

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**“OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE
UNA PLANTA PROCESADORA DE LADRILLOS
REFRACTARIOS, UTILIZANDO UN ENFOQUE
SISTÉMICO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO MECÁNICO

ARMANDO ALBERTO NORIEGA CHICCO

PROMOCION 1970-I

LIMA-PERU

2006

PROLOGO	4
1.0 INTRODUCCION	10
2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION	14
2.1 Descripción de la empresa	14
2.2 Instalaciones	15
2.3 Materiales refractarios	18
2.4 Productos refractarios	21
2.4.1 Ligas usadas en refractarios	22
2.5 Líneas de producción	24
2.5.1 Refractarios de sílice	24
2.5.2 Refractarios sílico-aluminosos	25
2.5.3 Refractarios aluminosos	25
2.5.4 Refractarios básicos	26
2.6 Descripción del proceso productivo	26
2.6.1 Diagrama de bloques	27
2.7 Recursos humanos	27
2.7.1 Régimen laboral	28
2.8 Mercado	29
3.0 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL	31
3.1 Productos manufacturados	32
3.1.1 Ladrillos	32
3.1.2 Especialidades	33
3.1.2.1 Morteros	33
3.1.2.2 Concretos	34
3.1.2.3 Apisonables	34
3.1.2.4 Proyectables	35
3.1.2.5 Revestimientos aislantes temporales	35
3.1.2.6 Plásticos	35
3.2 Tabla de productos	36
3.3 Análisis de la estructura y evolución de la producción	36
3.3.1 Clasificación ABC de los productos	37
3.4 Análisis del proceso de producción	39
3.4.1 Materias primas	40
3.4.1.1 Clasificación ABC de Materias primas	40
3.4.2 Procesos de fabricación	42
3.4.2.1 Proceso de recepción de materias primas e insumos	42
3.4.2.2 Proceso de preparación de materias primas	43
3.4.2.3 Proceso de mezclado	45
3.4.2.4 Proceso de conformado	46
3.4.2.5 Proceso de secado	48
3.4.2.6 Proceso de quema	49
3.4.2.7 Proceso de entrega	50
3.5 Capacidad de planta	51
3.5.1 Determinación de capacidad real	51
3.5.2 Grado de utilización	54
3.5.3 Factores que inciden en la utilización de la capacidad instalada	54

3.6	Planeamiento y control de la producción	55
3.6.1	Planeamiento de la producción	55
3.6.2	Control de la producción	56
3.6.3	Programación de la producción	57
3.7	Logística	57
3.7.1	Política de inventarios	57
3.7.2	Compras	59
3.7.3	Almacenamiento	60
3.7.3.1	Materias primas	60
3.7.3.2	Productos en proceso	61
3.7.3.3	Productos terminados	61
3.7.3.4	Control de almacenes	62
3.8	Demanda energética	62
3.8.1	Demanda anual de energía	63
3.8.1.1	Energía térmica	63
3.8.1.2	Energía eléctrica	64
3.8.2	Fuentes de suministro energético	65
3.8.2.1	Combustibles	65
3.8.2.2	Precios de combustibles	65
3.8.2.3	Electricidad	66
3.8.2.4	Tarifas de Energía Eléctrica	67
3.8.3	Análisis energético de la instalación	67
3.8.3.1	Diagrama de Sankey	68
3.8.3.2	Horno rotativo	70
3.8.3.3	Hornos Bickley No.1 y No.2	72
3.8.3.4	Horno periódico N° 5	74
3.8.3.5	Horno periódico No. 3 y No. 4	75
4.0	PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS	78
4.1	Diagnóstico del estado del sistema de producción	78
4.1.1	Identificación de áreas de mejora	79
4.1.2	Consumo de combustibles	80
4.1.3	Aislamiento refractario	81
4.1.4	Diagrama Causa-Efecto	81
4.1.4.1	Hornos ineficientes	82
4.1.4.2	Falta de capacidad de hornos Bickley	84
4.1.4.3	Automatización obsoleta no integral	85
4.2	Presentación de propuestas	86
4.2.1	Proyecto de Supervisión, Control y Adquisición de Data	88
4.2.1.1	Consideraciones Generales	88
4.2.1.2	Objetivos	89
4.2.1.3	Proveedores	90
4.2.1.4	Evaluación y selección de propuestas	91
4.2.2	Proyecto de Nuevo Horno Shuttle de 1700 °C.	92
4.2.2.1	Consideraciones Generales	92
4.2.2.2	Objetivos	93
4.2.2.3	Proveedores	94
4.2.2.4	Evaluación y selección de propuestas	95
4.2.3	Proyecto de Incremento de Carga de Hornos Bickley 1700 C	96
4.2.3.1	Consideraciones Generales	96
4.2.4.2	Objetivos	97
4.2.4.3	Proveedores	97
4.2.4.4	Evaluación y selección de propuestas	98
4.2.4	Proyecto de Conversión a Gas Natural	99

