las organizaciones de ambas parcelas de la economía, interpretaron erróneamente los hechos acaecidos durante el período 1973-1974, al entender que éste marcaba el inicio de una nueva etapa a partir de la cual, iba a tener lugar un largo período de expansión del consumo de acero.

En efecto, las proyecciones elaboradas por los países en vías de desarrollo, se basaron en proyecciones relativas al consumo de acero "per cápita" y fallaron al estimar la capacidad de la población para sostener una economía basada en la utilización intensiva de productos siderúrgicos.

Pero también se equivocaron los países industrializados, cuyas economías dependían fuertemente de las ventas al exterior, y calcularon mal las necesidades de exportación requeridas por la expansión de su producción siderúrgica interna.

Ambos grupos de países también erraron cuando minusvaloraron los efectos que, sobre los costes energéticos, iban a tener las decisiones de la OPEP, al provocar una fuerte depresión económica mundial, cuyas principales secuelas, entre otras, han sido la cancelación o retraso de muchos proyectos a realizar en países en vías de desarrollo y la puesta en práctica de planes de reestructuración siderúrgica en las naciones del mundo industrializado.

Estas son las razones que han dado lugar a la aparición de importantes excesos de capacidad, con los consiguientes problemas financieros derivados, excesos que colocaron fuera de órbita a importantes proyectos de los países industrializados y forzaron a encauzar algunos planes de expansión hacia la cobertura de objetivos sociales más que hacia el logro de metas propiamente empresariales. Este estado de cosas llevó a la cancelación o retraso en la realización de muchos proyectos ambiciosos planeados por países en vías de desarrollo y exigió la puesta en práctica de planes de reestructuración siderúrgica en las naciones más desarrolladas. En Europa Occidental y América a las anteriores dificultades se sumaron las derivadas del peso de las instalaciones obsoletas, la ineficiencia de algunas instalaciones auxiliares y los cada vez más exigentes condicionamientos medioambientales.

Pese a ello, es ampliamente aceptada la tesis según la cual surgirán en breve necesidades de aumentar la capacidad siderúrgica instalada y de reemplazar parte de la actualmente en funcionamiento. De igual forma es claro que la siderurgia mundial se halla escasa de recursos financieros y, en consecuencia, que la vía convencional ha alcanzado niveles que superan las capacidades de financiación de la mayoría de las empresas públicas y privadas.

Pero ¿cómo va a evolucionar el mercado?. Esta es la pregunta a responder con el menor margen de error posible para evitar los fallos del pasado, que trajeron como consecuencia excesos de capacidad en mercados regionales, bajos precios del acero producido y cuantiosos problemas financieros en las empresas y en los países. Y contestada esta pregunta habrá que plantearse otra. ¿Cómo se va a llevar a cabo el esperado aumento de la capacidad y la necesaria reconversión?.

Abordar el estudio que permita, en base a hipótesis razonables, contestar a la pregunta de, cómo va a evolucionar el mercado de productos siderúrgicos, es algo que se realiza más adelante al analizar la demanda y oferta de chatarra y prerreducidos. Baste señalar ahora que todo permite cifrar el Consumo Mundial de laminados en 1985, en torno a los 700 millones de toneladas y la producción de acero líquido en 895 millones de toneladas aproximadamente. La distribución geográfica de esta producción, continuará mostrando el gradual cambio, cuya vigencia viene siendo un hecho desde hace años, - en virtud del cual los aumentos de capacidad se desplazan de los países altamente industrializados hacia -- aquellos otros en vías de desarrollo o en estadios de desarrollo intermedio. A pesar de ello más de la mitad de la producción mundial de acero, seguirá siendo obtenida en Europa Occidental, América del Norte y Japón.

Por otra parte a la segunda pregunta se puede contestar así: Es razonable esperar que el aumento de capacidad mundial de producción de acero de horno eléctrico durante el periodo 1980-1985, será superior a los 50 millones de toneladas al final del quinquenio. Ello supone pasar de un peso del acero de horno eléctrico en el conjunto de la producción de acero mundial cifrado en 19,5% a un peso del 23% a fines de 1985. La distribución geográfica de dicho aumento de producción del acero de horno eléctrico, se espera tenga lugar de manera más uniforme, entre las diferentes regiones, que la prevista para el incremento total de la capacidad mundial, habida cuenta de que en los países más avanzados las -- mayores capacidades de horno eléctrico, se verán compensadas, en buena medida, por las reducciones de ca-

pacidad instalada derivadas de los inaplazables procesos de reconversión.

Y ello entre otras razones porque los condicionantes económicos de todo tipo, van a seguir impulsando la utilización de la vía reducción directa-horno eléctrico, tanto en los países en vías de desarrollo como en los más adelantados. Si se examina el número de proyectos que actualmente se mantienen en pié con visos de ser llevados a cabo, se observa cómo son más numerosos los de nueva tecnología que los de tecnología tradicional.

Asimismo los procesos de reconversión en América del Norte y Europa Occidental han de ser acometidos sobre la base de lograr progresos en las áreas de productividad, el ahorro energético, los requerimientos financieros y el cumplimiento de las exigencias medioambientales, lo que solo es posible utilizando la vía del horno eléctrico.

A todo ello hay que añadir los continuos avances ya logrados, o cuyo logro será un hecho a corto plazo en el campo de la tecnología de reducción directa de colada continua o de laminación, que harán cada vez más viable y rentable la fabricación de productos planos en unidades de dimensión adaptable a las necesidades de los mercados regionales, superando las dificultades de bajo ritmo operacional y los cuantiosos déficits financieros de las siderúrgicas convencionales. Y a mayor abundamiento destacar, que la ventaja de las siderúrgicas adaptadas al mercado, con una gama de producción muy amplia y unas instalaciones muy versátiles, se hace patente con el uso de la vía horno eléctrico, en tanto la vía tradicional del horno alto se adapta a la

línea de especialización para incrementar la productividad y minimizar los requerimientos financieros. Solo así se tendrá una idea clara acerca de las razones que sustentan la tesis que defiende la esperada expansión de las acerías eléctricas, en la década de los ochenta.

Es claro también que la cuantía de la inversión necesaria para el establecimiento de un complejo industrial integrado, que abarque desde la reducción directa hasta el horno eléctrico, no alcanza el nivel del 65% de la requerida por la vía convencional, coque-horno alto-BOF. Además el volumen de inversión necesario para una acería de horno eléctrico supone solamente el 25% del requerido por una acería convencional; la diferencia de cargas financieras entre ambos tipos de proyectos es de tal magnitud, que la elección no presenta duda.

Finalmente y por lo que al consumo de energía se refiere, puede hoy afirmarse que con los avances logrados en la tecnología de reducción directa, los requerimientos energéticos globales de esta vía, van siendo cada vez más similares a los de la vía convencional, situándose en términos globales en torno a las 4,8 Gcal. por tonelada de acero producida. Este consumo se reduce drásticamente y la diferencia se torna sustancial a favor de la reducción directa, cuando la carga del horno eléctrico se compone de una mezcla de chatarra y esponja de --hierro, en proporción 30:70. Cuando esta proporción de carga cambia al 70:30 como es normal hoy día en las acerías eléctricas de los países más avanzados, la diferencia de consumo energético se reduce a menos de la mitad.

Estas razones relativas al coste de inversión y al consumo energético, vienen a sumarse a las ya apuntadas, -constituyendo una sólida base sobre la que se sustenta la afirmación ya reiterada de que la de los 80, será la "década del acero de horno eléctrico".

3.- PERSPECTIVAS Y POSIBILIDADES DE SUMINISTRO DE
CHATARRA. ESCASEZ EN CANTIDAD Y CALIDAD

3.- PERSPECTIVAS Y POSIBILIDADES DE SUMINISTRO DE CHATARRA: ESCASEZ EN CANTIDAD Y CALIDAD.

3.1.- INTRODUCCION

El mercado mundial de la chatarra ha evolucionado a lo largo de los últimos tiempos de modo muy similar al de los mercados de otras materias primas básicas. Durante la época de reconstrucción y posterior expansión europeas de los años cincuenta, se produjeron déficits de abastecimiento de chatarras que provocaron importantes paralizaciones y reducciones en la producción de acero.

La situación durante la década siguiente fue mucho más fluida, el suministro de chatarra fue abundante y el precio de esta materia prima se mantuvo a niveles moderados, con las excepciones normales surgidas en momentos críticos.

Fue a partir de 1973 cuando aparecen nuevamente, y con agudeza sin precedentes, dificultades en el abastecimiento mundial de chatarra, que trajeron consigo bruscos y elevadísimos incrementos de precios, buena prueba de los cuales se encuentra en las cotizaciones cercanas a los 170\$ f.o.b. alcanzadas, bien entrado 1974, por la chatarra de calidad "Heavy Melting n° 1".

El impacto producido por la elevación de los precios de los productos energéticos y sus secuelas de depresión económica, se dejaron sentir de modo muy especial en el sector siderúrgico, que ha visto paralizada la expansión de la demanda de sus productos hasta épocas recientes. Y cuando la recuperación económica parecía mostrar signos claros de convertirse en posi

bilidad real, nuevas alzas en los precios de los crudos petrolíferos anuncian la seguridad de una nueva etapa de recesión, que si bien no será tan larga ni duradera como la anterior de 1973, habida cuenta de que los mecanismos de respuesta se hallan mejor preparados y de que la importancia de las elevaciones citadas no es comparativamente tan trascendente, volverá a traer consigo un nuevo estancamiento de la recuperación económica iniciada en 1978 y una nueva reducción del ritmo de expansión de la siderurgia.

Sin embargo, durante esta etapa de recesión económica, los precios de la chatarra han continuado su -- evolución creciente, como lo muestra el hecho de -- que en 1979 se habían superado ya con creces los -- niveles más altos alcanzados en 1974. Esta tenden- -- cia al alza se mantiene en la actualidad, cuando -- comienzan a dejarse sentir los efectos de las nue- -- vas subidas en los precios de las materias primas -- energéticas.

3.2.- EFECTOS DE LA EVOLUCION TECNOLOGICA Y DE LA ELEVACION DE LOS PRECIOS DEL PETROLEO SOBRE EL MERCADO DE LA CHATARRA: ESCASEZ EN CANTIDAD.

Como ya se ha comentado en el epígrafe correspondiente, exigencias de flexibilidad, medio ambiente, disponibilidad de recursos primarios y destino de los mismos a los fines más rentables, han llevado a los países industrializados a iniciar la modificación de la estructura productiva siderúrgica, para el logro de una mayor eficiencia.

Ello ha traído consigo entre otros cambios, la variación del límite que marca la dimensión mínima de una factoría siderúrgica rentable, la modificación de la importancia relativa de los distintos procesos disponibles para la producción de acero y el cambio de tendencia en las materias primas a utilizar con prioridad, tanto en los diferentes procesos como en las diferentes etapas de esos procesos.

Asímismo la elevación del precio de los productos energéticos ha provocado, además de tensiones muy acusadas en las disponibilidades de recursos productivos y financieros, un interés prioritario por la conveniente utilización de las propias materias primas básicas, entre las que se ha situado en lugar preferente a la chatarra, como producto que lleva en sí un alto volumen de energía incorporada. Por ello, y pese a la contracción del ritmo de expansión previsto para la siderurgia de los países más adelantados a lo largo del próximo quinquenio, la demanda de chatarra va a aumentar de forma mucho más importante y, por supuesto, más elevada que la prevista para la producción de acero.

En efecto, los productores tradicionales de acero que disponen de colosales factorías integrales, - muestran hoy de forma clara, una tendencia a llevar a cabo la ampliación o la renovación de sus - capacidades productivas mediante la sustitución - de la técnica horno alto-convertidor de oxígeno, por la vía chatarra/prerreducidos-horno eléctrico. Y ello, entre otras razones, por la menor inver--- sión requerida, la mayor rapidez de construcción, la mayor versatilidad de las instalaciones, el menor consumo de energía, las menores exigencias de mano de obra, el favorable efecto de escala logrado al aumentar las dimensiones de los hornos eléctricos, la adaptabilidad a mercados regionales, - los menores índices de contaminación ambiental y, en definitiva, los menores costes de producción.

Menor inversión y menor consumo energético son, en tre los anteriores, los dos factores singulares a destacar. Con relación al primero de ellos, cabe - señalar que el volumen requerido de inversión para el sistema reducción directa-horno eléctrico, es -- aproximadamente el 60% del que precisa el sistema convencional tradicional alto horno-convertidor de oxígeno. Por lo que respecta al segundo, el acero obtenido en horno eléctrico utiliza como materia - prima la electricidad, forma secundaria de energía, que puede proceder de diferentes fuentes primarias, y la chatarra, cuyo producto sustitutivo básico es la esponja de hierro con un alto grado de metaliza ción. Si a ello se añade que la expansión de la -- siderurgia tradicional precisará también suminis-- tros adicionales de mineral de hierro y carbón - coquizable cuya escasez se va agudizando y cuya conservación va a ser promovida por los países po-- seedores de esos recursos no renovables, así como

el alto grado de contaminación provocado por la utilización de estas materias primas, se tendrá una -- idea de conjunto bastante exacta y explicativa de -- por qué los países más avanzados van a requerir en el futuro inmediato cantidades adicionales de chatarra.

Más chatarra para alimentar los hornos eléctricos y más chatarra para cargar, en parte, los convertidores de oxígeno, especialmente cuando se alcancen al tos grados de utilización de su capacidad productiva. Ello traerá consigo la tendencia a la conservación de este recurso propio por cada país.

Aquellos países en vías de desarrollo o con grado de desarrollo industrial intermedio que disponen de materias primas básicas, tales como mineral de hierro y gas, así como de elevados recursos financieros, -- han acometido desde hace tiempo la instalación de -- factorías siderúrgicas que utilizan la vía del horno eléctrico, para beneficiarse de las ventajas de la di mensión y del menor volumen de inversión. También es común encontrar proyectos en avanzada fase de realización, acometidos en base a la utilización de pre-- rreducidos-horno eléctrico en sistema de producción integrado. Tal estado de cosas es corriente en los -- países no productores de chatarra en cantidades sufi cientes y cuya importación resulta difícil y costosa, habida cuenta de la repercusión presente y esperada del coste de los fletes.

Solo excepcionalmente se han abordado proyectos siderúrgicos integrales, en base a la vía tradicional de alto horno-convertidor de oxígeno, y ello en países donde la abundancia de alguna materia prima básica --

mineral, carbón o gas, estaba asegurada y donde las exigencias anticontaminación no necesitaban ser de masiado estrictas.

De esta suerte las necesidades de chatarra en los países en vías de desarrollo o con grado intermedio de industrialización, van a ser también crecientes y solo podrán ser atendidas por las cada vez más difíciles adquisiciones en el exterior o por la inver--sión en plantas de reducción directa.

En los países de economía dirigida, el cambio que - hasta aquí se ha descrito, está operando con cierto retraso, si bien es verdad que la Unión Soviética - se ha situado a la cabeza de esta segura reconver--sión, tomando posiciones no solo en el mercado in--ternacional de la chatarra sino asegurándose una - cuota disponible importante de prerreducidos.

Una última puntualización. En cualquier caso y en - todos los países, los procedimientos distintos a -- los de producción de acero en convertidor de oxíge--no ó en horno eléctrico y entre ellos, en especial, el sistema Martin Siemens, están perdiendo cuota - de participación en la producción total. Estas capa--cidades están siendo sustituidas por los sistemas - anteriormente descritos, siendo el efecto resultan--te favorable a una mayor demanda de chatarra, habi--da cuenta de la mayor participación relativa del -- acero de horno eléctrico sobre el de convertidor de oxígeno. Este proceso de cambio también es más len--to en los países socialistas, donde el sistema Martin Siemens continuará teniendo una importancia relativa más acusada.

De esta suerte, el principal efecto que la evolución tecnológica y la subida brusca de los precios del petróleo han producido sobre la chatarra, ha sido el provocar su escasez presente y futura; tanto más elevada cuanto más rápidamente se produce la evolución prevista más arriba descrita, y tanto menos superable cuanto menor sea la disponibilidad de su principal sustitutivo la esponja de hierro o mineral prerreducido.

3.3.- LA CALIDAD DE LA CHATARRA: SU ESCASEZ

Al problema de escasez crónica de cantidad de chatarra, que tiende a agravarse al aumentar a ritmo rápido la capacidad de la industria siderúrgica consumidora de esta materia básica, viene a añadirse el de la degradación de la calidad de la misma.

En efecto, actualmente se está poniendo de manifiesto un hecho que tenderá a hacerse cada vez más patente en el futuro: La composición química de la chatarra se deteriora continuamente como consecuencia de la ininterrumpida incorporación de elementos metálicos y no metálicos a lo largo de los diferentes procesos de transformación y reconversión.

Con ello, la disponibilidad de chatarra de buena calidad, tanto más necesaria para la producción de acero cuanto más especiales son las características técnicas requeridas, se ve progresivamente dificultada y las posibilidades operativas de las instalaciones, tanto del horno eléctrico como de la colada continua, crecientemente reducidas.

La chatarra es una materia prima muy pura, que en su origen, más o menos remoto, ha sido generada a través de la vía mineral de hierro-arrabio o esponja-acero. A lo largo de los distintos procesos de transformación, recuperación y reconversión en aceros de alta resistencia, la chatarra va acumulando elementos nocivos contaminantes, que degradan su calidad, reduciendo su disponibilidad en las condiciones necesarias. En definitiva, al problema de escasez en cantidad viene a sumarse el de escasez en calidad.

3.4.- DEMANDA DE CHATARRA

Las necesidades de chatarra en el mundo, vendrán dadas en función de la producción de acero esperada y de los diferentes sistemas o procedimientos técnicos utilizados para la obtención del mismo; estos últimos, a su vez, serán elegidos en base a estudios comparativos acerca de la inversión inicial requerida, los costes de explotación, los tipos de acero a fabricar y las capacidades de producción disponibles.

Habida cuenta de que el estudio de factibilidad -- que motiva la elaboración de este análisis de demanda, tiene el horizonte temporal establecido en el año de funcionamiento a pleno rendimiento de una planta de reducción directa, se ha elegido 1985 como año horizonte.

Se ha estudiado la producción de acero en 1973, -- por procedimientos técnicos y por grupos de países, y se han analizado las necesidades totales de chatarra también por procedimientos y por grupos de países, habiéndose obtenido los resultados que figuran en los cuadros I, II, III y IV.

Tras un estudio atento de la situación actual y en base a la extensa documentación referida en el -- anexo correspondiente, cuyo contenido ha sido exhaustivamente analizado, se han elaborado las previsiones de producción de acero y de demanda de chatarra, por procedimientos y por grupos de países, razonablemente esperada para 1985.

Se han tenido especialmente en cuenta, para la toma de decisiones finales sobre los criterios a aplicar --

en la elaboración de las proyecciones, los siguientes trabajos: Previsiones del Comité del Acero de la CEE; estudio del EUROFER (Asociación Europea de la Siderrurgia); estudio de la Universidad de Fordham para el Instituto Americano del Hierro y del Acero; estudio del Instituto de Chatarra de Hierro y Acero rebañando el anterior y réplica a éste del Instituto Americano; estudio del Comité de Materias Primas del Instituto Internacional del Hierro y el Acero; estudio de CHASE ECONOMETRICS y último estudio prospectivo elaborado por UNION CARBIDE, principal fabricante mundial de electrodos de grafito. Obvio es señalar que en todos estos trabajos se analizan las perspectivas y posibilidades de los mercados del acero y de la chatarra en el mundo, a medio y largo plazo.

Las conclusiones y resultados alcanzados, quedan recogidos en los cuadros correspondientes numerados correlativamente del I al VII, y en las columnas relativas a las NECESIDADES DE CHATARRA PARA 1985.

La producción total de acero en el mundo, se estima que aumentará durante el período 1979-1985 a un ritmo anual y acumulativo cercano al 3,3 por ciento; esta variación puede considerarse como aceptable si se tienen en cuenta los ritmos previstos de crecimiento del PIB para los países de la OCDE y de la CEE, recogidos en sus últimos estudios sobre perspectivas económicas a medio plazo. Ciertamente este porcentaje estimado es conservador, frente al 5,7% anual y acumulativo registrado durante el período 1960-1970, si se tiene en cuenta que la elasticidad de la demanda de acero con relación al PIB se ha supuesto bastante inferior a la unidad, que se han estimado elevaciones importantes de los precios de las fuentes energé

ticas y que subidas espectaculares de estos productos básicos, se entiende conducirían a situaciones insostenibles en el plano económico-social, dentro de los cuales toda previsión carece de sentido práctico.

Se ha supuesto un ritmo de variaciones mucho menor que el medio, en torno al 1,8%, para la producción de áreas tales como América del Norte y Europa Occidental. Los países de economía centralizada, los productores de petróleo y gas de Oriente Medio así como los de la región de América Latina, registran los crecimientos más espectaculares, en consonancia con los nuevos modelos de crecimiento, derivados de la situación creada por los nuevos precios de las fuentes energéticas; estos modelos, por lo que al acero se refiere, han sido contrastados con los proyectos en construcción y ya contratados.

Con ello la producción mundial de acero pasa de -- 699 millones de toneladas obtenidas en 1973, a 734 millones logradas en 1979 y a 896 millones esperadas para 1985. Por grandes áreas, América del Norte, y concretamente USA, no habrán recuperado en 1985 los niveles logrados en 1973, tampoco habrán logrado ese estado de cosas, los actuales nueve de la CEE, situándose en ambos casos a niveles de 145 millones y 142 millones de toneladas respectivamente las producciones de acero previstas en 1985, frente a 152 y 150 millones alcanzados en 1979. Los países de dirección centralizada europeos apenas registrarán aumentos superiores a la media ya señalada para el período 1979-1985; sin embargo China -- tiene ya en ejecución proyectos que le permitirán alcanzar metas superiores al 9% de incremento -- anual y acumulativo. Para Japón se esperan creci-

mientos cercanos al 3,8%, si bien los aumentos registrados desde 1973 están siendo importantes.

Sin duda Oriente Medio y América Latina además de algunos países de Africa del Norte, van a registrar se espera, aumentos espectaculares en sus producciones de acero. Arabia Saudita, Irán, Taiwan, -- Brasil, Venezuela, Méjico, Nigeria y Argelia, se sitúan entre las naciones con más importantes avances previstos.

Además de este cambio o traslación en el aumento de capacidad siderúrgica mundial hacia los países en vías de desarrollo más ricos o con mayor potencial de crecimiento, habrá de tener lugar otro cambio, no menos importante, por lo que a la demanda de chatarra respecta. Este es el que comporta la modificación del modelo de estructura de procesos -- productivos.

En efecto, analizando la actual situación y los -- efectos derivados de la escasez de fuentes energéticas disponibles así como la evolución tecnológica esperada, es razonable prever que los hornos -- Siemens de hogar abierto continuarán siendo puestos fuera de servicio y sustituidos por convertidores de oxígeno, perdiendo mucha importancia su participación en la producción total de acero, al pasar de representar un 36% en 1973 a un 12,5% en 1985. Este cambio será más importante en América del Norte, dónde el peso de este proceso pasará del 27 al 12% durante el mismo período; en los países socialistas europeos del 66 al 35% y en Asia del 53 al 18%, que en Europa, dónde la sustitución ya comenzó antes de 1973, y en América Latina, donde llegará a porcentajes del 5% y del 7% en 1985.

Los restantes procesos distintos del convertidor de oxígeno y del horno eléctrico, verán declinar espectacularmente su importancia hasta niveles inferiores a los cinco millones de toneladas de acero, producidos principalmente en fundiciones.

La demanda de chatarra requerida por la producción de acero -112 millones en 1985 frente a 251 en 1973-, por los procedimientos Siemens y otros, se reducirá prácticamente en la misma proporción que lo haga la citada producción (-53%); la diferencia entre ambas reducciones, poco significativa, vendrá dada por el distinto grado de eficiencia de las instalaciones que permanezcan en operación, y por la demanda de chatarra en las fundiciones. Las necesidades de chatarra para alto horno y relaminación no experimentarán hasta 1985 variaciones dignas de tener en cuenta, su ritmo de crecimiento correrá parejo con el crecimiento de las necesidades de chatarra en las instalaciones siderúrgicas en su conjunto.

El proceso de convertidor de oxígeno se estima incrementará en gran medida su importancia relativa, como vía dominante de producción de acero, en especial en aquellos países más desarrollados, del mundo occidental y de las regiones con economías de dirección centralizada. Además, una parte de la capacidad de producción en hornos Siemens, será sustituida por aumentos de capacidad en acería LD, cuyo consumo de chatarra en el total de la carga de alimentación, apenas experimentará variación. Y ello porque si bien el citado consumo podría tender a disminuir a medida que decae la producción de arrabio fosforoso, existen otras razones técnicas y económicas, entre las que destaca el ahorro energético, que elevarán la cantidad de chatarra en la carga. El resultado final indica cómo las necesidades de chatarra en toneladas casi

se duplican en 1985, siendo este efecto menos marcado en las naciones que ya contaban en 1977 con una producción de más del 70% del acero en siderúrgicas integrales. Ello sin duda deja menos margen a la expansión de este proceso, habida cuenta del estancamiento previsto en la producción global de esos países. Los cambios experimentados en los valores que representan los porcentajes de carga, apenas si llegan a ser superiores a un punto.

En cifras absolutas la producción mundial de acero a través de la vía del convertidor de oxígeno se espera se eleve en 1985 a 578 toneladas, con variaciones poco importantes con relación a 1973 en América del Norte, CEE y Japón. Las repúblicas socialistas y algunos países de América Latina, Brasil y Venezuela e India, registrarán los mayores aumentos de capacidad de producción esperados. El consumo de chatarra aunque casi se duplica para este procedimiento, en términos absolutos, apenas si llega a superar en cantidad insignificante, los menores requerimientos en chatarra derivados de la reconversión del proceso Siemens de hogar abierto; 68 millones adicionales frente a 61'1 millones de toneladas de reducción por sustitución.

La capacidad de producción de acero a través del procedimiento de horno eléctrico, capacidad prácticamente basada en el suministro de chatarra o prerreducidos, y en muy pequeña medida de arrabio, se espera varíe a lo largo del periodo 1979-1985, a ritmos anuales y acumulativos inferiores al 6%, y pase de 144 millones de toneladas en 1979 a 206 en 1985. Obviamente, la cuantía de la producción de acero a tra

vés de esta vía debe ser cuidadosamente manejada, ya que las predicciones son difíciles de realizar - en este campo, habida cuenta de las posibilidades - operativas de instalación de capacidades adicionales por empresarios individuales e independientes de los grandes grupos conocidos. Tomando conciencia de la - complejidad del problema, ha sido a la estimación de las perspectivas de este tipo de acero, a la que más cuidadosa atención se ha prestado y para la que más documentación se ha consultado. Los estudios de - - - UNION CARBIDE y CHASE ECONOMETRICS han resultado muy valiosos, a la hora de la toma de decisiones sobre - los criterios prospectivos.

Las conclusiones son claras: Las capacidades productivas aumentan en todos los países como consecuencia de la necesaria reconversión industrial, de la evolución tecnológica y de los restantes factores, incluso los políticos, ya analizados en otros capítulos y apartados. El porcentaje de participación en la producción total de acero, del obtenido por el procedimiento del horno eléctrico pasa del 16% en 1973 al 20% en 1979 y pasará al 23% en 1985; se trata de estimaciones muy - razonables y moderadas contrastadas con los proyectos en fase de ejecución o contratados. Tomando como base, por ejemplo aquellos relativos a 35 países en vías de desarrollo, la OCDE predice que el 80% de los 46 millones de toneladas de incremento de capacidad en - - ellos, desde 1979 a 1985, se concentrará en Brasil, - Corea del Sur, Taiwan, Méjico, Venezuela, Irán, Nigeria, Arabia Saudí y Argelia. De dichos proyectos un - 25% seguirán el procedimiento integrado reducción directa - hornos eléctrico y un porcentaje adicional importante utilizará la vía chatarra o prerreducidos -- horno eléctrico.

El porcentaje de acero eléctrico sobre el total, en los países y zonas mayores productores del mundo, - durante el periodo 1979-1985 pasará a ser, por ejemplo, del 23 al 29% en USA, del 16 al 18% en Japón; - del 25% al 28 en Europa Occidental; del 52 al 54% - en Italia, del 22 al 24% en Canadá y del 44 al 46% en España. Estos porcentajes a nivel mundial alcanzan las cifras del 19 y del 22% respectivamente.

La alimentación de arrabio para estos hornos eléctricos, pasará de 4 millones en 1973 a 7 millones de toneladas en 1985.

Las necesidades de chatarra para carga en el horno eléctrico, han pasado de 116 millones en 1973 a 155 millones en 1979 y se estima alcanzarán la cota de los 220 millones en 1985. Este crecimiento es sin duda el más importante de los previstos y es acorde no solo con el aumento de producción de acero proyectado sino también con el porcentaje de carga de chatarra en el horno, que se sitúa en torno al 96% como media mundial.

Por lo que respecta a las cifras finales de Demanda de Chatarra, ha de señalarse que éstas pasaron de 368 millones de toneladas en 1973 a 387 en 1979, estimándose las previsiones para 1985 en los 425 millones de toneladas. Las variaciones por países y regiones, son evidentemente dispares y así mientras para América del Norte las proyecciones suponen una variación de 9 millones de toneladas de chatarra en más de 12 años (1973-1985), para la CEE esta cifra solo supera los 10 millones y para Japón los 7 millones. Los requerimientos esperados en otros países y zonas son - acordes con las expansiones previstas de acero, obtenido a partir de diferentes procedimientos.

3.5.- DISPONIBILIDADES DE CHATARPA

Tras el análisis de las necesidades de chatarra, es preciso acometer la evaluación de las disponibilidades esperadas de esta materia férrica básica, para atender a aquellas necesidades. Manteniendo los criterios técnicos y económicos tradicionalmente utilizados y aplicando a 1985 los coeficientes obtenidos en 1979, actualmente en vigor, se llega a concluir que la oferta de chatarra en el año horizonte, por países, regiones y fuentes principales de procedencia, es la reflejada en los cuadros estadísticos ya referidos.

Las disponibilidades de chatarra interna o reciclada, generada y consumida dentro de las acerías, tienden a reducirse en relación con el nivel de acero producido, a medida que la tecnología avanza y la eficacia y rendimiento de las instalaciones progresa. Así, por ejemplo, es notorio constatar cómo a medida que la utilización de la colada continua se extiende, disminuye la generación de chatarra reciclada, debido a que el rendimiento de acero líquido en producto semi-acabado, mejora en cerca de un 10% sobre los niveles de la vía tradicional tocho-blooming.

El incremento de la oferta de este tipo de chatarra durante el periodo 1973 - 1985, apenas alcanza los 22 millones de toneladas, siendo previsible una reducción superior al 10% en algunos países, en la cantidad de chatarra de este origen disponible durante el periodo 1979-1985; reducción que para algunas zonas de América del Norte y CEE ya tuvo lugar a lo largo del periodo 1973 - 1979.

La aportación de este tipo de chatarra a las disponibilidades totales, 194 millones en 1985 junto a 177 - en 1973, pasará del 46'8% en 1973 y el 45% en 1979, - al 45'6% en 1985, lo que supone una clara reducción - de la importancia de este componente, al ser menor el ritmo de crecimiento de este tipo de chatarra que el porcentaje de variación de la producción de acero. De esta suerte, la cantidad de chatarra comprada necesaria, irá siendo año tras año superior, con las consiguientes presiones sobre los precios interiores y exteriores de esta materia prima.

Parte de esta chatarra comprada procederá de las industrias de transformación, chatarra industrial obtenida de los recortes, desperdicios y equipos fuera de uso, cuya calidad es aceptable y cuya disponibilidad es rápida, tanto más cuanto más avanzado es el grado de desarrollo industrial de cada país. Para el cálculo de la chatarra industrial disponible se ha partido de la estimación del Consumo de Acero previsto, operando en base tanto a los estudios y a sociedades como a los trabajos prospectivos de la OCDE, - de la Nippon Steel y del Instituto Aleman Renania - Westfalia. A este consumo de acero se le han aplicado los coeficientes técnicos de recuperación de 1979, teniendo siempre en cuenta en cada caso el juego de exportaciones e importaciones de productos laminados. El valor medio del coeficiente para el total mundial, se ha cifrado en el 15%, resultado de aplicar porcentajes que oscilan entre el 10-11 para los países en vías de desarrollo, 16% para los más desarrollados y socialistas y 21% para Estados Unidos. Estas cuantías porcentuales son evidentes y elevadas, con lo que la estimación resulta bastante conservadora, 103 millones de toneladas en 1985 frente a 81 en 1973 y 85 en 1979, a favor de las disponibilidades de chatarra por esta vía.

Los crecimientos absolutos en tonelaje no son importantes ni a nivel global ni a nivel de país o región, habida cuenta tanto de los modestos aumentos esperados en el consumo, como de la prácticamente estabilizada cuantía de los stocks. Lógicamente la chatarra de transformación se encuentra disponible con mayor facilidad y diversidad en los países de grado de desarrollo superior.

El resto de las necesidades de chatarra deberá ser atendido con chatarra de recogida procedente de una variada gama de orígenes: automóviles, bienes de consumo, estructuras metálicas, equipos y accesorios - fuera de uso, etc.; así como del desguace de buques, ó con prerreducidos. Sin duda el esfuerzo mayor a realizar para poder atender los requerimientos indispensables de chatarra para 1985, habrá de centrarse en la obtención de chatarra de recogida. Los sistemas de acopio, preparación y distribución, son complejos y difíciles de montar y requieren además un elevado potencial financiero, lo que dificulta extraordinariamente su expansión.

El cálculo de estimaciones futuras acerca del suministro de chatarra de recogida, está sujeto entre -- otras incertidumbres a algunas variables absolutamente aleatorias, entre las que destacan: las diferentes expectativas de vida útil de los productos fabricados con acero; los ritmos de recuperación, -- distintos según los productos y según las regiones, y, finalmente, los porcentajes de utilización del -- acero contenido, habida cuenta de los elementos contaminantes, a efectos del horno eléctrico, agregados a los diferentes bienes o elementos de donde va a extraerse y seleccionarse la chatarra de recogida.

La oferta de chatarra de recogida, hierros viejos en lenguaje menos técnico, debería estimarse en base a precios considerados como normales, aplicando la metodología utilizada en el informe de la Fundación -- Fordham. J.W. Brown, de Unión Carbide, señala en su último estudio "es sabido que en este negocio (de la chatarra) no existen déficits ni superavits"; hasta un cierto nivel, todo queda resuelto pagando un precio mayor. Pero esta afirmación no viene avalada por la realidad, ya que, a partir de determinados niveles de precios de chatarra, se producen cortes en la demanda de aquella materia prima y reducciones en la producción de acero.

Trás el análisis y estudio en profundidad de los métodos seguidos en los informes elaborados por Fordham, ISSI, e Instituto Internacional del Hierro y del Acero, se ha concluído que este último era el más realista, aceptable, coherente y actual, desde las perspectivas de objetividad, consistencia técnica y menores errores. Para estimar las disponibilidades de chatarra de recogida en 1985, se realizó una encuesta a nivel mundial, en la que se solicitaban a nivel regional y nacional estimaciones sobre cifras de oferta de este tipo de chatarra. Se eligió este método en lugar de aplicar coeficientes de correlación, elasticidades históricas o coeficientes técnicos sobre el Consumo de Acero varios años antes. Los resultados son los contenidos en la columna correspondiente de los cuadros de referencia. La cuantía total prevista para 1985 de chatarra de recogida disponible, se cifra en 168'8 millones de toneladas, frente a 114 millones recuperados en 1973. El incremento es muy apreciable, 56 millones de toneladas, lo que lleva inmediatamente a preguntarse por el precio requerido, para poder alcanzar ese volúmen y las cuantiosas inversiones necesarias para conseguirlo, en condiciones de calidad suficientes.

En consecuencia, todo hace prever que las dificultades de abastecimiento de chatarra de recogida van a ser crecientes y que la escasez no sólo va a presentarse en el interior de cada país, por los altos -- precios de recuperación requeridos, sino en el marco mundial, por la irregular distribución regional nacional de las disponibilidades de la misma.

3.6.- BALANCE PREVISIONAL DE SITUACION DE LA CHATARRA

En el último cuadro elaborado, se recogen, expresados en millones de toneladas, clasificadas por regiones y principales países, las necesidades, disponibilidades y déficits esperados, relativos a todos los tipos de chatarra requeridos por todos los usos siderúrgicos y no siderúrgicos y procedentes de todos los orígenes.

El déficit esperado, en base a las hipótesis básicas utilizadas, bajo crecimiento de la demanda de productos siderúrgicos y elevadas disponibilidades de acero a precios normales, se cifra en 27 millones de toneladas para 1985. Déficit que se reduce a 8 millones de toneladas suponiendo, bajo perspectivas altamente optimistas, que las factorías de reducción directa - en funcionamiento en aquel año, suministren cerca de 19 millones de toneladas de prerreducidos, con grado de metalización igual o superior al 92 - 94% de Fe y bajo contenido en materias contaminantes.

Es el hemisferio Sur el que muestra un mayor déficit de chatarra; Latinoamérica, Asia, Oriente Medio e India aparecen como las regiones con mayor escasez de chatarra, debido a la rápida industrialización esperada y el grado de desarrollo de partida que no permite contar con disponibilidades suficientes de chatarra de recogida. Los Estados Unidos, tal como todos los informes objetivos han previsto, bastante - harán con cubrir las necesidades de su demanda interna.

Es evidente que aquellos países o regiones excedentarias de chatarra, habrán de atender las necesidades de las naciones demandantes. La disponibilidad de prerreducidos hará más factible esta operación, pero aún así, ¿se ha pensado en el esfuerzo a realizar para alcanzar los niveles esperados de chatarra re-

ciclada, de transformación y, sobre todo, de hierros viejos.?

Como ya se ha señalado, el logro del equilibrio en el mercado mundial va a exigir esfuerzos importantes para montar los adecuados canales de recogida y distribución, así como crecientes inversiones para mantener disponible una adecuada cantidad de chatarra, con la calidad precisa y en el tiempo oportuno.

La magnitud de la tarea no debe subestimarse, ni menos el hecho de que tal reto sería imposible de acometer sin la disponibilidad de, al menos, una suficiente cantidad de esponja de hierro con alto grado de metalización.

La respuesta a los problemas de escasez futura de chatarra en cantidad y calidad, ha de darse con antelación suficiente, para que dicha escasez no se traduzca en precios elevados y, en lo que es más grave, desabastecimiento. En definitiva, tensiones adicionales de balanzas de pagos, inflación, estancamiento y paro.

La flexibilidad de la industria siderúrgica es muy reducida a corto plazo; no es posible cambiar el modelo de estructura productiva con rapidez, a medida que las circunstancias lo requieran. Por ello los problemas de abastecimiento de chatarra se van a agudizar de tal suerte que aquellos países que no aborden soluciones desde ahora, sufrirán las consecuencias, tanto de las penosas y reiteradas escaseces mundiales, como de momentáneos y pasajeros supervits, también mundiales.

3.7.- COMERCIO EXTERIOR DE CHATARRA

El comercio mundial de "chatarra comprada", se inició con fuerza en los primeros años de la década de los setenta y continuará desarrollándose con igual fuerza en los próximos venideros, inicio de la década de los ochenta. Las perspectivas, como ya se ha señalado, -- apuntan hacia un cambio en la estructura del citado comercio, al variar las necesidades y la capacidad de compra de ciertos países y áreas en expansión.

Desde 1973 a 1979, Japón, Italia, España, Canadá, México, Corea del Sur, Turquía y Taiwan, han absorbido entre el 85 y el 90% de las exportaciones totales de chatarra de Estados Unidos. Concretamente, en 1978, - de los 15 M. de toneladas de chatarra de importación demandados por éstos países, 7 M. procedieron de USA; al año siguiente, de los 16'5 M. adquiridos en el exterior, se compraron en USA 8'6 M. ¿Qué sucederá el año 1985, cuando habrán de importarse al menos 25 Millones de toneladas? ¿Donde serán adquiridas estas -- cantidades o al menos los 13 Millones que normalmente deberían proceder de USA? Estados Unidos apenas tendrá suficiente para sus propias necesidades; la producción de prerreducidos cubrirá una parte de aquella demanda. ¿Y el resto?. Los fletes serán entonces elevados y la tesis de inexistencia de escasez, ya que todo es un problema de precio, no será corroborada por la realidad. La conclusión final es de nuevo la confirmación de períodos de escasez, a los que seguirán cortas etapas de enrarecimiento de los mercados, cuyos perniciosos efectos se dejarán sentir sobre las economías en vías de desarrollo.

3.7.1.- ESTADOS UNIDOS

A pesar de la gran capacidad de generación de chatarra de recogida, las necesidades internas van a convertir en problemáticas las posibilidades de exportación de esta materia férrea básica, por parte de los EE.UU.

La participación de la chatarra reciclada en el conjunto de la chatarra disponible, se habrá reducido en 1985, esperándose aumento en forma importante la chatarra de recogida. Esto lleva a la conclusión, - refrendada por las cifras previstas, de que se producirán tensiones en 1985 en el mercado americano de la referida materia férrea:

3.7.2.- COMUNIDAD ECONOMICA EUROPEA

La Comunidad será en 1985 un área con módico superavit de chatarra o prerreducidos, habida cuenta de la puesta en marcha de importantes proyectos de esponja de hierro. La reestructuración de la industria siderúrgica Comunitaria, posibilitará mayores disponibilidades de chatarra de recogida.

Las importaciones italianas de chatarra procedente de USA, apenas representan el 10% de las importaciones totales italianas de aquella materia prima; el resto es comprado en Francia, Alemania Federal y U.K. Es previsible que Italia utilice prerreducidos de la CEE procedentes de Alemania, e incluso tenga a la vista el Norte de Africa y los eventuales proyectos españoles.

3.7.3.- JAPON, OTROS PAISES DE ASIA Y OCEANIA

El principal consumidor de chatarra estadounidense va a estabilizar su producción de acero en torno a los 130 Millones de toneladas. La débil variación en la producción de acero eléctrico esperada, así como los requerimientos de la carga de los convertidores de oxígeno estimados, permiten prever un mantenimiento de las necesidades de importación de chatarra USA, así como del total de chatarra comprada en el exterior. La proximidad de otros países de Asia y sus relaciones comerciales con Oceanía, sitúan a Japón como eventual consumidor de prerreducidos de esa zona. Si ello es así, podrá ejercer en el área una importante tensión en el mercado regional.

3.7.4.- LATINOAMERICA

La demanda latinoamericana de chatarra, excederá a la oferta en 1985, en cerca de 10 Millones de toneladas. Este déficit, ha de cubrirse con prerreducidos producidos en las plantas ya instaladas o a instalar en la región. No obstante, los reducidos rendimientos obtenidos a lo largo de los periodos operativos de las instalaciones, llevan a prever un cierto déficit en el año horizonte.

3.7.5.- AFRICA, ORIENTE MEDIO E INDIA

Se espera que en este gran área se produzca un cierto superavit de chatarra o prerreducidos, siempre que las instalaciones para esponja de hierro ya montadas y las proyectadas, se pongan definitivamente en marcha y operen adecuadamente.

Una parte de la esponja de hierro eventualmente disponible, servirá para atender parte de los requerimientos italianos, griegos y de otros países del entorno, más o menos próximos. La estabilidad en la zona de - - Africa del Norte y Oriente Medio, ha de ser valorada - adecuadamente a la hora de estimar las posibilidades - futuras de abastecimiento regular y en condiciones de calidad normalizadas y estables, por parte de los países eventualmente compradores de la tan reiterada mate ria férrica básica.

Es preciso hacer notar que muchos países latinoamericanos del Sudeste Asiático, Africa y Oriente Medio, han orientado sus nuevas e importantes instalaciones para producción de prerreducidos, hacia plantas integradas con horno eléctrico, lo que limita las posibilidades de contar con los superavits que en el análisis aparecen como seguros.

3.7.6.- UNION SOVIETICA Y PAISES SOCIALISTAS

La URSS puede contar con un superavit de chatarra/prerreducidos, que puede llegar a alcanzar los 8'8 Millones de toneladas. Ello depende de la rapidez con que lleve adelante sus proyectos de reducción directa - - -5 Mill. de toneladas- actualmente en ejecución.

3.7.7.- CHINA Y COREA DEL NORTE

Con un proceso acelerado, en marcha, de ampliación de su capacidad de producción de acero, consecuencia de la nueva orientación de la política china, partiendo de un estadio de desarrollo muy limitado, China, y en menor proporción Corea del Norte, van a necesitar cerca de 4 Millones de toneladas de chatarra.

Este déficit será cubierto con compras de prerreducidos en algunas de las amplias zonas no socialistas anteriormente comentadas, donde India es un importante consumidor. Así creará tensiones en esos mercados que, a su vez, serán paliadas por los previstos excedentes de la Unión Soviética. Esto es especialmente cierto - por lo que respecta a Corea, Taiwan y otras naciones del Sureste Asiático.

3.7.8.- OTROS PAISES DE EUROPA OCCIDENTAL. ESPECIAL REFERENCIA A ESPAÑA

Las previsiones para esta región o este grupo de países, cifran el déficit de chatarra en 1985, en 5'3 Millones - de toneladas, parte de las cuales pueden ser cubiertas por el reducido y singular excedente de la CEE.

ESPAÑA.

España durante el periodo 1977-1978 buscó chatarra inglesa y francesa, en un intento de no depender tanto de la chatarra importada de los Estados Unidos.

La situación cambió radicalmente cuando se puso en marcha el plan para la reestructuración siderúrgica europea, impulsado por Davignon y, de acuerdo con él, se instó a los países miembros a utilizar la chatarra propia antes que dedicarla a la exportación a los países no miembros. España tuvo que incrementar sus compras a U.S.A. hasta cubrir más de dos tercios de sus necesidades de importación. A partir de entonces, el estado de cosas, en lo que a dependencia U.S.A. se refiere, tendió a empeorar.