4.2.4.1	Consideraciones Generales	99
4.2.4.2	Objetivos	100
4.2.4.3	Proveedores	102
4.2.4.4	Evaluación y selección de propuestas	102
5.0	<i>EVALUACION ECONOMICA</i>	104
5.1	Introducción	104
5.2	Análisis económico de las alternativas	107
5.2.1	Análisis preliminar	107
5.3	Selección y presentación de la alternativa recomendada	109
5.4	Evaluación económica	109
5.5	Beneficio y ventaja del proyecto	110
5.6	Implementación por etapas y flexibilidad del programa	112
5.7	Posibilidades de incrementar los beneficios económicos	113
	<i>CONCLUSIONES</i>	114

LISTA DE CUADROS

Nº	DESCRIPCION
2.1	COMPORTAMIENTO QUIMICO DE LOS REFRACTARIOS
2.2	TABLA PERIODICA - OXIDOS REFRACTARIOS
2.3	AGRUPACION ESTRUCTURAL DE LOS OXIDOS
2.4	PROPIEDADES FISICAS DE LOS REFRACTARIOS
2.5	RANGO DE POROSIDADES DE REFRACTARIOS COMERCIALES
2.6	DISTRIBUCION DEL PERSONAL
2.7	PARTICIPACION EN MERCADOS
2.8	PRODUCCION POR LINEAS DE PRODUCTO
3.1	FORMAS ESTANDARIZADAS DE LADRILLOS
3.2	TABLA DE PRODUCTOS REFRACTARIOS
3.3	CAPACIDAD DE PLANTA REAL PRE MEJORA
3.3R	RESUMEN DE CAPACIDADES DE HORNOS PRE Y POST MEJORA
3.4	ESTADISTICA DE PRODUCCION 78-06
3.4A	ESTADISTICA DE PRODUCCION TOTAL ANUAL
3.4B	ESTADISTICA DE PRODUCCION LADRILLOS Y ESPECIALIDADES
3.5	CLASIFICACION ABC DE LADRILLOS
3.6	CLASIFICACION ABC DE ESPECIALIDADES
3.7	CLASIFICACION ABC DE MATERIAS PRIMAS
3.8 A	CARACTERISTICAS DE LOS COMBUSTIBLES
3.8 B	CARACTERISTICAS DEL GAS NATURAL
3.8 C	CARACTERISTICAS DE ENERGIA ELECTRICA
3.9	CONSUMO COMBUSTIBLES HORNOS AÑO 2003
3.9 A	CONSUMO ENERGIA ELECTRICA AÑO 2003
3.10	CARACTERISTICAS DEL HORNO ROTATIVO
3.10 A	CARACTERISTICAS TECNICAS DE HORNOS SK-1
3.10 B	CARACTERISTICAS TECNICAS DE HORNOS SK- 2
4.1	CONSUMO EQUIVALENTE DE COMBUSTIBLE KEROSENE Y GAS NATURAL
4.2	DETERMINACION DE PERDIDAS DE CALOR EN REVESTIMIENTO REFRACTARIO
4.3	CUADRO COMPARATIVO PROYECTO SCADA
4.4	CUADRO COMPARATIVO DEL PROYECTO DE ADQUISICION NUEVO HORNO SHUTTLE
4.5	CUADRO DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE CARGA EN HORNOS SK
4.6	CUADRO DE RESULTADOS DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE CARGA EN HORNOS SK
4.9	CUADRO COMPARATIVO DEL PROYECTO DE CONVERSION A GAS
4.8	CUADRO COMPARATIVO PARA INSTALAR LINEAS INTERNAS DE DISTRIBUCION DE GAS
5.0	EVALUACION ECONOMICA DEL PROYECTO INTEGRAL DE CONVERSION A GAS NATURAL

LISTA DE FIGURAS

N°	DESCRIPCION
2.1	LAY OUT DE LAS INSTALACIONES
2.2	DIAGRAMA DE BLOQUES
2.3	ORGANIGRAMA DE PRODUCCION
2.4	DISTRIBUCION DE PRODUCTOS EN EL MERCADO
2.5	ESTADISTICA DE Basico y Especialidades
3.3	ESTADISTICA DE VENTAS
3.4	ESTADISTICA DE VENTAS-dist 20-40-60
3.5	CLASIFICACION ABC DE LADRILLOS
3.6	CLASIFICACION ABC DE ESPECIALIDADES
3.7	CLASIFICACION ABC DE MATERIAS PRIMAS
3.8	DIAGRAMA GENERAL DE PROCESOS
3.9	PLANEAMIENTO Y CONTROL DE LA PRODUCCION
3.10	EVOLUCION DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES
3.11	REVESTIMIENTO REFRACTARIO HORNOS SK
3.11A	ESPECIFICACIONES NA-33 HF
3.11B	ESPECIFICACIONES KORUNDAL KXL
3.11C	ESPECIFICACIONES KORUNDAL XD
3.13	DIAGRAMA DE SANKEY
4.1	DIAGRAMA CAUSA EFECTO - ALTO CONSUMO DE COMBUSTIBLES
4.3	ESQUEMA DE REVESTIMIENTO AISLANTE EN HORNOS SK
4.4	CRONOGRAMA DEL PROYECTO DE CONVERSION A GAS NATURAL
4.2	ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE CONVERSION A GAS NATURAL

PROLOGO

En general la competencia dentro de un mercado globalizado, crea gran preocupación en las industrias nacionales, cuyo mercado interno y externo se encuentra amenazado por la presencia de productos competitivos en calidad, precio y plazo de entrega. En particular la industria refractaria nacional afronta este problema y se agudiza debido a que las posibilidades de incursionar en mercados externos, son escasas debido a los altos costos de adquisición de materias primas mayormente importadas, transporte encarecido por excesiva demanda o aumento de precio de los combustibles, y costos de producción altos a consecuencia de energía eléctrica, combustibles y costos laborales altos a nivel local.

La demanda de productos refractarios a nivel mundial tiende a disminuir debido al desarrollo tecnológico dirigido a la disminución del consumo energético y mayor duración de los mismos por el uso de materiales más puros. En consecuencia se ha creado un exceso de capacidad de producción de las grandes empresas, que tratan de ofertar sus excedentes, en mercados como el nuestro.

Frente a este entorno competitivo, las empresas nacionales requieren desarrollar mecanismos de defensa e incrementar productividad de sus plantas para mantener su mercado interno y hacerse más competitivos en busca de mercados externos. Con este fin, se plantea en el presente estudio la optimización del área de producción de una planta procesadora de ladrillos refractarios, cuyas condiciones iniciales se evaluarán y en base a un análisis de las mismas bajo un enfoque sistémico, se plantearán las alternativas viables para lograr las condiciones de competencia requeridas en el entorno descrito.

El enfoque sistémico para las organizaciones es uno de los enfoques más recomendados pues abarca el análisis integral de todas las funciones y roles así como los nexos que existen entre los participantes de las organizaciones, y se da a entender la organización como un todo en donde cada parte esta inmersa en ella y que tiene comunicación fluida con todas las partes. En el presente estudio, el objeto de estudio lo constituye el Sistema de Producción.

El capítulo 1, describe a la empresa en cuestión y recopila la información general del sistema de producción tal cual se viene operando, para obtener un conocimiento global del sistema de producción, los productos, los recursos materiales, humanos y actividades complementarias de control, apoyo y tecnología utilizados, mercados atendidos y así entender los

procesos, decisiones, restricciones, controles y planes que permiten transformar las materias primas en productos terminados.

Por ser de suma importancia para la empresa la planificación, programación y control de la producción, es imprescindible conocer las características de la información utilizada, además de los métodos aplicados en la gestión de la producción para la toma de decisiones a corto, mediano y largo plazo.

Se revisará las actividades y procesos abarcados en las distintas fases de fabricación de los productos. Asimismo reconocer la capacidad del personal, responsabilidad y posición organizacional del departamento de producción.

Recopilada la información base de la empresa se procederá en el Capítulo 2, a la realización de un Análisis de la Situación Actual, que comprenderá todos y cada uno de los aspectos reconocidos para evaluar de acuerdo a la importancia para la producción, bajo un enfoque sistémico, con miras de encontrar los errores o deficiencias que interfieran con los objetivos de la producción y plantear las alternativas de mejoras que contribuyan a un mejoramiento de las condiciones existentes y, por lo tanto, clasificar y priorizar las propuestas viables de realización inmediata o sin inversión y las que requieran de inversión de realización a mediano y largo plazo.

Se analizará la estructura y evolución de la producción en forma anual de los últimos años, determinando su variación y sus repercusiones en otros aspectos de la empresa.

En cuanto a las materias primas, se verificará la disponibilidad, origen, precios y procedimientos de control de calidad de las mismas. Y los procesos requeridos para su utilización y almacenamiento y se planteará las medidas para que cumplan con los conceptos de economía de materiales.