A la C.E.E. le preocupan los problemas que con relación a sus disponibilidades de chatarra va a plantear el - -

eventual ingreso de España y de otros países deficitarios de esta materia prima, en la Comunidad. Esta es la razón por la que desde todos los países se anima al nuestro a construir plantas de reducción directa, que beneficiarán no sólo a España, sino a todos los países comunitarios, que están dispuestos a impulsar los proyectos españoles a través del fondo CECA, en el entendimiento de que aquí se dan condiciones favorables para llevarlos adelante.

El mercado de la chatarra español conoció, durante la década de los años cincuenta, períodos de grandes penurias; esta situación mejoró en la década de los sesenta, a lo largo de la cual las disponibilidades de chatarra fueron suficientes y a precios relativamente bajos; aparecieron nuevas dificultades en los años 1973 y 1974.

El origen de este comportamiento peculiar del mercado de la chatarra, se encuentra en la cambiante evolución de factores estructurales -especialmente el reparto de la producción por procedimientos de elaboración de acero- en el desenvolvimiento del comercio exterior de productos siderúrgicos y en las variaciones de la demanda. Todo ello provoca en el mercado, oscilaciones muy acusadas en precios y disponibilidades, que influyen perturbadoramente, en gran medida, en las siderurgias de países como España, con un alto porcentaje de acero eléctrico.

Para calcular las previsiones de necesidades y posibilidades de suministro de chatarra por procesos para 1985 se han tenido en cuenta los siguientes trabajos: "El Mercado de la Chatarra Actual y Futuro" (Junio 1978), "Previsiones del Comité de Materias Primas para el período 1980-1985", "Situación Actual y Desarrollo del Sector Siderúrgico con Proyección a 1985" (Febrero 1979),

elaborados por UNESID. "Programa de Actuación Industrial Siderúrgica", elaborado por el Ministerio de Industria - (Abril 1979) y "Situación Actual y Perspectivas de la Siderurgia por Sectores" (Febrero 1980), elaborados por los Comités Sectoriales del Consejo de UNESID.

Se han fijado los consumos específicos de chatarra por procesos, para los años 1973, 1978 y, previstos, para 1985. Se ha supuesto una producción de hierro fundido del 8% de la de acero y una producción de relaminados en acero equivalente, de cerca de 400.000 toneladas. Para estimar la demanda interior en términos de Consumo Aparente, se han barajado diferentes hipótesis de crecimiento del P.I.B. La primera de ellas contempla la posibilidad de un estancamiento del consumo y de la producción interiores de acero a los niveles de 1979, como consecuencia de un crecimiento esperado del P.I.B. cercano al cero, aumento medio a lo largo del periodo 1979 - 1985. Así mismo se estima un mantenimiento de las ventas netas al exterior, también a los niveles de 1985, teniendo lugar únicamente cambios en la estructura productiva y en la composición de la demanda.

Una segunda hipótesis prevé una variación positiva media del P.I.B. cercana al 2% anual y acumulativo. La demanda interior variaría al mismo ritmo, supuesta una elasticidad demanda renta del 1'5% y el comercio exterior registraría un saldo neto elevado, pero no inalcanzable, de 4'8 millones de toneladas. Esta posibilidad podría cumplirse hasta el año 1985 si los países en vías de desarrollo, con capacidad de compra y demandantes de productos siderúrgicos poco sofisticados, llevasen adelante sus proyectos a los ritmos hoy registrados. A partir de entonces, la demanda interior y exterior se habrá recuperado moderadamente.

La tercera hipótesis contempla un crecimiento medio - del P.I.B., para el citado periodo, del 4%, con una -- elasticidad demanda-renta ligeramente superior al 1% y saldo exterior neto de 3'2 millones de toneladas. En base a esta previsión acerca del crecimiento del - P.I.B., se ha estimado la demanda de laminados, trans-- formada con posterioridad en acero equivalente, por - sectores industriales consumidores, proyectando esta estructura a 1985 y siguiendo la metodología utilizada al elaborar el programa de Actuación Industrial Side-- rúrgica. Los resultados por lo que a Consumo Aparente previsto se refieren, se elevan a 14'6 millones de tonela-- das, cifra muy próxima a la estimada por la vía del -- crecimiento de macromagnitudes, que arroja un resulta-- do de 14'9 millones.

Las producciones de acero para cada una de las anterio-- res hipótesis, se han determinado en función del Consu-- mo Interior y del saldo exportador neto previsto, ha--- biéndose tenido siempre bien presente la capacidad glo-- bal de producción ya instalada, por sectores, en 1980 y sus producciones obtenibles normales y máximas. Esti-- mando la evolución previsible del aumento de capaci-- dad, que habrá de ser mínimo a lo largo del periodo - - 1980 - 1985, y considerando los límites mínimos tolera-- bles de utilización de la capacidad productiva, se lle-- gana a determinar, para cada caso, las producciones previ-- sibles y su estructura, por sectores y procesos.

Ha de señalarse que los aumentos de capacidad futuros, habrán de limitarse a aquéllos, derivados de la mejora - de la productividad, resultante del equilibrio de las - instalaciones productivas. Asimismo se ha estimado que tendrán lugar disminuciones no importantes de la capa-- cidad instalada como consecuencia de la obsolescencia de algunas instalaciones.

En base a lo hasta aquí expuesto y siguiendo la metodología ya señalada, se han obtenido los resultados que se recogen en el cuadro correspondiente.

La primera hipótesis es muy pesimista y prevé pocos cambios en 1985 con relación a la actual situación. Las necesidades de importación de chatarra son en este caso superiores a los tres millones de toneladas.

La segunda hipótesis, más acorde con la realidad esperada, dentro de una tendencia de moderado crecimiento, cifra las necesidades de chatarra a comprar en el exterior en niveles cercanos a los 5'5 millones de toneladas.

Finalmente, la última hipótesis, claramente optimista, en especial por lo que al crecimiento del consumo interior respecta, prevé el recurso a los mercados internacionales de materia férrica en cuantías superiores a los 6'2 millones de toneladas.

Las conclusiones de este estudio específico relativo a las necesidades de chatarra en España; aquellas otras derivadas del análisis en profundidad del mercado mundial del acero y de sus materias primas y, finalmente, la realidad esperada por todos los países del área de la C.E.E. y U.S.A., que dan por segura la instalación de varios módulos de reducción directa en España, permiten afirmar la urgente necesidad de acometer la realización del primer proyecto de producción de esponja de hierro.

Con ello se evitarían riesgos de desabastecimiento de materia prima férrica básica, se alejaría el fantasma de las eventuales e incontroladas subidas de precios, evitando tensiones en el mercado nacional y regional, se aseguraría la constante mejora en la calidad de los

productos terminados y se evitaría un obstáculo adicional para la entrada de España en la CECA y en la CEE.

La situación prevista para 1985, presenta pues un panorama en el que la industria siderúrgica mundial habrá de sufrir un déficit de disponibilidades de chatarra y prerreducidos de dimensión variable, déficit que si se sitúa a los niveles calculados, habida cuenta del cumplimiento de las estimaciones de chatarra de recogida disponible, podrá ser cubierto con importantes subidas de precios. Esta importancia será tanto mayor cuanto menor sea la cantidad de hierros viejos disponible, ya que aumentar la oferta de este tipo de chatarra exige costosas inversiones de capital que necesitan largo periodo de maduración, y cuanto más rápidamente descienda la calidad de la chatarra.

No sería extraño que en 1985 se abriera todavía más el abanico de precios de la citada materia prima y que -- las chatarras de más alta calidad, paquetes de primera y recortes de estampación, alcanzaran precios muy elevados: un precio razonablemente esperado para la chatarra fragmentada, por ejemplo, se sitúa en niveles de - 200 \$ puesto en acería.

Las disponibilidades esperadas de prerreducidos, 19 millones de toneladas, suponen más de un 10% de las cantidades previstas de chatarra de recogida y podrán cubrir un 4% de las necesidades totales de materia prima férri ca. Actuarán como elemento regulador del precio y estabilizador de los mercados y asegurarán un buen nivel de calidad.

NECESIDADES Y DISPONIBILIDADES DE CHATARRA 1973-1985

	<u>1 9 7 3</u>		<u>1 9 8 5</u>	
	<u>Mill.ton</u>	<u>%</u>	<u>Mill.ton</u>	<u>%</u>
<u>Producción de Acero</u>				
<u>Acero equivalente</u>	<u>699,2</u>		<u>896</u>	
Oxígeno	339,8	48,6	578	64,5
Eléctrico	108,4	15,5	206	23,0
Siemens y otros	251,0	35,9	112	12,5
 <u>Alimentación chatarra+Prerreducido</u>				
<u>Necesidades</u>	<u>313,8</u>		<u>425</u>	
Oxígeno	83,0		151	
Eléctrico	115,7		220	
Siemens	115,1		654	
 <u>Necesidades totales de Chatarra+</u>				
<u>+prerreducido</u>	<u>368,4</u>		<u>493</u>	
Siderurgia	313,8		425	
Otros	54,6		68	
 <u>Disponibilidades</u>				
<u>Internas</u>	<u>171,7</u>		<u>194</u>	
Proceso	81,3		103	
De recogida	113,4		169	
Prerreducidos	2,0		19	

NECESIDADES DE CHÁTARRA EN 1973

	<u>Oxígeno</u>		<u>Horno Eléctrico</u>		<u>Siemens y otros</u>		<u>Otros usos siderúrgicos y no siderúrg.</u>
	<u>Produce.</u>	<u>Chatarra</u>	<u>Produce.</u>	<u>Chatarra</u>	<u>Produce.</u>	<u>Chatarra</u>	<u>Chatarra</u>
América del Norte	82,2	26,9	26,0	29,0	43,7	20,7	19,9
Latino-América	3,7	0,7	4,9	5,5	8,1	2,6	0,3
Oceanía	4,8	1,2	0,5	0,5	2,6	0,9	0,1
C.E.E.	89,6	22,4	20,5	22,1	40,0	17,0	9,8
Otros países de E. Occidental	14,5	3,0	9,4	10,1	5,6	3,1	1,6
Japón	96,3	17,5	21,0	22,2	2,0	1,4	5,5
Otros países de Asia	1,9	0,4	2,7	3,1	5,5	0,7	0,6
África del Sur	1,6	0,3	2,1	2,3	2,0	0,3	0,1
Otros países de África	0,8	0,2	0,1	0,1	-	-	-
Oriente Medio e India	0,3	0,1	0,1	0,2	0,5	0,1	0,1
Mundo Occidental	295,7	72,7	87,3	95,1	110,0	46,8	38,0
URSS	29,2	6,5	13,6	12,5	88,6	43,9	12,0
Otros países de E. Oriental	10,9	2,9	4,8	5,1	31,0	14,8	3,7
China y Corea del Norte	4,0	0,9	2,7	3,0	21,3	9,6	0,9
	<u>339,8</u>	<u>83,0</u>	<u>108,4</u>	<u>115,7</u>	<u>251,0</u>	<u>115,1</u>	<u>54,6</u>

DISPONIBILIDADES DE CHATARRA EN 1973

	<u>Producción de acero</u>	<u>Chatarra reciclada</u>	<u>Consumo de acero en prod.terminado</u>	<u>Chatarra de transformac.</u>	<u>Chatarra de recogida</u>	<u>Prerreducidos</u>
América del Norte	151,9	50,4	113,8	22,9	24,8	1,0
Latino-América	16,7	4,1	18,6	1,9	2,5	0,6
Oceanía	7,9	2,1	6,2	0,7	-	-
C.E.E.	150,1	37,4	99,5	15,9	19,9	0,3
Otros países de E. Occidental	29,5	7,4	27,5	3,6	6,5	-
Japón	119,3	19,2	73,3	10,7	16,8	-
Otros países de Asia	10,1	2,2	16,4	1,4	1,3	-
Africa del Sur	5,7	1,4	4,3	0,5	-	0,1
Otros países de Africa	0,9	0,2	3,2	0,3	-	-
Oriente Medio e India	0,9	0,2	6,1	0,5	-	-
Mundo Occidental	493,0	124,6	368,9	58,4	71,8	2,0
URSS	131,4	30,2	99,6	15,9	25,9	-
Otros países de E. Oriental	46,8	10,5	37,3	5,0	9,3	-
China y Corea del Norte	28,0	6,4	23,6	2,0	6,4	-
	<u>699,2</u>	<u>171,7</u>	<u>529,4</u>	<u>81,3</u>	<u>113,4</u>	<u>2,0</u>

NECESIDADES DE CHATARRA EN 1985

	<u>Oxígeno</u>		<u>Horno Eléctrico</u>		<u>Siemens y otros</u>		<u>Otros usos siderúr- gicos y no siderúr- g</u>
	<u>Produc.</u>	<u>Chatarra</u>	<u>Produc.</u>	<u>Chatarra</u>	<u>Produc.</u>	<u>Chatarra</u>	
América del Norte	93,38	30,6	44,08	47,8	7,54	3,9	23,1
Latino-América	31,05	8,2	18,95	21,0	-	-	0,9
Oceanía	10,58	2,4	0,70	0,8	0,80	0,6	0,1
C.E.E.	104,09	28,9	38,11	40,8	-	-	11,6
Otros países de E. Occidental	31,17	6,9	18,33	20,0	-	-	3,6
Japón	107,25	19,0	25,75	27,7	-	-	7,1
Otros países de Asia	17,54	3,7	12,03	13,3	3,03	1,6	1,9
África del Sur	6,82	1,9	2,88	3,2	-	-	0,1
Otros países de África	5,12	1,4	0,88	0,9	-	-	0,1
Oriente Medio e India	12,94	3,0	6,60	7,3	0,66	0,4	0,6
Mundo Occidental	419,94	106,0	168,31	182,8	12,03	6,5	49,1
URSS	92,81	26,0	22,38	21,0	56,11	26,7	13,9
Otros países de E. Oriental	40,04	12,0	12,43	13,0	13,05	6,1	3,0
China y Corea del Norte	25,21	7,0	2,88	3,2	30,81	14,7	2,0
	<u>578,00</u>	<u>151,0</u>	<u>206,00</u>	<u>220,0</u>	<u>112,00</u>	<u>54,0</u>	<u>68,0</u>

DISPONIBILIDADES DE CHATARRA EN 1985

-en mill ton-

	<u>Produc. acero Líquido</u>	<u>Chatarra inter na reciclada</u>	<u>Consumo aparente de acero en pro- duct. terminados</u>	<u>Chatarra de transformac.</u>	<u>Chatarra de recogida</u>	<u>Prerreducidos</u>
América del Norte	145,0	43,50	118,07	24,80	35,00	2,55
Latino-América	50,0	11,00	51,06	5,87	3,30	6,42
Oceanía	11,9	2,50	9,26	1,11	1,20	0,18
C.E.E.	142,2	30,29	93,17	13,98	37,70	1,80
Otros países de E. Occidental	49,5	11,48	40,79	5,71	7,90	0,08
Japón	133,0	19,55	77,23	10,81	18,90	0,33
Otros países de Asia	32,6	6,52	35,87	3,59	2,60	1,61
Africa del Sur	9,7	2,04	7,64	0,92	1,90	0,16
Otros países de Africa	6,0	1,24	8,16	0,82	0,90	0,81
Oriente Medio e India	20,2	4,14	27,94	2,79	0,90	3,37
Mundo Occidental	600,1	132,26	469,19	70,40	110,30	17,31
URSS	172,3	36,18	124,47	19,92	38,70	1,53
Otros países de E. Oriental	64,7	13,20	54,79	7,67	14,10	-
China y Corea del Norte	58,9	12,31	51,35	5,14	5,70	-
	<u>896,0</u>	<u>193,95</u>	<u>699,80</u>	<u>103,13</u>	<u>168,80</u>	<u>18,84</u>

BALANCE SITUACION CHATARRA/PRERREDUCIDOS 1973

-en mill. ton-

	<u>Total necesidades de chatarra</u>	<u>Total disponibili- dades de chatarra</u>	<u>Disponibilidad prerreducidos</u>	<u>Diferencias</u>
América del Norte	96,5	98,1	1,0	+ 2,6
Latino-América	9,1	8,5	0,6	-
Oceanía	2,7	2,8	-	+ 0,1
C.E.E.	71,3	73,2	0,3	+ 2,2
Otros países de E. Occidental	17,8	17,5	-	- 0,3
Japón	46,6	46,7	-	+ 0,1
Otros países de Asia	4,8	4,9	-	+ 0,1
Africa del Sur	3,0	1,9	0,1	- 1,0
Otros países e India	0,3	0,5	-	+ 0,2
Óriente Medio e India	0,5	0,7	-	+ 0,2
Mundo Occidental	252,6	254,8	2,0	+ 4,2
URSS	74,9	72,0	-	- 2,9
Otros países de E. Oriental	26,5	24,8	-	- 1,7
China y Corea del Norte	14,4	14,8	-	+ 0,4
	<u>368,4</u>	<u>366,4</u>	<u>2,0</u>	

BALANCE DE SITUACION CHATARRA/PRERREDUCIDOS 1985

-mill.ton-

	<u>Total necesida des de chatarra</u>	<u>Total disponibili desde chatarra</u>	<u>Diferencia</u>	<u>Total disponibilidades de prerreducidos</u>	<u>Diferencia final</u>
América del Norte	105,4	103,3	- 2,1	+ 2,6	+ 0,5
Latino-América	30,1	20,2	- 9,9	+ 6,4	- 3,5
Oceanía	3,9	4,8	+ 0,9	+ 0,2	+ 1,1
C.E.E.	81,3	82,0	+ 0,7	+ 1,8	+ 2,5
Otros países de E. Occidental	30,5	25,1	- 5,4	+ 0,1	- 5,3
Japón	53,8	49,3	- 4,5	+ 0,3	- 4,2
Otros países de Asia	20,5	12,7	- 7,8	+ 1,6	- 6,2
Africa del Sur	5,2	4,8	- 0,4	+ 0,2	- 0,2
Otros países de Africa	2,4	2,9	+ 0,5	+ 0,8	+ 1,3
Oriente Medio e India	11,3	7,8	- 3,5	+ 3,4	- 0,1
Mundo Occidental	344,4	312,9	- 31,5	+ 17,4	- 14,1
URSS	87,6	94,9	+ 7,3	+ 1,5	+ 8,8
Otros países de E. Oriental	34,1	35,0	+ 0,9	-	+ 0,9
China y Corea del Norte	26,9	23,2	- 3,7	-	- 3,7
	<u>493,0</u>	<u>466,0</u>	<u>- 27,0</u>	<u>+ 18,9</u>	<u>- 8,1</u>

BALANCE DE SITUACION CHATARRA/ PRERREDUCIDOS EN ESPAÑA 1979 - 1985

(En millones de toneladas)

	AÑO 1979	AÑO 1985		
	Realizado	Hipótesis A	Hipótesis B	Hipótesis C
PRODUCCION DE ACERO	12'2	12'2	15'5	18'0
CONSUMO INTERIOR Y VARIACION DE STOCKS ..	8'0	8'4	10'7	14'86
SALDO EXPORTADOR NETO	4'2	3'8	4'8	3'14
<u>DISTRIBUCION DE LA PRODUCCION DE ACERO</u>				
<u>SIDERURGIA INTEGRAL</u>	<u>6'6</u>	<u>6'6</u>	<u>7'6</u>	<u>8'7</u>
Oxígeno	5'9	6'5	7'4	8'5
Acero Eléctrico	0'1	0'1	0'2	0'2
Martin Siemens y otros	0'6	-	-	-
<u>SIDERURGIA NO INTEGRAL. ACEROS ESPECIALES</u>				
Acero Eléctrico	<u>5'6</u>	<u>5'6</u>	<u>7'9</u>	<u>9'3</u>
<u>NECESIDADES DE CHATARRA</u>				
Para acero	8'101	7'879	10'774	12'595
Para fundición	0'300	0'322	0'407	0'475
Para relaminación	0'350	0'400	0'400	0'400
Para stocks	0'075	0'100	0'100	0'100
Total Necesidades	<u>8'826</u>	<u>8'701</u>	<u>11'681</u>	<u>13'570</u>
<u>DISPONIBILIDADES DE CHATARRA</u>				
Chatarra reciclada	2'879	2'585	3'271	3'703
Chatarra de transformación	0'888	0'924	1'177	1'635
Chatarra de recogida	0'775	1'458	1'458	1'458
Chatarra de desguace	0'787	0'500	0'500	0'500
Total Disponibilidades..	<u>5'329</u>	<u>5'467</u>	<u>6'406</u>	<u>7'296</u>
NECESIDADES DE IMPORTACION...	<u>3'497</u>	<u>3'234</u>	<u>5'275</u>	<u>6'274</u>

EVOLUCION DE LAS NECESIDADES DE CHATARRA
EN EL PERIODO 1961 / 1979

Unidad 10³ t

AÑOS	Consumo de chatarra en siderurgia	En Relaminación	En Fundición	Variación stocks anual	Necesidades de chatarra
1961	1.207	58	59	-	1.324
1962	1.204	40	59	- 4	1.299
1963	1.504	60	70	50	1.684
1964	1.766	65	80	42	1.953
1965	1.973	62	89	32	2.156
1966	2.292	120	98	48	2.493
1967	2.787	120	114	86	3.107
1968	3.355	143	129	91	3.718
1969	3.858	144	152	79	4.233
1970	4.790	155	188	147	5.280
1971	4.923	200	204	29	5.356
1972	5.459	300	242	101	6.102
1973	6.429	325	275	154	7.183
1974	6.797	360	292	63	7.512
1975	6.507	330	282	- 49	7.030
1976	6.570	330	279	10	7.198
1977	6.710	330	283	20	7.343
1978	7.211	340	290	10	7.851
1979	8.101	350	300	75	8.826

EVOLUCION DE LAS DISPONIBILIDADES DE CHATARRA Y SUS COMPONENTES EN EL PERIODO

1 9 6 1 - 1 9 7 9

Unidad 10³ t

A Ñ O S	Chatarra reciclada	Chatarra de transformación	Desguace	Importación real	Recogida de hierros viejos	Disponibi- lidades
1961	608	276	49	234	202	1.369
1962	601	315	92	307	206	1.521
1963	726	391	97	199	201	1.614
1964	828	483	120	306	177	1.914
1965	933	654	214	431	200	2.432
1966	1.023	676	183	383	199	2.464
1967	1.173	667	191	351	203	2.585
1968	1.330	751	220	597	233	3.131
1969	1.544	936	351	1.237	258	4.326
1970	1.861	940	401	1.363	260	4.825
1971	1.971	865	504	1.382	298	5.020
1972	2.358	1.046	533	1.826	325	6.078
1973	2.641	1.204	483	2.012	379	6.719
1974	2.833	1.184	462	1.925	453	6.857
1975	2.687	1.101	588	2.198	471	7.095
1976	2.653	1.105	611	2.657	532	7.558
1977	2.637	1.111	415	1.993	545	6.701
1978	2.677	928	700	1.950	650	6.905
1979	2.879	888	787	2.928	775	8.257

PREVISION DE CONSUMO APARENTE DE LOS DIFERENTES
PRODUCTOS SIDERURGICOS EN 1985 - HIPOTESIS C -

	(10 ³ t. producto)
	<u>Previsión media</u>
Productos Largos:	
- Estructurales	835
- Comerciales	535
- Redondos	1.530
- Alambrón	1.000
- Tubería sin soldadura	245
- Otros productos	115
Productos Planos:	
- Chapa gruesa	1.000
- Bobina y fleje caliente (1) ...	1.965
- Bobina y fleje frío (1)	1.910
- Hojalata	415
- Chapa galvanizada	300
- Planos inoxidables	115
- Otros planos	180
Acero especial:	
- Acero especial (todos productos)	1.680
Forja y moldeo:	
- Piezas de forja libre (2)	105
- Piezas de acero moldeado (3) ...	280
Total expresado en acero sólido -- equivalente	
	14.620
=====	
Previsión autónoma del consumo -- de acero	15.435
=====	
Previsión de productos transforma- dos:	
- Tubos soldados	1.150
- Alambres	950

(1) Para mercado, incluidos tubos soldados

(2) Incluidas en la rúbrica de aceros especiales.

(3) Líquido

4.- MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIA DE
ABASTECIMIENTO. LOS PRERREDUCIDOS

4.- MATERIAS PRIMAS ALTERNATIVAS Y ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO. LOS PREPREDUCIDOS.

4.1.- LA EVOLUCION TECNOLOGICA Y LAS MATERIAS FERRICAS ALTERNATIVAS.

Durante muchos años, los investigadores estudiaron la posibilidad de metalizar el mineral de hierro - por medio de un proceso de reducción directa, que evitase el paso por la fase líquida, tras la cual el arrabio generalmente se solidifica y ha de someterse a nuevas fases para obtener acero, con el -- consiguiente consumo de energía.

Hace sólo unos años, confluyeron una serie de acontecimientos en el área de la innovación técnica, - que pusieron de manifiesto la madurez de ciertas - tecnologías especiales, distintas de los procesos siderúrgicos clásicos y, al tiempo, acontecieron - una serie de hechos económicos que conformaron la - coyuntura oportuna, inductora del interés comercial por el método de reducción directa, a través del - cual es posible obtener hierro casi puro, sin previa fusión, sustitutivo de la chatarra en la carga del horno eléctrico.

La idea del proceso reducción directa - horno eléctrico de arco, como método alternativo a la vía convencional de producción de hierro y acero, no es - nueva en los países desarrollados. A mediados del siglo pasado, W. Siemens, que una docena de años - antes había diseñado el primer horno de hogar abierto y que diez años más tarde introduciría el proceso de fusión en horno eléctrico de arco, inició -- los experimentos para extraer acero directamente -

del mineral de hierro.

A través de distintos ensayos, Siemens esperaba eliminar completamente el oxígeno del mineral de hierro, -- mientras éste permanecía en estado sólido. Al comprobar que la esponja de hierro resultante contendría toda la ganga y las impurezas del mineral original, decidió usar minerales de alta riqueza en hierro, e introducir en el proceso de reducción la menor cantidad posible de carbón y otras sustancias, que pudieran ir a parar a la esponja, contaminándola. Desgraciadamente, en aquella época no era posible disponer de cantidades abundantes del mineral requerido y el incipiente nuevo procedimiento quedó postergado.

Hacia los años veinte del siglo actual, la disponibilidad en Suecia de minerales ricos de características -- bien conocidas, unida al bajo coste de la energía eléctrica generada, constituyeron factores favorables al desarrollo de dos procesos: Wiberg y Hoganas, que en -- aquel momento demostraron que para obtener acero a precios competitivos, era preciso fundir directamente la esponja de hierro, para eliminar la ganga durante el -- afinado. Los mayores costes de estos modos de hacer, eliminaron el interés por el prerreducido durante 25 años.

Hacia 1950, el esperado aumento de las necesidades mundiales de acero, forzó a los siderúrgicos a buscar nuevos procedimientos técnicos y nuevas fuentes de aprovisionamiento de mejores materias primas. La reducción -- directa junto con el empleo del horno eléctrico para -- fundir materia férrica adecuada, ofrecía interesantes posibilidades. Esta es la razón por la cual se examinaron y experimentaron, durante el período 1950-1975, más de cien procesos distintos de obtención de esponja de hierro por reducción directa. De ellos, sólo aproximadamente una docena han conseguido sobrevivir hoy, sien

do posible agruparlos en dos grandes áreas, de acuerdo con el tipo de reductor utilizado, sólido o gaseoso.

La esponja de hierro o prerreducido, es un producto sustitutivo de la chatarra, obtenido a partir del beneficio y enriquecimiento del mineral de hierro y cuyo nivel de reducción es medido por el llamado grado de metalización o relación que existe entre el contenido de hierro metal y el contenido total de hierro en el mismo.

Sin perjuicio de examinar más adelante las ventajas e inconvenientes de los procedimientos técnicos de reducción directa hoy existentes, baste, de momento, señalar que la llamada esponja de hierro es un producto obtenido a partir de mineral de hierro de alta ley, al cual se somete a un proceso de concentración en varias fases, para, posteriormente, ser transformado en pellets o bolas de alto contenido en hierro y características técnicas especiales.

Posteriormente, el pellet, solo o combinado con el llamado pellet natural, pasa a la fase de reducción directa, durante la cual un agente reductor sólido (carbón) ó gaseoso (gas natural reformado), permite conseguir un producto final con un grado de metalización situado entre el 92 y 94%, sustitutivo de la chatarra en proporciones crecientes y variables según las características de los hornos y del tipo de acero a conseguir.

El descubrimiento y uso de esta materia prima sustitutiva, y con frecuencia también complementaria, de la chatarra - de distintas calidades, fueron considerados con escepticismo durante muchos años, pues la necesidad de hallar nuevas soluciones a la obtención de acero no era apremiante. Esta es la razón por la que el desarrollo de este nuevo hallazgo ha sido relativamente lento. Hoy, sin embargo, ya puede

considerarse la vía reducción directa - horno eléctrico, no sólo como una solución moderna, sino también como un proceso que resolverá agudos problemas en el futuro.

Y ello, entre otras razones, por la expansión actual y venidera del acero de horno eléctrico, ya comentada; la escasez crónica de chatarras en cantidad y calidad, ya analizada suficientemente; el alto precio del coque metáurgico, (cuya producción mundial apenas ha aumentado, lo que ha dado origen a la formación de cuellos de botella, que sólo han podido eliminarse utilizando costosos y poco rentables instalaciones de mezcla de carbones o coque artificial, de comportamiento y eficacia más que discutibles); las mayores inversiones requeridas por la vía siderúrgica clásica, tanto directas como en equipo anticontaminación y, finalmente, los mayores costes operativos del procedimiento coque - alto horno - convertidor, en siderurgias integrales.

Es preciso señalar, ahora, que la utilización del arrabio como carga del horno eléctrico, ha de considerarse, por costosa, marginal. Esta materia prima es empleada en aquellos casos en que el excedente de producción en las siderúrgicas integrales se produce fatalmente en forma esporádica, como consecuencia de paradas obligadas para mantenimiento y reparación, o bien como derivada de procesos de obsolescencia y cambios tecnológicos. Cuando así sucede, el arrabio es transportado en forma líquida, y en algunos casos en tocho, hasta la acería eléctrica, cuya proximidad a las instalaciones de la integral viene a ser obligada. El coste de transformación a acero, por el uso de energía, es tan cuantioso que la utilización del arrabio como materia férrica a cargar en el horno eléctrico, ha de considerarse excepcional.

4.2.- LOS PRERREDUCIDOS. EVOLUCION DE SU PRODUCCION.
PERSPECTIVAS

La expansión de la producción y uso de los prerreducidos ha sido continuada y creciente, hasta el punto de que durante el pasado año 1979 se produjeron en el mundo 6,7 millones de toneladas de esta materia férrea; más del noventa por ciento de las cuales fueron obtenidas utilizando procedimientos de reductor gaseoso.

La evolución de la cifra de prerreducidos obtenidos en la década de los setenta ha sido la siguiente:

1970	1.000.000 de toneladas
1973	2.000.000 " "
1975	2.500.000 " "
1979	6.750.000 " "

Llegar a determinar con escaso margen de error las cantidades de esponja de hierro producidas y sus características físicas y químicas, es tarea difícil de realizar ya que unas veces se suministran datos que recojen la capacidad nominal de las plantas y no la producción real; otras se oculta el grado de metalización y el contenido en Carbono y otras no se facilita el tiempo empleado en lograr la producción y el período continuado a lo largo del cual las plantas han funcionado a régimen. En gran número de ocasiones, para mantener viva la vigencia de un procedimiento técnico las producciones son estimadas y no reales, en base a datos suministrados por el licenciatarario y no por el licenciador -- que es remiso a reconocer sus menores avances.

Unicamente el seguimiento atento y puntual de la marcha de cada factoría utilizando el gran cúmulo de -- fuentes disponible, publicaciones técnicas, información de los licenciadores, información de los licenciatarios y noticias de los suministradores de equipos y mantenimiento, permite conocer la realidad -- con un margen de fiabilidad muy elevado.

Así se ha llegado a confeccionar el cuadro estadístico que recoge las capacidades de producción instaladas y las cantidades producidas en 1979, así como -- las capacidades en construcción en enero de 1980, clasificadas por tipos de reductor y procesos tecnológicos en funcionamiento. Esta tabla queda complementada con la relación pormenorizada de plantas en operación, y en construcción en la misma fecha, a la que se acompañan comentarios interesantes en relación -- con el estado de cosas actual, perspectivas futuras para cada planta y, en su caso, año de arranque razonablemente esperado.

Las referencias estadísticas y las notas adicionales eximen de cualquier comentario. No obstante valga reseñar que el grado de utilización, índice de la eficacia de los procesos, es superior al 61% en los de reductor gaseoso y, dentro de ellos, más elevado en las dos tecnologías punteras MIDREX y HYL. Desciende enormemente el porcentaje en el grupo de reductor sólido, cuya media alcanza el nivel del 20%, siendo de destacar el proceso KRUPP único que apunta relativas expectativas favorables a un plazo de diez años. Asimismo destaca el hecho, difícilmente contrastable, de que el grado de utilización en 1979 no superó el nivel del 55%, resultado derivado de la producción de 6,750 millones de toneladas con una capacidad instalada de 12,272 millones.

Para estimar la capacidad de producción esperada en 1985, se ha elaborado el cuadro que recoge los posibles proyectos relativos a plantas aún no adjudicadas y cuyas posibilidades de entrar en funcionamiento antes de 1985 son razonablemente altas en condiciones normales; esto supone que la referida adjudicación ha de ser llevada a cabo antes de finales -- del próximo año 1981.

Asimismo se ha procedido a considerar cuatro grupos de plantas: aquéllas que han operado durante todo el año 1979, para las que se estima en 1985 una producción igual o global alcanzada en dicho año; un segundo grupo formado por las instalaciones que entraron en funcionamiento a lo largo de 1979 y a las que se aplica un grado de utilización del 65%; un tercer grupo en el que se engloban las plantas en construcción en 1979 y se les aplica también un porcentaje de producción del 65% en el año horizonte, habida cuenta de la experiencia pasada y de los distintos niveles de operatividad en función de la puesta a punto de la tecnología; y, finalmente, un último grupo, el correspondiente a los proyectos planeados, que se estima aportarán al mercado en 1985, bajo hipótesis muy favorables, una producción equivalente al 50% de la capacidad normal teórica instalada.

4.3.- ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO

Las dificultades de disponibilidad de chatarra suelen ser cíclicas dentro de una tendencia cada vez más marcada a la escasez en tiempo y lugar requeridos. Los estudios realizados a este respecto para España y para el Mundo, referidos tanto a la situación actual como a la razonablemente esperada para el año 1985, sobre hipótesis de crecimiento económico muy pesimistas, arrojan, como ya se ha reseñado, unos resultados de déficit mundial previsto, para dicho año, en el mejor de los casos, de 27 millones de toneladas. Para España, en el caso de estancamiento de la producción siderúrgica, el déficit se sitúa en torno a los 3,5 millones de toneladas; y bajo la hipótesis de crecimientos moderados la cifra anterior se eleva hasta 6 millones de toneladas en 1985. En dólares estas cantidades, a los precios medios actuales de las diferentes calidades de chatarra, suponen un desembolso en divisas cercano a los 500 y 800 millones respectivamente. Y ello sin contar con que la citada escasez traerá consigo aumentos espectaculares y especulativos de precios, que, al no poder ser pagados, pueden dar origen a estancamientos de la producción.

El deterioro de la calidad de la chatarra, que afecta a las características del acero, tanto más cuanto más especiales y finos o aleados son los tipos demandados del mismo, es consecuencia del continuo reciclado de esta materia prima que, al transformarse en producto de consumo o bien de inversión, vuelve a convertirse de nuevo en chatarra, una vez que ese producto de consumo o bien de inversión pasa al desgua-

ce o derribo. A lo largo del referido reciclado, se van acumulando en la chatarra productos metálicos, cobre, - estaño, cinc, etc. cuya eliminación en el proceso productivo es costosa, o en algunos casos imposible, por su - irrentabilidad, y cuya permanencia en el acero presta a éste características técnicas que lo hacen inservible o lo degradan.

Además, la convicción, cada vez más extendida en los países excedentarios de chatarra, de que esta materia férrica posee un alto porcentaje de energía contenida cuya - conservación y ahorro es preciso estimular, lleva a predecir la instauración en ellos de restricciones a la exportación.

El prerreducido constituye así la materia prima alternativa y, como se ha dicho, en muchas ocasiones complementaria de la chatarra, cuyas características y precio -- permiten reducir a magnitudes aceptables los problemas ya reseñados de escasez, calidad y precio de la chatarra.

El nivel de sustitución en la chatarra, puede llegar a ser importante e incluso alcanzar las proporciones prerreducido chatarra 70:30, dependiendo la mezcla de los niveles de precios y de las calidades del acero a obtener. Es preciso destacar a este respecto que niveles bajos de sustitución de chatarra por esponja de hierro situados, por ejemplo, al 10% de esta materia férrica, permiten lograr efectos contractivos en la escasez de chatarra y en los precios de ésta muy importantes y cuantiosos, al operar sobre los últimos miles de toneladas requeridos, que son siempre los más caros y afectados por la citada escasez. De aquí la importancia de poder contar en todo momento con alguna cantidad de prerreducido.

Las disponibilidades de esponja de hierro con adecuado grado de metalización, en 1985 serán cercanas a los 19 millones de toneladas. Así se habrá cubierto una buena parte del déficit esperado de 27 millones de toneladas de chatarra y aún harán falta 8 millones de toneladas adicionales, que al no hallarse disponibles forzarán -- los precios de la chatarra al alza. La mayor estabilidad de los precios de la esponja de hierro contribuirá de forma trascendental a reducir las tensiones en el mercado de las materias primas férricas.

Parece necesario también agrupar los proyectos de reducción directa por países y áreas geográficas, con objeto de estimar la disponibilidad de prerreducidos, no solo en cantidad y tiempo sino también en lugar. Ello sin duda contribuirá a determinar en qué medida la localización de los futuros proyectos va a posibilitar los intercambios internacionales de materia férrica, que paliarán las desfavorables consecuencias de los déficits esperados.

En el área de Europa Occidental, fuera del ámbito de la CEE va a producirse una escasez de materia férrica cuyos efectos habrán de ser paliados con proyectos de reducción directa adicionales y comprando prerreducidos en el Norte de África.

Asia y Latinoamérica también serán deficitarias de materia férrica, déficit que habrán de suplir comprando en Oceanía y quizá en Canadá y la URSS, a menos que el abandono de algunos proyectos de acerías eléctricas y miniplantas de laminación reduzcan la necesidad de chatarra o esponja de hierro.

Parece claro por otra parte que la Unión Soviética seguirá contando con una posición de preeminencia en materia férrica, de trascendental importancia para el -

futuro de la industria pesada.

Por lo que a España se refiere parece claro que la disponibilidad de una cantidad de prerreducidos que asegure el abastecimiento cercano al 15% de sus necesidades de materia férrica, permitirá reducir el impacto de la tensión en el mercado internacional de la chatarra, -- asegurar un nivel de precios razonable al disponer de las toneladas marginales de materia férrica a precios relativamente estables y abordar la producción de aceros de superior calidad, meta a la que hay que tender sin demora.

SITUACION Y CAPACIDADES DE LAS PLANTAS DE REDUCCION DIRECTA POR PROCESOS

-ENERO 1980-

(Plantas que producen esponja de hierro con metalización superior al 80%)

PROCESOS DE REDUCTOR GASEOSO

- MIDREX

<u>En operación o construídas</u>	<u>Año de arranque</u>	<u>Capacidad Nominal (t/año)</u>
1. Oregon Steel (Oregon - USA)	1969	2 x 150.000
2. Georgetown (South Carolina - USA)	1971	350.000
3. Sidbec I (Quebec - Canadá)	1973	355.000
4. Sibdec II (Quebec - Canadá)	1977	600.000
5. Hamburger Stahlw. (Hamburgo - Alemania)	1972	400.000
6. Dalmine (Campana - Argentina)	1976	330.000
7. Sidor (Matanzas II - Venezuela)	1977	350.000
8. Sidor (Matanzas IV - Venezuela)	1979	3 x 425.000
9. Acindar (V. Constitución - Argentina)	1978	420.000
10. Qatar (Qatar)	1078	400.000
11. B.S.C. (Hunterston - Inglaterra)	1979	2 x 400.000
		<hr/>
		5.580.000
<u>En construcción o adjudicadas</u>		
12. Iscott (Punta Lisas - Trinidad)	1980/82	2 x 420.000
13. OEMK (Kursk - Unión Soviética)	1981	4 x 425.000
14. NFW (Emdem - Alemania)	1980/81	2 x 440.000
15. Estatal (Warri - Nigeria)	1981	2 x 500.000
16. Sabic (Jubail - Arabia)	1983	2 x 400.000
17. Nisic (Ahwaz - Irán)	?	3 x 400.000
		<hr/>
		6.420.000

- H Y L

<u>En operación o construídas</u>	<u>Año de Arranque</u>	<u>Capacidad Nominal (t/año)</u>
18. Hylsa (Monterrey I - Méjico)	1956	95.000
19. Hylsa (Monterrey II - Méjico)	1960	260.000
20. Hylsa (Monterrey III - Méjico)	1974	420.000
21. Hylsa (Puebla I - Méjico)	1969	315.000
22. Hylsa (Puebla II - Méjico)	1977	630.000
23. Tamsa (Veracruz I - Méjico)	1967	220.000
24. Usiba (Salvador - Brasil)	1974	250.000
25. Sidor (Matanzas I - Venezuela)	1976	360.000
26. Krakatau (Kota Baja - Indonesia)	1979	575.000
		<hr/>
		3.125.000

En construcción o adjudicadas

27. Krakatau (Nota Baja - Indonesia)	1980	3 x 575.000
28. Tika (Solwezi - Zambia)	?	250.000
29. Estatal (Khor - Iraq)	1980	1.435.000
30. Sidor (Matanzas - Venezuela)	1980	3 x 700.000
31. Nisic (Ahwaz III - Irán)	?	3 x 330.000
		<hr/>
		6.500.000

En operación o construídas

- PUROFER

32. Thyssen (Overhausen - Alemania)	1971	100.000
33. Cosigua (Rio de Janeiro - Brasil)	1976	360.000
34. Nisic (Ahwaz I - Irán)	1976	360.000
		<hr/>

En operación o construídas

820.000

- ARMCO

35. Armco (Houston - USA)	1972	350.000
---------------------------	------	---------

En operación o construídas

- FIOR

36. Fior (Matanzas - Venezuela)	1976	400.000
---------------------------------	------	---------

<u>- NSC</u>	<u>Año de Arranque</u>	<u>Capacidad Nominal (t/año)</u>
<u>En operación o construídas</u>		
37. Nippon Steel (Hirohata - Japón)	1977	150.000
<u>- WIBERG</u>		
<u>En operación o construídas</u>		
38. SKF (Hofors - Suecia)	1960	25.000
<u>- HIB</u>		
<u>En operación o construídas</u>		
39. Minorca (Puerto Ordaz - Venezuela)	1972	-
 <u>PROCESOS DE REDUCTOR SOLIDO</u>		
<u>- SL/RN</u>		
<u>En operación o construídas</u>		
40. New Zeland Steel (Glenbrook - Nueva Zelanda)	1970	150.000
41. Highveld Steel (Witbak - Sudáfrica)	1972	100.000
42. Piratini (Portoalegre - Brasil)	1973	65.000
43. Nippon Kokan (Fukuyama - Japón)	1974	350.000
44. Hecla (Arizona - U.S.A.)	1975	65.000
45. Stelco (Red Lake - Canadá)	1975	350.000
		<hr/> 1.080.000
<u>En construcción o adjudicadas</u>		
46. Siderperú (Chimbote - Perú)	?	3 x 35.000
47. Estatal (Kothagudem - India)	1980	30.000
		<hr/> 135.000

- KRUPP

<u>En operación o construídas</u>	<u>Año de Arranque</u>	<u>Capacidad Nominal (t/año)</u>
48. Dunswart (Benoni - Sudáfrica)	1973	150.000

- ALLIS CHALMERS

<u>En operación o construídas</u>		
49. Niágara (Niágara Falls - Canadá)	1973	30.000
50. Sudbury (Falconbridge - Canadá)	1976	260.000

En construcción o adjudicadas

51. Estatal (Palasapunga - India)	1981	100.000
-----------------------------------	------	---------

- HOGANAS

<u>En operación o construídas</u>		
52. Hoganas (Hoganas - Suecia)	1953	62.000
53. Hoganas (Riverton - U.S.A.)	1954	70.000
54. Granges (Oxelosund - Suecia)	1954	35.000
		<hr/>
		167.000

En construcción

55. Hoganas (Gallatin - U.S.A.)	1980	50.000
---------------------------------	------	--------

- KINGLOR METOR

<u>En operación o construídas</u>		
56. Arvedi (Cremona - Italia)	1976	40.000
57. Butriu (Italia)	1973	10.000
		<hr/>
		50.000

- HOCKIN

<u>En operación o construídas</u>		
58. Azcon (Rockwood - U.S.A.)	1978	85.000

- OTROS PROCESOS

59. Kawasaki, Koho y Sumitomo (Japón)		
---------------------------------------	--	--

NOTAS

- (1) Se cierra en 1979 indefinidamente por elevados costes y por el complejo proceso productivo.
- (2) Esta planta viene incorporando las mejoras que logra la investigación sobre el proceso MIDREX y funciona en plan experimental.
- (3) Esta planta ha funcionado con una regularidad notoria y ha sido modificada para aumentar su capacidad.
- (4) La capacidad máxima obtenida en esta moderna planta de la segunda generación MIDREX durante un mes de producción equivale a más de 750.000 t/año.
- (6) Esta planta no tiene problemas en alcanzar y superar su capacidad nominal.
- (7) Esta planta ha funcionado irregularmente debido a falta de materia prima adecuada.
- (8) Estos módulos han arrancado en febrero, abril y junio de 1979 alcanzando en pocos días la capacidad nominal.
- (10) Esta cifra ha sido extrapolada de datos mensuales
- (11) Estas plantas no han entrado en funcionamiento debido a la crítica situación de la B. Steel que impidió la instalación de la acería co nexa. Su posible utilización es más que cuestionable. Como eventual merchant plant su viabilidad es problemática, dada la situación labo ral y el elevado precio del gas natural exigido por la suministrado ra del mismo.
- (14) Esta planta no tiene acería asociada y funcionará como una merchant plant.
- (15) Este proyecto ha tenido graves problemas de financiación e infraestructura para el suministro de agua y su plazo de terminación es dudoso.
- (17) Este proyecto está parado con las plantas parcialmente construidas desde hace dos años. Es posible que por los problemas políticos de Irán, unidos a los ya existentes de infraestructura, no llegue nunca a funcionar.

- (18) (19) Los datos publicados de producción de estas plantas tienen un grado de fiabilidad relativo.
- (20) (21) No existen datos publicados posteriores al año 1976. En campañas de me ses han conseguido producciones que, extrapoladas, son superiores a las indicadas.
- (22) Esta producción se alcanzó en noviembre de 1977 a noviembre de 1978. - No hay datos publicados posteriores, pero de los datos mensuales se de duce que puede alcanzar holgadamente su capacidad nominal de 630.000 t.
- (23) En 1976 se incrementa la capacidad del reforming en un 20%. De comuni- caciones verbales se deduce que llega a las 280.000 t/año la producción.
- (25) Después del arranque estuvo 22 meses parada por problemas de alimenta- ción. Funcionamiento muy irregular.
- (27) Estas plantas se han retrasado por problemas de suministro de gas, debi do al retraso en la acería eléctrica. Funcionará durante uno o dos años como merchant plant. Se alimenta de pelets brasileños.
- (28) Se contrató y suministró el equipo, pero no se inició la construcción. Este proyecto lleva parado tres años y es posible que no se realice.
- (29) Esta planta está formada por 3 módulos y se ha iniciado ya su puesta en marcha. El último módulo actuará como merchat plant.
- (31) Proyecto parado. Es probable que no se reanude.
- (32) Esta planta de demostración funciona intermitentemente.
- (33) Se cerró en 1979 después de tres años con problemas en la oxidación par cial del fuel-oil para generar gas reductor.
- (34) Solo funcionó unos meses en 1977 para el Comisioning. Se canceló la cons trucción de la acería asociada. Probablemente no volverá a funcionar.
- (35) Esta planta se cerró en 1976 por problemas de proceso habiéndose dejado de comercializar el mismo. Tres años después se ha puesto nuevamente en marcha.
- (36) Este proceso de lecho fluidizado encontró problemas que se van superan- do solo lentamente. Actúa como merchant plant.
- (37) Planta demostración que ha funcionado sólo durante campañas. De la plan ta industrial de 400.000 toneladas existe solo el proyecto de ingenie- ría básica.
- (38) El anterior proceso Wiberg ha sido modificado por SKF quién pretende - hacer funcionar nuevamente la planta de Hofors. Las otras plantas están cerradas.
- (39) Se recoge este proyecto a efectos de información, pues el producto tie- ne baja metalización. Los problemas surgidos en este proceso no han si- do resueltos.

- (40) Son prerreducidos obtenidos a partir de arenas titaníferas de baja ca
lidad.
- (41) Prerreducidos con alto contenido en vanadio no aptos para acería eléc
trica.
- (42) Esta planta, como otras muchas de reductor sólido alcanzan solo parte
de su capacidad nominal, debido a problemas con el carbón de alimenta
ción.
- (43) Preparan prerreducidos para horno alto con residuos de planta integral.
- (44) Produce prerreducidos para cementación de cobre.
- (45) Esta planta ha funcionado solo durante semanas y se halla parada desde
principios del año 1976 por problemas de materias primas y costes. Pro
bablemente no funcionará más.
- (46) Construída a partir de hornos de cemento modificados lleva tres años de
retraso. Terminación dudosa.
- (48) La producción mensual se ha extrapolado para calcular la correspondien
te a 1979 después de tres años de parada.
- (49) Esta planta tiene el carácter de demostración.
- (50) Funcionó semanas. No pasó de las 700 t/diarias. Parada para modificación
debido a un accidente. No se ha vuelto a poner en marcha. Probablemente
no se volverá a arrancar.
- (52)(53)(54) Estas plantas se han parado hace años definitivamente.
- (59) No se consideran las diversas plantas en estos procesos, tres de Kawasa
ki, dos de Sumitomo y una de Koho, por producir prerreducidos de baja
metalización para su carga en el horno alto, a partir de residuos de -
acería integral.

CAPACIDADES DE PRODUCCION Y PRODUCCIONES DE PRERREDUCIDOS

ENERO 1980 (Miles de t.)

	<u>Capacidad Instalada</u>	<u>Cantidades producidas</u>	<u>% utilización</u>	<u>Capacidad en construcción</u>
<u>Reductor Gaseoso</u>				
- Proceso Midrex	5.580	3.750	67,2	6.420
" HyL	3.125	2.200	70,4	6.500
" Purofer	820	20	-	
" Fior	400	200	50,0	
" Armco	350	210	60,0	
" Nippon Steel	150	-	-	
" Wibarg	25	-	-	
Total Reductor Gaseoso	10.450	6.380	61,05	12.920
<u>Reductor Sólido</u>				
- Proceso SL/RN	1.080	200	18,5	135
" Accar	290	10	-	100
" Hognas	167	-	-	50
" Krupp	150	120	80,0	-
" Hockin	85	30	35,3	-
" Kinglor Metor	50	10	20,0	-
Total Reductor Sólido	1.822	370	20,3	285
TOTAL GENERAL	<u>12.272</u>	<u>6.750</u>	<u>55,0</u>	<u>13.205</u>
	=====	=====	=====	=====

PROYECTOS PLANEADOS PARA EMPEZAR A PRODUCIR EN EL AÑO 1985

<u>Plantas y Situación</u>	<u>Capacidad nominal</u>	<u>Año de arranque probable</u>
Beaumont (Tejas - U.S.A.)	400.000	1984
Tamsa II (Veracruz - Méjico)	300.000	1984
Ecuasider (Puerto Bolívar - Ecuador)	400.000	1983
Iscott III (Punta Lisas - Trinidad)	400.000	1984
Hylsa (Tampico - Méjico)	700.000	1984
New Zeland Steel II* (New Zeland)	150.000	1984
Coimpra (Italia)	500.000	1984
Rhur Coahle*(Duisburg - Alemania)	200.000	1985
OMK II (Kursk - Unión Soviética)	850.000	1985
Consorcio Sattahip (Tailandia)	500.000	1984
Tang Iron Works* (Tang - Taiwan)	200.000	1985
Total	4.600.000	

(*) Reductor Carbón sólido

Las restantes plantas utilizarán reductor gaseoso. No se ha incluido en esta relación intencionadamente, la planta de PREPELSA en Huelva (España).

DISPONIBILIDADES DE PRERREDUCIDOS PREVISTAS PARA EL AÑO 1985

-en toneladas-

	<u>Capacidad Nominal</u>	<u>Producción Esperada</u>
1.- Plantas construídas y en funcionamiento durante todo el año 1979	10.422.000	6.750.000
2.- Plantas cuya entrada en funcionamiento tuvo lugar en 1979	1.850.000	1.250.000
3.- Plantas en Construcción en 1979	13.205.000	8.580.000
4.- Plantas con posible inicio de producción en 1985.	4.600.000	2.300.000
Totales	<u>30.077.000</u>	<u>18.880.000</u>

BALANCE SITUACION CHATARRA/PRERREDUCIDOS 1973

-en mill. ton-

	<u>Total necesidades de chatarra</u>	<u>Total disponibili- dades de chatarra</u>	<u>Disponibilidad prerreducidos</u>	<u>Diferencias</u>
América del Norte	96,5	98,1	1,0	+ 2,6
Latino-América	9,1	8,5	0,6	-
Oceanía	2,7	2,8	-	+ 0,1
C.E.E.	71,3	73,2	0,3	+ 2,2
Otros países de E. Occidental	17,8	17,5	-	- 0,3
Japón	46,6	46,7	-	+ 0,1
Otros países de Asia	4,8	4,9	-	+ 0,1
Africa del Sur	3,0	1,9	0,1	- 1,0
Otros países e India	0,3	0,5	-	+ 0,2
Oriente Medio e India	0,5	0,7	-	+ 0,2
Mundo Occidental	252,6	254,8	2,0	+ 4,2
URSS	74,9	72,0	-	- 2,9
Otros países de E. Oriental	26,5	24,8	-	- 1,7
China y Corea del Norte	14,4	14,8	-	+ 0,4
	<u>368,4</u>	<u>366,4</u>	<u>2,0</u>	

BALANCE DE SITUACION CHATARRA/PRERREDUCIDOS 1985

-mill.ton-

	<u>Total necesida des de chatarra</u>	<u>Total disponibili desde chatarra</u>	<u>Diferencia</u>	<u>Total disponibilidades de prerreducidos</u>	<u>Diferencia</u>
América del Norte	105,4	103,3	- 2,1	+ 2,6	+ 0,5
Latino-América	30,1	20,2	- 9,9	+ 6,4	- 3,5
Oceanía	3,9	4,8	+ 0,9	+ 0,2	+ 1,1
C.E.E.	81,3	82,0	+ 0,7	+ 1,8	+ 2,5
Otros países de E. Occidental	30,5	25,1	- 5,4	+ 0,1	- 5,3
Japón	53,8	49,3	- 4,5	+ 0,3	- 4,2
Otros países de Asia	20,5	12,7	- 7,8	+ 1,6	- 6,2
Africa del Sur	5,2	4,8	- 0,4	+ 0,2	- 0,2
Otros países de Africa	2,4	2,9	+ 0,5	+ 0,8	+ 1,3
Oriente Medio e India	11,3	7,8	- 3,5	+ 3,4	- 0,1
Mundo Occidental	344,4	312,9	- 31,5	+ 17,4	- 14,1
URSS	87,6	94,9	+ 7,3	+ 1,5	+ 8,8
Otros países de E. Oriental	34,1	35,0	+ 0,9	-	+ 0,9
China y Corea del Norte	26,9	23,2	- 3,7	-	- 3,7
	<hr/> 493,0	<hr/> 466,0	<hr/> - 27,0	<hr/> + 18,9	<hr/> - 8,1

5.- RESPUESTA A LA ESCASEZ DE CHATARRA Y A LA
ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO

5.- RESPUESTA A LA ESCASEZ DE CHATARRA Y A LA ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO

5.1. La Acción Concertada Siderúrgica. PRENOSA y PREPELSA

Los hechos hasta aquí reseñados, así como la singular e intensa vigencia de los mismos a lo largo de los años - 1973 y 1974, motivaron la inclusión en el Decreto 669/ 1974 de 14 de marzo, por el que se aprobaba el Programa Siderúrgico Nacional 1974/1982 y se establecían las Bases de la Acción Concertada para el sector siderúrgico, como instrumento de apoyo a la realización del referido Programa, de algunos condicionantes cuya finalidad no era otra que la de estimular la fabricación y uso de -- prerreducidos en España. Se trataba de incorporar una - tecnología avanzada y de hacer frente a la escasez de - chatarra en cantidad y calidad, en un país como el nues tro tradicional y futuro importador de chatarra.

Para ello, en alguna de las Bases de referencia, se pre cisaba que las empresas concertadas "deberán participar en plantas comunes de fabricación de prerreducidos, que serán utilizadas como materia prima en las acerías eléc tricas y sustitutivo parcial de la chatarra en la carga de los hornos hasta, como mínimo, un 30% de la misma."

El citado Decreto, fue posteriormente retocado, amplian do el período de desarrollo de los proyectos, por el -- 916/1975, de 17 de abril. Más recientemente, una nueva disposición, el Decreto 558/1980, de 21 de marzo, habi da cuenta de la crisis siderúrgica mundial y la especí fica española, derogaba el Programa Siderúrgico Nacio-- nal y modificaba, actualizando, las Bases de la Acción Concertada de referencia.

Proceso MIDREX

Las dos primeras plantas industriales de este proceso de 100.000 t/año se construyeron en Portland, Oregón en 1969 y supusieron importantes innovaciones en el campo de la reducción directa que después habían de extenderse a otros procesos en particular el horno de cuba, el reformado del gas natural con los gases procedentes del horno de cuba y el enfriamiento en circuito cerrado del prerreducido en el propio horno. En poco tiempo se construyeron nuevas unidades de 400.000 t/año en Georgetown (USA 1971), Hamburgo (Alemania 1972) y Contrecoeur (Canadá 1973), que permitieron la puesta a punto del proceso y la eliminación de los fallos mecánicos y de diseño iniciales. Más adelante con la subida del precio del gas natural, se mejoró progresivamente el sistema de recuperación de calor, llegando a reducir el consumo de gas natural en un -- 25%.

El gas reductor se genera en un horno de reformado con tubos rellenos de catalizador de bajo contenido en níquel y de gran diámetro por trabajar este proceso con bajas presiones. El gas natural que se emplea como materia prima se re forma con una fracción del gas que sale del -- horno de cuba una vez que se ha lavado y se ha eliminado el agua. El principal agente oxidante que interviene en el reformado del gas natural es el anhídrido carbónico y en pequeña medida vapor de agua. Del gas reductor que sale del horno aproximadamente la mitad es generado de nuevo a partir del gas natural, el resto --

está formado por el hidrógeno y monóxido de -- carbono no consumidos en el horno de cuba y re -- ciclados. El contenido de oxidantes en este -- gas es bajo lo que permite inyectarlo directa -- mente en el horno de cuba,

El horno de cuba de este proceso ha alcanzado un éxito no igualado por los restantes proce -- sos, atribuible fundamentalmente a su geome -- tría y disposición de los sistemas interiores -- que han conseguido que el flujo del sólido por gravedad sea uniforme y que también lo sea el flujo ascendente del gas. Esto evita pegamien -- tos, coqueaciones y permite conseguir bajos -- grados de dispersión en la metalización. El -- control del contenido en carbono que en los -- primeros años parecía problemático actualmente está conseguido,

El horno de cuba tiene forma cilíndrica en su sección de reducción y troncocónica en las de enfriamiento y descarga. Trabaja a una presión de 1,8 bar. El material se alimenta de modo -- continuo por un sistema distribuidor de tubos, que se mantiene sellado dinámicamente median -- te un gas inerte. La carga desciende en el hor -- no a una velocidad controlada produciéndose el contacto gas-mineral durante el tiempo neces -- rio para alcanzar la metalización deseada,

Debido al reciclado continuo de una parte del gas de salida del horno de cuba, existe peli -- gro de envenenamiento del catalizador de refor -- mado si no se mantiene por debajo de cierto lí -- mite el contenido en azufre del gas. El azufre puede provenir de la reducción de minerales -- con alto contenido. Este problema se ha elimi --

nado utilizando el gas de tragante como gas de enfriamiento, pues a temperaturas situadas entre 300 y 500°C el hierro esponja tiene afinidad por este azufre eliminándolo de la corriente de gases.

En los primeros años las plantas MIDREX alcanzaban con dificultad la capacidad nominal debido a las frecuentes paradas por problemas mecánicos y de control del proceso. Esta tendencia se ha ido invirtiendo paulatinamente, ganando en fiabilidad y demostrando que el equipo está muy sobredimensionado, pues así la producción anual de las plantas de 400.000 t. alcanzaba - en algún caso las 500.000 t. y la de 600.000 t. de Sidbec las 700.000 t.

Actualmente hay un total de trece módulos en funcionamiento y un número parecido en construcción.

8.- DISPONIBILIDADES DE MINERAL NACIONAL

8.- DISPONIBILIDADES DE MINERAL NACIONAL

8.1. MINERALES NACIONALES, ENSAYOS DE SU APTITUD PARA LA PREREDUCCION.

Como ya se señalaba en el punto 6.2, al analizar la posibilidad de fabricar prerreducidos en España, a partir de pellets de importación, la situación del mercado internacional de esta materia prima llevó a concluir la conveniencia de abandonar tal alternativa, sustituyéndola por la más conveniente de utilizar mineral español.

En el exhaustivo estudio realizado por el CENIM, en el año 74, sobre los minerales de hierro españoles aptos para la fabricación de prerreducidos, quedó demostrado cómo eran utilizadas para tal fin las magnetitas del Sudoeste. En efecto, este mineral se comporta como el idóneo para la obtención de pellets de alta ley y bajo contenido en residuales, absolutamente adecuados para la fabricación de prerreducidos, procesables económicamente en los hornos eléctricos.

La zona metalogenética del Suroeste español, cruza las provincias de Sevilla, Huelva y Badajoz y, superando la raya fronteriza española, entra en Portugal. Dentro de tan amplia corrida -más de 150 km-, la zona central es conocida desde la segunda mitad del siglo pasado como potencial área productora de magnetita. A tal fin, en dicha época, se trazaron ferrocarriles que uniendo Zafra con Huelva y Cala con Sevilla pudieron permitir un buen ritmo de explotación. La distancia desde estas reservas de minerales de hierro hasta las plantas siderúrgicas ha sido un fuerte condicionante económico para lograr una explotación intensa y racional de estos recursos.

La zona de minas de Cala, situada a 80 km de Sevilla, está en explotación desde hace unos 15 años, habiendo alcanzado cifras de extracción de mineral del orden de 1,5 M. toneladas/año. Este mineral debidamente concentrado, hasta una Ley comercialmente vendible, es transportado por camión hasta Fregenal de la Sierra, en donde se transborda a FF.CC., para ser llevado a Huelva, desde allí finalmente se embarca con destino a las Siderúrgicas Integrales Nacionales.

La zona Extremeña, situada en un triángulo cuyos vértices son Zafra, Fregenal y Jerez de los Caballeros es muy amplia en superficie, e interesante en posibilidades mineras. Sus explotaciones pequeñas y dispersas han sido potenciadas con la aparición del nuevo yacimiento de La Berrona que, junto a las reservas de la Mina San Guillermo, constituyen una interesante realidad. El mineral, también concentrado, es transportado por camiones hasta Fregenal en donde se une al de Cala.

Ambas zonas, con altitudes entre 400 y 700 m poseen un clima de tipo continental, con temperaturas extremadas, calurosas en verano (hasta 40°C) y frías en invierno (hasta 0°C) sin llegar a nevadas, ni importantes periodos de heladas. Son zonas de topografía media, muy erosionada.

Los minerales de la mina de Cala (Huelva), La Berrona, S. Guillermo y Santa Justa (Badajoz) tienen unas leyes medias, en el todo uno extraído de la mina, comprendidas entre el 29% y el 35%. Son susceptibles de ser concentrados, mediante molienda, con un consumo de energía moderado, y separación magnética de baja intensidad, dando origen a un superconcentrado del que

se han separado los residuales, cobre en el caso de -
Cala, que se recupera, y Fósforo y Alcalis en el de -
El Guijo, que se eliminan. La superficie específica -
de dicho superconcentrado es la adecuada para conse--
guir un pellet de calidad reducción directa.

El mineral magnético de Cala San Guillermo y Santa -
Justa ha sido equiparado en informes de SALA (Suecia)
con el de Malmberget de LKAB con la notable economía
para el del Andévalo de que su extracción es a cielo
abierto. Análisis y ensayos realizados por el Centro
Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM) y Lur
gi en sus laboratorios de Frankfurt aseguran que los -
pellets preparados con 80% de mineral de Cala y 20% de
San Guillermo, se sitúan a nivel de los mejores del -
mundo dentro de los de calidad reducción directa, en-
tre los que cabe destacar los de LKAB (Suecia), CVRD
(Brasil) y Alzada (Méjico). Tales características se
han comprobado mediante el ensayo de estos pellets en
las plantas de reducción directa en Hamburgo (proceso
Midrex) en Monterrey (proceso HYL) y en Houston (pro-
ceso Armco)

El todo uno procedente de las minas antedichas, con -
una Ley situada en torno al 30% y un tamaño inferior
a 800 mm, pasa a las plantas de concentración situa--
das a bocamina, donde el mineral se tritura y muele a
un tamaño menor de 1 mm, concentrándose mediante sepa-
radores magnéticos de baja intensidad hasta una Ley -
que se sitúa alrededor del 60%. En el caso de Cala se
separa el cobre contenido en el mineral (alrededor de
un 0,4%) recuperándose del estéril. Este concentrado
es apto para su venta como sinterfeed. Los concentra-
dos de San Guillermo tienen todavía un contenido ele-
vado en álcalis y los de El Guijo en álcalis y fósfo-
ro que no los hacen aptos para el sinter feed.

El paso siguiente consiste en la beneficiación en la que una nueva molienda a menos 0,04 mm y la subsiguiente separación magnética dan lugar a un superconcentrado con una ley en Fe del 70%, superficie específica de 1.500 a 2.000 cm²/gr, y álcalis por debajo del -- 0,02%. Este superconcentrado se peletiza utilizando bentonita o cal como ligante, dando un pellet cocido de las siguientes características:

Fe _{tot}	.....	67,5%
Fe ⁺⁺	0,3%
Fe ₂ O ₃	.....	96,5%
SiO ₂	.....	1,9%
Al ₂ O ₃	.....	0,43%
CaO	.....	0,34%
MgO	.....	0,43%
S	.....	0,002%
P	.....	0,01%
K y Na	.....	0,02%

Resistencia a la compresión : 350 kg

El producto final, prerreducido obtenido a partir de estos pelets tiene características en el entorno de los siguientes valores:

Grado de metalización	....	92 - 95%
Grado de Reducción	.....	95 - 97%
Hierro total	.....	91%
Carbono	.....	1,5%
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	.....	3,1%
CaO + MgO	.....	1,3%
Ganga total	.....	5%
Densidad	.....	1.700 kg/m ³
Tamaño 6 mm	.....	90 - 95%
Resistencia a la compresión		50 kg/pelet

El mineral de La Berrona, cuyo comportamiento ha sido estudiado a fondo por el CENIM, es de características similares al de Cala, con más elevado contenido en álcalis que también se liberan en el proceso de molienda y concentración a baja intensidad. Se están realizando estudios en planta piloto. Para ello se ha enviado a Lurgi una muestra de mineral suficientemente representativa, previéndose también excelentes resultados, en base a lo ya dictaminado por el CENIM.

8.2. EVALUACION DE LAS RESERVAS EXPLOTABLES

8.2.1. MINAS DE CALA

La explotación actual del yacimiento de Cala permite obtener una producción anual de 1,4 M de toneladas de mineral de hierro con una Ley media del -- 33,77% de hierro y un contenido oscilante entre - 0,15 y 0,50% de Cu. que dan lugar a unos productos comerciales de 600.000 toneladas de concentrado - con 59/60% de Fe contenido y 10.000 toneladas de - concentrado con 20% de cobre contenido.

Las reservas demostradas en este yacimiento se elevan a unos 26 M. de toneladas con un contenido medio del 33,77% de Fe y 0,30% de Cu. Las posibilidades de aumento de los recursos de la zona son fáciles de probar mediante investigación adicional y - en los flancos Este y Oeste de la actual corta de tan sólo 100 m. de profundidad.

Las posibilidades de aumentar las producciones anuales en esta mina están limitadas por las características de las actuales plantas de beneficio que requieren inversiones para alcanzar las productividades y rendimientos deseables. De ahí que se considere que para el mantenimiento de la producción en 1,4 M. de toneladas de mineral durante el periodo - estimado de 15 años, sea preciso las siguientes acciones:

- 1ª) Reparación del equipo minero existente
- 2ª) Realización de un desmonte previo y preparación de accesos, vertederos y bancos.
- 3ª) Sustitución y reparación de maquinaria de las plantas mineras y talleres para reducir costes y mejorar rendimientos.

8.2.2. MINA LA BERRONA

El yacimiento de "La Berrona" descubierto por el IGME mediante sondeos mecánicos en malla cerrada y cuadrada de 50x50 m y analizado por los laboratorios de Minera del Andévalo y evaluado con técnicas de ordenador por Control Data, ha dado como resultado las siguientes reservas:

	<u>Toneladas</u>	<u>Ley (% Fe)</u>
Reservas medidas	16.473.937	29,34
Reservas indicadas ...	3.009.313	15,29
Reservas inferidas ...	5.000.000	-

Las reservas inferidas corresponden a la campaña de sondeos terminada este verano, pendiente de los análisis químicos.

Características de este yacimiento a destacar son la estructura aflorante de la mineralización y el elevado contenido de álcalis (3%) y fósforo (0,25%). De dichas características se deduce, por una parte,

la favorable relación estéril/mineral para el conjunto del yacimiento y especialmente para los primeros años.

En cuanto a los álcalis y el fósforo los estudios realizados por el CENIM demuestran que alcanzando la debida liberación mediante una molienda fina - menor de 100μ - se puede conseguir una recuperación superior al 90% de Fe y concentrados superiores al 67% de Fe contenido con superficies específicas del orden de $2.200 \text{ cm}^2/\text{gr}$. aptas para pelletización.

La posibilidad de reservas adicionales a través de nuevas investigaciones permitirán en el futuro con facilidad prolongar la vida de la mina y/o elevar el ritmo de extracción. Asimismo, los indicios de mineralización en áreas con fuertes anomalías e incluso antiguas y pequeñas explotaciones como El Soldado, Bismarck; Los Remedios y Las Auroras van a ser investigadas con cargo al Plan Nacional de Abastecimientos de Materias Primas. Con seguridad la existencia de la futura planta de concentración en El Guijo y de pelletización en Fregenal van a constituir un polo de desarrollo para la explotación de los yacimientos marginales por su baja Ley en Fe y alta en álcalis de toda la zona destacando básicamente el potencial de San Guillermo con reservas medidas superiores a los 10 M de toneladas.

La explotación y desarrollo de la nueva mina de La Berrona exigirá, además de la adquisición de los terrenos precisos y de la infraestructura minera necesaria:

- Adquisición de un equipo de maquinaria minera de tamaño medio y calidad similar a Cala.

- Ejecución de un desmonte previo y desarrollo de unas preparaciones mínimas.
- Una planta de trituración (en tres etapas)
- Una planta de molienda fina para liberar los álcalis en circuito cerrado.
- Una instalación de separación magnética
- Una planta de espesado y filtrado de concentrado
- La infraestructura de presa de residuos y vertederos de estériles
- Accesos, viales, drenaje y suministro de agua, -- energía
- Talleres, oficinas, servicios, etc.

8.2.3.- CONCLUSIONES

En base a lo anteriormente expuesto y de acuerdo con los estudios realizados por empresas de primera línea contratadas debidamente y teniendo en cuenta las recomendaciones internacionales sobre clasificación de recursos mineros, las reservas para las concesiones de Minera del Andévalo son las siguientes:

Minas de Cala

<u>Reservas medidas</u>	<u>Tms.</u>	<u>Ley</u>
Nivel + 600	4.911.786	32,37
Nivel + 500-600	12.008.121	33,27
Nivel + 400-500	7.998.492	35,52
Nivel + 400-300	2.948.445	33,36
Subtotal	27.866.844	33,77
Deducción por extracción 22 meses	1.866.844	
	26.000.000	33,77

Reservas Indicadas 11.670.501 -

Reservas Inferidas 5.892.936 -

Zona Extremeña

Area San Guillermo

Reservas medidas	3.402.199	34,50
Reservas indicadas	4.113.988	-
Reservas inferidas	2.335.532	-

Area Santa Justa

Reservas medidas	7.638.611	29,46
Reservas indicadas	4.824.453	-
Reservas inferidas	3.854.296	-

Area La Berrona

Reservas medidas	16.473.937	29,34
Reservas indicadas	3.009.313	15,29
Reservas inferidas	5.000.000	-

Cuadro Resumen de Reservas de Minera del Andévalo

Reservas medidas	53.514.747	31,84
Reservas indicadas	23.608.942	-
Reservas inferidas	17.082.764	-

9.- LAS MATERIAS PRIMAS ENERGETICAS

9.- LAS MATERIAS PRIMAS ENERGETICAS

9.1. INTRODUCCION. REDUCTORES SOLIDOS Y REDUCTORES GASEOSOS

Los agentes reductores con materia energética constituyen la segunda materia prima básica para los procesos de reducción directa. Su incidencia en el sector de los prerreducidos, que a principios del 70 suponía un 18/20% del coste del prerreducido, en la actualidad supone de un 30 a un 35%. A pesar de las mejoras habidas en cuanto a reducción en el consumo del agente reductor, el incremento de los costes energéticos ha rebasado, como se ve, con mucho, al de los otros componentes del coste del prerreducido.

La Reducción Directa del mineral de hierro en fase sólida, consiste en la combinación de un agente reductor en forma gaseosa con el oxígeno del mineral, dejando libre el hierro en estado metálico sin modificación de la estructura macroscópica del mineral o pelet. El gas reductor es, en general, una mezcla de monóxido de Carbono e Hidrógeno y por el modo de generarlo, los procesos se dividen en dos nuevos grupos: los de reductor sólido y los de reductor gaseoso.

Los procesos de reductor sólido generan in situ el gas reductor a partir del carbón, que se ha mezclado anteriormente con el mineral, inyectándole una corriente de aire para hacerlo parcialmente y alcanzar, por combustión espontánea, la temperatura de reducción. Se genera así el monóxido de carbono que reduce el mineral y el producto de esta reacción, anhídrido carbónico, "se genera al reaccionar con el carbón no quemado, dando lugar nuevamente al monóxido de carbono".

Al estudiar las diferentes tecnologías que posibilitan la producción comercial del prerreducido, se vió que,

en cifras, la situación de las plantas de reductor sólido, a principios de año, en carbón, eran las siguientes: frente a una capacidad teórica de producción de 1.760.000 toneladas (apenas la octava parte de la de reductor gaseoso) la producción real no alcanzaba las 350.000 t. y aún esta cifra parece optimista. Respecto a plantas adjudicadas o en proceso de construcción, la capacidad era tan solo de 280.000 t. frente a 13 millones de las de reductor gaseoso.

Se puede decir, coincidiendo con la opinión de la Oficina de Minas Americana, que todavía no existe un proceso de reductor sólido cuya viabilidad industrial esté demostrada. Las plantas existentes sólo funcionan para utilizaciones marginales o muy específicas y con pequeña capacidad. De llegar a ser una realidad ese proceso de reductor sólido, en Estados Unidos se adjudicaría inmediatamente un buen número de plantas e igualmente en Alemania, países dotados de grandes reservas de carbón, que estarán muy interesados en encontrarle aplicación para este campo de alto valor añadido de la reducción directa.

PREPELSA analizó la posibilidad de construir una pequeña planta que utilizase proceso de reductor sólido, pero se encontró con la falta de carbones nacionales adecuados para la operación de prerreducción. Todos ellos tenían un bajo punto de reblandecimiento de cenizas -- que impedía alcanzar el grado de metalización necesario. Este análisis también dió a conocer que los yacimientos en explotación o en preparación tenían su producción destinada para plantas termoeléctricas asociadas y no existía excedente para otros mercados.

En los procesos de reductor gaseoso, el agente reductor se genera por un procedimiento externo a la cámara de re

ducción. Bajo este planteamiento, pueden considerarse aptos para los procesos de reducción gaseosa todos -- los combustibles naturales y artificiales capaces de ser reformados mediante una aportador de oxígeno para producir mezclas adecuadas de Hidrógeno y Monóxido de Carbono. Evidentemente surgen limitaciones al exigirse a los reductores unas características de composición química que, además de posibilitar la reacción de reducción, no contaminen el reductor con elementos indeseables o produzcan reacciones marginales que entorpezcan la marcha del proceso.

En la práctica se ha utilizado o propuesto como materia energética gas de batería de coke, gas rico en metano, gas natural, nafta, fueloil y carbones gasificables. Las exigencias básicas del gas reductor son que el contenido de $\text{CO} + \text{H}_2$ sea mayor de 90% en volumen, la relación H_2/CO sea igual o mayor que 1 y que esté prácticamente exenta de azufre.

9.2. GAS DE BATERIA DE COQUE

El gas procedente de las baterías de producción de coque es una materia de partida ideal por su elevada --proporción de $H_2 + CO$ y bajo contenido en hidrocarburos, que hace que con un reformado muy suave se obtenga el gas reductor. El coste de la instalación de preparación del gas reductor, básicamente el de reformador, es mucho más barato que para cualquier otro gas o hidrocarburo. El problema reside en la dificultad de disponer de gas de baterías de coque, salvo para proyectos de plantas de reducción directa situadas --junto a una integral. Este era el caso de la planta --Purofer en Oberhausen (Alemania). Sicartsa tiene el --proyecto de utilizar gas de coquería para producir pre--reducidos en su planta de Las Truchas (Méjico).

9.3. NAFTA

Hasta hace poco tiempo, la nafta era prácticamente un subproducto en las refinerías europeas que se vendía a bajo precio, pero la sucesiva incorporación de unidades para producir más gasolinas y su utilización en la petroquímica, aparte del encarecimiento de los crudos, han hecho que la nafta sea un producto escaso y de elevado precio, aproximadamente el doble por termia que el gas natural.

La gasificación y reformado de la nafta es un proceso perfectamente establecido, tan solo que, debido a la mayor relación C/H, tiene peor rendimiento que el gas natural y el consumo específico es un 20% mayor.

Actualmente no existe ninguna planta de prerreducidos en funcionamiento o proyecto que utilice nafta como materia energética, pues no hay ventaja en la utilización de este hidrocarburo.

9.4. FUEL-OIL PESADO

En Cosigua (Brasil), se construyó una planta PUROFER, inicialmente prevista para trabajar con nafta, pero la evolución de coste de esta materia hizo modificar los planes y adoptar una planta de gasificación de - fuel por oxidación parcial, según el proceso Texaco. Su baja fiabilidad y los elevados costes de explotación hicieron que se abandonara después de dos años de operación. No se ha vuelto a intentar la utilización del fuel para plantas de prerreducidos.

La gasificación del fuel exige una planta de elevado - coste de inversión, con una planta complementaria de - separación de oxígeno. El rendimiento global de la gasificación no alcanza el 75%. Existen otros problemas complementarios como la elevada relación CO/H₂ en el - gas producido que exige una adición de vapor para convertir el CO en H₂ y evitar la deposición de carbono sobre el prerreducido.

La inversión complementaria de la planta de gasificación puede cifrarse en un 20% de la inversión total. El consumo energético específico sube un 30%.

9.5. GAS A PARTIR DEL CARBON

A principios de esta década cobró nuevamente interés la alternativa de la gasificación completa de carbones de bajo poder calorífico, fomentada por el encarecimiento espectacular de los crudos de petróleo. Se ha desarrollado una nueva serie de procesos, la mayor parte de los cuales no han pasado de la etapa de laboratorio o de escala semiindustrial, entre los más avanzados, ya clásicos, y que cuentan desde hace años con plantas industriales, se encuentran el Koppers-Tozek y el Lurgi. Sin embargo, los procesos son muy complejos, lo que -- lleva a inversiones elevadísimas y, por el momento, con rendimientos de operación bajos y gastos elevados. En el momento actual en España es más rentable convertir los carbones pobres, especialmente los lignitos, en -- energía eléctrica que gasificarlos. No obstante, en el futuro, si coinciden nuevos descubrimientos de yacimientos, que signifiquen un excedente respecto a las necesidades de las centrales térmicas, con mejoras en los procesos de gasificación, puede cambiar la situación completamente.

Otra alternativa válida sería la importación de carbones gasificables con contratos a largo plazo.

9.6. GAS NATURAL

El gas natural constituye hoy la materia prima más ampliamente utilizada para la formación de gas reductor por todos los procesos que han alcanzado un mayor desarrollo industrial. El gas natural, cuyo principal componente es el metano, independientemente de cuál sea su procedencia, no es apto para reducir directamente el mineral por su tendencia a craquizarse depositando carbón. Sin embargo, su reformado es sencillo, habiendo sido ampliamente comercializado en plantas químicas desde hace más de cuarenta años, no tiene influencia decisiva el que al metano le acompañe un porcentaje variable de hidrocarburos más pesados. Sólo que cuanto mayor es el porcentaje de hidrocarburos pesados, disminuye el rendimiento de la generación de gas reductor por la necesidad de mezclar mayor proporción de oxidante al gas natural. Cuando se utiliza gas natural que contiene azufre, es preciso incluir antes del reformado una etapa de desulfuración convencional, con objeto de proteger los catalizadores que, en general, son sensibles al envenenamiento por azufre.

10.- DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO Y LOCALIZACION
DE LAS INSTALACIONES.

10.- DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO Y LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES.

10.1. DIMENSIONAMIENTO DEL PROYECTO

10.1.1. CAPACIDADES DE PRODUCCION

En el proyecto de prerreducidos, elaborado para hacer frente a los compromisos y obligaciones derivados del Régimen de Acción Concertada de Marzo de 1976, se contemplaba la construcción de una planta con dos módulos de reducción directa, y una capacidad total de producción de 1.330.000 tn/año. Posteriormente las nuevas directrices de la Administración, en cuanto al desarrollo de la Acción Concertada y la problemática siderúrgica, minera y energética, aconsejaron como ya se ha descrito en el capítulo específico, abordar un proyecto totalmente integrado, que abarca desde la extracción del mineral a la obtención del prerreducido, tratando a la vez de hacer compatibles los siguientes objetivos:

- . Coste óptimo del prerreducido
- . Maximización de la utilización de los recursos locales
- . Garantía de producción mediante procesos fiables
- . Inversión mínima

El proyecto considerado bajo estos condicionantes, ha buscado el logro de un equilibrio en el flujo de materiales, sin déficit ni excedentes, con utilización de todo el mineral de origen local, así como del gas natural como fuente energética. Como la dimensión viene limitada por el condicionamiento de utilizar el concentrado de

mineral disponible con mínima inversión, ha sido necesario concebir un proyecto que inicialmente cuenta con una planta de beneficiación y peletización y un módulo de reducción directa.

Para evitar efectos negativos de escala, se ha escogido la capacidad del módulo similar a la de los de mayor capacidad entre los operativos en el mercado, 750.000 tn/año. Esta capacidad supone reducir la inversión de la planta de prerreducidos a casi la mitad de la del proyecto inicial para dos módulos y, sin embargo, se mantiene el precio unitario del producto.

Los pelets necesarios para alimentar el módulo de reducción directa se obtendrán en una sola instalación de peletización.

Si bien el tamaño de la máquina de peletizar es mediano, existen numerosas plantas de esta capacidad en el mercado, cuyos consumos específicos se hallan al mismo nivel que los de las de mayor tamaño. En lo que se refiere al equipo asociado de esta planta, molinos, separadores magnéticos, filtros, discos o tambores de nodulización, ha de advertirse que esta maquinaria ya se halla en el rango de tamaño grande, no produciéndose beneficios de escala al considerar una planta de peletización de mayor tamaño, pues dicha escalación requeriría duplicar o triplicar el número de equipos.

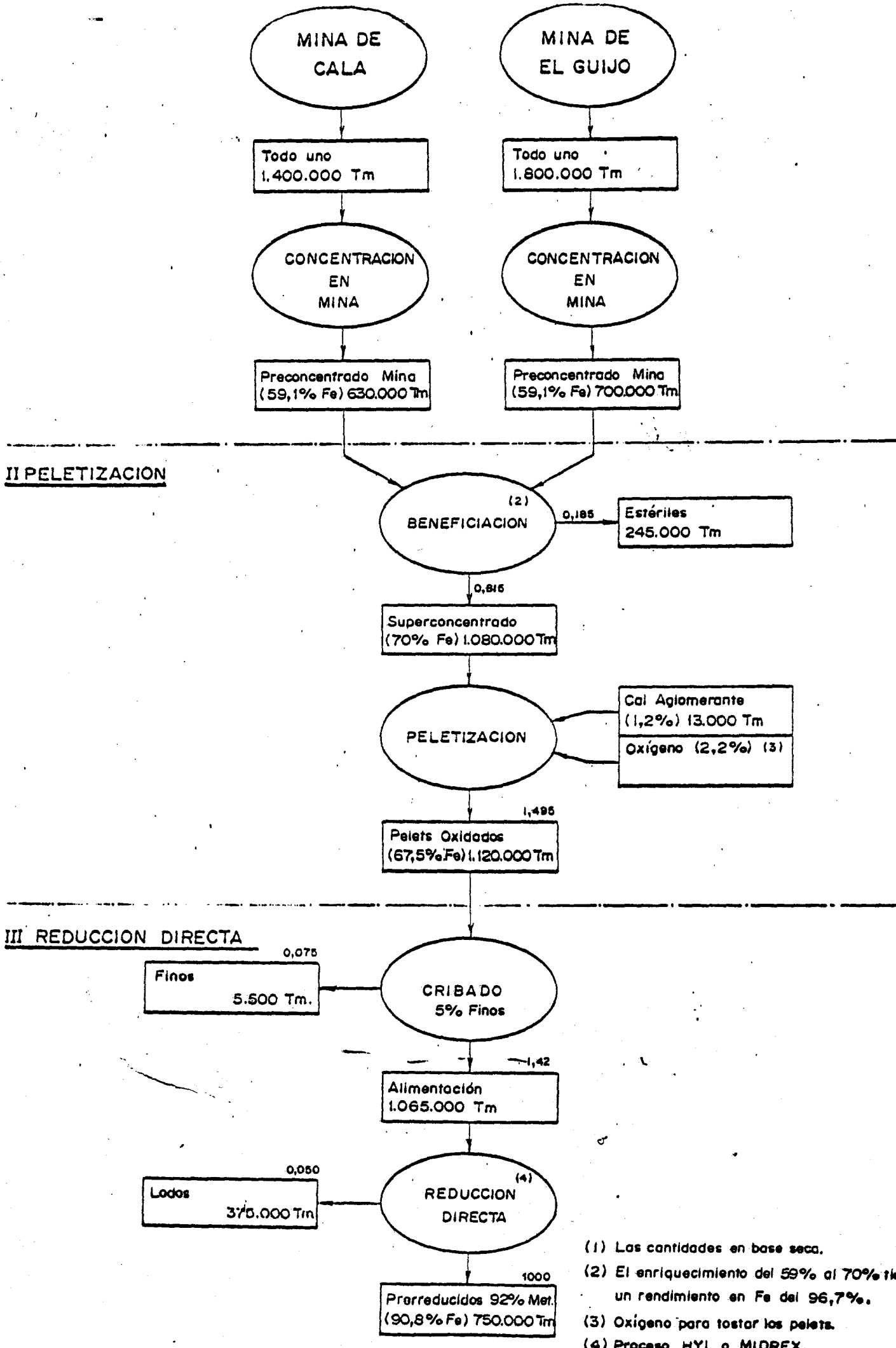
10.1.2. FLUJO DE MATERIALES

A efectos de cálculo del flujo de materiales, se debe considerar este proyecto con una concepción unitaria que abarca desde la extracción del mineral y su concentración preliminar en la mina, -- hasta la producción de prerreducidos.

El esquema simplificado del flujo de materiales y su balance, se recoge en el diagrama adjunto, cuya descripción es la siguiente:

La planta de beneficiación, situada en Fregenal, recibe los preconcentrados con una ley media del 59% de Fe, procedentes de las minas de Cala y La Berrona. La producción de preconcentrado de ambas minas en conjunto será de 1.330.000 t/año, - el tamaño será inferior a 1 mm. El transporte se llevará a cabo mediante camiones que cubrirán la distancia de 40 y 20 km respectivamente. En esta planta de Fregenal, el preconcentrado se remuele hasta un tamaño comprendido entre 1.500 y 2.000 cm^2/g , y se separa magnéticamente la magnetita - molida, recuperándose en la torta, filtrado, el 96,7% de hierro, con una concentración del 70%. Este superconcentrado se filtra y se ajusta su grado de humedad para ser nodulizado en discos o -- tambores peletizadores en los que se añade cal o bentonita como aglomerante. Estos pelets verdes se tuestan y endurecen en la máquina de peletizar, ganando peso durante la operación, por la captación de oxígeno de los humos de calefacción, que transforman la magnetita en hematites.

La planta de peletización producirá 1.120.000 - tn/año de pelets, con una ley inferior al 67% de Fe, que serán íntegramente consumidos por la -



- (1) Las cantidades en base seca.
- (2) El enriquecimiento del 59% al 70% tiene un rendimiento en Fe del 96,7%.
- (3) Oxígeno para tostar los pelets.
- (4) Proceso HYL o MIDREX.

planta de reducción directa, sin necesidad de aportar pelets o mineral complementario. Los pelets se transportarán mediante el ferrocarril existente hasta la planta de reducción directa que estará ubicada en terrenos del Polígono Nuevo Puerto de Huelva, distante unos 150 km de Fregenal.

La planta de reducción directa, un sólo módulo - como ya se ha dicho, tendrá una capacidad anual de 750.000 tn de prerreducidos con una metalización comprendida entre 92 y 94%. El balance de materiales es prácticamente el mismo, independientemente del proceso escogido. Se ha considerado para el cálculo del flujo el más desfavorable. En el horno o reactor de reducción, tiene lugar la transformación mediante el gas reductor, formado en su mayor parte por hidrógeno y monóxido de Carbono, de los pelets hematíticos en wustita y posteriormente, en hierro metálico sin modificación del aspecto físico de los pelets, -- pues aunque la temperatura es superior a los -- 750°C, el material no llega al punto de reblandecimiento. El oxígeno residual se encuentra en -- forma de óxido ferroso, equilibrado por el contenido de carbono en forma de cementita, captado -- de forma controlada durante la fase de enfriamiento.

Los finos y los lodos producidos por el sistema de captación de polvo de las cribas y cintas de transporte de los pelets y de los prerreducidos (43.000 tn/año), se pueden devolver a Fregenal -- para su peletización, o vender directamente para su utilización en plantas de sinter o briqueteados en las siderurgias.