Se efectuara el análisis de los procesos de fabricación, aplicando herramientas de gestión para establecer los niveles de producción y determinar los productos clave con potencial de mejoras y su ubicación en el diagrama general de procesos, incluyendo la maquinaria, equipos y la tecnología empleada.

Se revisará el Sistema de Planeamiento y Control de la Producción y su relación con la planificación de los procesos, recursos físicos y humanos. Se analizará la información de los pronósticos de ventas y su relación con los aspectos financieros para proveer las materias primas requeridas y la disposición de Planta y capacidad de planta existente.

En el Capítulo 3, realizado el análisis del sistema de producción y el entorno en que se desenvuelven las operaciones se procederá a plantear alternativas viables, con el fin de mejorar el proceso en forma integral y ordenada a fin de cumplir con los objetivos de optimización del área de producción.

Estas alternativas clasificadas por secciones, procesos o rubros, serán programadas para su ejecución y se plantearán las medidas necesarias para su implementación y control, a fin de garantizar la obtención de los objetivos planteados, previa evaluación económica.

El Capítulo 4 recopila la información del análisis independiente de cada área, efectuado en el capítulo anterior, y se someterá a una exhaustiva investigación de la interdependencia entre ellas, relacionándolos con los las herramientas de calidad y principios de ingeniería aplicables, para una vez detectado los problemas, se determinen las verdaderas causas de deficiencias, y con base de estas causas, proponer alternativas de solución.

Se buscare internamente o externamente, los recursos tecnológicos y se evaluara estos desde el punto de vista de seguridad, calidad y economía a fin de asegurar el mejor planteamiento que garantice la solución y objetivos específicos en cada caso.

Finalmente en el Capítulo 5, se procederá a la evaluación económica en sí, previamente determinando las estrategias de evaluación e indicadores económicos que permitan determinar la viabilidad técnico económica de cada propuesta o propuesta integral.

Se buscare la manera de demostrar o encontrar los flujos económicos que sirvan para justificar la inversión a realizar brindando un resultado positivo o negativo, para recomendar o desechar las alternativas de solución propuestas.

Asimismo, demostrada la viabilidad, indicar las ventajas y beneficios cuantificables como no cuantificables, especialmente estos últimos, debido a que en muchas oportunidades ayudan a definir un proyecto, por las implicancias no solo económicas, sino ecológicas y socio-económicas las cuales sino se mencionan no son tomados en cuenta.

También se cuantificará los índices de mejora con la aplicación progresiva de éstas, en el corto, mediano y largo plazo y sus efectos en la rentabilidad, productividad y competitividad que se logren.

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION

El presente trabajo enfoca el proceso productivo de la Empresa Refractarios Peruanos S.A., cuya existencia en el mercado de refractarios data desde el año 1955, habiendo afrontado diferentes situaciones de mercado, económicas, políticas y laborales, sin embargo por su flexibilidad y solidez ha superado estas con ventaja frente a sus principales competidores.

A partir del nuevo milenio, nuevas y desafiantes entornos se presentan. La tendencia del negocio de los productos refractarios es hacia la contracción por la disminución del consumo, la competencia interna y externa más agresiva, los cambios tecnológicos en los procesos de los usuarios de refractarios por exigencias ambientales o economía, obligando a la creación de nuevos productos de mejor calidad, rendimiento y de mayor duración que satisfagan las necesidades de los clientes, lo que contribuye a la reducción, eliminación y obsolescencia de los productos actuales.

El estudio de Optimización del Sistema de Producción de una Planta Procesadora de Ladrillos Refractarios, utilizando un Enfoque Sistémico, propone realizar un análisis integral del sistema productivo, con la finalidad de determinar la situación actual de la planta, detectar deficiencias, analizar las posibilidades de mejora y plantear las alternativas que sean técnicas y

económicamente viables, que implementadas sistemáticamente, logre optimizar la producción y por lo tanto incrementar la productividad y ganar competitividad dentro del mercado globalizado existente.

La descripción del proceso de producción describe a la empresa, su entorno en cuanto a infraestructura, las líneas de producción existentes y su sustento en el conocimiento de los materiales refractarios y de los procesos que se realizan en forma secuencial en la planta, para lograr la transformación de la materia prima e insumos en productos refractarios, usados principalmente en el mercado interno y en menor proporción para el mercado externo, asimismo se indica los recursos humanos y su infraestructura organizacional.

El análisis del Sistema de Planeamiento y Control de la Producción, permitirá visualizar el grado de utilización de métodos para controlarlo y proponer las alternativas para el cumplimiento de los objetivos de la producción que consiste en fabricar oportunamente el producto deseado, de una calidad específica y al menor costo posible, no obstante que los factores que intervienen en la producción son extremadamente complejos.

Los factores de mayor incidencia en los costos es el de materias primas, generalmente importadas, asimismo las fuentes energéticas empleadas y el grado de aprovechamiento de éstas y su relación con el medio ambiente, por lo que se ha incidido en revisar y analizar estos en mayor detalle en sus

niveles de consumo, valor y tendencia a variaciones. En cuanto a los combustibles especialmente los destilados y residuales así como la energía eléctrica, por su relación con asuntos económicos, ecológicos socio económicos y gubernamentales, es un tema crítico que obligatoriamente se debe tener bajo control y buscar fuentes energéticas alternativas de bajo costo y con ventajas operativas y ambientales como el gas natural de Camisea.

Puesto que el sistema de producción está íntimamente relacionado con otros departamentos, se considera las relaciones con éstos para determinar la influencia que ejercen. Entre estos Ventas, Recursos Humanos, Logística, Mantenimiento y Control de Calidad, los cuales se constituyen en clientes o proveedores a los cuales se les debe satisfacer o exigir con productos y servicios para mantener una operación productiva eficaz. Por la amplitud de las operaciones de estos dos últimos departamentos, solo se considera su relación con el proceso productivo, con la idea de dejar la posibilidad de ampliar su estudio en forma independiente.

Con la información de las estadísticas de producción y pronósticos de venta se establecerá las condiciones necesarias para poder satisfacer las necesidades de los clientes con nuevos productos o procesos que repercutan en tanto en beneficio de estos, así como para la propia empresa, asegurando estabilidad, capacidad, calidad y oportunidad de atención a sus requerimientos en el mediano y largo plazo.

Finalmente, basado en el desarrollo del análisis de la situación actual independiente de cada sector , se establecerá bajo un enfoque sistémico, las relaciones de interdependencia, para detectar las oportunidades de mejoras y aplicando herramientas de calidad y principios de ingeniería, plantear las alternativas de mejora y recomendar su evaluación y clasificación según prioridades, se determinara los efectos resultantes de su aplicación en el corto, mediano y largo plazo en la obtención de los objetivos del estudio y sobre la rentabilidad y competitividad obtenidas.

CAPITULO II

2.0 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE PRODUCCION

La optimización de la gestión de la producción de una planta procesadora de ladrillos refractarios, está desarrollado en base a las actividades de la Empresa Refractarios Peruanos S.A. las cuales se describen con el fin de efectuar el análisis de la situación actual, haciendo uso de herramientas de calidad y principios fundamentales de Ingeniería aplicados al proceso productivo, recursos físicos y humanos. Además se considera las características físico químicas de las materias primas utilizadas, y los productos fabricados, sus principales propiedades y el mercado existente.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa Refractarios Peruanos S.A., REPSA, creada en el año 1955 para atender el mercado de cobre inicialmente, posee en la actualidad una planta industrial dedicada a la producción y comercialización de materiales refractarios que satisface las necesidades del mercado interno principalmente y externo en menor proporción, siendo reconocida como la principal fábrica de refractarios en el Perú.

La empresa está constituida por capitales peruanos, con licencias tecnológicas de ANH Refractories Co., formada por AP Green

Refractories, Nacional Refractories y Harbinson Walker Refractories, compañías líderes en los diversos sectores de refractarios en USA. REPSA a nivel nacional es líder del sector, pero dentro de un mercado globalizado como el actual, enfrenta competencia de productos importados de diferentes compañías del mundo.

La producción anual asciende a 12,000 TM en promedio, de las cuales el 90 % es para el mercado local y el saldo exporta a Chile, Bolivia y Ecuador, a pesar de la competencia agresiva de China e India en estos países. La facturación anual promedio asciende a US \$ 10, 000,000 y su fuerza laboral es de 110 personas en total.

Los productos de la empresa constituidos por ladrillos refractarios y especialidades, esta última compuesta por las líneas de concretos refractarios, morteros y plásticos, que representan el 40% de la producción total, satisfacen a los clientes en cuanto a calidad, pero los altos costos de materias primas importadas, costos elevados de energía y mano de obra hacen difícil la competencia frente a productos extranjeros.

2.2 Instalaciones

REPSA tiene un área de 30,000m² (100X300), de la cual 43% corresponde a Planta y el 57% a Administración, recreación, servicios y áreas verdes. En el Lay-out Fig. 2.1, podemos visualizar:

Las principales áreas para almacenamiento de materias primas, de procedencia nacional e importada, cuyo ingreso a la planta es por camiones y vía férrea, previo control de peso el caso de camiones.