Los prerreducidos se transportarán hasta el puer
to de mineral de Huelva (distante 8 km) desde --
donde se distribuirán por barco a los puertos -
próximos a las acerías. Eventualmente también -
pueden ser enviados por camión o por ferrocarril.

10.2. LOCALIZACION DE LAS INSTALACIONES

10.2.1. PLANTA DE REDUCCION DIRECTA EN EL POLIGONO "NUEVO PUERTO" DE HUELVA

Inicialmente se eligió como emplazamiento para la planta de prerreducidos el área del Superpuerto de Bilbao en base a los siguientes condicionantes:

- Puerto de gran calado, apto para recibir el mineral en cargueros oceánicos.
- Proximidad al centro de gravedad del consumo de prerreducidos.
- Disponibilidad de gas natural para el momento del arranque de la planta.

Sin embargo, nuevos acontecimientos aconsejaron el cambio de emplazamiento a los terrenos del polígono "Nuevo Puerto de Huelva:

- a) El contraste de idoneidad de los minerales -- del Sudoeste para su prerreducción, así como la cuantía de las reservas demostradas. Con -- ello se evitaba la dependencia en cuanto a -- continuidad y precio de la importación de mineral extranjero y se eliminaba la necesidad de recibir grandes cargueros, pues el mineral sería de origen nacional. El puerto de Huelva, que ya se venía utilizando como salida del mineral para su aplicación en la siderurgia del Norte de España, tenía asimismo calado suficiente para una fácil expedición del producto final.

b) La conveniencia de que el centro de producción estuviese próximo a los de consumo, venía dada, en principio, por la limitada experiencia existente sobre transporte de prerreducidos, producto que en determinadas circunstancias es susceptible de reoxidarse y degradarse. Esta duda desapareció por la experiencia en los últimos años de transportes, incluso oceánico, entre los que cabe destacar las adquiridas -- con los ensayos de prerreducidos procedentes de Alemania y la utilización de 150.000 tn de prerreducidos, procedentes de Canadá, por parte de aceristas de horno eléctrico españoles. Así se llegó a la conclusión de que quedaban bien establecidas las condiciones para realizar un transporte seguro.

Resuelto el problema del transporte, era esencial localizar la planta de reducción directa en lugar lo más cercano posible a los yacimientos de mineral, pues el transporte de prerreducido en lugar del pelet suponía el ahorro de mover sólo dos tercios del peso de éste.

c) En un primer momento se da a conocer por ENAGAS su intención de suministrar gas natural a la zona industrial de Huelva, mediante una planta de regasificación que se situaría en las proximidades del polígono "Nuevo Puerto". Más adelante se confirma la existencia de yacimientos de gas y la viabilidad de su explotación, a sólo 30 km de la planta en el Golfo de Cádiz. La producción inicial de estos yacimientos será la suficiente para atender durante un periodo de quince años, a las plantas de Prerreducidos y Amoniaco, sitas en la zona,

únicas potenciales utilizadoras del gas natural para su uso prioritario como materia prima.

- d) Se dispone de suelo industrial urbanizado en el polígono "Nuevo Puerto" y un enlace por vía férrea existente con el puerto de carga de minerales, uno de los mejor dotados de la nación. Esto hace que la inversión necesaria en infraestructura y equipamiento del puerto, se reduzca frente a la alternativa inicial, en una cifra que en valor actualizado se sitúa alrededor de 900 millones de ptas.
- e) El conjunto de ventajas de tipo económico se traduce en una reducción del precio del prerreducido puesto en acería, superior a las 750 = ptas/tn.
- f) El definitivo emplazamiento es acorde con los intereses generales de desarrollo regional -- equilibrado, que son estimulados por la orden de 2 de Julio de 1976 y el Decreto 1096/1976 para promover el traslado de proyectos industriales a los polígonos de localización preferente.

10.2.2. PLANTA DE PELETIZACION EN LAS INMEDIACIONES DE FREGENAL (BADAJOZ)

Una vez decidida la ubicación de la planta de -- prerreducidos en "Nuevo Puerto", Huelva, se examinaron cuáles eran las alternativas técnicas pa ra el suministro de mineral concentrado y su pos terior peletización. La alternativa elegida fué ampliar la producción de concentrado de Cala de 700.000 tn a 1.200.000 tn/año, mediante la inclu sión de una molienda autógena, el complemento de 500.000 tn/año de concentrado, procedente de San Guillermo.

La planta de beneficiación se situaría en Cala y transformaría el concentrado en una pulpa de - pelet-feed con ley de hierro del 70%, que se bom bearía a través de un ferroaducto de 120 km hasta la planta de peletización que se situaría en la misma parcela que la de prerreducidos en Huelva. La planta de peletización tendría 1.500.000 tn/año de capacidad y se utilizaría para alimentar los dos nódulos de reducción directa, apoyada por un complemento de mineral en trozos de procedencia extranjera.

Más adelante el proyecto fué congelado y cuando se reactivó lo fué con las premisas de reducir - la inversión, sin que ello repercutiese sobre el coste de producción. De este modo, la planta de reducción directa quedó reducida a un solo módu lo y la necesidad de pelets quedó limitada a -- 1.100 tn. A ésto hubo que añadir que un nuevo - análisis en profundidad de las minas aconsejó no superar el nivel de explotación de Cala, de 600/ 700.000 tn/año y complementarlo con la nueva mi na de La Barrona, con niveles de producción simi lares.

Con estos condicionantes no se justificaba la inversión en el ferroaducto (unos 3.000 millones de ptas), pues su capacidad era mucho más reducida y se incrementaban los costes de transporte del concentrado desde La Berrona hasta Cala. Asimismo, los trámites de expropiación de los terrenos eran una incógnita que podía alargar el plazo de construcción e incrementar notablemente la inversión.

Así las cosas aparecía como solución más adecuada situar las plantas de beneficiación y peletización en una misma parcela, cerca de la estación de ferrocarril de Fregenal, empleando el mismo sistema de transporte que en la actualidad, es decir, camiones desde las minas hasta Fregenal y ferrocarril desde Fregenal hasta Huelva. Para conocer la viabilidad de esta localización se encargó el estudio de la misma a las firmas Lurgi e Intecsa. En Mayo de 1978 el resultado del mismo fué positivo por las siguientes razones:

- Existe buena comunicación y corta distancia -- por las carreteras existentes con las minas y plantas de concentración primaria. El transporte de la materia prima por carretera no exigirá inversiones complementarias, ni planteará problemas de congestión de tráfico.
- La planta podrá contar con apartadero de ferrocarril, lo que permitirá utilizar la línea existente hasta "Nuevo Puerto". Renfe cuenta con medios de tracción y vagones, que ya vienen -- siendo utilizados en la actualidad para el -- transporte de mineral.

- Los terrenos son de baja productividad agrícola y sus características topográficas y geológicas los hacen adecuados para suelo industrial, sin exigir gastos elevados. Están disponibles las 260 ha. necesarias, que incluyen el espacio reservado para la balsa de lodos.
- El suministro de energía eléctrica de la Compañía Sevillana, con la tensión y potencia adecuadas, en las proximidades está asegurado.
- La disponibilidad de agua captada mediante presa en el Arroyo Sillo, situado a 9 km y que no está siendo aprovechado en la actualidad (cuenca del Guadiana) es perfectamente factible.
- La existencia de mano de obra local, alguna con experiencia en la operación y manutención de las plantas de concentración de las minas de Cala y San Guillermo, es un hecho.

Se adjunta plano de situación de la planta de pelets, la bolsa de lodos y la presa para captación de aguas. También plano con las situaciones relativas de las minas, plantas de peletización y planta de prerreducidos.

SITUACION DE LA PLANTA DE PELETS Y PRERREDUCIDOS EN FREGENAL

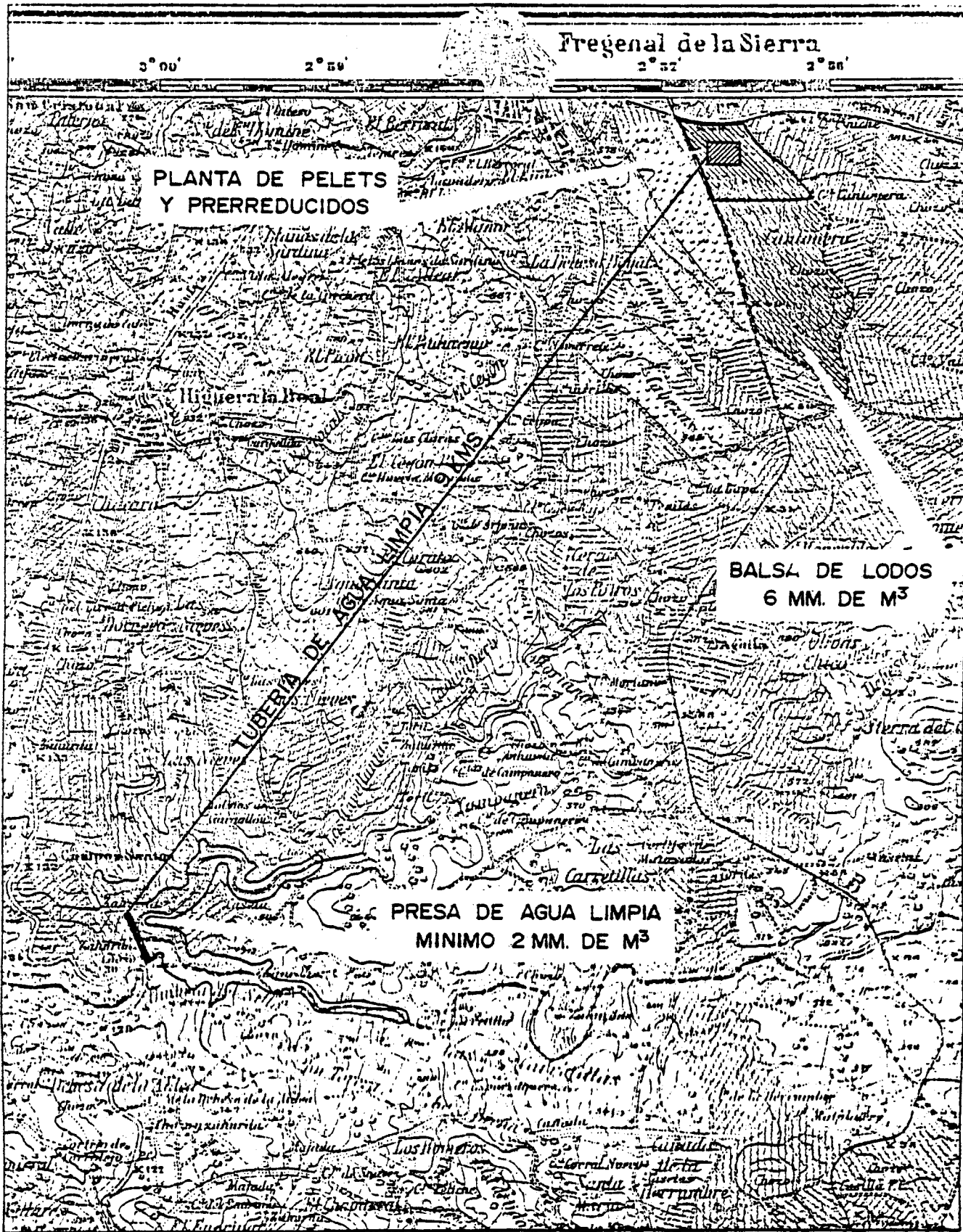
Escala 1: 50.000

San Guillermo

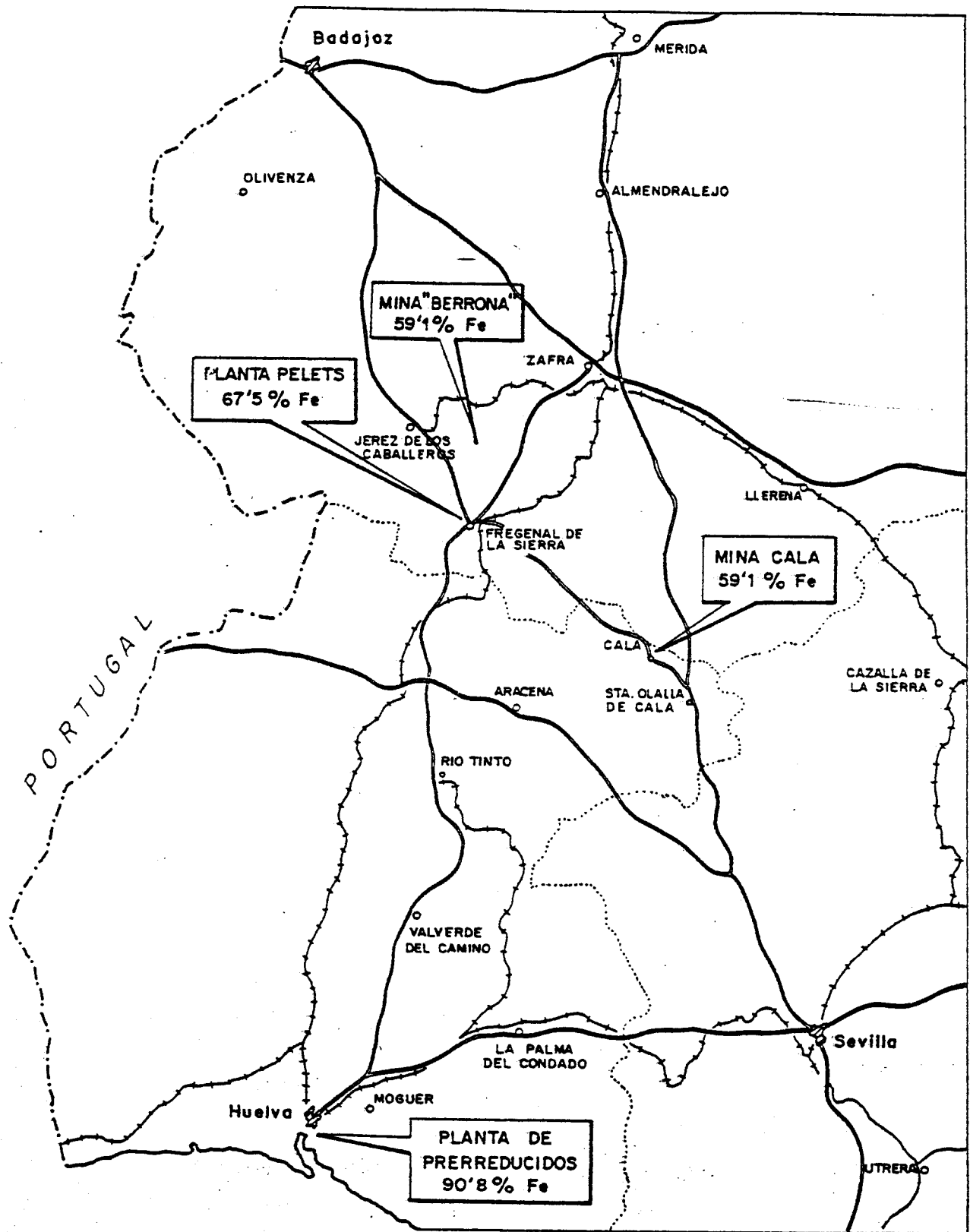
22 Km.

Nuevas Zonas

10 Km.



CALA
45 Km.



MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
 DIRECCION GENERAL DE MINAS E
 INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCION

11.- ESTUDIO DE LOS PROYECTOS MINEROS

11.- ESTUDIO DE LOS PROYECTOS MINEROS

11.1. MINA DE CALA (Huelva)

11.1.1. ESTUDIO TECNICO

La explotación del yacimiento de Cala (Huelva) permite obtener una producción de 1,2/1,4 millones de toneladas de mineral de hierro con una ley media de 33,77% Fe y con un contenido de Cu que oscila entre 0,15 y 0,50%. Ello da lugar a unos productos vendibles de:

- 600.000 tn de concentrado con 59/60% Fe contenido.
- 10.000 tn de concentrado con 20% Cu contenido

Las reservas medidas en este yacimiento se elevan a unos 26 millones de tn de mineral de hierro con un contenido medio de 33,77% y 0,30% Cu. Las posibilidades de que los recursos mineros de la zona alcancen cifras superiores al doble de las reservas son fáciles de probar mediante una investigación adicional, en profundidad, en los flancos Este y Oeste de la actual - corta de tan sólo 100 m de profundidad. Asimismo, indicios y anomalías de minerales magnéticos en las proximidades son conocidos desde antiguo y unos de ellos "Teuler" ha sido puesto en explotación en los últimos meses.

Las posibilidades de aumentar las producciones en esta zona están limitadas por las características de las actuales plantas de beneficio que han alcanzado sus techos, además de requerir más inversiones, para devolverles su productividad de diseño. De ahí que se considere que la -

producción de esta zona va a mantenerse en --
1.400.000 tn para el periodo estimado de 15 --
años.

Se han definido los siguientes criterios básicos para fijar las necesidades de puesta a punto y actualización de la maquinaria, explotaciones y equipo existentes:

- Mantener los criterios de producción señalados de:

1.400.000 tn de todouno en Cala =
630.000 tn conc. 59% Fe

1.600.000 tn de todouno en Berrona =
700.000 tn conc. 59% Fe

- Considerar un periodo de explotación de 15 -- años, al confirmarse las reservas de la zona de Berrona y San Guillermo, así como las nuevas ampliaciones de exploración en el área.

- Dado el estado del equipo y maquinaria de Cala, tratar de aprovecharlo al máximo e intentar la unificación del diseño con Berrona para homogeneizar repuestos, medios y control, sin elevar el costo de la inversión, ya que la -- puesta a punto del equipo de Cala podría ser tan costosa como la sustitución, especialmente en las etapas de trituración.

Esta solución propuesta trata de saturar Cala a su máxima capacidad estimada en 1.400.000 tn/año y diseñar La Berrona para conseguir 1.600.000 - tn/año. Así será posible alcanzar la necesaria producción de 1,3 millones de concentrado de Fe con ley próxima al 60%

Se tratarán para ello 3.000.000 t de mineral con ley media del 30% para obtener 1.330.000 t de -- concentrado de 59% Fe.

Se estima una parada máxima de 30 meses para lograr en ese periodo la construcción de las plantas de concentrado, pelletización y prerreducción necesarias.

ANALISIS DE LAS FASES DEL PROYECTO

EXPLORACION Y EVALUACION

El avance en la explotación de Corta Manuel, que es la mas conocida, exige aumentar la exploración en Corta Mercedes, lo cual obliga a aumentar la inversión en este capítulo, así como a -- darle un carácter básico. Para ello se estima una cifra de 10 millones de pts. en la que se incluyen las fases de sondeos, análisis y evaluación de reservas.

INGENIERIA Y DISEÑO

Se establece la cifra de 5 millones de pts. para la realización del proyecto de explotación y diseño de la operación, así como del equipo minero necesario. Parte del trabajo puede ser ejecutado por el personal técnico de Minera del Andévalo, durante el periodo de montaje.

TERRENOS

De acuerdo con informaciones locales, el precio de los terrenos no ha variado en los últimos -- años, por lo que se establece la cifra de 50 Has. y un precio de 150.000 pts/Ha incluidos accesos y vallado de los terrenos.

DESMONTE PREVIO Y PREPARACION

El desmonte efectuado de 500.000 m³ durante 1979 ha permitido una extracción de unas 500.000 t en la zona de Corta Manuel.

No se ha corregido la falta de avance o preparación que se ha señalado reiteradamente como factor negativo en informes específicos. Los planes para 1980 prevén un ratio de 1,7 m³/t, que permite mejorar la actual situación difícil de la mina, si bien continua por la necesidad de producir cobre, atacándose la zona de Manuel, con el consiguiente retraso de Mercedes.

De aquí que se resalte la necesidad de efectuar un desmonte mínimo de 2.000.000 m³ para descubrir un tonelaje no inferior a 700.000 t que supone un adelanto de 6 meses.

También se aprecia la necesidad de mantener un ratio 1,2 m³/t durante los años de explotación normalizada para no perder la ventaja de 6 meses a efectos de continuidad y control de leyes, lo cual supone un movimiento de 1.680.000 m³/año = 140.000 m³/mes.

En cuanto al coste operativo se debe revisar al alza el precio del metro cúbico debido a la elevación del precio de los explosivos y del gas-oil en estos últimos meses, aceptando la previsión de Andévalo de 67,50 pts/t que viene a suponer unas 185 pts/m³ tanto para el caso de hacerlo con maquinaria propia como para el caso de recurrir a la subcontratación.

MAQUINARIA MINERA.

La situación de la maquinaria ha empeorado notablemente, habiendo tenido lugar la sustitución de los camiones CAT 769 por unos KOMATSU de 50 t en el mes de abril del presente año. Las palas necesitan una fuerte reparación, así como los camiones de 50 t CAT, por lo cual para poder realizar la operación durante los 30 meses previstos será necesario invertir unos 50 millones en reparaciones, con objeto de realizar en el periodo previsto todo el desmonte con la maquinaria propia.

Al comenzar la operación normalizada, se estiman unas necesidades de equipo valoradas en 500 millones de pts., como consecuencia de la adquisición de:

- 3 palas de neumáticos tipo 992.
- 9 camiones de 50 t.
- 3 perforadoras DTH de 6 3/4" de diámetro.
- 2 tractores de orugas tipo D-9.
- 1 motoniveladora.
- 1 tractor neumático.
- Maquinaria auxiliar de mina

Con el adecuado mantenimiento podría estimarse una vida media de este equipo de 5 años, por lo que la renovación del mismo debe tener lugar los años 6 y 11. En los costes operativos de la mina va incluida la amortización del equipo.

PLANTA DE CONCENTRACION

Se propone el siguiente esquema e inversiones a efectuar:

TRITURACION PRIMARIA

La actual trituradora Babbittless 38 BP, podría ser revisada y puesta a punto por tercera vez, pero el coste es tan próximo al de una nueva, que es preferible aprovechar la actual infraestructura- lo más caro de una trituradora - y sustituirla por una AC - 42/65 igual a la de Berrona. Ello nos permitirá ganar altura para ampliar el stock de gruesos y producir un tamaño de 250 mm; el costo de sustitución asciende a 55 millones de pts. La producción será superior a 400 tph lo que permitirá trabajar con esta sección a 2 relevos pudiendo reducir el coste de operación un 10%.

Al mismo tiempo, la menor altura de la nueva máquina permitirá aumentar la capacidad del stock de gruesos hasta 15.000 t. aprovechando la cinta n° 1 y los alimentadores del túnel.

TRITURACION FINA

El estado de las 5 plantas existentes y su elevado coste operativo, hace aconsejable aprovechar tan sólo los actuales hidroconos. Estos se hallan tan justos de capacidad que se recomienda el trabajo en circuito cerrado del cono secundario; para igualar este cono al de La Berrona deberá ser un 7' cabeza corta; el producto final de la terciaria -hidroconos- sería de 15 mm.

Toda la inversión se permiten en los 80 millones de pts., pero se reduce el coste de operación en un 60%, por eliminación de cintas, tolvas y dos etapas de trituración. Incluye esta cifra las nuevas cribas AC y la reparación de los hidroconos. No se estima la necesidad de los COBBING SALA, debido al cobre, pero sí la construcción de silos de alimentación a molienda con capacidad de 5.000 t.

MOLIENDA.

Con objeto de aprovechar los 4 molinos de bolas existentes y poder mejorar la granulometria, -- así como romper el actual cuello de botella, máxime con producto de entrada de 15 mm, es preciso colocar un molino de barras con capacidad de 240 tph. que supone una inversión de unos 50 millones de pts., considerando la ubicación en la nave anterior a la molienda actual, para aprovechar la infraestructura existente.

Asimismo, hay que reacondicionar los molinos de bolas, que están mal conservados, aplicando para ello una cifra de 10 millones. El circuito de bolas, cerrado, exige una clasificación, que los técnicos de Andévalo prefieren por cribas curvas, en lugar de ciclones.

SEPARACION MAGNETICA

El estado actual de los separadores es francamente malo, lo cual obliga a la sustitución de la mayoría de ellos, - algunos se pueden reparar y conservar como reservas -. Esto hace que la inversión de separadores ascienda a 25 millones, - incluyendo bombas, acondicionamiento de filtros, tuberías, hidroclasificadores, etc.

SERVICIOS AUXILIARES

Las actuales modificaciones de espesadores son tan oportunas que pueden mejorar el problema de abastecimiento de agua. Pero se establece la cifra de 11,5 millones para adecuación de las plantas, accesos, oficinas, limpieza, captación de polvo, etc.; gran parte de este trabajo puede realizarse con el propio personal de Andévalo durante el periodo de parada.

STOCK DE GRUESOS

Se cifra la inversión en 8 millones para remover el actual stock y situarlo mas lejos de las plantas. También se puede efectuar con el actual -- personal de Andévalo.

PRESA DE AGUA Y RESIDUOS

La idea de utilizar permanentemente el MUD-CUT - en la limpieza del vaso de la presa y recolocar los residuos en la presa, parece excelente y permite que los 10 millones presupuestados puedan - ser ejecutados por el personal de Cala, sin necesidad de subcontratar exteriormente.

ENERGIA

Utilizando el personal electromecánico de Andévalo en la revisión y puesta a punto de todas las instalaciones, se puede fijar la cifra de 10 millones para el transformador primario.

SERVICIOS GENERALES PLANTA

El Estado general de oficinas, talleres, vestuarios, controles, etc. ha empeorado, siendo preciso marcar el monto de esta partida en unos 15 millones de pts., si bien gran parte puede ser -- efectuada por personal propio, durante el periodo de prueba.

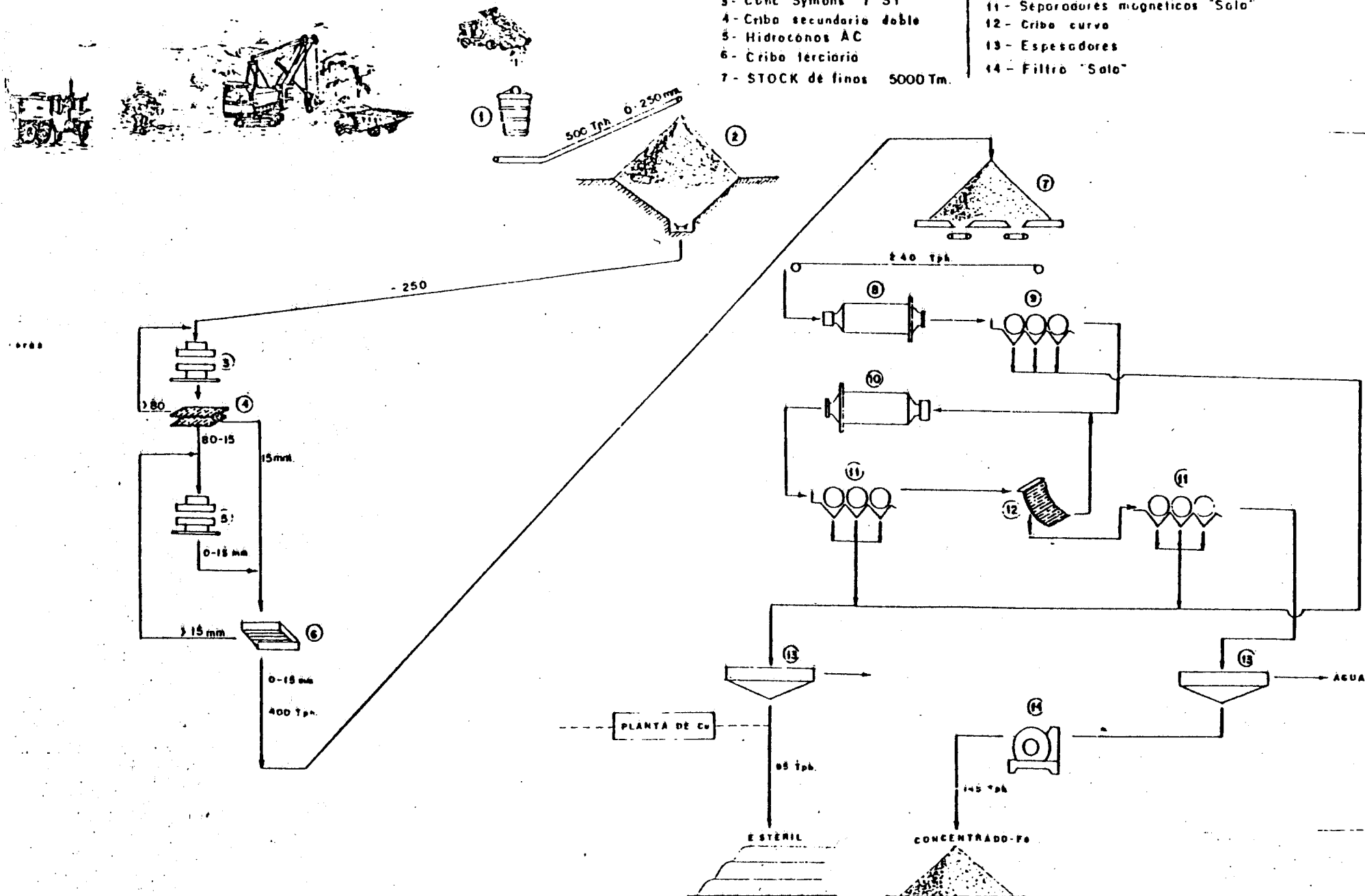
OBRA CIVIL Y CONSTRUCCION

Se han revisado los precios de las unidades de obra de acuerdo con el incremento sufrido desde la estimación última. En todo momento se ha teni

ALTERNATIVA - 1980

- 1- Machadora giratoria 42"
- 2- STOCK 15000 Tm.
- 3- Conc Symont 7' ST
- 4- Criba secundaria doble
- 5- Hidrocónos AC
- 6- Criba terciaria
- 7- STOCK de finos 5000 Tm.

- 8- Molino de barras
- 9- Clasificador "Solo" de desbaste
- 10- Molinos de bolas
- 11- Separadores magneticos "Solo"
- 12- Criba curva
- 13- Espesadores
- 14- Filtro "Solo"

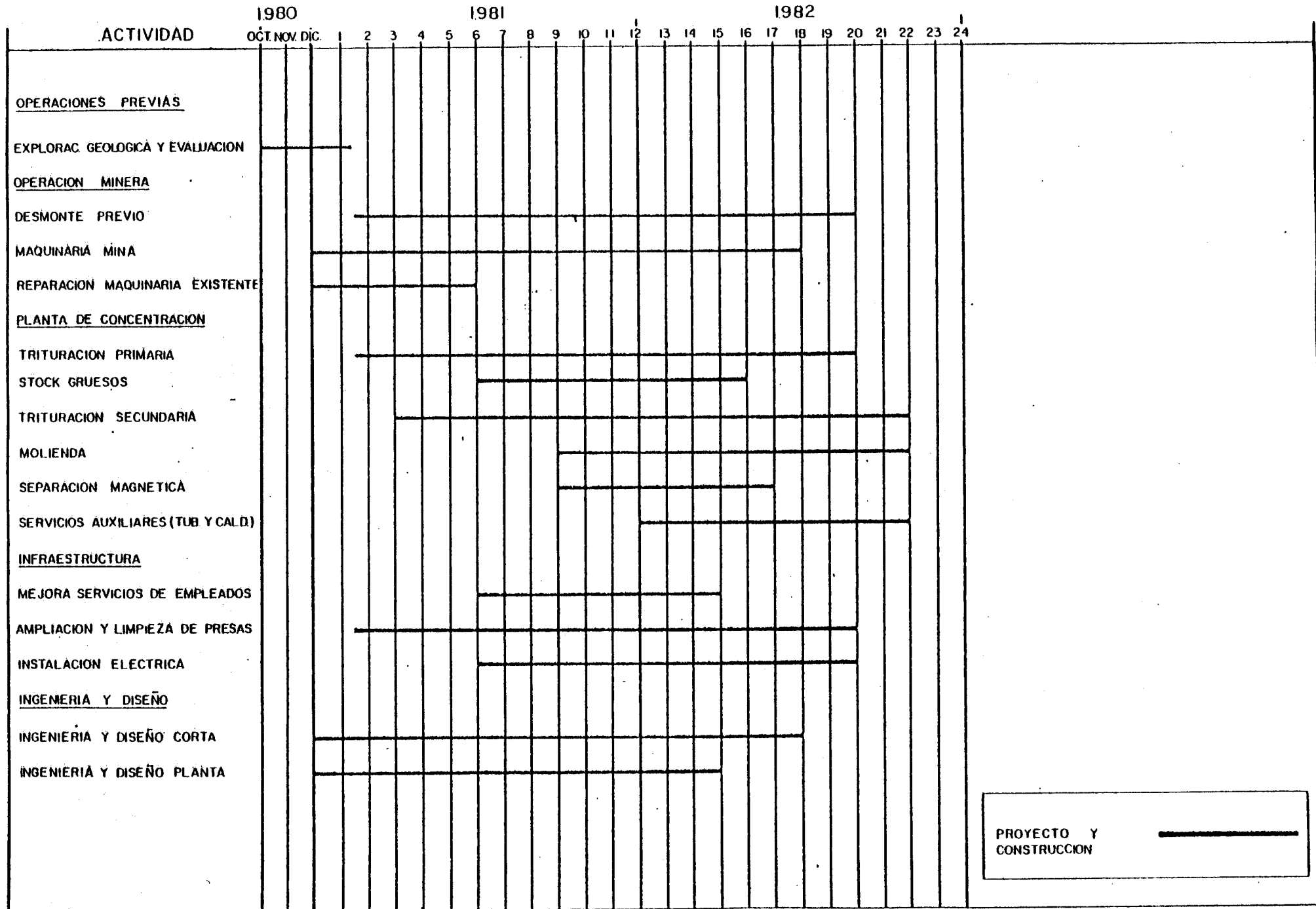


do en cuenta la conveniencia de acudir al empleo del personal propio de Andévalo durante el periodo de parada de las plantas consideradas, para la realización de las obras civiles y de construcción.

11.1.2. PROGRAMA DE EJECUCION

Al analizar el programa conjunto de los distintos centros de producción que componen el complejo minero-industrial, se ha considerado conveniente el fijar un plazo de ejecución de las obras de acondicionamiento de Cala (operación minera más planta de concentración) de 22 meses. Este plazo está de acuerdo con la idea de emplear al personal de plantilla al máximo posible, minimizando a la vez la necesidad de recurso al exterior.

EXPLORACION MINERA - MINA DE CALA
PROGRAMA DE EJECUCION



11.1.3. PRESUPUESTOS GENERALES

Por tratarse de una explotación en funcionamiento el presupuesto recoge tanto inversiones en equipo nuevo, como en reparación del equipo existente -- que hagan posible la utilización del mismo equipo durante el periodo necesario considerado para el estudio económico-financiero.

Para la reparación de los equipos empleados en la corta se ha previsto una inversión inicial de --- 50.000.000 pts, estimándose suficiente esta cifra para permitir la utilización de este equipo hasta el comienzo de la operación (finales de 1982). En este momento habrá que tener prevista su renovación por haber llegado a su estado de sustitución (valor residual nulo).

Terrenos 7.500.000

Operación Minera

Infraestructura mina 382.500.000

- Accesos, vallado, etc.
- Desmonte previo
- Exploración y evaluación

Equipos de arranque 40.000.000

- 3 perforadores BTH de 6 3/4" de diámetro

Equipos para carga 120.000.000

- 3 palas cargadoras frontales sobre neumáticos de 7.7 m3 de capacidad de carga.

Equipos de transporte 240.000.000

- 9 camiones de 50 t.

Equipos para servicio mina 100.000.000

- 2 tractores sobre orugas

- 1 motoniveladora

- 1 tractor sobre neumáticos

Maquinaria auxiliar de mina

Reparación de la maquinaria de
corta existente

50.000.000

TOTAL 932.500.000

Planta de concentración

Trituración primaria 55.000.000

- Trituradora giratoria de 42"
(equipo nuevo)

- Modificación instalación

Stock de gruesos 8.000.000

- Resituación del stock actual
de gruesos.

Trituración secundaria 80.000.000

- 1 detector de metales (equi
po nuevo)

- 1 cono Symons 7' cabeza corta
(equipo nuevo)

- 3 cribas (equipos nuevos)

- Reparación hidroconos y gira
discos.

Molienda 60.000.000

- 1 molino de barras (equipo nuevo)
- Reparación de los cuatro molinos.

Separación magnética 25.000.000

- 5 separadores (equipos nuevos)
- Reparación de los cuatro molinos de bolas.

Servicios auxiliares 4.000.000

- Mejora de las instalaciones de tuberías, calderería, -- etc. existentes.

Infraestructura. Obras Civiles y Construcción 65.000.000

- Mejora de los servicios empleados, urbanización general, viales, etc.
- Ampliación presa de residuos y limpieza presa agua limpia
- Energía: Instalación de un nuevo trafo de 6000 kVA y reparación de la instalación existente.

TOTAL 297.000.000

Ingeniería de la corta y de la planta de concentración y servicios complementarios 25.000.000

PRESUPUESTO TOTAL MINA DE CALA 1.262.000.000

11.1.4. ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

COSTES DE EXPLOTACION

A continuación se incluye un análisis de los costes de operación mineros y de la planta de concentración, tanto por operaciones en base a las fases del proyecto, esto es:

- Perforación
- Voladura
- Carga
- Transporte
- Servicio mina
- Servicios generales
- Trituración primaria
- Trituración fina
- Molienda
- Separación magnética
- Filtrado y secado
- Residuos
- Servicios Planta

como por conceptos de coste básicos, tales como:

- Energía
- Mano de obra
- Materiales
- Mantenimiento
- Amortización
- Servicios contratados

Para realizarlo se han seguido tres líneas:

1. Distribución de costes analíticos de la explotación de Cerro Colorado para flotación de minerales de cobre.
2. Distribución de costos de minería y mineralurgia de Minera de Andévalo para 1978 y 1979.
3. Índices básicos de consumos de materiales como gas-oil, explosivos y productividad laboral en minería a cielo abierto.

Asimismo, se ha procedido con criterio internacional a computar los costes de amortización de la maquinaria minera dentro de los costes de producción minera. No se han computado costes de amortización en los cálculos de costos operativos de las plantas de concentración.

MINA DE CALA: COSTES DE EXPLOTACION(POR OPERACIONES)

Tonelaje todo uno 1.400.000 tpa
 Concentrado producido 630.000 tpa (59,1% Fe)
 Relación estéril/mineral 1,2 m3/t = 3,30 tm/tm
 Rendimiento 45%

P R O C E S O		Pts/t Material movido	Pts/t Mineral tratado	Pts/t Concentrado
COSTOS DIRECTOS	Perforación	9,00	38,70	86,00
	Voladura	12,50	53,75	119,45
	Carga	11,00	47,30	105,10
	Transporte	20,00	86,00	191,10
	Servicio mina	10,00	43,00	95,50
	Servicio minerales	5,00	21,50	47,80
	TOTAL MINA	67,50	290,25	645,00
	Trituración primaria		10,00	22,20
	Trituración fina		15,00	33,30
Molienda		15,00	111,00	
Separación magnética		50,00	26,64	
Filtrado y secado		12,00	11,10	
Residuos		5,00	22,20	
Servicio Planta		10,00	22,20	
TOTAL PLANTA		112,00	284,64	
COSTO TOTAL OPERACION				893,64
COSTOS IN-DIRECTOS.	Supervisión general 5%			44,68
	Gastos generales 5%			44,68
	Transporte Fregenal			121,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS				210,36
TOTAL TONELADA VENDIBLE				1.104,00

DESCGLOSE DE LOS COSTES DE EXPLOTACION MINEROS (POR CONCEPTOS DE COSTE)

MINA DE CALA

CONCEPTO	PROCESO	PERFORACION	VOLADURA	CARGA	TRANSPORTE	SERVICIO MINA	SERV. AUXIL.	MANTE-NIMIEN	TOTAL		
									VALOR	PTS/Tm	8
<u>Costos Variables</u>											
Combustibles		12.739	--	6.808	20.881	9.377	8.110	--	57.915	9,62	14,5
Explosivos		--	70.913	--	--	--	--	--	70.913	11,77	17,5
Rodaje		2.195	--	3.830	13.785	2.039	276	--	22.125	3,68	5
Desgaste		9.134	--	3.830	902	2.000	560	--	16.426	2,73	4
Electricidad											
Servicios contratados		--	--	--	11.505	67	21	--	11.593	1,93	3
Total Variables Operación		24.068	70.913	14.468	47.073	13.483	8.967	--	178.972	29,73	44
Materiales de mantenimiento		5.169	--	5.874	16.797	5.646	11.488	--	44.974	7,47	11
TOTAL VARIABLES		29.237	70.913	20.342	63.870	19.129	20.455	--	223.946	37,20	55
<u>Costos Fijos</u>											
Supervisión Operación		1.122	1.469	1.122	1.122	1.510	1.780	--	8.125	1,35	2
Salarios Operación		6.036	2.458	8.971	19.878	7.320	4.099	--	48.762	8,10	12
Horas extras Operación		1.006	410	1.495	3.313	1.220	683	--	8.127	1,35	2
Salarios mantenimiento		4.981	--	5.261	11.657	4.293	2.404	--	28.596	4,75	7
Horas extras mantenimiento		713	--	753	1.669	614	344	--	4.093	0,68	1
Supervisión Mantenimiento		713	--	753	1.669	614	345	--	4.094	0,68	1
Total fijos Operación y Mantenim.		14.571	4.337	18.355	39.308	15.571	9.655	--	101.797	16,91	25
AMORTIZACION		10.392	--	27.513	17.232	25.470	--	--	80.607	13,39	20
TOTAL COSTOS PRODUCCION		54.200	75.250	66.210	120.410	60.170	30.110	--	406.350	67,50	100
PTAS/Tm.		9,00	12,50	11,00	20,00	10,00	5,00	--	67,50		
PORCENTAJE		13	19	16	30	15	7	--	100		

DESGLOSE DE LOS COSTES DE EXPLOTACION DE LA PLANTA DE CONCENTRACION (POR CONCEPTOS DE COSTE) MINA DE CALA

Concepto	Proceso	Trituración Primaria	Trituración Fina	Moliendo	Separación Magnética	Filtrado y Secado	Residuos	Servicios	Total		
									Valor	Pls/Tm.	%
Energía		1.775	3.605	11.380	3.672	705	2.115	164	23.496	16,80	15
Acero		--	--	37.594	--	--	--	--	37.594	26,90	24
Agua		--	--	3.133	--	--	--	--	3.133	2,25	2
Reactivos y filtros		--	--	--	786	--	780	--	1.566	1,10	1
Movimiento de minerales y concentr.		2.673	2.414	185	2.218	2.541	1.993	507	12.531	9,00	8
Mantenimiento		3.734	5.173	7.134	3.469	1.846	1.257	883	23.496	16,80	15
<u>Total - Gastos variables</u>		8.182	11.272	59.426	10.145	5.092	6.145	1.554	101.816	72,80	65
Supervisión		2.200	3.308	--	--	--	--	5.457	10.965	7,85	7
Salarios		3.213	5.419	9.427	5.855	1.658	6.800	2.089	34.461	24,65	22
Horas extras		178	386	202	157	63	531	49	1.566	1,10	1
Materiales varios		325	605	806	290	235	622	250	3.133	2,25	2
Análisis laboratorio		--	--	--	--	--	--	4.699	4.699	3,35	3
<u>Total - Gastos fijos</u>		5.916	9.718	10.435	6.302	1.956	7.953	12.544	54.824	39,20	35
<u>Total - Costo de producción</u>		14.098	20.990	69.861	16.447	7.048	14.098	14.098	156.640	112	100
Plas. / Tm. Tratada		10	15	50	12	5	10	10	112		
% DEL TOTAL		9	13,4	44,6	10,5	4,5	9	9	100		

11.2.- LA BERRONA

11.2.1. ESTUDIO TECNICO

El yacimiento de La Berrona, ha sido recientemente descubierto y valorado por el IGME mediante una modélica campaña de sondeos mecánicos en malla cerrada y cuadrada de 50 x 50 m. realizada en el periodo Mayo-Octubre de 1978 por cinco grandes empresas de sondeo y con cargo a los fondos estatales destinados para estos fines en el Plan Nacional de Fomento de la Minería.

Los resultados obtenidos en la valoración de los testigos por análisis químico y por interpretación geológica de la estructura del yacimiento, permiten asegurar la existencia de unas reservas probadas de:

16,5 millones de toneladas con una ley media del 29,34% Fe.

y un elevado contenido de álcalis, que son separables en la planta de beneficiación previa a la pelletización sin que supongan problema para el proceso de prerreducción. La estructura de la mineralización es aflorante en una corrida de 600 m y con una anchura de 200 m, quedando abierta hacia el Norte y Suroeste la posibilidad de nuevas reservas.

La favorable disposición del criadero con relación a la topografía permite asegurar un ratio de explotación estéril/mineral muy favorable y con ello un buen costo de explotación minera.

Se ha iniciado una explotación de carácter experimental, utilizando actualmente para beneficiarse de la corta distancia (11 km) las -- instalaciones de Mina San Guillermo. Para lograr la extracción y tratamiento de 1.600.000 t de mineral es necesario construir una planta de concentración con una tecnología y capacidad más elevadas.

La posibilidad de reservas adicionales a descubrir por medio de la nueva investigación -- permitirá con facilidad prolongar la vida de la mina y/o elevar el ritmo de extracción. Así mismo, los indicios de mineralización en áreas con fuertes anomalías e incluso en antiguas y pequeñas explotaciones como El Soldado, Bismark, Los Remedios y Las Auroras, van a ser -- investigadas con cargo al Plan Nacional de -- Abastecimiento de Materis Primas según acuerdo del IGME. Con seguridad la existencia de -- la futura planta de concentración de La Berroña y de Pelletización en Fregenal va a constituir un fuerte aliciente para la exploración y eventual explotación de estos yacimientos -- marginales.