Las secciones de Molienda, Tolvas de almacenamiento, Mezclado, Conformado (Prensas y Especialidades), y Hornos, cada una con sus respectivos equipos, están distribuidas de acuerdo al flujo del proceso productivo, cuyos productos se desplazan hacia los procesos subsiguientes hasta la Zona de Despachos, desde donde se procede al despacho de productos terminados, igualmente por camiones y vía férrea.

Las áreas auxiliares constituidas por almacenes techados para los principales insumos que requieren ambiente especial para protegerlos de humedad, como los cementos refractarios, Silicatos de Sodio, etc. y zonas de talleres de mantenimiento.

Los Tanques de almacenamiento de Combustibles y almacén de aceites, como los tanques de Gas Licuados de Petróleo están situados estratégicamente para alimentar a los diferentes equipos, además de cumplir con las normas de seguridad exigidas por Osinerg.

Los servicios de agua y desagüe suministrados por Sedapal, se conectan a las redes principales desde la parte frontal para el agua, que alimenta a una cisterna de 12 M³ y se distribuye mediante la red interna a los diferentes puntos de servicios. El desagüe colecta el agua residual a lo largo de la planta y evacua al colector por la parte posterior de la planta.

La sub-estación de 1000KVA, 10KV/440V, es alimentada desde la Subestación de Edelnor con una línea Subterránea de 10,000 V paralela a la línea férrea. Se cuenta con grupo electrógeno de 600 KW con Transferencia Automática, para cubrir emergencias en caso de fallas de alimentación eléctrica, asimismo un grupo de 150 Kw., que cubre iluminación y mantenimiento del grupo electrógeno principal. La energía eléctrica se distribuye desde la Sub-estación Repsa por la red interna de 440 V a las diferentes secciones, asimismo energía en 220V, para la iluminación es alimentada desde el transformador de 160 KW.

El área de Administración situada en la parte frontal de las instalaciones, frente a los jardines y alrededor se aprecia las facilidades de comedores, zona de parqueo y deportes.

2.3 Materiales refractarios

La principal característica de todos los materiales refractarios es su resistencia al calor. Para su estudio teórico cualquier refractario comercial puede considerarse definido de la siguiente manera:

- a) Químicamente, como un sistema heterogéneo multicomponente oxidado.
- b) Físicamente, como un agregado de partículas policristalinas ligadas entre sí.

Hay una gran cantidad de óxidos posibles, sin embargo sólo un grupo muy selecto de ellos puede emplearse como refractarios. Para ser considerado un óxido dado, como un óxido refractario útil en la práctica se debe considerar las siguientes propiedades:

- 1 Punto de fusión
- 2 Hidratación
- 3 Volatilidad
- 4 Reducibilidad
- 5 Toxicidad
- 6 Costo y/o disponibilidad

Estas seis propiedades son las más típicas. Si exigimos un punto de fusión mínimo de 1700 °C. para cada óxido puro el listado completo de óxidos queda reducido prácticamente a una veintena. Si además a esta lista reducida le estudiamos sus características con relación a las seis propiedades señaladas en el listado anterior obtendremos el Cuadro 2.1, en la que se usa el signo (+) para indicar si la propiedad se manifiesta claramente, y el signo (-) para señalar lo contrario.

De dicha tabla se puede deducir que quedamos reducidos solo a tres óxidos que podríamos usar puros. No obstante el muy bajo costo de la cal estimula el estudio y la investigación de aplicaciones de ella como material refractario. Ocurre también que algunos de los óxidos buenos pero caros, se emplean como aditivos.

Como en la práctica los óxidos refractarios se presentan solos en la naturaleza, debemos considerar que los óxidos de interés industrial tienen siempre diversos tipos de impurezas. En el Cuadro 2.2, se muestra la Tabla Periódica de los Elementos, resaltando los elementos cuyos óxidos son de interés refractario e incluye los elementos cuyos óxidos aparecen como impurezas en muchos refractarios. Sólo la magnesia MgO , la alúmina Al_2O_3 y la sílice SiO_2 , se emplean industrialmente como refractarios puros, dependiendo el grado de pureza de la aplicación o del factor costo / beneficio.

Cuadro 2.1

Algunas Características de los Oxidos Refractarios Puros

OXIDOS	HIDRATABLE	VOLATIL o Toxico (T)	REDUCIBLE	CARO
Ytrio	+	-	-	+
Stroncio	+	-	+	+
Calcio	+	-	-	-
Lantano	+	-	-	+
Cinc	-	+	+	+
Niquel	-	-	+	+
Cobalto	-	-	+	+
Titanio	-	-	+	+
Cerio	-	-	-	+
Cromo	-	+	+	+
Uranio	-	-	-	+
Itrio	-	-	-	+
Berilio	-	(T)	-	+
Torio	-	-	-	+
Circonio	-	-	-	+
Aluminio	-	-	-	-
Magnesio	-	-	-	-
Silicio	-	-	-	-

Tabla periódica de los elementos

Grupo	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18						
	1A	2A	3B	4B	5B	6B	7B		8B		1B	2B	3A	4A	5A	6A	7A	8A						
Config	s ¹	s ²	d ¹	d ²	d ³	d ⁴	d ⁵	d ⁶	d ⁷	d ⁸	d ⁹	d ¹⁰	p ¹	p ²	p ³	p ⁴	p ⁵	p ⁶						
Período	metales										no metales													
1	1 ±1 0,09 H 1,00											N° Z N°oxidac. densidad E más masa		Terreos		Carbo- noideos		Nítro- noideos		Ari- genos		G. Nobles- Halógenos		2 0 0,2 He 4,00
2	3 1,0 0,5 Li 6,94	4 2 1,8 Be 9,01	metales pesados (transición)										5 3 2,3 B 10,81	6 ±4,2 2,2 C 12,01	7 ±3542 1,2 N 14,00	8 -2 1,4 O 15,99	9 -1 1,7 F 18,99	10 0 0,9 Ne 20,18						
3	11 1 0,9 Na 22,99	12 2 1,7 Mg 24,30	frágiles					dúctiles					(1)	13 3 2,0 Al 26,98	14 4,2 2,3 Si 28,08	15 5,23,4 1,8 P 30,97	16 6,4,2 2 S 32,06	17 ±1357 3,2 Cl 35,45	18 0 1,8 Ar 39,94					
4	19 1 0,8 K 39,1	20 2 1,5 Ca 40,08	21 3 44,95	22 4,3 47,88	23 3432 50,94	24 3,6,2 51,99	25 42763 54,94	26 3,2 55,84	27 2,3 58,93	28 2,3 58,69	29 2,1 63,54	30 2 65,40	31 3 69,72	32 4 72,64	33 ±3,5 74,92	34 6,4,2 78,96	35 ±1357 79,90	36 0 83,8						
5	37 1 1,5 Rb 85,47	38 2 2,5 Sr 87,62	39 3 88,90	40 4 91,22	41 5,3 92,9	42 6,5432 95,9	43 7 (98)	44 42368 101	45 3,2,4 102,9	46 2,4 106,4	47 1 107,9	48 2 112,4	49 3 114,8	50 4,2 118,7	51 ±3,5 121,7	52 6,4,2 127,6	53 ±1357 126,9	54 0 131,3						
6	55 1 1,8 Cs 132,9	56 2 3,6 Ba 137,3	57-71 *	72 4 178,5	73 5 180,9	74 6,5432 183,8	75 74621 186,2	76 42368 190,2	77 4236 192,2	78 2,4 195,1	79 3,1 197	80 2,1 200,6	81 3,1 204,4	82 4,2 207,2	83 3,5 208,9	84 4,2 (209)	85 ±1357 (210)	86 0 (222)						
7	87 1 (223)	88 2 5,0 Ra (226)	89-103 **	104 (261)	105 (262)	106 (263)	107 (264)	108 (265)	109 (268)	110 (281)	111 (272)	112 (285)	113 Uut	114 Uuq (289)	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo						
6 *Lantánidos			57 3 6,1 La 138,9	58 3,4 6,7 Ce 140,1	59 3,4 6,7 Pr 140,9	60 3 6,7 Nd 144,2	61 3 7,2 Pm (145)	62 3,2 7,5 Sm 150,3	63 3,2 5,2 Eu 152	64 3 7,9 Gd 157,2	65 3,4 8,2 Tb 158,9	66 3 8,5 Dy 162,5	67 3 8,8 Ho 164,9	68 3 9 Er 167,2	69 3,2 9,3 Tm 168,9	70 3,2 6,9 Yb 173	71 3 9,8 Lu 175	Tierras raras						
7 **Actínidos			89 3 (227)	90 4 232	91 5,4 231	92 6,543 238	93 6,543 237	94 6,543 (244)	95 6,543 (243)	96 3 (247)	97 4,3 (247)	98 3 (251)	99 3 (252)	100 3 (257)	101 3 (258)	102 3,2 (259)	103 3 (262)							

(1) punto de fusión bajo; (Z :) config. electrónica anómala; Hacia arriba y derecha aumenta los caracteres: no metálico, ácido, electronegativo y oxidante.; densidad aprox. en g/cc, gases en g/l (273 K); Punto rojo, Radio.