ANALISIS DE LAS FASES DEL PROYECTO

OPERACION MINERA

La preparación de la mina debe ser reducida dada la longitud del afloramiento y la ya realizada carretera de acceso desde San Guillermo. Tan sólo parece necesario proceder a la apertura de los dos bancos en una extensión de 500 m cada uno, con altura menor de la actual y a la limpieza de vegetación, así como a la preparación de los accesos a la zona en que se ubique la planta y a la construcción de una mínima infraestructura. Puede valorarse todo ello en -- unos 50 millones de pts.

La relación de estéril mineral de 0,5 m³/t es a todas luces excesiva para los primeros años, pero parece razonable mantenerla como media -- del periodo de 15 considerado.

MAQUINARIA MINERA

Como en el caso anterior, se debe considerar la cantidad de equipo necesario. Para una producción de:

1.600.000 t/año	=	133.333 t/mes
800.000 m ³ /año	=	66.667 m ³ /mes

basta con un par de equipos de tamaño medio;

- 2 perforadoras oruga de martillo en fondo.
- 2 palas cargadoras de 7,7 m³.
- 6 volquetes mineros de 50 t.
- 1 tractor sobre neumáticos.
- 1 tractor sobre orugas.
- 1 motoniveladora.
- Equipos auxiliares.

que pueden valorarse en 400 millones de pts. y que pueden adquirirse con un desfase de 1 año.

PLANTA DE CONCENTRACION

Con el ánimo de homogeneizar el diseño de La Berrona con el de la mina de Cala, ha de repetirse gran parte del equipo considerado como necesario para aquélla.

Otro aspecto a tener en cuenta como posibilidad futura, es la viabilidad de instalar un proceso de molienda autógena; ello depende del resulta-

do de los ensayos a realizar y su utilización debería dar lugar a una reducción de un 25-30% en la inversión y un 12-15% en el coste de operación.

De momento y a efectos del estudio técnico, va a considerarse únicamente la vía convencional.

Cabría aprovechar algunos molinos sobrantes de la Cala y San Guillermo, pero ello encarecería el coste operativo habida cuenta de su escasa capacidad (50-60 tph).

Se estima, pues, una inversión del orden de -- 125 millones de pts.

SEPARACION MAGNETICA

El esquema previsto de 2 etapas, una de desbaste tras la molienda de barras y otra de apure tras la remolienda, cada una con 2/3 separadores de tambor ha sido valorada por SALA en unos 30 millones de pts.

FILTRADO Y DECANTACION

Dada la finura del producto, superior al esquema anterior, se ha estimado la necesidad de 1 - espesador de 100' de diámetro y 3 filtros de vacío SALA, que elevan la inversión para este capítulo a 90 millones de pts.

SERVICIOS AUXILIARES

Todos los servicios de bombas, tuberías, calderería, cajones, etc., han sido valorados globalmente en 30 millones de pts., de acuerdo con INTECSA y SALA.

ENERGIA

Se ha previsto una necesidad de unos 15.000 kVA, que en 2 transformadores primarios supone una inversión de 45 millones de pts.

TRITURACION PRIMARIA

Para la producción prevista parece sobrada la capacidad de una giratoria 42", para reducir el todo uno a un tamaño menor de 250 mm incluyendo los equipos auxiliares de alimentación y extracción, así como el stock de gruesos necesario. La inversión de acuerdo con ALLIS CHALMERS puede reducirse a 100 millones de pts.; no parece necesario el puente grúa, pero sí una grúa móvil común para toda la planta y la mina.

TRITURACION FINA

Por la vía convencional de 2 etapas con circuito cerrado en ambas, puede repetirse el esquema de Cala:

- 1 cono giratorio standard de 7'.
- 2 hidroconos AC.
- 1 criba doble AC primaria.
- 2 cribas secundarias.

Todo ello valorado en 125 millones de pts.

MOLIENDA

Un esquema clásico de 1 molino de barras y 1 de bolas en circuito cerrado por clasificador de rejilla curva tras un silo de almacenamiento de pisos, que para un esquema de 6.666 horas/año exige una capacidad de 240 tph.

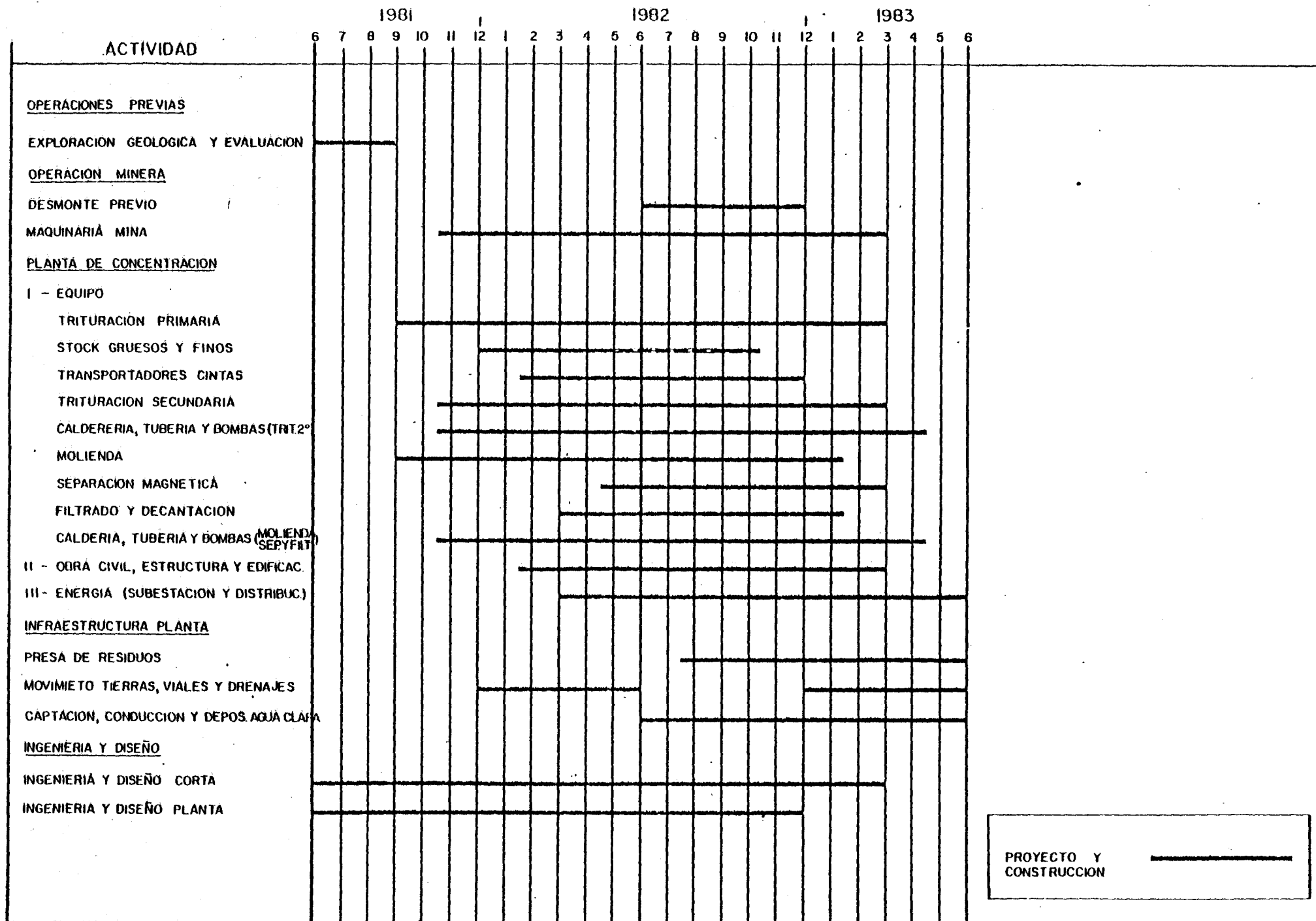
11.2.2. PROGRAMA DE EJECUCION

Con objeto de decalar los trabajos en ambas minas para hacer posible el empleo al máximo durante el tiempo que duren las obras de los actuales trabajadores de la Mina de Cala, se ha previsto comenzar los trabajos en La Berrona a mediados de 1981 manteniendo como plazo total para los mismos el estimado de 24 meses.

Esto permitirá que los equipos que hayan de trabajar en esta explotación tengan un periodo de entrenamiento en la planta de Cala y que el personal de ésta explotación se desplace a La Berrona para su puesta en marcha lo que se conseguirá de una manera segura y eficaz.

Este retraso no compromete la programación de las etapas siguientes de pelletización y reducción directa estimándose que todo el complejo podrá funcionar al 100% de su capacidad en el segundo semestre de 1984.

EMPRESA MINERA DE LA JERONA
PROGRAMA DE EJECUCION



PROYECTO Y CONSTRUCCION

11.2.3. PRESUPUESTO GENERAL

En este caso se trata de una explotación cuyas reservas han sido ya estimadas pero que necesita todo tipo de dotación para su puesta en operación.

Terrenos 30.000.000

- Superficie necesaria: 200 Ha.

Operación minera

Infraestructura mina 50.000.000

- Preparación de bancos y accesos a la zona.

Equipos de arranque 27.000.000

- 2 perforadoras sobre oruga con martillos en fondo.

Equipos de carga 80.000.000

- 2 palas cargadoras frontales de 7,7 m3.

Equipos de transporte 160.000.000

- 6 volquetes mineros de 50 t.

Equipos para servicio mina 133.000.000

- 1 tractor sobre neumáticos
- 1 motoniveladora
- 1 tractor sobre orugas
- equipos auxiliares
- taller mantenimiento equipo mina.

TOTAL 450.000.000

Planta de Concentración

Trituración primaria

70.000.000

- 1 trituradora giratoria de 42"
- 1 equipo de depresión de polvo
- 1 alimentador
- 3 alimentadores vibrantes
- cintas transportadoras

Trituración secundaria

75.000.000

- 1 cono Symons de 7' St
- 2 hydroconos
- 1 criba doble primaria
- 2 cribas secundarias
- cintas transportadoras

Molienda

125.000.000

- 1 molino de barras
- 1 molino de bolas
- 1 clasificador de rejilla curva

Separación magnética

30.000.000

- 6 separadores magnéticos

Filtrado y decantación

90.000.000

- 3 filtros de vacío
- 1 mecanismo agitador para decantador de ϕ 30 m.

Calderería, tuberías, bombas y
misceláneos en molienda y sepa
ración. 30.000.000

- Tolvas, canaletas, instalacio
nes de tuberías, depósitos, -
bombas, etc.

Obra civil, estructura y edifi-
cación. 335.000.000

- Obra civil, trituración prima
ria
- Obra civil, stock de gruesos
- Obra civil, trituración secun
daria
- Edificio trituración secunda
ria .
- Obra civil, stocks finos
- Obra civil transportadores
- Obra civil, molienda
- Edificio molienda
- Obra civil, separación magnética
- Obra civil, filtrado y espesado
- Obra civil, subestación eléctri-
ca
- Edificio talleres y almacenes
- Oficinas generales y servicios
de empleados

Energía 45.000.000

- Subestación eléctrica, red de
distribución, alumbrado viario

Infraestructura 50.000.000

- Movimiento de tierras
- Viales
- Redes de drenaje, saneamiento
- Captación, conducción y depósito de agua
- Presa de residuos y conducción

TOTAL 850.000.000

Ingeniería de la corta y de la
Planta de concentración, servi-
cios complementarios y contin-
gencias

70.000.000

PRESUPUESTO TOTAL MINA LA BERRONA 1.400.000.000

11.2.4. ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

COSTES DE EXPLOTACION

Al igual que para la mina de Cala se ha procedido al análisis de los costes de operación mineros y de la planta de concentración tanto por operaciones como por conceptos de coste básicos como se muestra en los cuadros que se incluyen a continuación.

MINA "LA BERRONA" COSTES DE EXPLOTACION (POR OPERACIONES)

Tonelaje todo uno	1.600.000 tpa
Concentrado producido	700.000 tpa
Relación estéril/mineral	0,5 m3/t
Rendimiento	44%

P R O C E S O		Pts/t Material movido	Pts/t Mineral tratado	Pts/t Concentrado
COSTOS DIRECTOS	Perforación	8,00	19,04	43,22
	Voladura	12,50	29,75	67,53
	Carga	10,00	23,80	54,03
	Transportes	16,00	38,08	86,44
	Servicios mina	8,00	19,04	43,22
	Servicios generales	3,00	7,14	16,21
	TOTAL MINA	57,50	136,85	310,65
	Trituración primaria		8,00	18,16
	Trituración fina		12,00	27,24
	Molienda		50,00	113,50
Separación magnética		10,00	22,70	
Filtrado y secado		5,00	11,35	
Residuos		10,00	22,70	
Servicio planta		10,00	22,70	
TOTAL PLANTA		105,00	238,35	
COSTO TOTAL OPERACION			549,00	
COSTOS IN- DIRECTOS.	Supervisión general 5%			27,45
	Gastos generales			27,45
	Transporte Fregenal			76,00
TOTAL COSTOS INDIRECTOS			130,90	
TOTAL TONELADA VENDIBLE				679,90

DESGLOSE DE LOS COSTES DE EXPLOTACION DE LA PLANTA DE CONCENTRACION (POR CONCEPTOS DE COSTE) MINA "LA BERRONA"

Concepto	Proceso	Trituración Primaria	Trituración Fina	Molienda	Separación Magnética	Filtrado y Secado	Residuos	Servicios	Total		
									Valor	Pts/Tm.	%
Energía		2.520	5.268	16.272	5.248	1.008	3.024	260	33.600	21,00	20
Acero		--	--	42.000	--	--	--	--	42.000	26,25	25
Agua		--	--	5.040	--	--	--	--	5.040	3,15	3
Reactivos y filtros		--	--	--	1.680	--	1.680	--	3.360	2,10	2
Movimiento de minerales y concentr.		1.592	1.418	420	1.020	1.459	2.130	361	8.400	5,25	5
Mantenimiento		3.796	6.132	4.499	3.165	3.143	3.122	1.343	25.200	15,75	15
<u>Total - Gastos variables</u>		7.908	12.818	68.231	11.113	5.610	9.956	1.964	117.600	73,50	70
Supervisión		1.360	1.515	--	--	--	--	5.525	8.400	5,25	5
Salarios		3.150	4.375	10.927	4.150	1.824	4.371	3.123	31.920	19,95	19
Horas extras		162	140	400	310	233	337	98	1.680	1,05	1
Materiales varios		220	352	442	427	333	1.336	250	3.360	2,10	2
Análisis laboratorio		--	--	--	--	--	--	5.040	5.040	3,15	3
<u>Total - Gastos fijos</u>		4.892	6.382	11.769	4.887	2.390	6.044	14.036	50.400	31,50	30
<u>Total - Costo de producción</u>		12.800	19.200	80.000	16.000	8.000	16.000	16.000	168.000	105	100
Ptas. / Tm. Tratado		8,00	12,00	50,00	10,00	5,00	10,00	10,00	105		
% DEL TOTAL		7,60	11,40	47,60	9,50	4,90	9,50	9,50			

DESGLOSE DE LOS COSTES DE EXPLOTACION MINERA (POR CONCEPTOS DE COSTE)

MINA "LA BERRONA"

CONCEPTO	PROCESO	PERFORACION	VOLADURA	CARGA	TRANSPORTE	SERVICIO MINA	SERV. AUXIL.	MANTE-NIMIEN	TOTAL		
									VALOR	PTS/Tm	%
<u>Costos Variables</u>											
Combustibles		4.941	--	2.931	10.194	4.175	3.854	--	26.095	6,90	12
Explosivos		--	39.142	--	--	--	--	--	39.142	10,35	18
Rodaje		1.005	--	2.168	8.149	1.174	551	--	13.047	3,45	6
Desgaste		7.058	--	2.903	858	1.653	575	--	13.047	3,45	6
Electricidad		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Servicios contratados		--	3.792	--	4.906	--	--	--	8.698	2,30	4
Total Variables Operación		13.004	42.934	8.002	24.107	7.002	4.980	--	100.029	26,45	46
Materiales de mantenimiento		2.544	--	3.360	10.577	2.029	1.061	--	19.571	5,17	9
TOTAL VARIABLES		15.548	42.934	11.362	34.684	9.031	6.041	--	119.600	31,62	55
<u>Costos Fijos</u>											
Supervisión Operación		559	1.137	569	504	650	930	--	4.349	1,15	2
Salarios Operación		2.284	3.162	3.314	8.115	3.062	1.808	--	21.745	5,75	10
Horas extras Operación		502	607	743	1.470	600	427	--	4.349	1,15	2
Salarios mantenimiento		2.218	--	2.248	5.349	1.957	1.275	--	13.047	3,45	6
Horas Extras mantenimiento		370	--	390	892	327	196	--	2.175	0,57	1
Supervisión Mantenimiento		370	--	390	892	327	196	--	2.175	0,57	1
Total fijos Operación y Mantenim.		6.303	4.906	7.654	17.222	6.923	4.832	--	47.840	12,65	22
AMORTIZACION		8.593	--	17.951	8.981	14.490	--	--	50.015	13,23	23
TOTAL COSTOS PRODUCCION		30.444	47.840	36.967	60,887	30.444	10.873	--	217.455	57,50	100
PTAS/Tm.		8,00	12,50	10,00	16,00	8,00	3,00	--	57,50		
PORCENTAJE		14	22	17	28	14	5	--	100		

12.- ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE BENEFI-
CIACION Y CONCENTRACION

12.- ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE BENEFICIACION Y CONCENTRACION.

12.1. ESTUDIO TECNICO.

Las instalaciones de beneficiación y concentración constituyen la segunda etapa del proceso; estarán localizadas en las proximidades de Fregenal de la Sierra en terrenos próximos a la estación de ferrocarril, lo que facilitará la expedición de los pellets hacia la planta de reducción directa. La zona estará situada en el centro de gravedad del conjunto de explotaciones mineras de las que recibirá el preconcentrado de Fe.

Se diseñará en una primera fase una planta de pelletización para una capacidad de producción de 1.120.000 t/año de pellets oxidicos, habiéndose reservado espacio suficiente para eventuales ampliaciones futuras.

El preconcentrado con una granulometría inferior a 1 mm en el 80% recibirá un tratamiento de molienda y concentración para obtener un tamaño menor de 0,2 mm que permita la formación de pellets.

Posteriormente y previa mezcla de la pulpa de concentración con el aglomerante para formar los pellets verdes, se procederá al cocido de los mismos en la unidad de pelletización con el fin de darles las características que precisa su procesamiento posterior en la planta de reducción directa.

Las instalaciones de proceso se completan con las de recepción, parque de almacenamiento y manejo de preconcentrado, parques de almacenamiento y estación de expedición de pellets, conexión a la red ferroviaria y playa de vías, presa de residuos, presa de agua clara, conducción y depósito regulador, instalaciones mecánicas, red contra incendios,

SITUACION DE LA PLANTA DE PELETS Y PRERREDUCIDOS EN FREGENAL

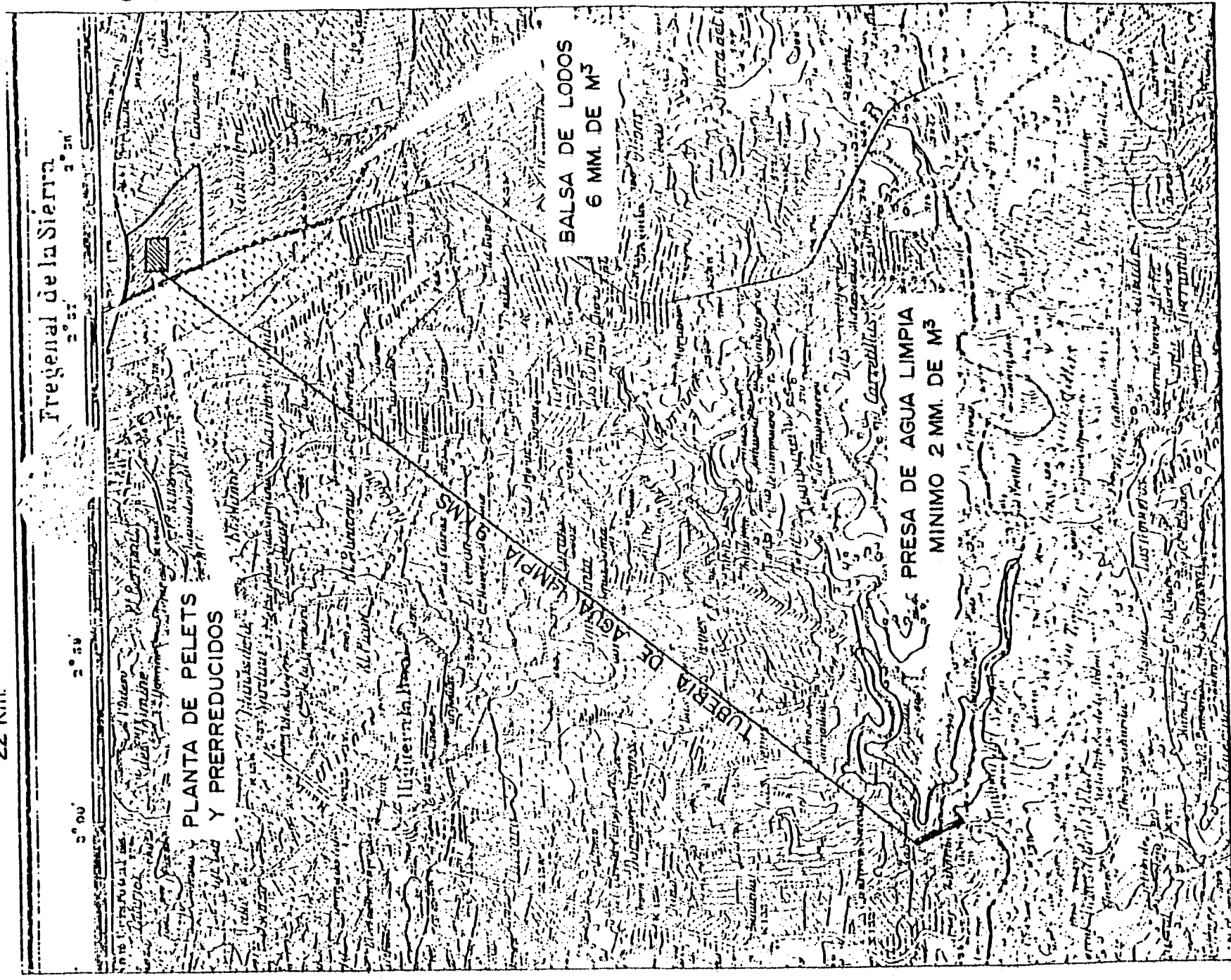
Escala 1: 50000

San Guillermo

Nuevas Zonas

22 Km.

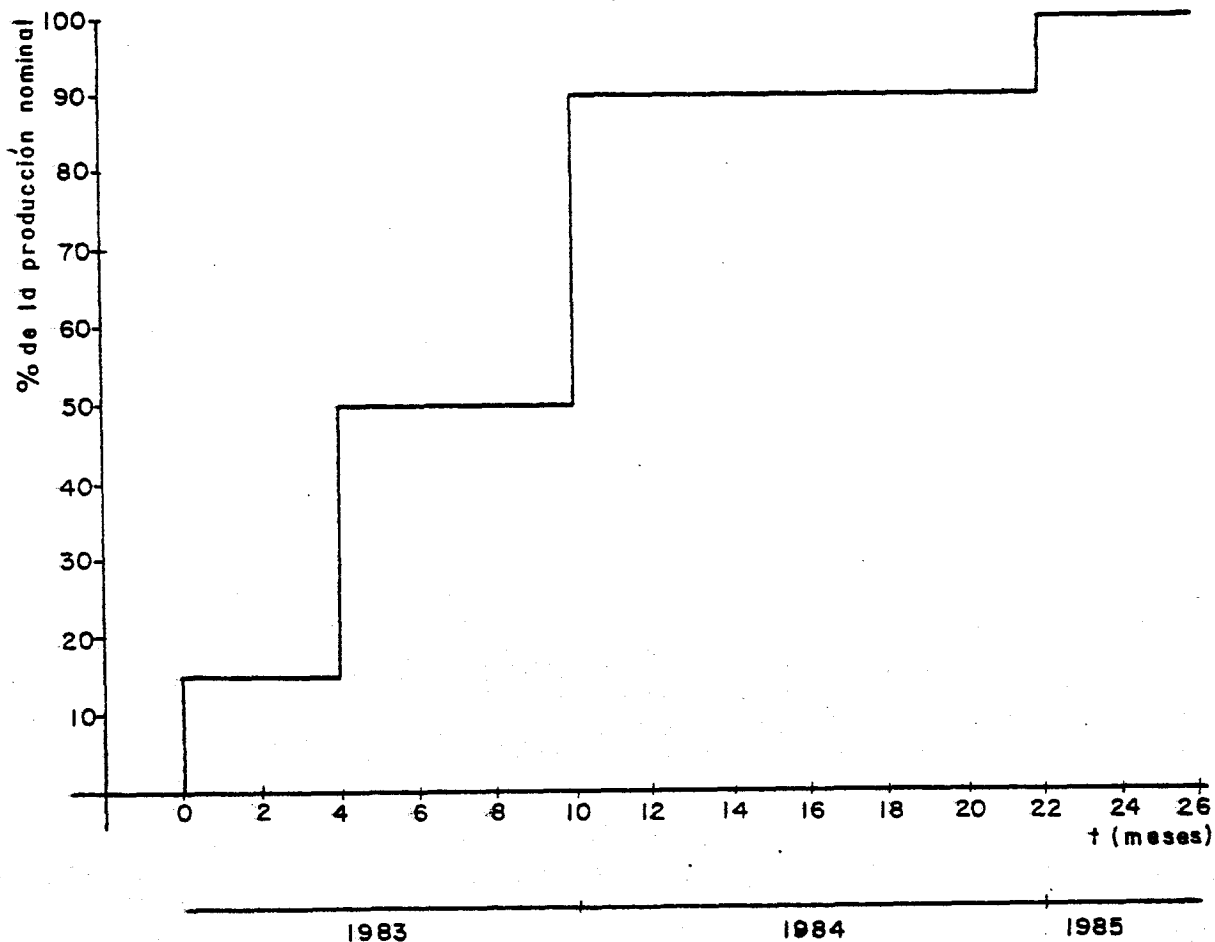
10 Km.



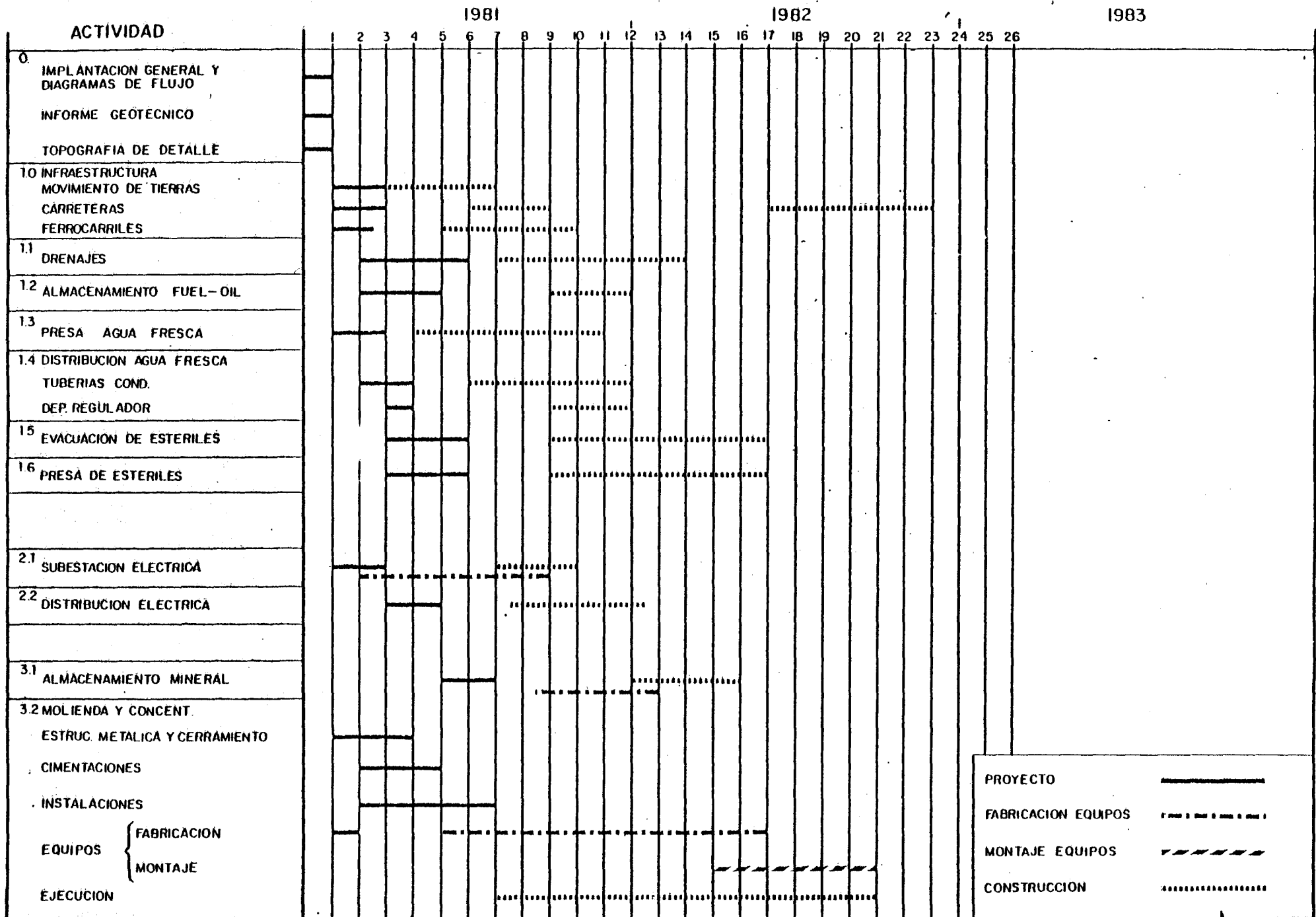
subestación eléctrica, almacenamiento de fuel-oil, edificios de oficinas, servicios de empleados, servicios de empleados, laboratorio de control, almacén general y demás servicios auxiliares necesarios para la operatividad de las instalaciones.

12.2. PROGRAMA DE EJECUCION

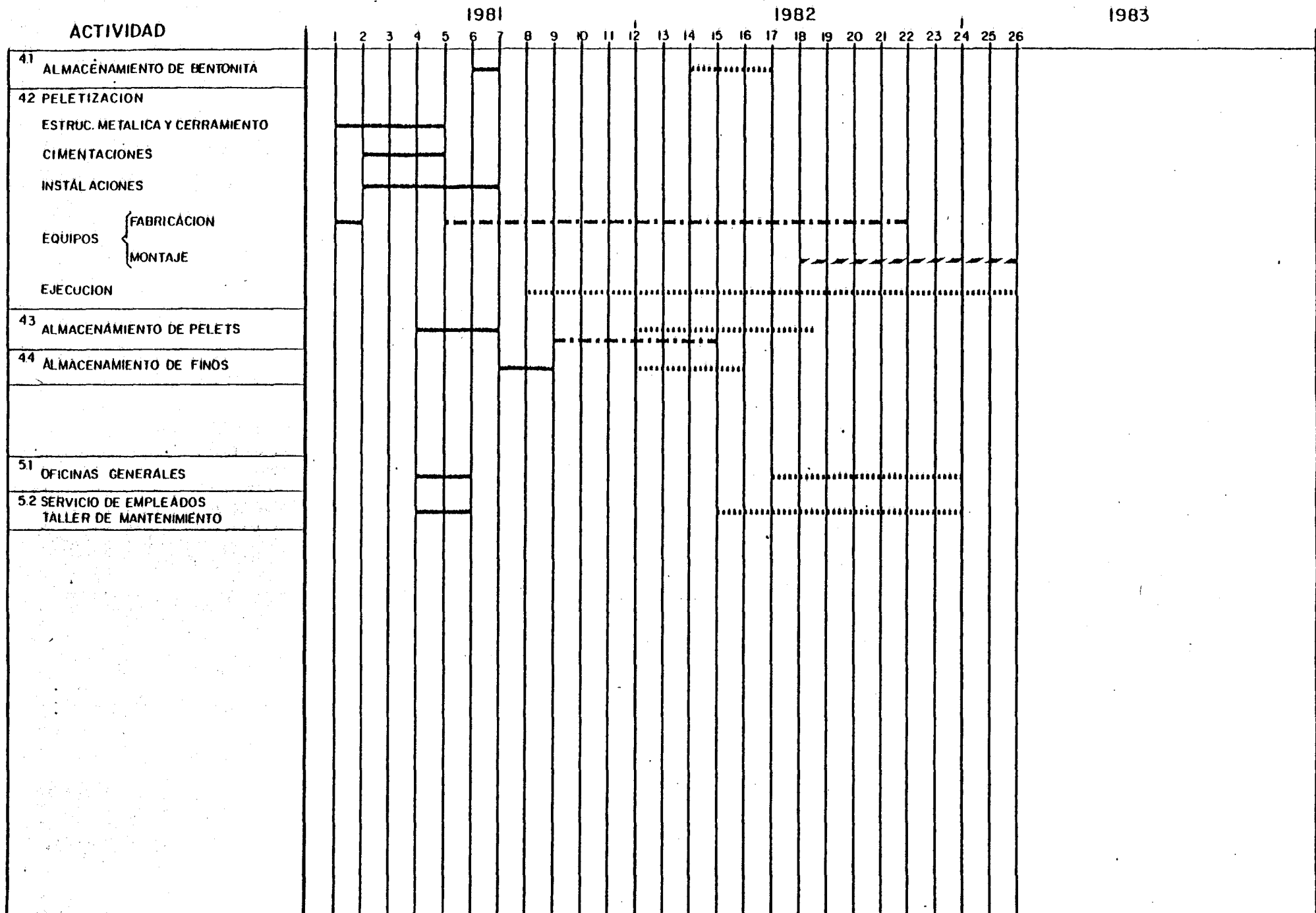
El programa estimado de ejecución, incluyendo las fases del proyecto y construcción se extiende a lo largo de un periodo de 26 meses, al cabo de los cuales comenzará el programa de puesta en producción de la planta. Para este último se ha estimado unos ritmos de producción hasta alcanzar la capacidad de diseño tales como los indicados en el siguiente gráfico:



PLANTA DE MOLIENDA, CONCENTRACION Y PELETIZACION
PROGRAMA DE EJECUCION



PLANTA DE MOLIENDA, CONCENTRACION Y PELETIZACION
PROGRAMA DE EJECUCION



12.3. PRESUPUESTO GENERALES

Los presupuestos han sido calculados en base a las ofertas en firme pasadas por los licitadores, todos ellos empresas de primera fila a escala internacional. Los capítulos correspondientes a obras civiles y servicios auxiliares se han fijado en base a detallados estudios de viabilidad y a análisis de precios actualizados de instalaciones similares.

Terrenos 18.000.000

- Superficie aprox. 260 Ha.

Infraestructura y Obras Civiles 188.000.000

- Movimiento de tierras
- Viales y pavimentaciones
- Línea férrea y playa de vías en la planta
- Red de saneamiento y drenaje
- Presa de lodos
- Presa de agua fresca
- Conducción de agua
- Depósito regulador
- Línea eléctrica 66 kV a subestación
- Línea eléctrica 20 kV a presa de agua fresca
- Cerramiento parcela

TOTAL POSICION 188.000.000

Edificaciones Auxiliares 24.000.000

- Oficinas generales
- Servicios de empleados, taller de mantenimiento y laboratorio de control
- Caseta de control
- Obra civil correspondiente a la subestación y distribución eléctrica

TOTAL POSICION 24.000.000

Unidad de pelletización 3.110.000.000

- Equipos de producción de la unidad de molienda, separación y filtración 990.000.000
- Equipos de producción de la unidad de pelletización 1.924.000.000
- Construcción e instalaciones relativas a los edificios de molienda y pelletización 196.000.000

TOTAL POSICION 3.110.000.000

Equipos auxiliares de off-sites

Parque de almacenamiento de precentrados

- 1 tolva de 60 m3 (equipo n° 22)
- 2 alimentadores vibrantes (equipos n° 4 y 5)

- 1 transportador de correa
(equipo n° 6)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 7)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 8)
- 1 apilador sobre cinta
(equipo n° 9)
- 3 tolviillas de descarga
(equipo n° 11)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 12)
- 1 pala cargadora CAT 950
(equipo n° 10)

Parque de pellets

- 1 transportador de correa
(equipo n° 13)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 14)
- 1 báscula sobre cinta
(equipo n° 16)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 15)
- 1 agitador sobre transportador
de correa (equipo n° 17)
- 4 tolviillas de descarga
- 1 pala cargadora tipo CAT 988
(equipo n° 18)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 20)
- 1 transportador de correa
(equipo n° 21)
- 1 estación de carga de pellets
a ferrocarril (equipo n° 22)

Equipos de almacenamiento y
manejo de bentonita

Báscula para camiones

Equipo de laboratorio de control

Equipos de mantenimiento

TOTAL POSICION

162.000.000

Instalaciones mecánicas y eléc -
tricas de off-sites

- Equipo de bombeo de agua fresca
(de presa a depósito regulador)
- Equipo de bombeo de agua fresca
(de depósito regulador a tanque
de proceso y torres de refrige-
ración)
- Equipo de bombeo para presa de
lodos
- Red contra incendios
- Instalación de transferencia de
fuel-oil
- Subestación eléctrica de 66 kV/6,3
kV/380 V
- Distribución eléctrica de fuerza
- Alumbrado viario

TOTAL POSICION

68.000.000

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

- Terrenos	18.000.000
- Obras de infraestructura	188.000.000
- Edificaciones auxiliares	24.000.000
- Unidad de pelletización	3.110.000.000
- Equipos auxiliares de off-sites	162.000.000
- Instalaciones mecánicas y eléctricas de off-sites	68.000.000

PRESUPUESTO TOTAL 3.570.000.000

12.4. ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

COSTES DE EXPLOTACION

Para el cálculo de los costes de explotación se han tomado los valores que a continuación se detallan, correspondientes a los consumos específicos de materias primas, materiales y mano de obra por t de pellets producidos, facilitados y garantizados por los licenciarios de los procesos estudiados. Se han aplicado los precios actuales a los conceptos de coste básicos, llegándose al coste de explotación referido a una producción de 1.120.000 t/año de pellets.

MINERAL PRECONCENTRADO; 1,1875 POR T. DE PELLETS

Este valor se ha tomado de los estudios de concentrabilidad, que han dado como resultado que partiendo de un concentrado del 59% hierro, y tamaño menor de 2 mm se llegaba a un superconcentrado del 69,5/70,5% Fe, y superficie esférica entre 1.450 y 1.850 cm²/g, con un rendimiento de recuperación de hierro del 97%. Para el estudio se ha tomado 96,5%.

FUEL OIL: 11 KG POR T. DE PELLETS

Se utiliza exclusivamente como combustible para la máquina de pelletizar, ya que para la operación de secado de la torta de superconcentrado es suficiente con una filtración al vacío y no se necesitan por tanto, secaderos con calentamiento.

Los consumos dados por los ofertantes y referidos a resultados prácticos de plantas de pelletización en funcionamiento, alimentadas con magnetita son:

- ALLIS CHALMERS: 7 kg/t pellets, experiencia de plantas modificadas para LKAB, MalMBERGET, anteriormente el consumo era de 15 kg/t.
- LURGI: 8 kg/t de pellets, experiencia planta Vitafors de LKAB, promedio 1975.
- MIDLAND ROSE: 13 kg/t plantas de Stelco en Griffith, Canadá y Pickands Mather, Savage River, Tasmania.

A la vista de estos datos, se tomó el valor muy conservador de 11 kg de fuel-oil por t de pellet.

ENERGIA ELECTRICA

El consumo de energía para moler el concentrado hasta el tamaño de "pellet feed" ha sido establecido - en los ensayos de LURGI en 14 kWh/t. Para la planta de beneficiación en su conjunto, se ha tomado el valor de 25 kWh/t de pellet que da un margen de holgura.

Para la planta de pelletización, el consumo de energía eléctrica se ha cifrado en 30 kWh/t de pellets. También en este caso se ha tomado cierta cobertura si se tiene en cuenta que las cifras publicadas por proceso son:

- Horno vertical 40 kWh/t
- Parrila recta 25 kWh/t
- Parrilla-horno rotatorio 20 kWh/t

CAL Y BENTONITA

El aglomerante utilizado será preferentemente cal, con dosificaciones comprendidas entre el 1 y 2%, por el carácter de autofundente que da al prerreducido, lo que mejora su procesabilidad en el horno eléctrico, disminuye el consumo de cal, la formación de escoria y, en definitiva, facilita un ahorro de energía. Sin embargo, también se han ensayado con buenos resultados pellets aglomerados con bentonita desde el 0,7% y con mezclas de cal y bentonita. La práctica industrial decidirá que mezcla será la más conveniente.

AGUA

Los consumos medios de agua se han establecido teniendo en cuenta el grado de humedad ambiente que determina que porcentaje de agua se recupera de la balsa y cual se evapora. Los valores determinados en el estudio de viabilidad son:

- Agua en molienda y concentración	0,27 m3
- Agua para pelletización	0,48 m3
	<hr/>
Agua Total	0,75 m3/t pellet

El agua recogida en la presa es suficiente para atender este consumo, incluso en épocas de estiaje.

MANTENIMIENTO

El valor asignado de 238 pts/t de pellets supone un monto anual de 265 millones de pts., con lo que se pueden cubrir holgadamente todos los gastos por este concepto.

MANO DE OBRA

La plantilla necesaria para operar el conjunto de instalaciones de beneficiación y pelletización es de 104 personas, distribuidas del siguiente modo:

- Personal operación	78
- Personal mantenimiento	13
- Personal supervisor técnico y administrativo	13

Suponiendo una jornada anual de 2.000 hh, la incidencia del personal operativo será de:

$$\frac{2.000 \text{ hh} \times 78 \text{ h}}{1.120.000} = 0,139 \text{ h/t pellet}$$

El personal de mantenimiento se carga a Mantenimiento y el resto a Gastos Generales.

El cuadro resumen de los costes de explotación de la planta de beneficiación y pelletización es:

CONCEPTO	UNIDADES POR TM DE PELLETS	PRECIO UNITA RIO	PTS. POR T DE PELLETS
Mineral preconcentrado (59,1% Fe)	1,1875 t	880,79	1.045,90
Fuel-oil	0,011 t	12.000,00	132,00
ENERGIA ELECTRICA			
- En molienda y concentración	25 kWh	3,44	86,00
- En cocción	30 kWh	3,44	103,20
CAL O BENTONITA:	20 Kgs.		
AGUA:			
- En molienda y concentración	0,27 m3	6,50	1,76
- En cocción	0,48 m3	6,50	3,12
MANTENIMIENTO	-	-	238,00
MANO DE OBRA	0,139 horas x hombre	550,00	76,45
GASTOS GENERALES 1,5% s/coste pellets			30,24
TRANSPORTE HUELVA			210,00
COSTE TOTAL DE EXPLOTACION			1.978,67

13.- ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE REDUCCION DIRECTA

13. ESTUDIO DE LAS INSTALACIONES DE REDUCCION DIRECTA

13.1. ESTUDIO TECNICO

Las instalaciones de producción de prerreducidos es tarán situadas en los terrenos adjudicados definitiu vamente por el INUR, correspondientes a las parce - las números 60, 61 y 62, con una superficie aproxi - mada de 250.000 m², en el polígono industrial "Nue - vo Puerto", de Huelva. En estos terrenos serán ins - talados asimismo, los servicios e instalaciones au - xiliares comunes.

El espacio de la factoría se divide en tres grandes áreas que agrupan:

- Servicios Generales
- Carga y descarga y almacenamiento de sólidos
- Instalaciones de Reducción Directa

El área de servicios generales incluye:

- Acometida, almacenamiento, bombeo y distribución de agua de usos generales y contra incendios.
- Planta de desmineralización.
- Acometida y subestación eléctrica.
- Parque de transformadores y centro de distribución eléctrica.
- Grupo electrógeno de emergencia y sistema de bate - rías.
- Estación de reducción de presión y medida del gas natural.
- Edificio de talleres de mantenimiento.
- Edificio de almacenes.
- Edificio de oficinas, servicios sociales y clínica.

El área de almacenamiento y movimiento de sólidos comprende:

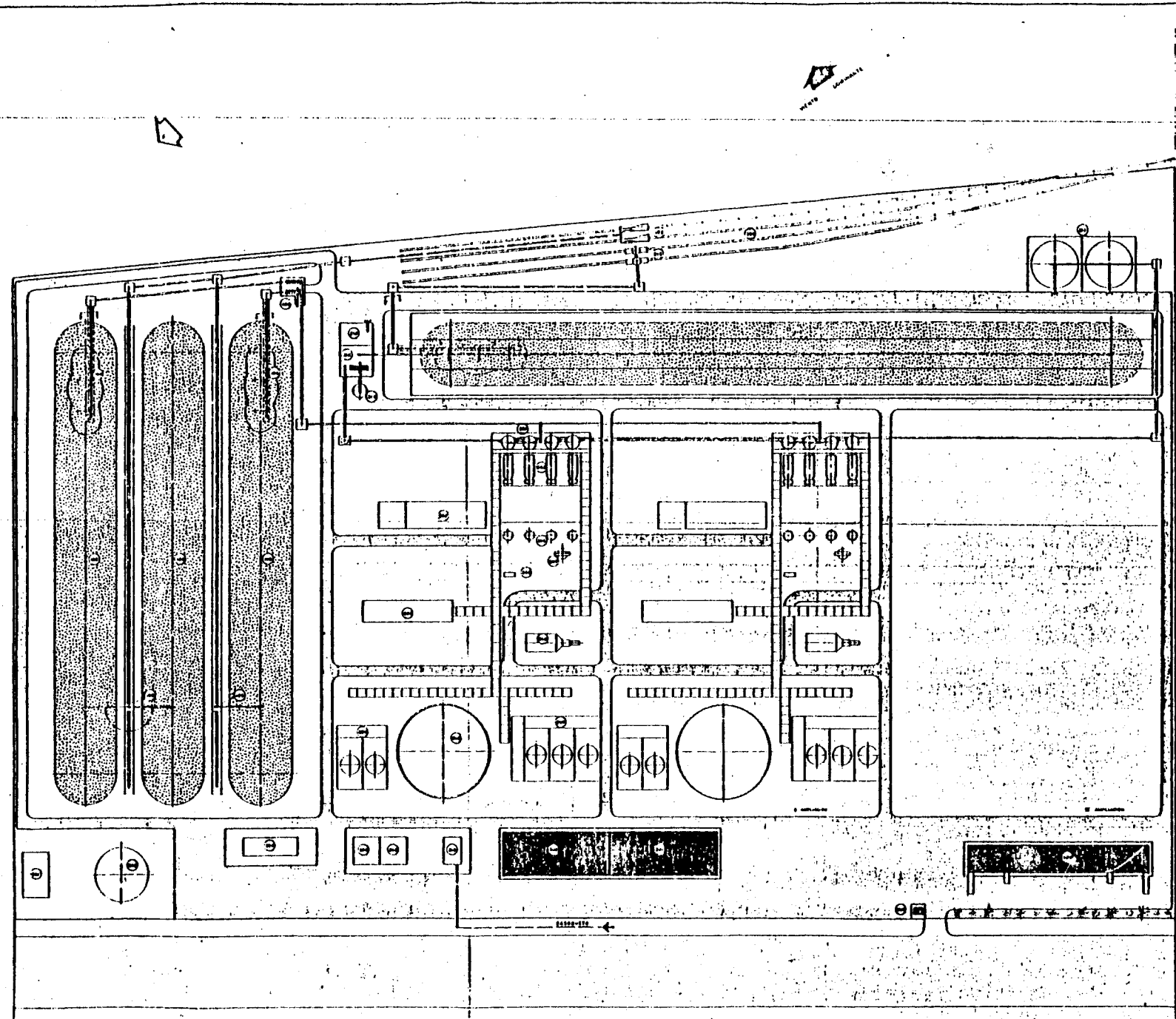
- Apartadero de vagones de ferrocarril.
- Apartadero de camiones.
- Fosos de descarga para pellets.
- Sistema de cintas para transporte de pellets.
- Parque de almacenamiento de pellets, apiladora y palas móviles.
- Pilas diarias de pellets, canaletas de alimentación.
- Estación de cribado, sistema de cintas a las plantas de reducción.
- Sistema de cintas para la carga de prerreducidos.

El área de prerreducidos comprende el espacio necesario para tres unidades de prerreducidos que permitirán una capacidad total de 2.000.000 t/año. Cada unidad de reducción directa tendrá sus propios procesos unitarios.

- Horno de reducción directa.
- Horno de reformado de gas.
- Sala de compresores.
- Sistema de lavado de gas.
- Intercambiadores de calor.
- Torres de refrigeración.
- Sala de bombas.
- Clarificadores.
- Edificio de control.
- Subestación eléctrica.

Como unidades comunes:

- Almacén de remets cubierto.
- Estación de cribado del producto.
- Almacén de prerreducidos cubierto.
- Planta de briqueteado de finos.
- Sistema de pesaje y envío de prerreducidos.
- Sistema de nitrógeno líquido y gas inerte.
- Planta de aire comprimido.
- Laboratorio.
- Almacén de finos.



- ÁREA DE DESCARGA Y ALMACENAMIENTO DE PELETS**
- 101 APARATERO FECC
 - 102 FOSOS DESCARGA PELETS
 - 103 PARQUE ALMACENAMIENTO PELETS
 - 104 PILA BIARRIA PELETS
 - 105 APILADORES
 - 106 ESTACION DE CUBADO PELETS

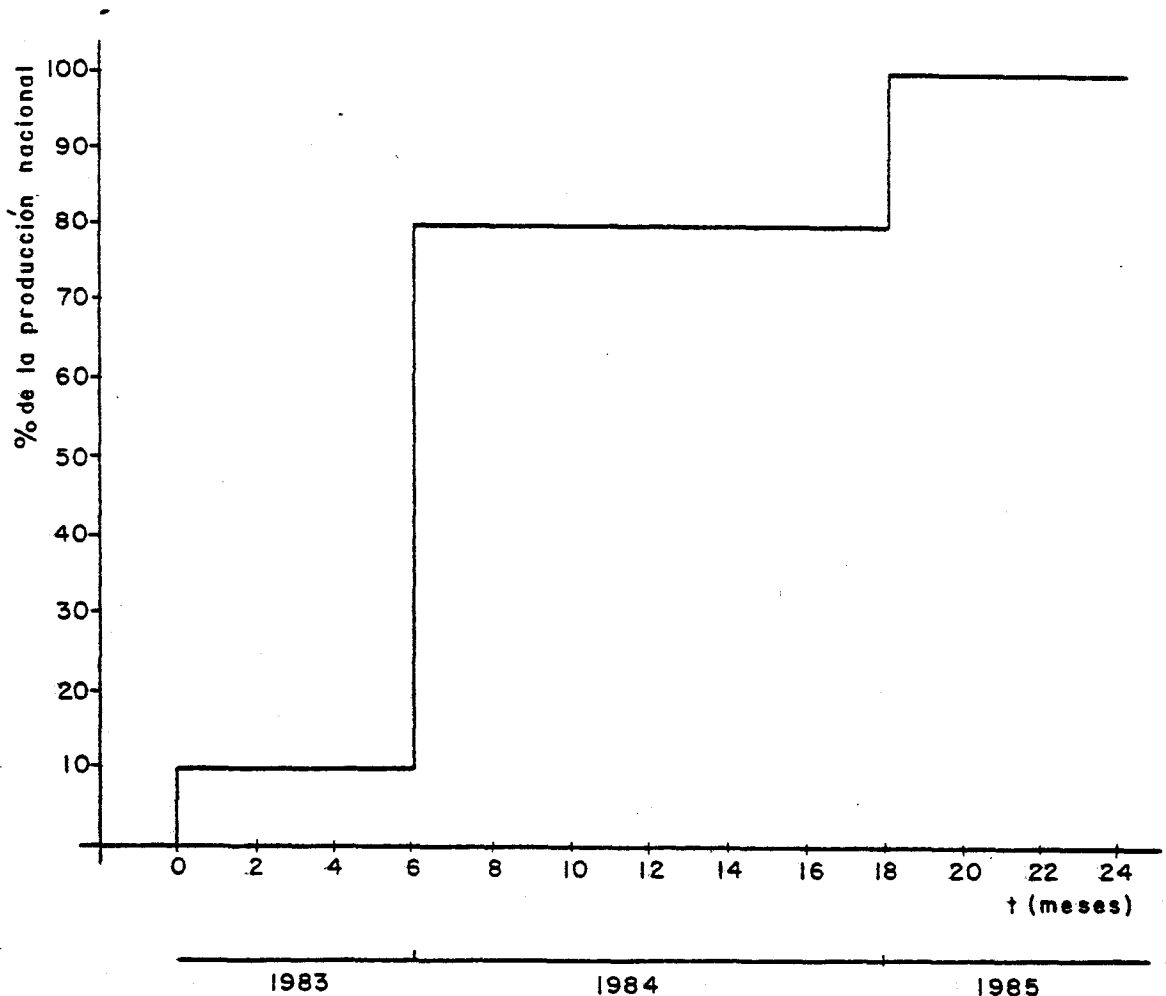
- ÁREA DE REDUCCION DIRECTA**
- 201 REACTORES
 - 202 PRECALENTADOR DE GAS
 - 203 TORRES DE ENFRAMAMIENTO
 - 204 PRECALENTADOR DE AIRE
 - 205 COMPRESOR DE GAS
 - 206 HORNO DE REFORMADO
 - 207 SALA DE CONTROL
 - 208 TORRES DE REFRIGERACION
 - 209 CLARIFICADOR
 - 210 ALMACEN DE REMETS CUBIERTO
 - 211 CARBADO PRODUCTO
 - 212 PLANTA DE BRIQUETADO
 - 213 ALMACEN DE FINOS
 - 214 ALMACEN DE PIREMOUCIDOS CUBIERTO
 - 215 BASCULA FECC. Y ESTACION DE CARGA PRODUCTO

- ÁREA DE SERVICIOS**
- 301 CASA DE BOMBAS ANTI-INCENDIO
 - 302 TANQUE DE AGUA
 - 303 ACOMETIDA ELECTRICA
 - 304 PARQUE TRANSFORMACION
 - 305 GRUPO ELECTROGENO
 - 306 EDIFICIO BALLERES MANTENIMIENTO
 - 307 ALMACEN
 - 308 PORTENA
 - 309 EDIFICIO OFICINAS SERVICIOS SOCIALES Y CLINICA
 - 310 ESTACION RECEPCION GAS

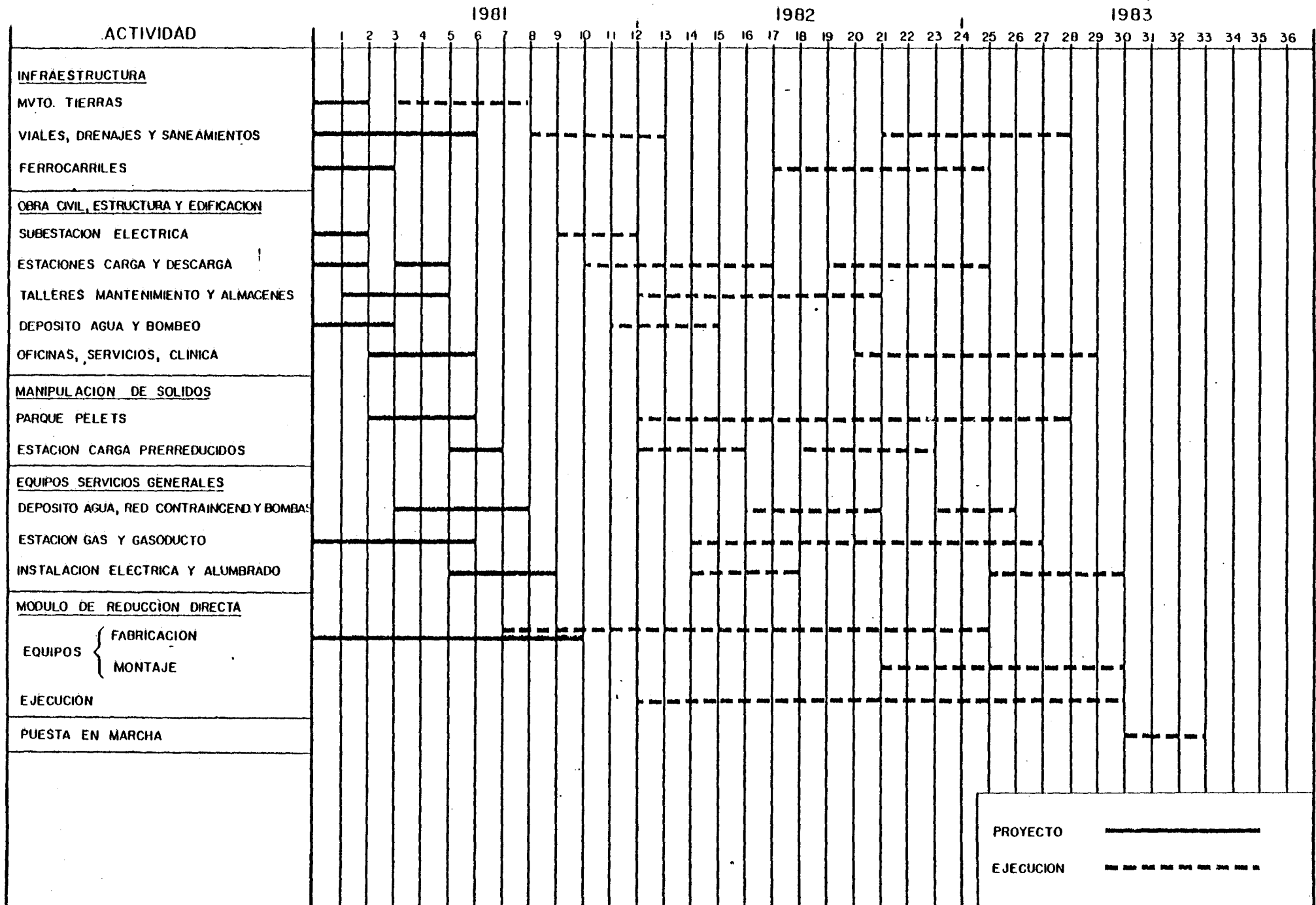
PREPELSA		PLANTA DE REDUCCION DIRECTA		F. DISEÑO
		IMPLANTACION		1982
				1/1000

13.2. PROGRAMA DE EJECUCION

De acuerdo con los programas de ejecución de los licenciarios del proceso consultados, se ha --
llegado a establecer el que a continuación se -
describe. Este incluye las fases de proyecto y -
construcción, tanto de servicios generales, como
de carga, descarga y almacenamiento de sólidos e
instalaciones de Reducción Directa. El plazo es-
timado de construcción se ha fijado en 30 meses,
al cabo de los cuales se comenzará con el progra
ma de puesta en producción de la planta, según -
el gráfico siguiente:



PROGRAMA DE EJECUCION



13.3. PRESUPUESTOS GENERALES

Para la confección de estos presupuestos y del con siguiente estudio económico, se ha tenido en cuen-ta la información obtenida sobre procesos y plan -tas comerciales de reducción directa de las firmas ARMCO-Foster Wheeler, Allis Chalmers, Purofer , GHH, Midrex-Lurgi e HYLSA.

Este estudio se basa fundamentalmente, en informaciones tomadas de dichas ofertas y en especial de las de Midrex e HYLSA.

Asimismo, y por lo que respecta a los precios co-rrespondientes a las obras civiles, construcción e instalaciones mecánicas y eléctricas auxiliares, es de señalar que los precios considerados han sido actualizados a través de consultas directas - con empresas suministradoras.

Terrenos 100.000.000

- Superficie estimada 25 Ha.

Infraestructura

- Movimiento de tierras
- Viales y pavimentaciones
- Ferrocarril y playa de vías
- Red de saneamiento y drenaje
- Cerramiento parcela

105.000.000

Obra Civil y edificaciones

- Cimentaciones módulo de reduc-
ción directa
- Estación de descarga de pellets

- Estación de gas y gasoducto
(L: 3km)
- Subestación eléctrica principal (15 MVA)
- Grupo electrógeno (500 KVA)
- Alumbrado viario
- Equipos mantenimiento

TOTAL POSICION

150.000.000

Equipo apilamiento y expedición

- Apilador reversible sobre cinta parque pellets
- Conjunto cinta parques
- Apilador parque prerreducidos
- Estación de carga de prerreducidos y báscula ff.cc.

TOTAL POSICION

75.000.000

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

- Terrenos 100.000.000
- Infraestructura 105.000.000
- Obra Civil y edificaciones 315.000.000
- Módulo de reducción directa 6.200.000.000
- Servicios generales 150.000.000
- Equipo de apilamiento y expedición 75.000.000

6.945.000.000

- Estación de carga de prerreducidos
- Depósito de agua y casa de bombas
- Obra Civil subestación eléctrica
- Edificios de oficinas, servicios sociales y clínica
- Edificio de talleres de mantenimiento
- Edificio de almacenes

315.000.000

Módulo de reducción directa

- Reactores
- Precalentador de gas
- Precalentador de aire
- Horno de reformado
- Almacén de remets
- Planta de cribado
- Subestación eléctrica módulo y sala de control
- Sala de máquinas
- Torres de refrigeración
- Claificador

TOTAL POSICION

6.200.000.000

Servicios generales

- Depósito de agua
- Red contra incendios y equipo bombeo
- Bombas agua planta y tuberías y distribución

13.4. ESTUDIO ECONOMICO FINANCIERO

COSTES DE EXPLOTACION

Para el cálculo de los costes de explotación se han tomado los valores que a continuación se detallan, correspondientes a los consumos específicos de materias primas, materiales y mano de obra por t. de pellets prerreducido producido, facilitados y garantizados por los licenciarios de los procesos estudiados. Se han aplicado los conceptos de coste básico, llegándose al coste de explotación referido a una producción de - 750.000 t/año de prerreducido.

Mineral:

En su totalidad son pellets producidos en la - planta de Fregenal, siendo necesarias 1,49 t. de pellets por cada tonelada de prerreducidos, produciéndose además 75.kg. de finos y 60 kg. de lodos, que se pueden vender como sinter feed de alta ley (67'5%) o devolver a la planta de pelletización. La diferencia de peso para completar el balance es el oxígeno que se elimina en el proceso de Reducción Directa y que supone casi un tercio del peso del prerreducido.

Gas Natural:

El consumo de gas garantizado de este tipo de plantas es de 2'6 Gcal./t. y el de diseño 2'5 Gcal. Se ha tomado un margen sobre esta última cifra de un 10% para absorber la pérdida - de rendimientos y los gastos de arranque y paradas. El otro 10% es un margen de seguridad. Se toma, por tanto, la cifra de 3 Gcal./t.

Energía Eléctrica:

El consumo estimado de energía eléctrica es de 115 kw/h., pudiendo esta cifra, posiblemente, ser rebajada con las puestas a punto progresivas del proceso.

Agua:

Aunque el consumo esperado es de 1'9 m³/t, se ha tomado un margen de seguridad de 1 m³/t para cubrir el posible aumento de pérdidas, debido a la sequedad de la zona y a la limitación del contenido de contaminantes en los vertidos.

Mantenimiento:

La cifra de gastos de mantenimiento que cubre todas las intervenciones por este concepto, tanto propias como subcontratadas, así como gastos de repuestos y fungibles han sido estimados de la experiencia tenida en la planta en funcionamiento.

Mano de obra:

La cifra de 0'32 h/hombre se ha basado en una plantilla de 120 personas.

Los gastos generales se han cifrado en un 1,5% del coste de explotación de la planta de Reducción Directa.

El transporte al Norte incluye los gastos de manipulación, almacenamiento en el puerto, carga de barcos, trimado, fletes, seguros, derechos portuarios y gastos de descarga en diversos puertos de España.

El cuadro resumen de los costes de explotación de la planta de reducción directa es:

	UNIDADES POR T DE PRERREDUCI- DOS	PRECIO UNI- RIO PTS.	PTS POR T DE PRERRE DUCIDOS.
Pellets	1,49	1.978,67	2.954,81
Gas natural	3 Gcal	1.200,00	3.600,00
Energía eléctri ca	115 kWh	3,23	371,45
Agua	2,9 m3	11,00	31,90
Mantenimiento	-	-	158,50
Mano de obra	0,32 horas x hombre	550,00	176,00
Gastos Generales: 1'5% s/coste prerreducido			118,35
Transporte a Puerto del Norte			470,25
COSTE TOTAL DEL PRERREDUCIDO EN PUERTO DEL NORTE			7.881,26

14.- ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO DEL PROYECTO

14.- ESTUDIO ECONOMICO-FINANCIERO DEL PROYECTO

14.1. ALTERNATIVAS CONSIDERADAS

La alternativa que se ha analizado para el estudio económico-financiero del proyecto, ha sido la del estudio del proyecto conjunto Minería-Planta de Pellets-Planta de Prerreducidos.

Las características principales de esta alternativa son las expuestas a continuación, teniendo en cuenta que las capacidades de producción a normal funcionamiento de las plantas son respectivamente de - 630.000 tn de concentrado en Cala, 700.000 en La Berrona, 1.120.000 tn de Pellets en Fregenal y 750.000 tn de Prerreducidos en Huelva.

En el análisis conjunto Minería-Pellets-Prerreducidos se considera que la planta de pellets comienza a producir en el año 1983, con un volumen de 330.000 tn, en 1984 esta producción asciende a la cifra de 1.012.000 tn, alcanzándose cifras próximas a la de capacidad en el año 1985.

La planta de prerreducidos comienza a producir en el segundo semestre de 1983 con un volumen de - - 187.500 tn siendo la de 1984 de 675.000 tn y lográndose cifras próximas a la de capacidad en 1985.

14.2. INVERSIONES

En el capítulo correspondiente al estudio técnico, se han analizado detalladamente los presupuestos de inversión necesarios para llevar a cabo el proyecto en estudio.

Estas inversiones se pueden diferenciar en dos grandes grupos: Inversiones en Capital Fijo e Inversiones en Gastos de Primer Establecimiento, que representan el 4 por ciento de la inversión en Capital Fijo.

La inversión en Capital Fijo, a su vez, se subdivide en inversión en:

- Terrenos
- Equipos e instalaciones
- Edificación y obra civil

Desde el punto de vista temporal, hay que distinguir entre la ejecución física de las inversiones y el pago de las mismas.

La ejecución de las inversiones se ha estimado en base a los costes previstos de las obras, servicios y equipos comprados, evaluados según los presupuestos recogidos en el capítulo correspondiente y el cronograma de actividades que se incluye en dicho capítulo.

Teniendo en cuenta que desde el punto de vista financiero es necesario analizar las inversiones en periodos mensuales y no anuales, se ha considerado que la ejecución de cada partida es lineal a lo largo del período.

Como consecuencia de la aplicación de estos criterios, se ha llegado a los resultados que se recogen en el cuadro adjunto, valorados en pesetas constantes de 1980.

Las necesidades de pago de las inversiones en el período de ejecución de las mismas, se han calculado de acuerdo con los siguientes criterios:

Terrenos : Son pagados en cuatro plazos, siendo la cuantía del primero del 40% al contado, y la de los otros tres, a 6, 12 y 18 meses, de un 20% cada uno.

Edificación y construcción : Se pagan según certificaciones mensuales a los tres meses de su ejecución.

Equipos e instalaciones : Son pagados el 80% según certificaciones mensuales, a los cuatro meses de su ejecución, y el resto en dos pagos a 6 y 12 meses de su entrega, en concepto de recepción provisional y definitiva, respectivamente.

Gastos de primer establecimiento : Se paga el 20% en el momento en que se comienza a realizar las inversiones, y el resto de forma lineal a lo largo de todo el período de ejecución de la inversión.

PAGO DE LAS INVERSIONES (Millones de Ptas.)

AÑOS	ESTABLEC.	TERRENOS	EQUIPOS E INSTALAC.	EDIFIC. Y O. CIVIL	GASTOS 1er ESTABL.	INCREM. DE C. CIRCUL.	TOTAL
1981	CALA	4,5	284,8	215,1	31,5	-	535,9
	GULJO	12,0	56,0	43,5	25,4	-	136,9
	PELLETS	10,8	821,6	153,0	79,8	-	1.065,2
	PRERREDUC	60,0	496,0	94,5	141,0	-	791,5
	TOTAL	87,3	1.658,4	506,1	277,7	-	2.529,5
1982	CALA	3,0	335,8	199,9	19,0	126,4	684,1
	GULJO	12,0	387,1	206,7	20,4	-	626,2
	PELLETS	7,2	1.345,8	188,7	54,0	14,4	1.610,1
	PRERREDUC	40,0	2.397,0	236,4	91,2	-	2.764,6
	TOTAL	62,2	4.465,7	831,7	184,6	140,8	5.685,0
1983	CALA	-	149,9	42,5	-	-	192,4
	GULJO	6,0	394,7	184,8	10,2	117,6	713,3
	PELLETS	-	788,1	66,3	9,0	172,1	1.035,5
	PRERREDUC	-	2.826,5	89,1	45,6	701,5	3.662,7
	TOTAL	6,0	4.159,2	382,7	64,8	991,2	5.603,9
1984	CALA	-	26,5	-	-	-	26,5
	GULJO	-	97,2	-	-	-	97,2
	PELLETS	-	188,5	-	-	-	188,5
	PRERREDUC	-	705,5	-	-	313,0	1.018,5
	TOTAL	-	1.017,7	-	-	313,0	1.330,7
1985	CALA	-	-	-	-	-	-
	GULJO	-	-	-	-	-	-
	PELLETS	-	-	-	-	-	-
	PRERREDUC	-	-	-	-	71,1	71,1
	TOTAL	-	-	-	-	71,1	71,1
TOTAL	CALA	7,5	797,0	457,5	50,5	126,4	1.438,9
	GULJO	30,0	935,0	435,0	56,0	117,6	1.573,6
	PELLETS	18,0	3.144,0	408,0	142,8	186,5	3.899,3
	PRERREDUC	100,0	6.425,0	420,0	277,8	1.085,6	8.308,4
TOTAL		155,5	11.301,0	1.720,5	527,1	1.516,1	15.220,2

14.3. CAPITAL CIRCULANTE

Para la constitución y financiación del capital circulante, se han distinguido cuatro capítulos: Stock de productos intermedios, Stock de productos Finales, Fondo de maniobra necesario para la tesorería de la empresa, Constitución del almacén de repuestos, recambios etc. de cada centro de trabajo y Financiación a clientes. Los criterios seguidos para evaluar las necesidades de capital circulante, han sido los siguientes:

MINERIA

. Stock de gruesos 15.000 tn en cada mina
. Stock de finos 5.000 tn en cada mina
. Stock de concentrados 15.000 tn en cada mina

Para la valoración de las necesidades financieras de estos productos intermedios y finales, se han utilizado los siguientes precios:

	<u>Mina de Carbón</u>	<u>Mina de Guijo</u>
Gruesos	330,28 ptas/tn	159,34 ptas/tn
Finos	346,78 "	172,54 "
Concentrados	1.315,47 "	956,09 "

La tesorería necesaria para la explotación de las dos minas y la constitución del almacén de ambas se ha cifrado en 50 y 150 millones de pesetas respectivamente.

PRODUCCION DE PELLETS

Las necesidades de capital circulante son las siguientes:

Mineral Preconcentrado	.....	25.000 tn
Almacén de Pulpa	.....	5.400 tn
Fuel-oil	.....	1.120 tn
Productos terminados	.....	25.000 tn

Los precios que se han utilizado para valorar las anteriores necesidades físicas de los productos citados son los siguientes:

Mineral preconcentrado	....	1.223,64 ptas/tn
Pulpa	.....	1.465,39 "
Fuel-oil	.....	12.000,-- "
Productos terminados	....	2.779,85 "

Para cubrir las necesidades de tesorería de la fabricación de Pellets y las necesidades de constitución del almacén de este centro productivo se han estimado necesarios 15 y 50 millones de pesetas respectivamente.

PRODUCCION DE PRERREDUCIDOS

Las necesidades de Capital Circulante son las siguientes:

Pellets	.....	25.000 tn
Productos terminados (Prerreducidos)		22.500 tn
Productos terminados (Finos)	.....	2.250 tn
Financiación a clientes (30 días)	..	68.200 tn

El valor de estas necesidades físicas viene reflejado por los siguientes precios:

Pellets	2.984,85 ptas/tn
Prerreducidos	9.923,75 ptas/tn
Finos	1.719,40 ptas/tn
Financiación a clientes ...	10.394,00 ptas/tn de - Prerreducido

En base a lo anteriormente expuesto, las necesidades de capital circulante se recogen en el cuadro siguiente:

INCREMENTOS ANUALES DE CAPITAL CIRCULANTE

(Miles de Ptas.)

AÑOS	MINA DE CALA	MINA DE GULJO	PELLETS	PRERREDUCIDOS	TOTAL CAPITAL CIRCULANTE
1982	126.420	-	14.360	-	140.780
1983	-	117.594	172.081	701.553	991.228
1984	-	-	-	313.010	313.010
1985	-	-	-	71.060	71.060
TOTALES	126.420	117.594	186.441	1.085.623	1.516.078

14.4. AMORTIZACIONES

Las partidas que componen el activo susceptible de - amortización son:

- Edificación y construcciones
- Equipos e instalaciones
- Gastos de primer establecimiento

También serán objeto de amortización los intereses - intercalares que originen los fondos ajenos a la empresa durante el periodo de construcción de la planta.

El sistema de amortización utilizado para cada elemento es el lineal, con anualidades constantes.

Los períodos de amortización aplicados para cada partida son los siguientes:

- Edificación y construcciones 25 años
- Equipos e instalaciones 15 años
- Gastos de primer establecimiento .. 10 años
- Intereses intercalares 10 años

Al encontrarse la planta en zona de preferente localización industrial, la empresa goza de libertad de amortización durante el primer quinquenio, por lo -- que se acude a la misma en el máximo posible, de tal forma que en el proyecto conjunto: Minería-Planta de Pellets-Planta de Prerreducidos y en la alternativa básica, se encuentre totalmente amortizado en el año 1997.

En la cuenta de resultados se recoge para cada año - la amortización ordinaria y extraordinaria efectuada.

14.5. INGRESOS DE EXPLOTACION

En el caso del análisis del conjunto minería-pellets-prerreducidos, los ingresos de explotación se obtienen por la venta de prerreducidos como producto principal y de finos como subproducto.

Los precios de venta que se han considerado han sido de 11.059 ptas/tn de prerreducidos y de 1.719,4 pts/tn de finos.

El precio considerado para los prerreducidos es el precio de esta materia férrica situada en puerto del Norte, y ha sido obtenido en base a la oferta del presente año, para este mismo producto pasada por SIEDBECK-BOSCO de Canadá. La cotización ha sido de 142 dólares Usa, como precio CIF, precio al que hay que añadir un 1% de Arancel de Aduanas, un 8% de ICGI Impuesto de Compensación de Gravámenes Interiores y un 1% por despacho de aduana. Para un tipo de cambio de 70 ptas. por dolar Usa, se obtiene un precio del prerreducido de 11.059 ptas. por tonelada.

El precio del fino se ha obtenido en base al del mineral preconcentrado. Para ello se ha partido del precio pagado por ENSIDESA a MINERA DEL ANDEVALO para un concentrado del 57% de Fe que es de 1.446,40 ptas/tn, existiendo una prima de 26 ptas/tn por cada punto que supere dicha concentración. Dado que la riqueza del fino objeto de este estudio es del 67,5% de Fe, se obtiene un precio final para este producto de 1.719,40 ptas/tn.

En base a los criterios anteriormente expuestos, y teniendo en cuenta las producciones físicas, las cifras que se han computado como ingresos en la cuenta de resultados de la explotación son las que se expresan en el cuadro siguiente.

PRODUCCION E INGRESOS : PLANTA DE PRERREDUCIDOS

(Miles de Ptas.)

	1982		1983		1984		1985 y siguientes	
	PRODUCCION (tn)	INGRESOS	PRODUCCION (tn)	INGRESOS	PRODUCCION (tn)	INGRESOS	PRODUCCION (tn)	INGRESOS
Finos	20.000	34.388	261.000	448.763	67.000	115.200	75.000	128.955
Prerreducidos	-	-	165.000	1.824.735	675.000	7.464.825	750.000	8.294.250
TOTAL		34.388		2.273.498		7.580.025		8.423.205

14.6. COSTES DE EXPLOTACION

Los costes en los que incurre la compañía, al desarrollar la alternativa enunciada, se estructuran -- con arreglo al siguiente esquema:

- Gastos de fabricación

Corresponden a los costes originados en las plantas como consecuencia del normal funcionamiento de los procesos de fabricación.

- Gastos de administración

Son los gastos que se producen en las oficinas de la sociedad, tanto centrales como de planta, derivados de las funciones de dirección, coordinación y control del conjunto de la actividad empresarial

- Gastos financieros

Estos gastos son los originados por el pago de intereses correspondientes al pasivo de la sociedad, constituido por los diferentes créditos y recursos ajenos utilizados

En el presente estudio, los gastos denominados de fabricación y administración, constituyen lo que se denominan costes de explotación. Los gastos financieros se contemplan en el capítulo correspondiente a la financiación utilizada en el proyecto.

Para cada una de las minas y plantas los conceptos de coste incluidos han sido los siguientes:

1. Minería Costes de explotación de minas
 Costes de explotación de plantas
 Gastos generales y supervisión
 Transporte a Fregenal

2. Planta de Pellets

Materias primas. Mineral preconcentrado. Bentonita
Producto intermedio - Fuel-oil
Transporte a Huelva

Planta de Prerreducidos

Materias primas. Pellets
Gas Natural
Transporte a Puertos del Norte

3. Planta de Pellets y Prerreducidos

Energía eléctrica

Agua

Mantenimiento

Gastos generales y supervisión

En el apartado correspondiente al estudio técnico, - se han indicado los consumos específicos de las diferentes partidas que componen los costes de explotación para cada una de las minas y plantas.

En el cuadro adjunto se pueden apreciar los costes unitarios del conjunto minero - planta de pellets - planta de prerreducidos.

COSTES DE EXPLOTACION (Unitarios)

	<u>CONCENTRADO MINA DE CALA</u>	<u>CONCENTRADO MINA DE GULJO</u>	<u>PELLETS</u>	<u>PRERREDUCIDOS</u>
Costes Explotación Mina	645,00	310,65	-	-
Costes Explotación planta	248,64	238,35	-	-
Mineral preconcentrado	-	-	1.045,90	-
Bentonita	-	-	52,00	-
Pellets	-	-	-	2.954,81
Gas natural	-	-	-	3.600,00
Fuel	-	-	132,00	-
Energía Eléctrica	-	-	189,20	371,45
Agua	-	-	4,88	31,90
Mantenimiento	-	-	238,00	158,50
Mano de Obra	-	-	76,45	176,00
Gastos Grales. y Supervisión	89,36	54,90	30,24	118,29
Transporte	121,00	76,00	210,00	470,25
TOTAL	1.104,00	679,90	1.978,67	7.881,20

14.7. ESTRUCTURA FINANCIERA

Para llevar a cabo los proyectos de inversión necesarios para las minas y para las plantas de pellets y prerreducidos, según la alternativa de estudio propuesta, se ha definido la siguiente estructura financiera:

- Subvención del 20% de la inversión en capital fijo hasta un máximo de 2.635,4 millones de pesetas.
- Participación del capital social, 30% sobre la inversión total realizada, con un tope máximo de -- 4.715,85 millones de pesetas.
- Obtención de crédito oficial hasta un monto del -- 35% de la inversión realizada en capital fijo, con una disponibilidad máxima de 4.500 millones de pesetas, a un interés del 14% anual y con un periodo de amortización de 12 años, de los cuales los tres primeros son de carencia de amortizaciones y los -- nueve restantes de amortización.
- Línea de crédito de bienes de equipo (tanto nacional como extranjero) con un tope del 40% sobre la inversión realizada en bienes de equipo, al 13,5% de interés anual, un periodo de carencia de amorti-- zación de 3 años y amortizando los créditos conce-- didos en los cinco años siguientes.
- Créditos financieros privados, sin tope máximo, con un interés del 16% y con un periodo de carencia de tres años, amortizando la totalidad del crédito -- concedido en el cuarto año.

Los intereses que es necesario pagar por los diferentes créditos que ha obtenido la empresa, se ha estimado que se pagarán a principio de cada año. Serán el resultado de aplicar los diferentes valores porcentuales correspondientes a cada crédito al saldo vivo existente en el año anterior, saldo que en los cuadros de amortización de créditos se recoge bajo el epígrafe "Crédito por Amortizar".

En los años iniciales del estudio, en los que se introduce el supuesto según el cual se efectúa la amortización de crédito y el pago de intereses a mitad de año, los intereses a devengar se verán afectados por un "coeficiente reductor", que variará en función del período real de obtención del crédito. Los coeficientes reductores medios utilizados han sido los siguientes:

Año 1982	.....	0,52
1983	.....	0,68
1984	.....	0,83
1985	.....	0,97
1986 y siguientes	...	1,00

Por otra parte además es preciso señalar que los intereses devengados en cada año, se verán afectados por la capacidad de producción utilizada en dicho año. De esta suerte el porcentaje de capacidad de producción no utilizado, multiplicado por los intereses devengados en cada año, constituirán los intereses intercalares de ese año, que serán considerados como inversión del mismo. El resto de los intereses devengados serán considerados como intereses a pagar en el año, y figurarán en la Cuenta de Resultados como gastos deducibles para la obtención de la base imponible del Impuesto de Sociedades.

Tanto los coeficientes reductores como el nivel de producción, se introducen como variables de entrada al modelo, denominándose, el coeficiente reductor -- "Coeficiente de Aplicación del Crédito".

A la hora de financiar estos proyectos, hay que tener en cuenta, que además de financiar las inversiones requeridas para el desarrollo de los mismos, hay que hacer frente a la financiación de las Obligaciones de los Establecimientos Mineros, cuya cifra se ha estimado en base a hipótesis desfavorables en 964 millones de pesetas.

Esta deuda se estima va a financiarse del siguiente modo:

570 millones de pesetas, mediante un aplazamiento de la devolución de los créditos concedidos a Minera del Andévalo por el Banco de Crédito Industrial, con un interés del 11% anual, 3 años de carencia de amortización y 9 años de amortización de principal.

394 millones de pesetas, mediante acuerdo con los acreedores de Minera del Andévalo, a un interés del 10% anual, con tres años de carencia de amortización y pago total de la deuda al final del cuarto año.

El pago de estas obligaciones, cuya suma de principales e intereses devengados, asciende a la cifra de 1.521 millones de pesetas, se realizará a lo largo del periodo 1982-1992, de acuerdo con el calendario expuesto en el cuadro adjunto.

Anualmente es recogida la suma de las amortizaciones e intereses devengados, en la cuenta de Origen y Aplicación de Fondos, con el título de "Obligaciones del Establecimiento Minero".

OBLIGACIONES ESTABLECIMIENTO MINERO

CALENDARIO DE LAS FUENTES DE FINANCIACION UTILIZADAS

(Miles de pesetas)

AÑOS	(A) BCO. CREDITO INDUSTRIAL				(B) OBLIGACIONES				TOTAL (4)+(8)
	CREDITO AMORTIZADO (1)	CREDITO POR AMORTIZAR (2)	INTERESES (3)	TOTAL (4)=(1)+(3)	CREDITO AMORTIZADO (5)	CREDITO POR AMORTIZAR (6)	INTERESES (7)	TOTAL (8)=(5)+(7)	
1981	-	570.000	-	-	-	394.000	-	-	-
1982	-	570.000	62.700	62.700	-	394.000	39.400	39.400	102.100
1983	-	570.000	62.700	62.700	-	394.000	39.400	39.400	102.100
1984	63.333	506.667	62.700	126.033	394.000	-	39.400	433.400	559.433
1985	63.333	443.334	55.733	119.066	-	-	-	-	119.066
1986	63.333	380.001	48.767	112.100	-	-	-	-	112.100
1987	63.333	316.668	41.800	105.133	-	-	-	-	105.133
1988	63.333	253.335	34.833	98.166	-	-	-	-	98.166
1989	63.333	190.002	27.867	91.200	-	-	-	-	91.200
1990	63.333	126.669	20.900	84.233	-	-	-	-	84.233
1991	63.333	63.336	13.934	77.267	-	-	-	-	77.267
1992	63.336	-	69.671	70.303	-	-	-	-	70.303

14.8. ANALISIS METODOLOGICO

En apartados anteriores se han analizado las necesidades de capital que va a requerir el proyecto, así como los costes de explotación e ingresos por ventas de producto.

Para el cálculo de la rentabilidad económica del proyecto ha sido necesario determinar la estructura financiera, en función de las fuentes de recursos disponibles.

Con esta información transformada en términos de variables de entrada para el modelo matemático previamente elaborado, se han obtenido las cuentas de resultados y los cuadros de origen y aplicación de fondos de la empresa. Estos datos constituyen la información básica con la que se han calculado las rentabilidades derivadas, en función de los criterios establecidos.

14.8.1. DESCRIPCION DEL MODELO MATEMATICO EMPLEADO

A) Las variables de entrada, independientes del tiempo en que se introducen en el modelo, son las siguientes:

- Años de estudio: Número de años de vida del proyecto, indicando el año en que se comienza.
- Intereses del Crédito Oficial, Crédito Bienes de Equipo, Crédito Privado: Representado por el tipo de interés sobre el saldo vivo, expresado en tantos por uno.
- Período de carencia del Crédito Oficial, Crédito Bienes de Equipo y Crédito Privado.

- Período de amortización del Crédito Oficial, Crédito Bienes de Equipo y Crédito Privado.

- Períodos de amortización legal de las inversiones en:

Equipos e instalaciones

Inversiones fijas: Edificación y Obras Públicas

Gastos de primer establecimiento

Intereses intercalares

- Período durante el que se va a realizar la amortización acelerada.

- Participación del Capital Social en el total de inversiones

- Participación de las Subvenciones en las inversiones fijas

Al tiempo se indica en millones de pesetas, cuales son los límites máximos del Capital Social y de la Subvención sobre inversiones fijas

- Participación del Crédito Oficial en la financiación de las inversiones fijas

- Participación del Crédito de Bienes de Equipo en la inversión realizada en Equipos e Instalaciones

- Tipo impositivo del Impuesto de Sociedades, sobre la base imponible (Beneficio Neto)

Las participaciones enumeradas anteriormente y el tipo impositivo son expresadas en tantos por uno

- Período de amortización de pérdidas: Representado por el número de años en que las pérdidas de un ejercicio económico son amortizadas con cargo a los beneficios de ejercicios sucesivos.
 - Dividendo. - Definido como porcentaje sobre el capital social desembolsado, y expresado en tantos por uno.
 - Tasas de descuento. Tasa expresada en tanto por uno, a los que se actualizarán los valores del flujo de caja para obtener los valores actuales netos del flujo de caja (VAN). En el presente estudio las tasas de descuento empleadas han sido del 5, 10, 15, 20 y 25 por 100.
- B) Las variables de entrada dependientes del tiempo, que son dadas para cada año del estudio, son las siguientes:
- Ventas del producto principal; expresadas en millones de unidades físicas
 - Ventas de subproductos
 - Precio del producto principal y del subproducto.
 - Costes de explotación - Expresados en millones de pesetas
 - Inversión realizada en minería
 - Pago de inversiones, en terrenos, equipos e instalaciones, edificaciones y obra civil, todo expresado en millones de pesetas.

- Incremento en Capital Circulante, en millones de pesetas
- Gastos de primer establecimiento, en millones de pesetas
- Obligaciones establecimiento minero, que corresponden al pago de la suma de amortizaciones e intereses, de la deuda de las minas, expresadas en millones de pesetas.
- Reposición equipo minero
- Nivel de producción, expresado en tanto por uno, resultado del cociente entre la producción del año y la producción a pleno rendimiento de la -- planta.
- Coeficientes de aplicación del crédito. Estos tal como se han definido anteriormente, expresados en tanto por uno, son los coeficientes reductores que afectan al pago de intereses de los diferentes créditos utilizados por la empresa. Según cual sea el momento en que dentro del año se ha solicitado el crédito y el nivel de producción, así será el monto de los intereses intercalares.

C) Funcionamiento del modelo

Una vez conocidas las variables de entrada, el modelo comienza calculando la Inversión Fija:

$$TIFN = IT + IE + OIF$$

siendo:

IF = Total de inversión fija nueva

IT = Inversión en terrenos

IT = Inversión en equipos e instalaciones

OIF = Inversión en edificación y obras públicas

Esta inversión fija, calculada en un año, se acumula a las calculadas en años anteriores.

$TIFNA = TFNA + TIFN$

siendo:

TIFNA = Total inversión fija acumulada

TIFNA = Total inversión fija acumulada hasta el
año anterior

TIFN = Total inversión fija realizada en el año

A la inversión fija calculada se añadirá la inversión realizada en minería

$TIF = TIFN + IRM$

siendo:

TIF = Total inversión fija del año

TIFN = Total inversión fija nueva del año

IRM = Inversión ya realizada en minería

La inversión se acumulará a las realizadas en años anteriores

A continuación se procederá a calcular los intereses que hay que pagar en el año, correspondientes a las líneas de créditos utilizados por la empresa.

$TIP = ICOF + ICBE + ICP$

siendo:

TIP = Total de intereses pagados en el año

ICOF = Intereses crédito oficial

ICBE = Intereses crédito bienes de equipo

ICP = Intereses crédito privado

Una vez calculados los intereses a pagar en el año, se calcula qué parte de estos intereses corresponden a intereses intercalarios y qué parte se asigna a la suma de intereses a pagar, computable en la cuenta de explotación. De ahí se tendrá:

$$\text{TINI} = \text{TIP} - \text{II}$$

siendo:

TINI = Total de intereses no intercalares

TIP = Total de intereses pagados en el año

II = Intereses intercalares del año

Una vez calculados los intereses intercalares, -- que constituyen una inversión, el total de la inversión será:

$$\text{TI} = \text{TIF} + \text{GPE} + \text{ICC} + \text{II}$$

siendo:

TI = Total de inversión

TIF = Total inversión fija del año

GPE = Gastos de primer establecimiento

ICC = Incremento capital circulante

II = Intereses intercalares

A continuación el modelo calcula las amortizaciones que corresponde hacer en cada año, de cada una de las líneas de crédito utilizadas.

ACOF = Amortización crédito oficial
ACBE = Amortización crédito bienes de equipo
ACP = Amortización crédito privado

y va acumulando estas amortizaciones anuales de --
crédito, hasta llegar a la totalidad de crédito -
utilizado.

Una vez que el modelo ha realizado todos los cálcu
los anteriormente descritos, comienza a obtener la
Cuenta de Resultados.

Para ello obtiene en primer lugar la cifra de In-
gresos de Explotación del año.

$$VT = VPP \times PP + VSP \times PSP$$

siendo:

VT = Ingresos de explotación por venta de pro-
ductos

VPP = Venta del producto principal

PP = Precio del producto principal

VSP = Venta del producto secundario

PSP = Precio producto secundario

En segundo lugar obtiene el Margen Bruto de Explo-
tación, que viene dado por:

$$MBE = VT - CEX$$

siendo:

MBE = Margen bruto de explotación

VT = Ingresos de explotación

CEX = Costes de explotación

Seguidamente se procede al cálculo de las Amortizaciones a efectuar en el año, para ello se parte -- del total de inversiones amortizables y del periodo de amortización de estas inversiones que se ha -- definido como variable de entrada; de esta forma -- se obtendrán la Amortización Ordinaria Básica. La Amortización Ordinaria que figura en la cuenta de resultados es la mínima de los dos valores siguientes: Amortización Ordinaria Básica más arriba reseñada y la resultante de la expresión:

$$DPA = MBE - TINI$$

siendo:

DPA = Cantidad disponible para amortizar

MBE = Margen bruto de explotación

TINI = Total de intereses no intercalares

Al mismo tiempo, si el año para el que se esté calculando la cuenta de resultados, se encuentra dentro del período en que la empresa tiene libertad de amortización, que le ha sido asignado al modelo en las variables de entrada, se procederá a calcular las Amortizaciones Extraordinarias mediante la expresión:

$$AE = DPA - AO$$

siendo:

AE = Amortización extraordinaria

DPA = Cantidad disponible para amortizar

AO = Amortización ordinaria

La Amortización Total a efectuar en el año, será -- la suma de las amortizaciones ordinaria y extraordinaria realizadas.

$$AT = AO + AE$$

Una vez calculadas las amortizaciones y reflejadas en la cuenta de resultados, se procederá a calcular el Margen Neto de Explotación.

$$\text{MNE} = \text{MBE} - \text{AT}$$

siendo:

MNE = Margen Neto de Explotación

MBE = Margen Bruto de Explotación

AT = Amortización total

El Beneficio Neto de la cuenta de resultados se -- calcula según la expresión:

$$\text{BN} = \text{MNE} - \text{TINI}$$

siendo:

BN = Beneficio Neto

MNE = Margen Neto de Explotación

TINI = Total de intereses no intercalares

El Beneficio Neto, de un año determinado puede ser negativo, y se amortizará de acuerdo con la legislación, con cargo a los beneficios de los cinco -- ejercicios siguientes.

El Impuesto de Sociedades devengado en el año, cuya cuota resultante será abonada a la Hacienda Pública en el ejercicio del año siguiente, se obtendrá aplicando a la base imponible (beneficio neto) el tipo impositivo que se ha considerado en la variable de entrada.

El impuesto que debe de ingresarse en el ejercicio siguiente será:

$$TB_1 = TB_0 - ETB$$

siendo:

TB_1 = Impuesto definitivo devengado en el año

TB_0 = Impuesto devengado en el año

ETB = Compensación de Pérdidas de ejercicios anteriores

El Beneficio Líquido resultante será:

$$BL = BN - TB_1$$

siendo:

BL = Beneficio líquido

BN = Beneficio neto

TB_1 = Impuesto definitivo devengado en el año

El modelo a continuación pasa a calcular la Rentabilidad en el año del capital social, que viene dada por la expresión

$$RCS = \frac{(MBE - AO - TIN I - TB_1)}{CSA}$$

RCS = Rentabilidad del capital social

MBE = Margen bruto de explotación

AO = Amortización ordinaria

TINI = Total de intereses devengados no intercalares

TB_1 = Impuestos definitivos devengados en el año

CSA = Capital social acumulado hasta el año anterior

Con todos estos cálculos realizados por el modelo se confecciona la cuenta de resultados de la sociedad, para cualquier año.

Posteriormente el modelo realizará los cálculos necesarios para obtener la cuenta de Origen y Aplicación de Fondos.

Para ello, en primer lugar procede a calcular el dividendo que hay que pagar a los accionistas de la sociedad, para lo cual al capital social acumulado hasta el año anterior le aplica el tipo de participación sobre el capital social que ha sido definido en la variable de entrada. Una vez calculado el dividendo a repartir, procede a calcular la Aplicación de Fondos del año, es decir, las salidas de caja que vendrán dadas por la expresión:

$$AF = TI + OEM + REM + ACOF + ACBE + ACP + ATB + DI$$

siendo:

TI = Total de la inversión efectuada en el año

OEM = Obligaciones establecimiento minero

REM = Reposición del equipo minero

ACOF = Amortización crédito oficial

ACBE = Amortización crédito bienes de equipo

ACP = Amortización crédito privado

ATB = Pago de impuestos devengados en el año anterior

DI = Dividendo a pagar a los accionistas

Una vez conocida la aplicación de fondos o necesidades de fondos, el modelo pasa a calcular las diferentes Fuentes de Financiación de dichos fondos, que va a constituir el Origen de Fondos de la Sociedad.

Para ello comienza calculando el capital social que es necesario desembolsar en el año. Este desembolso se determinará aplicando el tipo de partici-

pación del capital social en la inversión total --
efectuada, a la inversión total realizada en el -
año; la cantidad resultante tiene dos límites: in-
ferior y superior, entre los cuales tendrá que mo-
verse:

Límite inferior : Estará constituido por las inver-
siones ya realizadas en minería

Límite superior : Que se fija en las variables de
entrada y que en nuestro caso es
de 4.715,8 millones de pesetas

Posteriormente se calcula la Subvención sobre la -
inversión fija, que será resultado de aplicar el -
tipo de participación a la inversión fija efectua-
da en el año, teniendo en cuenta además la limita-
ción máxima de subvención que se expresa como va--
riable de entrada.

Una vez conocidas las cifras de Capital Social y -
Subvención, procede a comprobar si las necesidades
de fondos son cubiertas con los recursos propios -
de la empresa, o por el contrario es preciso recu-
rrir a financiación externa. Para ello, en primer
lugar deduce de la cifra de aplicación de fondos -
calculada, la amortización total efectuada en el -
año, para obtener las necesidades de fondos reales
del año. Una vez conocidas las necesidades reales
de fondos, comprueba si éstas son cubiertas con -
las reservas acumuladas, el capital social y la --
subvención.

$$DC = FN - FRA - CS - SV$$

siendo:

DC = Necesidades de fondos a financiar

FN = Necesidades de fondos reales

FRA = Fondo de reserva acumulado hasta el año -
anterior

CS = Capital social

SV = Subvención

El Fondo de Reserva Acumulado está constituido por las diferencias entre origen y aplicación de fondos, acumuladas en los años anteriores.

Si las necesidades de fondos a financiar no se cubren con las reservas, el capital social y la subvención, se prueba si éste déficit es cubierto con el crédito oficial que se puede obtener en el año, teniendo en cuenta el límite de utilización que tiene este crédito. Si el referido déficit no se cubriese con el crédito oficial, se recurrirá al crédito de bienes de equipo, que también tiene un límite de utilización, y finalmente si con este crédito tampoco se cubriera el déficit será necesario utilizar crédito privado, hasta la cuantía requerida.

De la aplicación de todos estos criterios, se deduce que el origen de fondos total vendrá dado por la expresión:

$$OF = CS + SV + COF + CBE + CP + AT + BN + RE$$

siendo:

OF = Origen de fondos total

CS = Capital social

SV = Subvenciones

COF = Crédito oficial utilizado

CBE = Crédito bienes de equipo utilizado

CP = Crédito privado utilizado

AT = Amortización total efectuada

BN = Beneficio neto obtenido en el año
RE = Fondo de reserva utilizado en el año

Por último, de la diferencia entre origen y aplicación de fondos, se obtiene el Fondo de Reserva que la empresa acumula año a año.

$$FR = OF - AF - RE$$

siendo:

FR = Fondo de reserva del año
OF = Origen de fondos
AF = Aplicación de fondos
RE = Fondo de reserva utilizado en el año

El modelo, además de la Cuenta de Resultados y del Origen y Aplicación de Fondos, cuyo cálculo ha sido descrito, obtiene los cuadros de Amortización y pago de intereses de cada uno de los créditos utilizados.

14.8.2. CRITERIOS DE RENTABILIDAD UTILIZADOS

En el presente apartado se analizan los indicadores de rentabilidad.

A) Definición de criterios

Los indicadores utilizados en este estudio, son los denominados

- Tasa Interna de Retorno
- Valor Actual Neto

La Tasa Interna de Retorno, o método de los flujos de caja actualizados o descontados, es la tasa de interés compuesto, que actualiza la corriente de -

flujos monetarios procedentes de la realizaci3n del proyecto, a lo largo del periodo de tiempo considerado, de tal forma que la suma de estos flujos actualizados sea igual a cero.

La expresi3n matemática de dicho criterio será la siguiente:

$$0 = B_0 + \frac{B_1}{1+r} + \frac{B_2}{(1+r)^2} + \frac{B_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{B_n}{(1+r)^n}$$

donde:

B_i = flujo de caja en el año i

r = tasa de actualizaci3n (T.I.R.)

siendo las B_i conocidas y r la variable a determinar.

Es necesario resaltar la diferencia existente entre la rentabilidad del proyecto y la rentabilidad del capital social. En el primer caso se considera el proyecto independientemente de su estructura financiera, no contabilizándose los intereses de los préstamos como gasto. En el segundo caso se tiene en cuenta solamente el capital propio, contabilizándose por lo tanto los intereses como gastos de explotaci3n, y las amortizaciones de los créditos como gastos no deducibles a efectos del Impuesto de Sociedades.

Si la rentabilidad del Capital Social es inferior a la del proyecto, el coste de la financiaci3n ajena será superior a la rentabilidad del proyecto. - Si por el contrario ocurre lo inverso, el proyecto se mostrar más rentable que el coste de la financiaci3n ajena.

En el caso de la Rentabilidad del Proyecto, los flujos de caja que se actualizan corresponden a la siguiente expresión:

$$FCP = MBE - TB - IT - OEM$$

siendo:

FCP = Flujo de caja del proyecto del año

MBE = Margen Bruto de Explotación

TB = Impuestos devengados en el año

IT = Inversión total efectuada en el año

OEM = Obligaciones del establecimiento minero

En el caso de la rentabilidad del capital social, la expresión matemática que representa dichos flujos es la siguiente:

$$FCI = - CS + FR$$

siendo:

FCI = Flujo de caja del capital social en el año

CS = Capital social desembolsado en el año

FR = Fondo de reserva generado en el año

El Valor Presente Neto, o Valor Actual Neto, es un indicador de rentabilidad mediante el cual no sólo se tiene en cuenta la rentabilidad de un proyecto, sino su magnitud o capacidad de generación absoluta de recursos.

El método consiste en actualizar al año de origen los "SalDOS de Caja" anuales a diferentes tasas. Naturalmente cuando la tasa de actualización es superior a la Tasa Interna de Retorno, el Valor Actual Neto es negativo.

En este caso las tasas a que han sido actualizados los diferentes flujos de caja, son del 5, 10, 15, 20 y 25%.

B) Análisis de resultados

La alternativa básica, cuyos resultados se analizan, viene definida por los siguientes valores de partida, correspondientes a:

Precio producto principal ...	11.059 pts/tn prerr.
Coste del gas	1.200 pts/Gcaloría
Coste de la energía eléctrica	3,23 pts/kwh

siendo los valores unitarios de los restantes elementos del coste los vigentes en el mercado.

Los resultados obtenidos quedan recogidos en los anexos en los que se incluyen los listados de salidas de ordenador. Cabe destacar al respecto lo siguiente:

- La inversión total amortizable asciende a la cifra de 14.049 millones de pesetas y es totalmente amortizada durante los tres primeros años de explotación (1982-1984)
- La empresa comienza a obtener beneficios a partir de 1987, sexto año desde el inicio de realización del proyecto en 1981.
- La rentabilidad del capital social, tal como ha sido definida a efectos del análisis metodológico, alcanza en el tercer año (1984) el 14%, tasa que se mantiene prácticamente estable, con pequeñas oscilaciones hasta el año 1990, en el que se

eleva hasta el 18%, comenzando en ese año a crecer anualmente.

- Se empieza a devengar impuestos por renta de sociedades en el año sexto (1987), llegando a pagar por dicho concepto durante la vida del proyecto 7.035 millones de pesetas.
- El capital social desembolsado para este proyecto, que asciende a la cifra de 4.716 millones de pesetas, se recuperará mediante la generación de recursos propios en el año 1991, diez años después del inicio del proyecto.
- La subvención asciende a la cifra de 2.635 millones de pesetas.
- La financiación ajena que se necesita utilizar para este proyecto, asciende a la cifra de 7.471 millones de pesetas, de los cuales 4.353 corresponden al Crédito Oficial y 3.118 al Crédito de Bienes de Equipo.

Los intereses a pagar originados por esta financiación suman la cifra de 5.886 millones de pesetas.

- La generación de recursos a lo largo de los 17 años de explotación, alcanza la cifra de 20.237 millones de pesetas, que representa aproximadamente 4 veces el capital social invertido.
- La tasa interna de retorno del proyecto, al cabo de 17 años de explotación, es del 10%.
- La tasa interna de retorno del capital social comprometido en el proyecto, para el mismo periodo de explotación, es del 14,81%.

- Los valores actuales netos, de los flujos de caja, en los casos de rentabilidad del proyecto y del capital social, a las tasas de actualización ya descritas, son los siguientes:

<u>TASA ACTUALIZACION</u>	<u>VAN RENTABILIDAD PROYECTO</u>	<u>VAN RENTABILIDAD CAPITAL SOCIAL</u>
5	5.864,93	6.530,61
10	14,69	2.157,37
15	-3.205,65	-60,64
20	-5.036,50	-1.221,57
25	-6.096,07	-1.840,32

14.9. ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Los diversos componentes del proyecto objeto de este análisis son los siguientes:

Costes de explotación
Inversión
Ingresos

En todas las variaciones se sigue el principio "Ceteris Paribus", es decir, se supone la modificación de la variable correspondiente sin variar el resto.

Solamente se han variado las partidas que lógicamente están ligadas a la variable objeto de modificación como por ejemplo la amortización al variar la inversión, o la amortización anual y los impuestos, debido a los cambios en los ingresos o en los costes de operación.

14.9.1. SENSIBILIDAD A LOS COSTES DE EXPLOTACION

Dado que el coste de gas natural representa el 46% de los costes de explotación, para la producción de prerreducidos, se ha estudiado la sensibilidad de este proyecto a la evolución del precio del gas natural. Con este fin reduciendo en los datos básicos un 20% dicho precio, es decir, fijándolo en -- 1.000 ptas/Gcaloría, se obtienen los siguientes resultados:

Capital social desembolsado ...	4.716	mill.	pts.
Subvención s/inversiones fijas.	2.635	"	"
Volumen de crédito utilizado ..	7.374	"	"
Intereses pagados	5.792	"	"
Impuestos pagados	9.280	"	"

Fondo de reserva acumulado .. 24.943 mill. ptas.
Tasa Interna de Retorno del -
Capital Social 19,33

Se observa que la tasa de rentabilidad del capital social sube casi 5 puntos para una disminución del precio del gas del 20%, lográndose un aumento de los recursos generados por la empresa del 23% y -- disminuyendo los fondos ajenos utilizados en el 1%

14.9.2. SENSIBILIDAD A LA INVERSION

La sensibilidad a la inversión de este proyecto es digna de tener en consideración, ya que a oscilaciones derivadas de dicho concepto, que representan un aumento del 20% de la inversión inicial de 13.704 millones de pesetas, suponen una reducción de 5 puntos a la TIR del Capital Social.

En el gráfico adjunto se puede observar las variaciones de la TIR, para aumento de la inversión del 10 y el 20%.

14.9.3. SENSIBILIDAD A LOS INGRESOS

Todos los proyectos suelen ser muy sensibles a los ingresos, ya que una variación en este capítulo incide exclusivamente en los beneficios de la empresa.

En este caso, para estudiar la sensibilidad a los ingresos se ha hecho variar el precio del producto principal, es decir, de los prerreducidos.

Partiendo del precio de los prerreducidos que se ha considerado en el estudio básico de 11.059 ptas/

/tn, las oscilaciones de precios producen las siguientes variaciones en la TIR del Capital Social, tal como se expresa en el gráfico adjunto.

<u>PRECIO PRERREDUCIDOS</u>	<u>TIR CAPITAL SOCIAL</u>	<u>△</u>
11.200	16,05	+ 1,24
11.059	14,81	0
10.700	11,75	- 3,06
10.394	9,05	- 5,76

Estas rentabilidades para diferentes precios de -- prerreducidos se han obtenido suponiendo que el - precio del gas natural es de 1.200 ptas/Gcaloría.

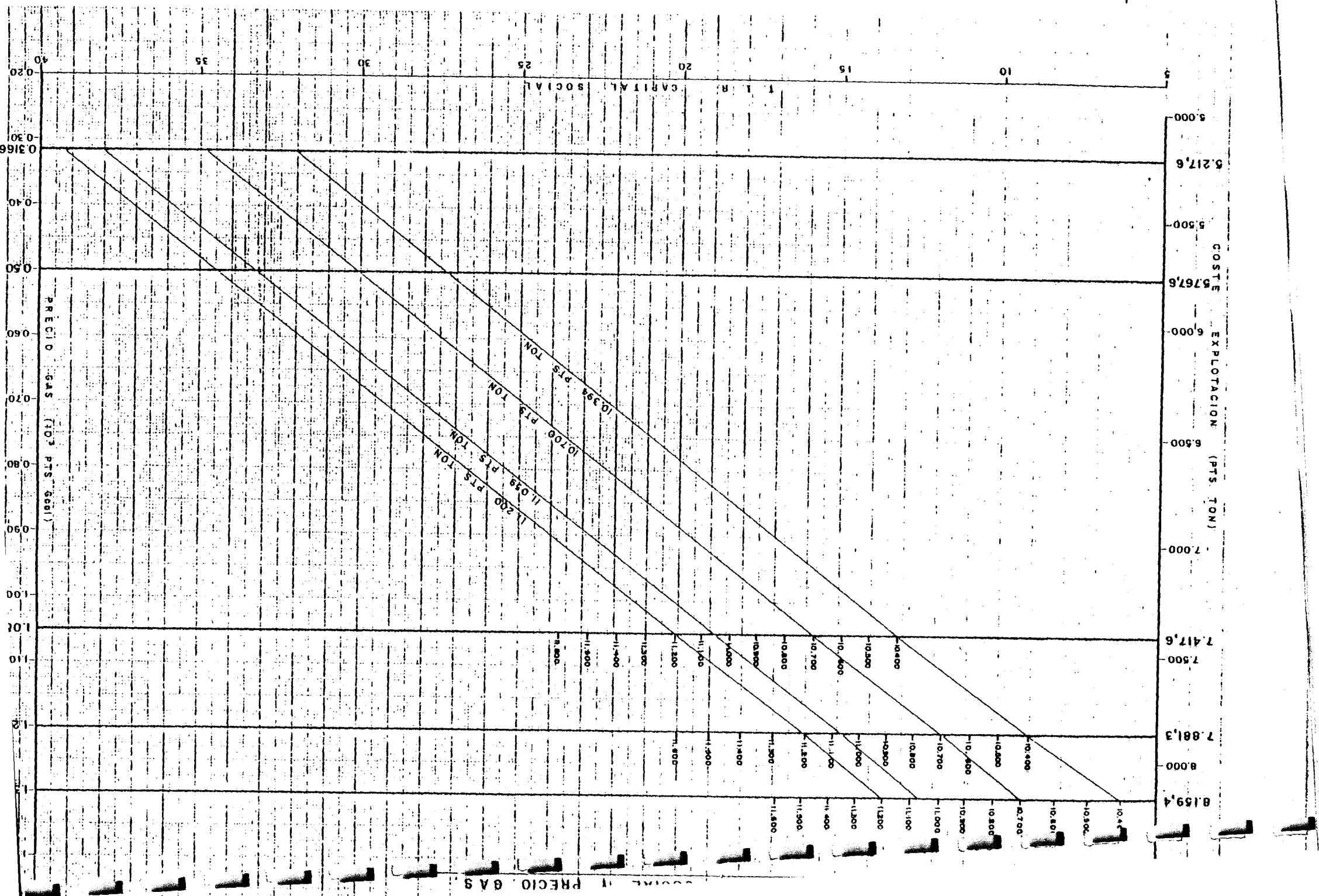
14.9.4. ANALISIS CONJUNTO PRECIO GAS PRECIO PRERREDUCIDOS

En el apartado anterior se ha analizado la sensibi- lidad de las TIR del capital social, para variacio- nes del precio de los prerreducidos, sobre el su- puesto del precio del gas fijado a 1.200 ptas/Gca- loría.

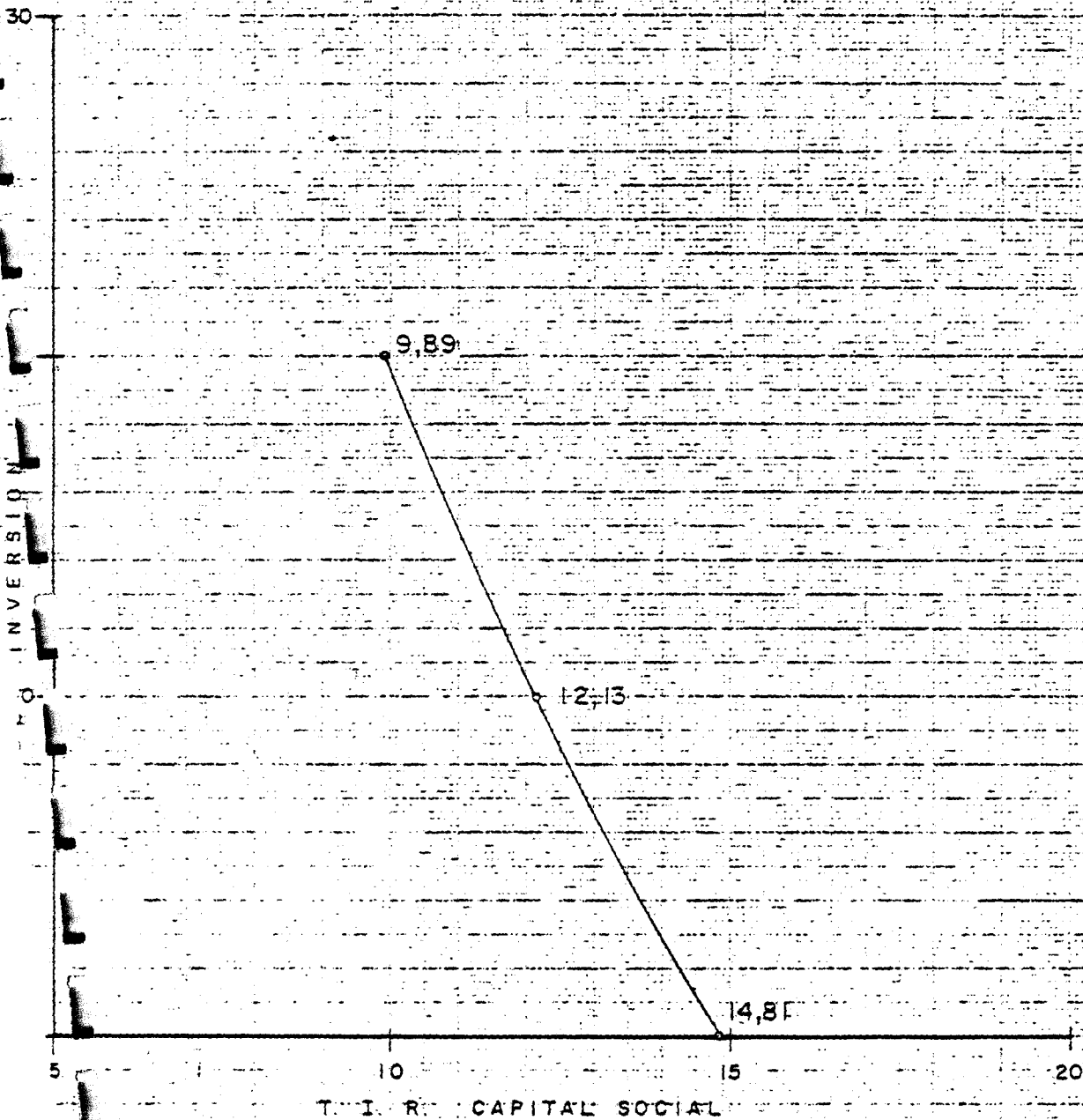
En este apartado se estudian las variaciones surgi- das en las TIR, para variaciones de precios en el prerreducido combinadas con variaciones de precios en el gas natural.

En el cuadro y gráfico adjuntos, se pueden observar los resultados obtenidos.

Del análisis de este gráfico se puede extraer una vez más la conclusión de la alta sensibilidad del proyecto al precio del gas natural.



SENSIBILIDAD A LA INVERSION



INVERSION BASE = 13.704 millones de Pts

VARIACIONES CONJUNTAS DEL PRECIO DEL GAS, PRECIO DEL PRERREDUCIDO Y
RENTABILIDAD DEL CAPITAL SOCIAL

PRECIO GAS 10 ³ PTS/GCAL	PRECIO PRERREDUCIDO (PTS/TN)	T.I.R. CAPITAL SOCIAL	PRECIO GAS 10 ³ PTS/GCAL	PRECIO PRERREDUCIDO (PTS/TN)	T.I.R. CAPITAL SOCIAL
0.50	10.394	27.2	1.05	10.394	13.2
0.50	10.700	29.9	1.05	10.700	15.8
0.50	11.059	33.3	1.05	11.059	18.9
0.50	11.200	34.6	1.05	11.200	20.1
0.70	10.394	22.2	1.10	10.394	11.8
0.70	10.700	24.9	1.10	10.700	14.4
0.70	11.059	28.0	1.10	11.059	17.5
0.70	11.200	29.2	1.10	11.200	18.7
0.90	10.394	17.0	1.15	10.394	10.4
0.90	10.700	19.6	1.15	10.700	13.1
0.90	11.059	22.8	1.15	11.059	16.2
0.90	11.200	24.0	1.15	11.200	17.4
1.00	10.394	14.5	1.20	10.394	9.0
1.00	10.700	17.1	1.20	10.700	11.8
1.00	11.059	20.2	1.20	11.059	14.8
1.00	11.200	21.4	1.20	11.200	16.0

14.10. ANÁLISIS DEL PROYECTO A PRECIOS CORRIENTES

El análisis hasta aquí realizado ha sido evaluado a precios constantes, es decir, sin considerar los efectos de la inflación. Es evidente que las tasas de rentabilidad aparentes serán mucho más elevadas que las obtenidas en el estudio, siendo su valor de definitivo función de la evolución del nivel general de precios tanto del sistema económico de elementos básicos entre los que destacan los precios de la -- construcción, precios de los bienes de equipo, precio de la mano de obra y, sobre todo, precio de los productos energéticos -en concreto el gas- y precio del producto final -prerreducido-.

En una primera tentativa se ha supuesto que los precios relativos no varían, es decir, que el nivel general de precios afecta por igual a todos los componentes fundamentales del proceso productivo objeto de estudio. La relación entre la Tasa de Rentabilidad Aparente y la Tasa de Rentabilidad Real (a moneda constante) que es la que se ha obtenido en el estudio, será la siguiente:

$$r' = r (1+g) + g$$

siendo:

r' = Tasa interna de retorno aparente

r = Tasa interna de retorno real

g = Tasa acumulativa de inflación

Evidentemente este supuesto es simplista, en la medida en que no se puede esperar que todos los precios relativos se mantengan, siendo asimismo previsible que la inflación anual del sistema económico tienda a decrecer, afectando en términos absolutos más a los productos de inversión, que a los productos finales.

Por todo ello se han elaborado las siguientes alternativas, para calcular la rentabilidad del Capital Social y las necesidades financieras que cada alternativa comporta, estimándose que la variación de la inflación en los próximos años será la siguiente:

Periodo 1980-1984	....	15% anual
" 1985-1989	....	10% anual
" 1990-2000	....	5% anual

Los supuestos que se realizan, han sido establecidos sobre una hipótesis de evolución pesimista, de tal forma que pueda obtenerse una mayor cobertura del riesgo de la inversión.

Las hipótesis de inflación arriba expresadas, son por tanto, pesimistas, al menos en los periodos cortos y medios.

A continuación se hacen unas hipótesis de comportamiento de los componentes básicos de los Cuadros de Resultados y Aplicación de Fondos, partiendo de la hipótesis de traslado de una buena parte de la inflación de costes, vía precios, de tal forma que el Margen Bruto de Explotación a moneda corriente sea una proporción del Margen Bruto a moneda constante y de la inflación del sistema económico. En definitiva se parte de la hipótesis que el establecimiento estudiado, no podrá absorber los crecimientos de precios de los productos energéticos, sino que los trasladará, al menos en una proporción importante. Esta hipótesis, al tratarse de un producto de comercio internacional estrechamente ligado a la producción de acero, no debe considerarse arriesgada, ya que es evidente que los productores de acero no podrán absorber los crecimientos de precios de la --

energía, y que los trasladarán vía precios a los -
consumidores, al menos en una parte importante.

Las dos hipótesis formuladas, según la variación de
inflación expuesta son las siguientes:

Sensibilidad a la inflación (2)

Se ha supuesto que los diferentes componentes del -
proyecto evolucionan respecto al nivel de inflación
de la siguiente forma:

Terrenos	0%	de la inflación	
Construcción	100%	"	"
Equipos e Instalaciones	90%	"	"
Incremento Capital Circulante ..	100%	"	"
Gastos primer establecimiento ..	100%	"	"
Obligaciones mineras	0%	"	"
Tipo de interés de los diversos créditos	0%	"	"
Margen bruto de explotación ...	80%	"	"
Precio producto secundario	100%	"	"
Costes de explotación	100%	"	"

El precio del producto principal en cada año vendrá
condicionado por la evolución del Margen Bruto de Ex
plotación, precio del producto secundario y costes
de explotación.

Bajo esta hipótesis los precios de partida del pro-
ducto principal y de los factores más importantes -
del coste de explotación son los mismos que en el -
supuesto básico estudiado, es decir:

Precio producto principal ..	11.059 pts/tn	prerred.	
Precio energía eléctrica ..	3.23	"	"
Precio gas natural	1.200	"	"

Los resultados de esta hipótesis que se recogen -
en los listados de salida de ordenador adjuntos, -
son los siguientes:

Capital social desembolsado ...	4.716 millones pts.		
Subvención sobre inversiones fi jas	2.635	"	"
Volúmenes de crédito utilizado.	17.559	"	"
Intereses pagados	11.474	"	"
Impuestos pagados	20.295	"	"
Fondo de reserva acumulado	47.083	"	"

Tasa Interna de Retorno del Capital Social: 21,23%

Sensibilidad a la inflación (3)

La evolución de los diferentes componentes del pro-
yecto respecto al nivel de inflación es la misma --
que en el caso anterior. Varían los precios básicos
de los factores principales del coste de explotación
situándose a los niveles siguientes:

Precio energía eléctrica	3,23 ptas/kwh
Precio gas natural	1.000 pts/Gcaloría

Los resultados obtenidos en esta hipótesis son los
siguientes:

Capital social desembolsado ...	4.716 millones pts.		
Subvención sobre inversiones fi jas	2.635	"	"
Volúmenes de crédito utilizado.	13.355	"	"
Intereses pagados	9.319	"	"
Impuestos pagados	28.198	"	"
Fondo de reserva acumulado ...	64.500	"	"

Tasa Interna de Retorno del Capital Social: 28,55%

Las empresas siderúrgicas que se acogieron al régimen de concierto con la Administración, agrupadas en dos sociedades bien diferenciadas, plantearon a la consideración de la misma dos proyectos para la fabricación de prerreducidos en cumplimiento de lo dispuesto en el Decreto -- 669/1974. Uno de ellos promovido fundamentalmente por siderúrgicos catalanes y aragoneses y algún fabricante de la zona Centro -SIDERAR-, consistente en la obtención de esponja de hierro y acería eléctrica conexas a instalar - en Algeciras, fué finalmente abandonado.

Otro proyecto, impulsado por nueve aceristas y transformadores del País Vasco, Santander y Galicia, cristalizó en la constitución de PRENOSA, cuyo objetivo era la instalación de una fábrica de prerreducidos en Bilbao. La - Administración sugirió a PRENOSA la conveniencia de in--corporar a la sociedad a otras empresas siderúrgicas, -- con objeto de mejor cumplir los objetivos de política industrial diseñados, minimizando los gastos de infraestructura y maximizando las ventajas de suministros de materias primas y energía.

Entre tanto PRENOSA pudo comprobar que la viabilidad de su proyecto era imposible sin la seguridad del suministro no solo de gas natural, cuya disponibilidad en Bilbao para la fecha requerida aseguraba ENAGAS, sino también de mineral de hierro y pelets adecuados con características de reducción directa. Decidida la búsqueda de mineral nacional adecuado, de calidad peletizable y reducible, PRENOSA lo encontró, tras ardua investigación, en el suroeste español, en las zonas extremeña y andaluza.

La localización del mineral, unida a los estímulos financieros, fiscales y arancelarios, que, a PRENOSA y a sus eventuales nuevos socios, les fueron ofrecidos en Extre-

madura y Andalucía Oriental, llevaron a los aceristas a mo
dificar, tanto la amplitud del proyecto, extendiéndolo a -
la fabricación de pelets, como el emplazamiento del mismo,
parte del cual, la peletización, se ubicaría en Badajoz y
parte, la factoría de reducción directa, en Huelva.

Así las cosas, el 7 de mayo de 1976, atendiendo puntualmente
la solicitud de la Administración de ampliación del nú-
mero de partícipes en el proyecto, fue firmada por veinte
empresas siderúrgicas de Vascongadas, Santander y Galicia,
un Acta de Concierto con la Administración para la fabricaci
ción de prerreducidos. Así se aseguraría un abastecimiento
mínimo del 30% del consumo total de materia férrica, en --
forma de esponja de hierro, a los siderúrgicos partícipes.

Previamente y con objeto de cumplir todos los condicionantes
establecidos en el Régimen de Concierto para la reali-
zación del proyecto de prerreducidos, se constituyó con --
los requisitos, exigencias, objeto social y composición --
del capital precisos, una nueva sociedad denominada PREPEL
SA, Prerreducidos y Pelets Españoles, S.A., como Sociedad
de empresas, integrada por las veinte compañías ya aludi--
das, que asumía todas las obligaciones derivadas del Acta
de Concierto antes citada. Así quedó configurada la enti--
dad que impulsaría a lo largo de años y de diferentes eta-
pas de la vida nacional, el único proyecto hoy existente -
de fabricación en España de esponja de hierro. El compromiso
de realización de este proyecto está afianzado con im--
portantes avales, prestados por cada una de las empresas,
hoy vigentes y en depósito en el Ministerio de Industria.

Para asegurarse el aprovisionamiento de mineral, PREPEL
SA adquirió una importante participación, del 33% aproximada
mente, en "MINERA DEL ANDEVALO, S.A", sociedad cuyos yaci-
mientos eran los mayores de España, con reservas minerales
suficientes y de la calidad necesaria, para la obtención -
de pelets de alta ley y de prerreducidos.

Aunque el proyecto inicial se dirigía a la fabricación de 1,33 millones de toneladas de prerreducidos, habida cuenta de las posibilidades de los yacimientos, se modificaron los objetivos, quedando reducidos a 750.000 toneladas de producto final.

Además de la disponibilidad de mineral de hierro adecuado, las instalaciones necesarias para transformar en prerreducidos aptos para acería eléctrica son: planta de molienda y concentración; planta de nodulación y cocido de pelets y planta de reducción directa.

Decidida en principio la instalación de las plantas de su perconcentración y pelets en Fregenal (Badajoz), la de reducción directa se ubicó en Huelva, donde CAMPSA había -- descubierto gas natural como resultado de las prospecciones realizadas en el Golfo de Cádiz.

Los cerca de 6.000 millones de m³ de reservas ciertas de -- gas, aseguran el abastecimiento a una planta de prerreducidos como la prevista durante cerca de veinte años, siendo de esperar, razonablemente, nuevos hallazgos de este -- hidrocarburo, con lo que el futuro aparece bastante prometedor. En cualquier caso el montaje de una planta de regasificación para suministro de gas importado no ofrece dificultad alguna.

Por otra parte los estudios de optimización del uso del -- gas natural del Golfo de Cádiz, han llevado a la conclusión de la conveniencia de destinar dicha materia prima a la obtención de esponja de hierro frente a otros usos -- alternativos.

5.2. Situación actual

La depresión económica general y la específica española, han incidido en el sector siderúrgico nacional de forma espectacularmente grave. El consumo de acero en España se redujo en 1979 más de un 34% en relación con el correspondiente a 1974, y en 1980 continúa su marcha descendente. La producción creció en forma apreciable, hasta alcanzar los 12,2 millones de toneladas el año 1979 y el saldo exportador neto llegó a superar los cuatro millones de toneladas; con ello las ventas de productos siderúrgicos al extranjero rebasaron con creces los cinco millones de toneladas. Pero la capacidad instalada es actualmente superior, en condiciones normales, a los 18,5 millones de toneladas, de los que 10,5 millones corresponden al acero de horno eléctrico, y el grado de utilización no alcanza los mínimos precisos, llegando en aceros especiales a cotas realmente insoportables.

La situación financiera de las empresas fabricantes de acero eléctrico, con estructuras de fondos inadecuadas para sus actividades normales, adicionalmente endeudadas por los planes de expansión realizados recientemente en tiempo record; con generaciones de fondos, en general, nulos y aún negativos, consecuencia de la escasa demanda interior y de la fuerte competencia en los mercados extranjeros y, en buena parte de los casos, con problemas socio-políticos, cuya solución rebasa los límites de cualquier actividad profesional, no cuentan con fondos ni garantías suficientes para abordar un proyecto, cuya inversión hoy supera los 15.000 millones de pesetas y cuyo plazo de realización se cifra en tres años.

No obstante, su convicción de que la chatarra escaseará a medio plazo y su precio subirá espectacularmente, así como la comprobación del brutal deterioro de su calidad, -- factor indispensable para lograr aceros caros vendibles, de características cada vez más sofisticadas, han ~~impedi-~~do el desaliento y han estimulado el impulso a la continuación del mismo.

La evolución de Minera del Andévalo, S.A. ha corrido una suerte bastante pareja a la de las empresas siderúrgicas, si bien por diferentes causas. Descapitalizada por sus altos costes y el bajo precio de sus minerales, inmejorables para fabricación de pelets y prerreducidos pero de calidad menos buena para la producción de sinter de alto horno; - tributaria de un único comprador y endeudada fuertemente, difícilmente puede mantener su actividad por más tiempo, en las condiciones actuales.

Posee ricos yacimientos para los fines ya señalados. Las reservas de Cala y San Guillermo se hallan perfectamente cubicadas, 26 y 11 millones de toneladas de todo uno respectivamente, con una ley media en hierro muy superior al 30%; además El Guijo o la Berrona es un yacimiento cuyo - conocimiento se halla muy avanzado y donde las reservas - hasta ahora descubiertas, se cifran en 16 millones de toneladas, con una ley también muy cercana al 30%. A mayor abundamiento ha de señalarse que en las proximidades, El Soldado y Bismark, existen indicios claros de la existencia de nuevas reservas. La convicción de la importancia - de sus reservas mineras, su localización en una zona donde el paro alcanza las mayores cotas de España y el espíritu minero de los que en Andévalo trabajan, están haciendo el milagro de mantener la empresa aún activa.

Los dos hechos antes reseñados han puesto de manifiesto la evidencia de que el proyecto prerreducidos es un proyecto conveniente, en cuyo futuro cree el capital extranjero; es un proyecto con evidentes connotaciones económico-sociales regionales, tanto en Extremadura como en Andalucía, y es un proyecto para explotar riquezas naturales propias, con ahorro de divisas cercano, a precios actuales, a los 150 millones de dólares.

Ya que la iniciativa privada no puede acometerlo por sí sola, su puesta en práctica requiere la asistencia del capital público, la del privado siderúrgico en la proporción posible, la del capital extranjero interesado y la de las instituciones financieras regionales y nacionales.

A nivel regional, el proyecto ha suscitado el natural interés, hasta el punto de que, por lo que al aprovechamiento del gas natural se refiere, se aprobó en el Congreso de los Diputados una Resolución que establece que los recursos de gas del Golfo de Cádiz se utilicen llevando a cabo, entre otras, la siguiente acción: "Implantación en suelo andaluz de planta de prerreducidos del mineral de hierro de la zona Norte de la provincia de Huelva, cuyo futuro a corto plazo, si no se acometiere esta iniciativa, sería la paralización de estas explotaciones mineras, con el consiguiente perjuicio social y económico tanto a nivel de Andalucía como a nivel de España."

Esta acción ya se recomendaba en el PNAMPM (Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales) elaborado por el Ministerio de Industria y Energía en diciembre de 1978.

6.- DISPONIBILIDAD DE PRERREDUCIDOS EN EL MERCADO
NACIONAL

6.- DISPONIBILIDAD DE PRERREDUCIDOS EN EL MERCADO NACIONAL

6.1. Importación de prerreducidos

Demostrada y admitida la previsible escasez de chatarra en España en cantidad y, sobre todo, en calidad, hacia la mitad de la presente década, escasez que se irá agudizando progresivamente a medida que transcurra el tiempo, como consecuencia del estancamiento de la inversión en la industria de recogida, del menor ritmo de avance de la actividad siderúrgica; del desarrollo tecnológico, tanto de la industria del hierro y del acero como de la industria transformadora, y de la reducida actividad de desguace, habida cuenta de la subida del precio de los buques, la disponibilidad de prerreducidos aparece como el medio más eficaz para compensar y reducir aquella escasez, tanto en calidad como en cantidad.

Los factores, que en principio, determinaron la decisión a favor de la producción de esponja de hierro son la disponibilidad de minerales adecuados, de elementos reductores apropiados (en el estado actual de la técnica del gas natural) y el acceso a la tecnología de la reducción directa, que no presenta, de momento, dificultades insalvables.

A medida que los procedimientos técnicos de obtención de esponja de hierro se fueron perfeccionando, fue de cantándose en el pasado, el siguiente conjunto de conclusiones:

Aquellos países que poseen gas natural en abundancia pueden revalorizarlo obteniendo, entre otros productos, esponja de hierro y ello aunque tengan que importar

mineral; caso de los países del Norte de Africa.

Aquellos países que cuentan con gas natural y mineral adecuado para pelets, naturales o fabricados, calidad - reducción directa, han de proceder a revalorizar ambas materias primas y deben convertirse en suministradores potenciales de prerreducidos al mundo, caso por ejemplo de Méjico, Venezuela e Indonesia.

Admitiendo tales razonamientos parece habría de llegarse a la conclusión de que aquellos países que hubieran realizado una fuerte inversión en acerías eléctricas y que no contaran, ni tuvieran razonables perspectivas de contar, con cantidades suficientes de chatarra propia o importada, deberían procurar abastecerse de prerreducidos de importación.

El paso del tiempo se encargó de demostrar la endeblez de esta deducción, entre otras por las siguientes razones:

- Si un país dispone de una materia prima tan importante como el gas natural o como, en menor grado, el mineral de hierro apto para reducción directa, o de ambos elementos a la vez, la revalorización de cualquiera de ellos va a llevarle rápidamente a la conclusión de la oportunidad de fabricar esponja de hierro, con notoria ventaja sobre el resto de los países del mundo. - Y a continuación se planteará si es buena política exportar materia prima cara, como el prerreducido, a países con escasez de chatarra, para tener que volver a comprar a esos países los productos siderúrgicos que requiera su incipiente o más avanzado grado de desarrollo.

Es claro que la respuesta inteligente será la de comple
tar el ciclo productivo y obtener el acero propio empleando
la esponja de hierro y, luego, los productos terminados
largos, en una primera etapa, planos en la siguiente y ace
ros finos y aleados en un estadio posterior o simultáneo.

Esto es lo que ha venido a suceder en el mundo, hasta el
extremo de que países como los Latino-Americanos, por --
ejemplo, muy posiblemente van a padecer escasez de mate-
ria férrica a mediados de los ochenta, a pesar del dinamis
mo de sus inversiones en minería, peletización y fabrica
ción de reducción directa.

- Los países más avanzados persiguen la autosuficiencia
en materias primas básicas. En efecto, la Unión Soviét-
tica y Canadá y, en menor grado, Estados Unidos, que cuen
tan y van a contar con excedentes de materia férrica, es
tán realizando importantes inversiones en prerreducidos,
con objeto de asegurarse un nivel de calidad que compen-
se la degradación constante de la chatarra de recogida,
con vistas a dominar los mercados mundiales de unos pro-
ductos cuyo contenido energético los sitúa entre los más
preciados, por su escasez en tiempo y lugar.

- Las cantidades disponibles en el mercado internacional
de prerreducidos, provienen de excedentes de producción,
de desajustes entre reducción directa y acerías, de par-
tidas con elevada proporción de finos o de stocks con ca
lidad baja.

Los progresos logrados en la operación de algunas insta-
laciones llegan en determinados casos a originar exceden
tes, provenientes de la mayor eficiencia de las factorías
de reducción directa, que impiden a las acerías absorber
la esponja de hierro en tiempo oportuno con los consi-
guientes costes de financiación que se derivan del -
almacenaje, prolongado.

Este es el caso de las ofertas canadienses procedentes de las plantas de Sibdec, donde el procedimiento empleado está logrando grados de utilización francamente destacables.

Más común resulta comprobar la aparición de excedentes de procedencia Venezolana o Indonesia, provocados por fallos operacionales en las instalaciones de acería y laminación integradas con las plantas de reducción directa. La acumulación de stocks de prerreducidos exige su rápida puesta a disposición en el mercado, para evitar costes financieros y recuperar liquidez.

También es corriente el caso observado de partidas de esponja de hierro, ofertadas en el mercado internacional a precio de saldo para liquidar almacenes de finos, -- briqueteados o no, o prerreducidos con baja metalización, con diferente contenido en carbono, cuyo comportamiento en el horno eléctrico es desigual en cuanto al consumo energético, consecuencia del menor grado de metalización, mayor tiempo de fusión, contenido abundante de escorias y calidad de acero producido.

- La aparición de las llamadas "plantas comerciales" -- montadas, en principio, para abastecer de prerreducidos a empresas del propio país o del extranjero sin ligazón de contratos a largo plazo, ha sido fugaz y su -- concepción efímera, pues esta forma de hacer o ha provocado el definitivo abandono del proyecto una vez realizado, como en el caso de las instalaciones de la British Steel en Hunterston, que habrían de abastecerse de pellets importados y gas del Norte o ha promovido un cambio de orientación, como es el caso de la instalación de la NFW alemana en EMDEM, cuyo futuro era hasta hace poco -- cuestionable, por la falta de seguridad de colocación de su materia férrea; hoy la NFW está ultimando la dedicación de sus instalaciones a clientes fijos, con pequeñas partidas disponibles a precios elevados.

- Aún en el supuesto de que algún país latino-americano norteamericano, asiático o africano, decidieran abordar un proyecto para suministrar esponja de hierro al mercado internacional, algo que hasta ahora no ha sucedido, cabría realizar las siguientes consideraciones:

Hoy el mercado de materia férrica es un mercado de comprador, lo que ha hecho extender un sentimiento de complacencia entre los siderúrgicos; pero quienes así piensan olvidan que en 1973 se superó con creces el record de producción de acero alcanzado en 1974 debido al aumento registrado en los países del Este, de Latinoamérica y de alguno de Asia y Africa. Olvidan además que la materia férrica se está utilizando cada vez más en la vía convencional coque-alto horno-BOF, que la inversión en minería está estancada y que poner en marcha - la minería, la peletización y las materias primas derivadas no es cuestión de años sino de lustros o décadas.

No quieren admitir que la dependencia en materias primas de países con una situación política cuya estabilidad está mediatizada, puede dar al traste con la seguridad en el abastecimiento e ignoran los riesgos implícitos en que aquellos eventuales países suministradores que cuentan con estabilidad política puedan convertirse en monopolistas de la nueva materia férrica, los prerreducidos, con los peligros que supone un mercado siderúrgico en avance, aunque moderado, constante, con pocos suministradores de materia prima. Todo ello lleva a concluir que la eventualidad aquí considerada, no debe hacer olvidar las tensiones que pueden producirse en un mercado que a medio plazo se perfila como mercado de oferentes de materia férrica.

- La inexistencia de un suministro regular en calidad, tiempo y precio, relevaría de cualquier comentario adicional tendente a demostrar la imposibilidad de ad-

mitir como aceptable solución a la escasez de materia férrica, la compra en el exterior de esponja de hierro, si no restaran por apuntar dos consideraciones adicionales.

La primera de ellas es la baja e irregular calidad de -- los prerreducidos que con alguna frecuencia se ofertan -- en el mercado. En efecto, los fallos en los procesos uti-- lizados, la tecnología empleada, la complicada operativi-- dad de las instalaciones de reducción directa o la inadecuada calidad del mineral empleado, son entre otras, las causas que explican la oferta, también esporádica, de -- prerreducidos de baja calidad en el mercado internacio-- nal. Valga señalar aquí que lo que el siderúrgico de hor-- no eléctrico demanda es un producto cuyo comportamiento en la acería sea el más eficiente, pues la energía no -- contenida en la materia férrica de una y otra forma ha -- de ser incorporada en la etapa subsiguiente con el consi-- guiente sobrecoste.

La segunda es que aún dando como hipótesis de trabajo -- un cierto suministro regular de prerreducidos de calidad adecuada, se va a mantener una nueva dependencia del su-- ministro exterior en una materia prima estratégica como es la esponja.

Consideraciones tales como el ahorro de divisas, la explotación de los propios recursos, la generación de empleo, la reducción de la dependencia exterior, las necesidades de desarrollo regional y la disponibilidad de -- una producción nacional de esponja de hierro, a precio -- razonable e incluso competitivo, para reducir las tensio-- nes de precios provocadas por las últimas toneladas de materia férrica necesaria y asegurar un nivel de calidad comprobable o alcanzable en el propio país, son a juicio de todos, suficientes para considerar la importación de prerreducidos como una vía más, no exclusiva, a tener en consideración y a utilizar para cubrir las necesidades españolas de materia férrica para la siderurgia, la industria de transformación y otros usos.

Al análisis del grado de competitividad exterior del prerreducido a producir en España, está encaminado este análisis de factibilidad, que cuenta con datos importantes de partida tales como la existencia en España de mineral de hierro de calidad reducción directa homologado al nivel de los mejores del mundo; reservas de gas natural suficientes para abordar un proyecto de reducción directa de dimensiones rentables y capacidad instalada de acero de horno eléctrico, que supone más del 50% de la capacidad total instalada en siderurgia; una industria que precisa gastar en el exterior cada año, a precios actuales, más de 500 millones de dólares en adquisición de chatarra de diferentes y cada vez más degradadas calidades.

Pero cabría también preguntarse ¿No será mejor invertir en el exterior en minería y fabricación de pellets y prerreducidos para aprovechar las ventajas comparativas aparentes?. Y la contestación a esta pregunta podría acercarse a la siguiente.

En primer lugar, para actuar así ha de existir oportunidad de hacerlo, teniendo además la seguridad de que el producto final, el prerreducido, va a poder ser enviado a España en condiciones de calidad y regularidad equiparables al producto fabricado en nuestro país.

Pero es que además, antes de tomar esta decisión, habrán de tenerse en cuenta: Los condicionantes de estabilidad política en el país en que se han de realizar las inversiones; la legislación sobre inversiones de capital extranjero en el mismo -especialmente en lo relativo a sectores básicos, minería y materias primas-; la legislación sobre exportaciones de materia férrica, que asegure la continuidad del abastecimiento a España desde el país de producción; la regularidad en el funcionamiento de las instalaciones, que sólo puede garantizar una plantilla integrada por mano de obra cualificada y estable; la homogeneidad en la materia férrica

producida y, finalmente, el precio final del producto situado en acería.

Es evidente que la experiencia demuestra cómo la eventual inversión en otros países, con abundancia de materias primas, especialmente energéticas, en el caso de que se pueda realizar, no garantiza la rentabilidad adecuada al capital invertido, ya que la eficiencia en el manejo de las instalaciones se ve afectada por una insoportable rotación de las plantillas; tampoco asegura la repatriación de los eventuales beneficios, ni la continuidad en el suministro de materia férrea en épocas de escasez mundial, habida cuenta de la cambiante legislación económico financiera derivada de los condicionantes sociopolíticos; ni, lo que es más importante, garantiza la calidad del producto a suministrar, siendo de destacar lo difícilmente subsanables -- que son estos fallos a tan larga distancia; finalmente, tampoco es seguro que el precio final del producto puesto en acería, sea más barato que el correspondiente fabricado en España.

Estas razones y las de carácter estratégico ya señaladas, que buscan la reducción del grado de vulnerabilidad de cada economía en el concierto mundial, son las que han movido a países que se hallan a la cabeza del progreso y que además disponen de suficiente chatarra, E.E.U.U., Alemania y la URSS-a realizar en su propio territorio -pese a que algunos de ellos han de importar -- tanto el mineral de hierro como el gas natural- proyectos de fabricación de minerales prerreducidos, con capacidades que oscilan entre los 1'5 millones de toneladas USA y los 1'3 de Alemania hasta los 2'5 millones de toneladas de la Unión Soviética quien, pese a disponer de un superavit de chatarra previsto para 1985, superior a los 7 millones de toneladas, intenta dominar el mercado de materia férrea en cantidad y calidad, situándose a la cabeza de la producción de esponja de hierro.

6.2. Fabricación de prerreducidos en España a partir de pellets de importación.

La respuesta inicial más generalizada a la necesaria disponibilidad de prerreducidos en cantidades regulares en el mercado español, fué la decisión de acometer la fabricación de esta materia férrica a partir de pelets de importación. La situación del mercado - internacional del mineral de hierro y la oferta mundial del producto básico apto para la fabricación del prerreducido, aconsejaron la adopción de esta solución.

Los precios CIF de los pelets de Australia, India, - Chile, Brasil, Canadá, Liberia y Suecia, entre otros, situados en puerto español, la calidad de los mismos y su aptitud para la reducción directa, así como los estudios comparados de eventuales fuentes de suministros nacionales, cuya existencia dependía de la realización de inversiones adicionales, llevaron a las empresas siderúrgicas comprometidas en el cumplimiento de los objetivos marcados en las bases de la Acción - Concertada 1974, y en especial en el relativo al consumo del 30% de la carga de materia férrica en forma de esponja de hierro, a decidir la construcción de una planta de reducción directa, que utilizaría principalmente pelets importados y, como complemento, mineral - rico en trozos, también llamados "pelets naturales".

El grupo de trabajo integrado por promotores de PRENOSA, que se constituyó en Noviembre de 1974 para abordar - - el complejo problema que en sus múltiples aspectos suponía la producción de prerreducidos, estimó en aquel entonces que, aunque las producciones de mineral de hierro en la mayoría de las minas estaban comprometidas por contratos a largo plazo con las siderúrgicas integrales, - existían abundantes proyectos que apuntaban soluciones

claras y aceptables para asegurar el abastecimiento futuro de pellets para plantas de reducción directa.

No se disponía entonces en el mundo de suficiente -- producción de pellets con destino exclusivo a prerreducidos, si bien algunas compañías estudiaban planes de reconversión minera o nuevos proyectos, cuyo desarrollo, se pensaba, iba a acelerarse de forma espectacular. Además, aunque algunos procesos no presentaban, en principio, dificultad alguna para la utilización de mineral en trozos, la realidad de funcionamiento de las plantas de reducción directa, aconsejaba la utilización de pellets en forma casi exclusiva. Tal estado de cosas evidenciaba la necesidad de disponer de minerales con especificaciones precisas, cuyo cumplimiento había de ser muy estricto, bien sea por lo que se refería a su reductibilidad, bien por lo que tocaba a su resistencia a la compresión y a la abrasión.

Era preciso, por tanto, asegurar unos suministros que garantizaran tanto la calidad y composición de los pellets, dentro de los márgenes establecidos para las plantas de reducción directa, como la seguridad de su abastecimiento en cantidad y precio. Para ello, solo existían dos vías: establecimiento de contratos a largo plazo con productores o suministradores de pellets o participación en el desarrollo en el extranjero de unidades de pelletización, calidad reducción directa. Al tiempo debería asegurarse la diversidad de fuentes, con objeto de evitar riesgos de desabastecimiento.

Se decidió en aquel entonces la puesta en práctica de una política de abastecimiento de pellets, basada en la firma de contratos de suministro a largo plazo, y se eligió como emplazamiento para la planta de prerreducidos el área del superpuerto de Bilbao, ubicación

que ofrecía las siguientes ventajas: Puerto de gran calado, apto para recibir mineral en cargueros oceánicos; proximidad al centro de gravedad del consumo de prerreducidos y disponibilidad de gas natural importado, asegurada por ENAGAS, desde el momento de puesta en marcha de la planta.

La puesta en práctica de esta política tropezó con dificultades difíciles de salvar, ya que la mayoría de las producciones de pellets calidad reducción directa, o eran cautivas o estaban comprometidas y la única vía de abastecimiento posible consistía en la participación en nuevos proyectos de plantas de pelletización en el extranjero.

Ante este estado de cosas y una vez analizadas las consecuencias que podrían derivarse de una dependencia total del abastecimiento de pellets desde el exterior, habida cuenta además de la necesidad de realizar inversiones adicionales en el extranjero, comenzaron a analizarse las posibilidades de la minería nacional:

¿Cuál es la situación actual? Existe hoy en el sudoeste español suficiente cantidad de mineral adecuado para la fabricación de pellets calidad reducción directa en España y sus características químicas, mecánicas y físicas, son comparables, para los fines indicados, a los mejores del mundo; LKAB, CVRD y Alzada, entre otros.

La realización de proyectos de explotación minera requiere períodos de tiempo tan dilatados, que los consumidores de mineral de hierro han de pensar en términos de décadas y no de años. Es evidente que la actual situación del mercado siderúrgico mundial apenas invita a ser pesimista en lo que respecta a seguridad de futuras disponibilidades de mineral de hierro, pero no es menos cierto, como ya se ha demostrado, que aunque la demanda de acero evolucione a ritmos muy lentos, el excedente de dicho mineral para pellets, calidad reducción directa, desaparecerá gradualmen

te en la década de los ochenta, y a menos que se pongan en explotación nuevas reservas, el agotamiento de las conocidas provocará una situación de tensión en el mercado.

Durante la década de los setenta, un buen número de explotaciones mineras dejaron de operar, unas por razones económicas y las más por razones de índole política y, más recientemente, la URSS redujo su posición de oferente en el mercado mundial de mineral de hierro para pellets calidad reducción directa, para hacer frente a su demanda interna en cantidad y calidad.

Es claro que una buena parte de las necesidades mundiales del tipo de mineral de referencia, se cubren con suministros procedentes de países donde la duración de la estabilidad política es cuestionable, piensese en el caso de Liberia, por ejemplo; por otra parte, la llamada minería segura radica en países cuyos costes de explotación son elevados y la materia resultante cara; además los proyectos mineros más importantes a poner en marcha a medio plazo se hallan ubicados en Australia y Brasil, dos países con reservas petrolíferas escasas, que van a dominar el mercado mundial del mineral de hierro en el futuro, siendo de todos conocidos los peligros de la dependencia de pocos suministradores.

Actualmente está técnicamente demostrado, como se explicará más adelante, que las plantas de peletización de mediano tamaño -1'3 millones de tons.- son perfectamente operativas, en condiciones de rentabilidad comparables con las de 3 mill. de tns. Los consumos específicos de la máquina de peletizar, se hallan al mismo nivel que los correspondientes a las de tamaño mayor y el equipo asociado para las plantas de gran porte -molinos, separadores magnéticos, filtros, discos, tambores de nodulización- no proporciona beneficios de escala al requerir multiplicación de máquinas y aparatos de la misma dimensión necesaria para el tamaño medio de la planta.

En las adversas condiciones actuales, como se demostrará al realizar el estudio económico financiero, el pellet calidad reducción directa de importación, CIF puerto español, es apreciablemente más caro que el pellet calidad reducción directa de fabricación nacional. La modificación a mejor de las citadas condiciones, elevará ese margen diferencial.

Teniendo presente lo hasta aquí expuesto, la adecuada política a seguir para fabricar prerreducidos en España, es abastecerse de pellets obtenidos en nuestro país a partir de mineral del sudoeste, en la medida y cuantía que determinen dos factores fundamentales: las reservas seguras de mineral adecuado y la disponibilidad de gas natural, que garanticen la operatividad de las plantas de peletización y reducción directa durante quince años como mínimo.

CALCULO DEL PRECIO INTERNACIONAL DEL PELET PUESTO EN HUELVA

Precios del pelet para 1980*

<u>Procedencia</u>	<u>US\$/ u Fe FOB</u>	<u>Precio p^a 6'75% Fe (US\$/t)</u>	<u>Sobreprecio 5% calidad R.D. ***</u>	<u>Flete** US\$/t</u>	<u>Precio*** CIF eq US\$/t</u>
Robe River (Australia)	0'375	25'30	1'7	15	42
Mandovi (India)	0'44	29'70	1'50	14	45'2
Algarrobo (Chile)	0'44	29'70	1'50	15	46'2
Nibrasco (Brasil)	0'46	31'10	1'55	11	43'65
LKAB (Suecia)	0'49	33'10	1'65	7	41'75

Precio medio CIF****	3.151'-	Pts./t
Gastos consignación, descarga, carga, apilado e ICGI	189'-	"
Precio pelet importación R.D. en Huelva total	3.340'-	"

*) Basados en información publicada en el Metal Bulletin o por LKAB

***) Para barcos de más de 80.000 t. Para el puerto de Huelva con capacidad actual de 15.000 t. y futura de 30.000 t. el sobreprecio puede ser de un 5-15%.

****) Precio extrapolado del pelet para horno alto. Al ser de calidad reducción directa puede suponer una prima adicional de hasta el 10%.

*****) 1 US\$ = 72 pts.

6.3. Fabricación nacional de prerreducidos en proceso integrado Minería-Peletización-Reducción Directa.

Contrastada la idoneidad de los minerales del sudoeste para su prerreducción, con lo que se evita la dependencia en cuantía del suministro y precio del pelet procedente del exterior, el factor condicionante a estudiar es la transportabilidad del prerreducido, lo que permite determinar la más adecuada localización de la planta de reducción directa. Esto fué lo que, en su momento, analizó el grupo promotor, cuyos trabajos sobre reoxidación, degradación y estabilidad de la esponja de hierro, así como sobre su aptitud para ser transportada, llevaron a la conclusión de la conveniencia de ubicar la fábrica de reducción directa en el puerto más próximo a los yacimientos del mineral, pues el transporte del prerreducidos genera un ahorro adicional en relación con el transporte del pelet, por su distinto contenido en hierro. El paso del tiempo y los avances técnicos, han confirmado las garantías de transportabilidad de la esponja de hierro, incluso a través del océano, lo que presta una ventaja adicional, de singular importancia, al proceso.

Resuelto el estudio del problema del transporte y elaboradas las conclusiones al respecto, el paso siguiente consiste en considerar las posibilidades de abastecimiento de gas natural.

Esta fué la etapa siguiente, que en su día se abordó, llegándose a optar por la solución de montar una instalación de regasificación en la zona industrial de Huelva, que abasteciera de esa materia prima al reformador de la planta de reducción directa. En consecuencia, la localización definitiva de la fábrica de prerreducidos sería también la del polígono Nuevo Puerto de Huelva, donde se disponía de suelo industrial urbanizado, enlace por vía férrea con el puerto de carga

de minerales, perfectamente equipado, y de otras dotaciones de infraestructura.

En aquel momento, la fabricación nacional de prerreducidos en proceso integrado estaba decidida, decisión evidentemente condicionada a los resultados de los estudios económico financiero y de rentabilidad global.

El hallazgo de gas natural en el Golfo de Cadiz, cuyas reservas en los yacimientos ya cubiertos se cifran hoy en 6.000 millones de m³, aseguraban el abastecimiento a la planta de prerreducidos durante más de veinte años. La esperanza, razonablemente admisible, de nuevos hallazgos, afianzan la decisión adoptada y apuntan un futuro prometedor. Y ello sin olvidar que, en cualquier caso, el montaje de una planta de regasificación para suministro de gas importado no ofrece dificultad alguna, siendo la inversión requerida comparativamente reducida.

El destino de ese gas natural a los fines más convenientes, requería la elaboración de un estudio al respecto. Finalizado dicho trabajo de análisis, encargado por la Dirección General de la Energía a fines del pasado año, las conclusiones no han podido ser más favorables respecto al uso del gas natural en el proceso de reducción directa, frente a la posible utilización en la fabricación de amoníaco, -- tanto por lo que se refiere al periodo de recuperación de la inversión como a la rentabilidad interna para cualquier precio del gas. La utilización de dicho gas como combustible, bien sea en aplicaciones domésticas o industriales, -- aparece mucho menos ventajosa que el empleo del mismo como materia prima.

Todos estos factores adicionales contribuyeron a afianzar la decisión adoptada de fabricar prerreducidos en proceso integrado, partiendo de minerales nacionales, obteniendo

pellets en España y produciendo prerreducidos en el sur para su consumo como materia férrica en toda España -Galicia, Santander, País Vasco, Cataluña y Andalucía-.

7.- UNA PRIMERA APROXIMACION A LA DECISION FAVORABLE
AL PROYECTO INTEGRADO MINERIA-PELLETIZACION-RE--
DUCCION DIRECTA

7.- UNA PRIMERA APROXIMACION A LA DECISION FAVORABLE AL PROYECTO INTEGRADO MINERIA-PELLETIZACION-REDUCCION DIRECTA

7.1. RAZONES Y ARGUMENTOS

Una política económica que sitúe entre sus objetivos preferentes para los próximos años, el impulso a la inversión creadora de puestos de trabajo, la expansión de la exportación y la mejora en el equilibrio de los pagos exteriores, vía sustitución de importaciones, para poder hacer frente a la creciente factura del petróleo, ha de demandar ineludiblemente, entre otras acciones, la de acometer una -- adecuada selección de proyectos a realizar.

La instalación del complejo integral para el aprovechamiento de mineral de hierro del suroeste, que comporta la decisión favorable al proyecto minería-pelletización-reducción directa, requiere la acción conjunta de la inversión privada y pública, de la que en principio, se derivarán entre otros, los siguientes efectos impacto e inducidos:

- Paliar el aumento del paro en regiones como la - Andaluza y la Extremeña, dónde el problema del desempleo reviste características de suma gravedad, habiendo alcanzado, en Julio de 1980, porcentajes - sobre la población activa del 15,6 y del 13,2 respectivamente.

- Hacer posible la explotación de recursos naturales nacionales a los que se incorpora gran valor - añadido, en las regiones donde éstos se localizan,

con el fin de sustituir importaciones de materias primas, indispensables para la economía nacional y destinarlos a sus empleos más adecuados distintos del actual, obtención de sinter de horno alto.

- Cooperar al logro de la reconversión industrial del sector siderúrgico, clave de la actual crisis, derivada de los cambios en los niveles de precios relativos y consecuencia, a su vez, entre otras causas, de los altos precios de las materias primas energéticas. Para dicho sector el Gobierno ha diseñado una política basada, entre otras acciones, en la máxima utilización posible de la capacidad instalada más moderna, lo que exige fomentar decididamente las exportaciones de productos siderúrgicos.

- Reducir el grado de vulnerabilidad de la economía española en el concierto siderúrgico mundial, siguiendo la línea de los países más adelantados -EE.UU., Alemania y la URSS- al tiempo que se limita su dependencia del exterior, al quedar garantizada una parte importante del suministro de materia férrea en cantidad y calidad a lo largo de los próximos años. La importancia de estos hechos se acrecienta al considerar que los países más avanzados, exportadores actuales de chatarra, reducirán progresivamente sus ventas al exterior, previniéndose para mediados de los ochenta no solo una reducción a cantidades exiguas de sus exportaciones de chatarra sino, lo que es más probable, una drástica contingentación de las mismas. En efecto, Estados Unidos cuya exportación anual de chatarra atendía más de la mitad de las necesidades española, japonesa y de algunos países europeos, vendiendo en el exterior más de 10 millones

de toneladas anuales de esta materia férrica, procede actualmente a reconvertir sus instalaciones siderúrgicas implantando la tecnología del horno eléctrico, con ello a mediados de los ochenta no solo reducirá a cantidades exiguas sus ventas de chatarra al extranjero sino que, con toda probabilidad, procederá a implantar una drástica contingencia de las mismas. Por su parte los pequeños superavits esperados de materia férrica en la C.E.E., desde donde España cubre el resto de sus necesidades, apenas servirán para paliar su problema de escasez futura en cantidad y calidad. La cuantía del déficit español esperado de materia férrica quedará cubierto hasta niveles situados entre el 21,5 y el 13,5 por ciento, respectivamente, según cuales sean las hipótesis de crecimiento adoptadas.

- Disponer a precios competitivos de materia férrica de superior calidad, que permitirá producir acero en casi todas las gamas para atender la diversificación creciente de los mercados regionales exteriores y enriquecer, revalorizándola, la chatarra nacional de calidades inferiores.

- Abandonar, por socioeconómicamente menos ventajosa, la opción de financiar inversiones destinadas a la fabricación de esponja de hierro en el exterior, ya que para proceder a favor de esta última opción, habrían de concurrir una serie de circunstancias que no parece vayan a darse fuera de España.

- Utilizar adecuadamente la reserva estratégica de gas natural del Golfo de Cádiz, compatibilizando su empleo en la fabricación de prerreducidos con su destino como materia prima para la produc-

ción de amoníaco y asegurando una alta rentabilidad para CAMPSA-cercana en TIR al 30% -quién, a su vez invertirá en la explotación del yacimiento más de 12.000 millones de pesetas, dando empleo directo a cerca de 400 personas y trabajo adicional a las industrias de Ingeniería, Obra Civil, Construcción, montaje y maquinaria y bienes de equipo durante un periodo mínimo de treinta meses-.

- Mejorar la situación de nuestros pagos exteriores, al generar un ahorro bruto por reducción de importaciones de chatarra, en una cuantía de 91 ó 112 millones de dólares anuales a precios actuales, según que la citada materia férrea sea transportada en buques nacionales o extranjeros.

A este respecto ha de señalarse, además que si durante el período de mayor depresión del sector siderúrgico español, las necesidades de importación de materia férrea -chatarra y prerreducidos- se acercaron a los 3,5 millones de toneladas, con un valor en dólares actuales de 500 millones, en el próximo futuro y bajo hipótesis de crecimiento económico moderado, aquellas necesidades se aproximarán como mínimo a los 5,5 millones de toneladas, con un valor a precios de hoy de 800 millones de dólares, más del siete por ciento de la factura del petróleo.

Todo ello sin olvidar que aquellas naciones que no dispongan al menos de una reserva estratégica de materia férrea propia, van a tener que optar entre pagar, si pueden, precios muy elevados por ella o adquirir calidades que no permitirán obtener aquella gama de productos, requerida por una demanda regional exterior cada vez más diversificada o reducir su producción siderúrgica aumentando el desem-

pleo y dependiendo en todo caso de países oligopolistas, con las consecuencias bien conocidas.

Cubrir en estas condiciones una buena parte de las necesidades, supone situarse en una clara posición comparativa ventajosa sin olvidar que la calidad de la materia férrica propia va a enriquecer, revalorizándola, la chatarra nacional de calidades inferiores, lo que comportará nuevos efectos inducidos favorables sobre la balanza de pagos.

Finalmente, es oportuno señalar, que el balance -- anual de ahorro de divisas, resultante de la comparación entre los diferentes usos alternativos del gas -materia prima para el amoníaco sustitutivo de la nafta y agente reductor para la obtención de esponja de hierro- arroja unos beneficios netos, a favor del empleo en prerreducidos, comprendidos entre 12 y 33 millones de dólares anuales, para una cantidad de nafta liberada de aproximadamente -- 265.000 toneladas, un precio internacional de la nafta de 300 dólares la tonelada y dos hipótesis de transporte de chatarra: en barcos nacionales o extranjeros.

- Realizar una inversión en activo fijo -Construcción, Obra Civil, Maquinaria y Bienes de Equipo- - cuyo volumen en más de un 85% daría trabajo a las industrias españolas durante más de treinta meses y generaría rentas de oportunidad, entre las que - destacan las ya comentadas relativas al empleo y a la creación de economías externas.

Se revitalizaría además la vida económica de unas zonas como las del sur de Badajoz y el norte de -- Huelva, donde no existen opciones de inversión alternativa al proyecto y donde la producción actual

del mineral, dado el destino del mismo, carece de viabilidad futura. La no realización del proyecto traería consigo, en consecuencia, un desempleo -- adicional de 400 personas y la total depresión de la vida económica en las comarcas.

A las consideraciones hasta aquí expuestas y a -- los hechos hasta el momento analizados, se suman también los objetivos y medios políticos, indus-- triales y mineros contenidos en la Ley 6/1977 de Fomento de la Minería, en el Plan Nacional de Apro-- vechamiento de Materias Primas Minerales, en el - Plan Energético Nacional y en las Resoluciones del Congreso de los Diputados aprobadas junta con el propio PEN.

Esto lleva a concluir la oportunidad de estudiar en una primera aproximación, la viabilidad del -- proyecto integral minería-pellets-prerreducidos, pues si las conclusiones derivadas del estudio -- técnico-económico-financiero son evaluadas como - favorables, la realización del proyecto deberá -- acometerse sin demora, poniendo a su concurso to-- dos los medios necesarios.

7.2. LA TECNOLOGIA DE LOS PROCESOS DE PELETIZACION Y DE REDUCCION DIRECTA. DECISION A FAVOR DEL REDUCTOR - GASEOSO.

El proyecto integrado para la fabricación de prerreducidos, a partir de mineral magnético, comprende desde la extracción del mineral de hierro, su concentración a pie de mina y su envío a la planta de peletización, hasta la producción de pelets oxidicos de alto contenido en hierro y su transformación en prerreducidos en una instalación de reducción directa.

Los procesos de fabricación de esponja de hierro más difundidos a escala industrial, utilizan como materias básicas mineral de hierro de alta ley y gas natural como agente reductor. El mineral debe estar disponible en forma de pelets, para lo cual se precisa disponer de una planta de peletización; estos pelets a su vez han de ser sometidos a una transformación ulterior en instalaciones adecuadas.

¿Qué procesos técnicos son considerados los idóneos para la ejecución del proyecto?. Del abanico de posibilidades existentes se han de seleccionar aquellas que se adaptan mejor a las características de los minerales de hierro disponibles y de las materias energéticas con las que se va a contar.

Una vez estudiadas exhaustivamente aquellas posibilidades y contrastada la información con visitas a instalaciones en funcionamiento, se seleccionaron las siguientes tecnologías, de entre las cuales habrá de adoptarse la decisión final a la hora de decidir la puesta en práctica del proyecto.

7.2.1. PROCESOS DE PELETIZACION

Actualmente los procesos de peletización desarrollados y explotados a escala industrial son el de horno de cuba, el de parrilla recta y el de parrilla-horno rotatorio, desarrollados respectivamente por Midland-Ross, Lurgi-Dravo y -Allis Chalmers. La tecnología de parrilla circular, desarrollada por McKee, se ha dejado de comercializar por el poco éxito alcanzado en la planta de "La Perla" (Méjico); las parrillas rectas de McKee y Head Wrightson, así como los hornos de cuba de Sala tampoco se comercializan en la actualidad.

Los hornos de cuba, desarrollados en los años 50 por Midland Ross para utilizar los finos de las taconitas del Mesabi Range, tienen los atractivos de simplicidad de diseño y baja inversión respecto a otros procesos. Como limitación principal aparece su poca flexibilidad, resultado de la cual ha sido la imposibilidad de mejorar los consumos de combustibles, que inicialmente eran comparativamente buenos. Otra de sus limitaciones reside en el tamaño, éste difícilmente supera las 550.000 t/año por horno, lo que le sitúa, para unas necesidades de 1.120.000 toneladas de pelets, en el límite superior de utilización con dos unidades. No obstante ha de advertirse que, en países avanzados como Suecia y Canadá, se han venido produciendo pelets por esta vía, que han sido utilizados en plantas de reducción directa a lo largo de la última década con buenos resultados; no puede decirse lo mismo acerca de la marcha de otros proyectos tales como el de Higasa (Argentina) y el de Nador (Marruecos), -

lo que supone una llamada de atención hacia el cuidado que debe tenerse en la elección del proceso, cuando va a acometerse la realización de un proyecto de la envergadura del que aquí se considera.

La parrilla recta es el proceso más ampliamente difundido, muy flexible y que admite modificaciones para su optimización después de realizado. En los últimos años se han obtenido notables mejoras en cuanto al consumo de combustible, y las capacidades de producción, en general, superan ampliamente las nominales. Hasta hace poco en tamaños medianos y pequeños y en particular para la peletización de minerales magnéticos, era el de costes de explotación más reducidos. La calidad de los pelets para producir prerreducidos ha sido ampliamente contrastada, por ejemplo, en la planta de peletización de Las Encinas (Méjico), inicialmente de 1.100.000 t/año (1967), que ya ha superado las 1.500.000 t/año y cuya producción se utiliza íntegramente en las plantas de reducción directa de HYLSA.

La parrilla-horno rotatorio, destinada hasta hace pocos años con preferencia a plantas de tamaño grande, requería una inversión asociada elevada y unos consumos de combustible importantes, lo que le hacía poco competitiva para tamaños pequeños. En general se destinaba a producir pelets ácidos para horno alto, de calidad posiblemente superior a la de los restantes procesos. En los últimos años, la crisis energética y la explotación, cada vez mayor, de recursos locales, llevó al rediseño del proceso y su aplicación en plantas ya construídas, como la de Sydvaranger (Noruega) y LKAB (Suecia), así como a la ampliación al rango de plantas pequeñas.

La carga, formada por el mineral, carbón y dolomía, ha de tener unas características prefijadas. Se trabaja con exceso de reductor para prevenir aglomeraciones, separándose el exceso y reciclándose al horno. El producto se enfría con agua y se separa el prerreducido del carbón residual, desulfurantes y cenizas, mediante cribas y separadores magnéticos.

Este proceso es el que ha alcanzado mayor difusión de entre los de reductor sólido, habiéndose construido un total de dieciseis hornos con resultados desiguales. Algunos han tenido que ser abandonados por ser inadecuada la alimentación, como el de Inco de Sudbury (Canadá) y el de Inchon en Corea; otros han dado buen resultado, pero para casos específicos, en que el prerreducido era el producto secundario, como el de Western Titanium de Australia y el de Higveld Vanadium en Sudáfrica. En cuanto a las de mayor tamaño cabe señalar, que del de Nippon Kokan (350.000 t/año) no hay noticias y el de Stelco (Canadá) solo ha funcionado durante unas semanas el año 1976.

El proceso Krupp, derivado del antiguo Renn-Krupp, es muy similar al SL/RN, diferenciándose en detalles como el de la posición de los inyectores de aire. Existe una sola planta en Benoni (Sudáfrica) de 125.000 t/año, que ha funcionado algunas campañas desde su arranque en 1973 y también ha estado parada plazos superiores al año.

El proceso Accar, de Allis Chalmers es muy semejante al Krupp y al SL/RN. Puede utilizar mezclas de carbón, fuel y gas natural como agente reductor y combustible.

En cuanto a la producción y consumo específico de combustibles, ha conseguido resultados espectaculares y en los últimos años está produciendo los pellets más avanzados para reducción directa (dolomíticos) con resultados satisfactorios.

7.2.2. PROCESOS DE REDUCCION DIRECTA

La reducción en fase sólida del mineral de hierro, se ha presentado desde hace muchos años como una posibilidad atractiva, sin embargo solo en fechas recientes, se han resuelto los problemas tecnológicos que venían condicionando el paso de la escala de ensayos de laboratorio y plantas piloto, a las instalaciones de dimensión industrial y resultados económicos positivos.

La reducción directa del mineral de hierro en fase sólida, consiste en la combinación de un agente reductor en forma gaseosa con el oxígeno del mineral, dejando libre el hierro en estado metálico sin modificación de la estructura macroscópica del mineral. Por el modo de generar el gas reductor, que en general es una mezcla de monóxido de carbono e hidrógeno, se dividen en dos grandes grupos los procesos utilizables: los de reductor sólido y los de reductor gaseoso.

Los procesos de reductor sólido generan "in situ" el gas reductor a partir del carbón, que se ha mezclado íntimamente con el mineral, al que se le inyecta una corriente de aire para oxidarlo parcialmente y alcanzar por combustión incompleta la temperatura de reducción. El monóxido de carbono así generado,

reduce el mineral y el anhídrido, producto de esta reacción, se "regenera" al reaccionar con carbón, para dar lugar nuevamente a monóxido de carbono.

En los procesos de reductor gaseoso, éste se genera por un procedimiento externo a la cámara de reducción. El más extendido es el reformado de gas natural (metano en su mayor parte), con vapor de agua (HyL, Fior, Armco) o con anhídrido carbónico (Midrex, Purofer).

7.2.2.1. Procesos de reductor sólido:

Los procesos industriales basados en reductor sólido con plantas de cierta dimensión son el SL/RN, Krupp y Accar de Allis Chalmers, que se describirán someramente. No se tienen en cuenta otros procesos como el Hoganas, Kinglor Metor o Hockin, por la pequeña dimensión de las plantas en funcionamiento o bien por su baja capacidad efectiva de producción.

El proceso SL/RN opera con horno rotatorio cilíndrico con ligera pendiente y cierta conicidad hacia el extremo de descarga. La aportación térmica para alcanzar y mantener la temperatura de operación, proviene de un quemador situado en la boca de descarga, que puede utilizar cualquier tipo de combustible, y de la combustión de volátiles y de monóxido de carbono desprendido por el carbón reductor. La combustión se provoca por inyectores de aire situados en la envolvente del horno y en oposición al sentido de circulación de los gases dentro del horno.

Desde 1972 se halla en funcionamiento una planta de demostración en Niágara (Canadá) y en 1976 se puso en marcha la planta de Sudbury (Canadá), que funcionó tan solo unas semanas; desafortunadamente tuvo lugar un accidente y no fue puesta de nuevo en servicio. En el momento actual parece que está en construcción alguna pequeña planta en la India.

Recogiendo en cifras la situación de las plantas de reductor sólido, la situación en enero de 1980 era la siguiente: frente a una capacidad teórica de producción de 1.760.000 toneladas, la producción real no alcanzaba las 350.000 toneladas y aún esta cifra debe considerarse optimista. Respecto a las plantas adjudicadas o en proceso de construcción, la capacidad era tan solo de 280.000 t. frente a 13 millones correspondientes a las de reductor gaseoso.

En resumen se puede decir, coincidiendo con la opinión del Bureau of Mines americano, que todavía no existe un proceso de reductor sólido cuya viabilidad industrial esté demostrada. Las plantas existentes solo funcionan para utilizaciones marginales o muy específicas y con pequeña capacidad. De hacerse una realidad ese proceso, Estados Unidos y Alemania, -- países que cuentan con grandes reservas de carbón, -- procederían a instalar inmediatamente un gran número de plantas con vistas a la utilización de dicho carbón en un proceso que agregaría al mismo un valor añadido.

7.2.2.2. PROCESOS DE REDUCTOR GASEOSO

Los procesos industriales de reductor gaseoso, como ya se ha indicado, generan un gas reductor formado por monóxido de carbono e hidrógeno, en cantidades superiores al 90%.

Actualmente cuentan con plantas industriales en operación o construídas los siguientes procesos basados en reductor gaseoso: Purofer, Armco, Fior, Nippon Steel, Wiberg, Midrex y HYL.

Proceso PUROFER

El proceso PUROFER, teóricamente muy atractivo en su parte de reducción directa, consta de un horno de cuba de forma piramidal, del que se pueden extraer los prerreducidos calientes, bien para su utilización directa en el horno eléctrico o bien para su posterior briqueteado y transporte.

La planta piloto de Overhausen demostró la viabilidad comercial del proceso (1971); sin embargo las dos plantas industriales construídas en Irán y en Brasil no fueron operativas. La de Irán, por problemas de absoluta carencia de infraestructura en el lugar desértico donde fué emplazada, superó la prueba de garantía y quedó parada definitivamente hace tres años; la de Cosigua (Brasil) fue modificada en plena construcción para pasar de alimentación de nafta a fuel oil. El sistema de oxidación parcial de fuel oil, introdujo una serie de problemas adicionales que, unidos a la escasez de hidro-

carburos producidos en Brasil, motivaron su cierre definitivo. En el momento actual parece que no se ofertan plantas PUROFER.

Proceso ARMCO

En los más de veinte años de investigación, ARMCO puso en marcha en 1973, en Houston (Texas) su primera planta de dimensión industrial (1.200 t/día).

Este proceso basado en el reformado del gas natural con vapor de agua y reducción en horno de cuba, parecía muy interesante, especialmente por su bajo nivel de inversión; sin embargo la experiencia operativa puso de manifiesto la existencia de problemas de proceso que provocaron el abandono temporal de su comercialización a principios de 1976.

Después de dos años de parada, la planta fué puesta en marcha nuevamente una vez sin éxito hasta el punto de llevar a ARMCO a abandonar definitivamente su investigación.

Proceso FIOR

Este proceso fue desarrollado por la Exxon, quién construyó una planta de demostración en Canadá y posteriormente una industrial en Venezuela que arrancó en 1976. Tiene el especial atractivo de llevar a cabo la reducción en el tamaño de finos en un lecho fluidizado, pero esta solución, interesante desde un punto de vista teórico, ha tenido muy malos resultados prácticos, pues la frecuente rotura del lecho fluidizado ha conducido a producciones muy ba

jas y a unos costes de operación elevadísimos. El objetivo, después de cinco años en funcionamiento, es producir la mitad de la capacidad nominal prevista. No existe ninguna planta adjudicada o en construcción.

Proceso NIPPON STEEL CORPORATION

La Nippon Steel ha diseñado un proceso que puede considerarse como síntesis del Midrex, Armco y, en alguna medida, HYL, con la novedad de que el horno de cuba trabaja a una presión doble que la de otros procesos. Se construyó una planta de demostración de 150.000 t/año que funcionó demasiado poco tiempo para obtener datos suficientes demostrativos de la viabilidad industrial del proceso. Más adelante, se ofertó una planta de 400.000 t/año, pero no parece -- que nadie haya mostrado interés suficiente en la implantación de la misma. La planta demostración permanece parada desde hace más de dos años.

Proceso WIBERG

Este es el proceso más antiguo de producción industrial de prerreducidos, que ha funcionado desde hace más de 50 años en Suecia. En las dos últimas décadas las plantas de pequeña dimensión fueron cerrándose. Sin embargo, en el último -- año, una modificación propuesta por SKF consistente en generar gas reductor mediante corriente eléctrica en estado de plasma, parece haberlas hecho resurgir. Se está pendiente del resultado de la planta SKF de 50.000 toneladas que se pondrá en marcha el próximo año.

A lo largo de este año se ha pretendido dar exclusivamente una panorámica de aquellos procesos que han construido o tienen la intención de construir una planta de tamaño industrial. Desafortunadamente las expectativas a corto plazo para estos procesos son muy poco favorables y no muestran la fiabilidad necesaria que debe acompañar a la elección a favor de una inversión asociada a una planta industrial de estas características.

En resumen se puede afirmar que solo existen dos tipos de procesos industriales bien establecidos y fiables, HYL y MIDREX, cuyas características se examinan a continuación.

Proceso HYL

Este proceso tenía hasta hace muy poco la característica singular de efectuar la reducción del mineral de hierro mediante un proceso cíclico en cuatro reactores, permaneciendo estático el lecho durante toda la operación, para su descargado una vez completado el ciclo.

La experiencia industrial de HYL es muy dilatada. La primera planta se puso en marcha en Monterrey en 1957, y tenía una capacidad de 50.000 t/año. Todavía continúa funcionando y su capacidad se ha elevado a 100.000 t/año. Desde entonces han construido y puesto en marcha un total de doce plantas y tienen varias más en construcción. Las de mayor capacidad son de 700.000 toneladas/año.

El gas reductor se obtiene en estas plantas mediante una etapa convencional de reformado de -

gas natural con vapor de agua. El horno de reformado es del tipo paralelepédico de tubos rellenos de catalizador de níquel, el vapor de agua se genera con el calor residual de los humos y del gas reductor generado. El horno de reformado ha venido siendo construido por Kellogg y es del mismo tipo que los empleados por esta firma para la producción de gas de síntesis o hidrógeno en la industria química. El combustible utilizado para el calentamiento del horno es el gas de colas del proceso, complementado con gas natural. La temperatura del gas reformado es moderada, 800°C; y precisa ser enfriado hasta temperatura ambiente para eliminar el exceso de vapor de agua. La composición del gas reductor así generado es de 75% H₂, 14% CO, 8% de CH₄ y 3% CO₂

El sistema de reducción está formado por cuatro reactores, tres de los cuales están situados en la corriente de gas de proceso y el cuarto en la operación de carga de pelets o descarga de prerreducidos.

En el primer reactor, el gas reductor fresco y a temperatura ambiente, entra en contacto con el mineral reducido y caliente y lo enfría para poder descargarlo. En esta fase de enfriamiento se controla el contenido de carbono mediante el caudal de una corriente del mismo gas reductor, en circuito cerrado, para pasar, con menor o mayor velocidad, la franja de temperatura de deposición del carbono (500-600°C).

El gas reductor caliente procedente del primer reactor sufre un calentamiento adicional hasta alcanzar los 750°C y posteriormente mediante inyección de una corriente de aire, tiene lugar una combustión parcial alcanzando los 1.100°C en el momento de entrar al segundo reactor en el que tiene lugar la etapa final de reducción.

El gas reductor parcialmente oxidado que abandona este reactor se enfría para eliminar por condensación el agua formada en la reducción y se vuelve a repetir el ciclo de calentamiento y combustión para pasar al tercer reactor en el que tiene lugar el calentamiento y reducción preliminar del mineral. El gas que abandona este reactor tiene todavía cierto contenido en hidrógeno y monóxido de carbono y se aprovecha como combustible en el horno de reformado, hornos de recalentamiento y horno de precalentamiento del aire.

El prerreducido tiene un grado de metalización comprendido entre el 85 y el 88%; este bajo nivel se compensa con un mayor contenido de carbono para eliminar el oxígeno residual al fundirse en el horno eléctrico. Aunque se han realizado campañas especiales para producir prerreducidos de alta metalización, 92 al 95%, los elevados consumos y la menor productividad, han hecho abandonar este tipo de marcha.

Este proceso tenía la desventaja de mayor consumo de gas por los sucesivos calentamientos y enfriamientos, pero ha sido mejorado incorporando hornos de gran eficiencia térmica. Por otra

parte las plantas son sencillas y el proceso es fiable. Las ventajas proclamadas respecto a sus competidores de menor producción de finos y mayor estabilidad del producto, no están claramente demostradas.

En los últimos años se había notado un des--censo en el ritmo de construcción de las nuevas plantas y la ausencia de nuevas adjudicaciones. HYL ha hecho un gran esfuerzo para -cambiar esta situación modificando el proceso en su parte de reducción sustituyendo el sistema de reactores por un horno de cuba, -similar al de Nippon Steel y Armco, que trabaja a 5 bar. La parte de generación de gas reductor se mantiene. El gas reductor se mezcla con el gas de salida del horno de cuba, que ha sido previamente deshidratado y enfriado, y se calienta hasta la temperatura de reducción pasando a través del lecho descendente del horno. El enfriamiento tiene lugar en la zona cónica inferior del horno mediante un circuito cerrado de gas como en el procedimiento Midrex. Las pruebas se han llevado a cabo en una planta de Monterrey de 180.000 toneladas, que fue adaptada al nuevo proceso hecho público a finales del mes de septiembre. HYL asegura unos bajos consumos para este proceso y dice haber vendido 7 módulos de 500.000 toneladas y uno de 750.000 toneladas a construir. Todos ellos en Méjico.