alcalinos_metal	alcalinotarraos_metal	predominio_metal	predominio_metal	semimetales	no_metal	halógenos-no_metal	gases_nobles	Lantánidos	Actínidos
SÓLIDOS		LÍQUIDOS		GASES		SINTÉTICO		color de símbolo (estado a 25° C)	

Volviendo al Cuadro 2.2, y considerando los óxidos de los elementos marcados, tenemos que en el extremo izquierdo aparecen los 3 óxidos alcalinos más comunes, conocidos simplemente como álcalis. Los óxidos alcalino-térreos MgO y CaO son materiales muy similares en muchos aspectos y se presentan comúnmente asociados de una u otra manera en la naturaleza. El TiO₂ solo aparece como impureza. El V₂O₅ no es una impureza frecuente, pero es un óxido interesante como contaminante en algunas bauxitas, y en ciertas aplicaciones. El MnO puede aparecer como impureza en algunas cromitas. El FeO y Fe₂O₃ aparecen siempre asociados en los refractarios industriales. El B₂O₃ aparece como contaminante en algunas magnesitas de agua de mar. La alúmina Al₂O₃ y la sílice SiO₂, que aparecen aquí vecinos, son compañeros inseparables en muchas familias de refractarios, pero el bajo punto de fusión de la sílice (~1726°C) le ha ido haciendo perder terreno en muchas aplicaciones refractarias modernas. Finalmente el P₂O₅ es un óxido que aparece en los refractarios de liga fosfórica, y como impureza en algunas arcillas flints.

El Cuadro 2.3 resume las semejanzas estructurales de los óxidos más interesantes en la composición química de un refractario comercial. El Grupo 1 reúne a los monóxidos que es un grupo isomorfo de estructura cúbica. Los 3 óxidos de este grupo no presentan alotropía. También isomorfo con ellos es el MnO. Para el Grupo 2 las 3 estructuras @ son isomórficas con el corindón, es decir, son hexagonales. El Grupo 3

CUADRO N° 2.3

AGRUPACION ESTRUCTURAL DE LOS OXIDOS

GRUPO	FORMULA	NOMBRE	ESTRUCTURA	
GRUPO 1 MONOXIDOS	CaO	Cal (Calcia)	Sal de Roca	Cubica
	MgO	Magnesita (Magnesia)	Sal de Roca	Cubica
	FeO	Wustita	Sal de Roca	Cubica
GRUPO 2 SESQUIOXIDOS	Cr ₂ O ₃	Cromia	Corindon	Hexagonal
	Fe ₂ O ₃ @	Hematita	Corindon	Hexagonal
	Al ₂ O ₃ @	Alumina	Corindon	Hexagonal
GRUPO 3 DIOXIDOS	TiO ₂	Rutilo	Rutilo	Hexagonal
	SiO ₂	Silice (Silica)	Cuarzo @	Hexagonal
	ZrO ₂ @	Circonia	Monoclinica	
GRUPO 4 SUBOXIDOS	Li ₂ O	Litia	Antifluorita	Cubica
	Na ₂ O	Sodia	Antifluorita	Cubica
	K ₂ O	Potasia	Antifluorita	Cubica

de los dióxidos no es isomorfo ya que mientras el cuarzo @ es hexagonal, el TiO_2 es tetragonal, y el ZrO_2 @ es monoclinico. Finalmente el Grupo 4 de los subóxidos es inomorfo con la antifluorita (la estructura inversa de CaF_2), que cúbica.

2.4 Productos refractarios

En la industria refractaria se define como producto refractario aquel que soporta temperaturas elevadas sin deformarse ni fundirse. En general se consideran como refractarios los materiales que gozan de dicha propiedad por encima de 1580°C . Esta temperatura corresponde al cono N.26 de Seger.

Los refractarios se clasifican de acuerdo con sus elementos componentes en: silicoaluminosos, aluminosos, silicios, etc. y según su comportamiento químico en neutros, básicos y ácidos.

El comportamiento físico de un refractario se define por las siguientes características que son objeto de pruebas normalizadas:

1. Resistencia mecánica a temperatura ambiente
2. Resistencia mecánica a temperatura elevada
3. Resistencia a los cambios de temperatura entre diversos puntos del material

4. Resistencia a las alternancias de temperatura
5. Dilatación térmica
6. Permeabilidad
7. Resistencia a la corrosión
8. Conductividad térmica
9. Conductividad eléctrica

La elección de un refractario partiendo de sus características exige un examen sumamente cuidadoso de las condiciones de trabajo previstas.

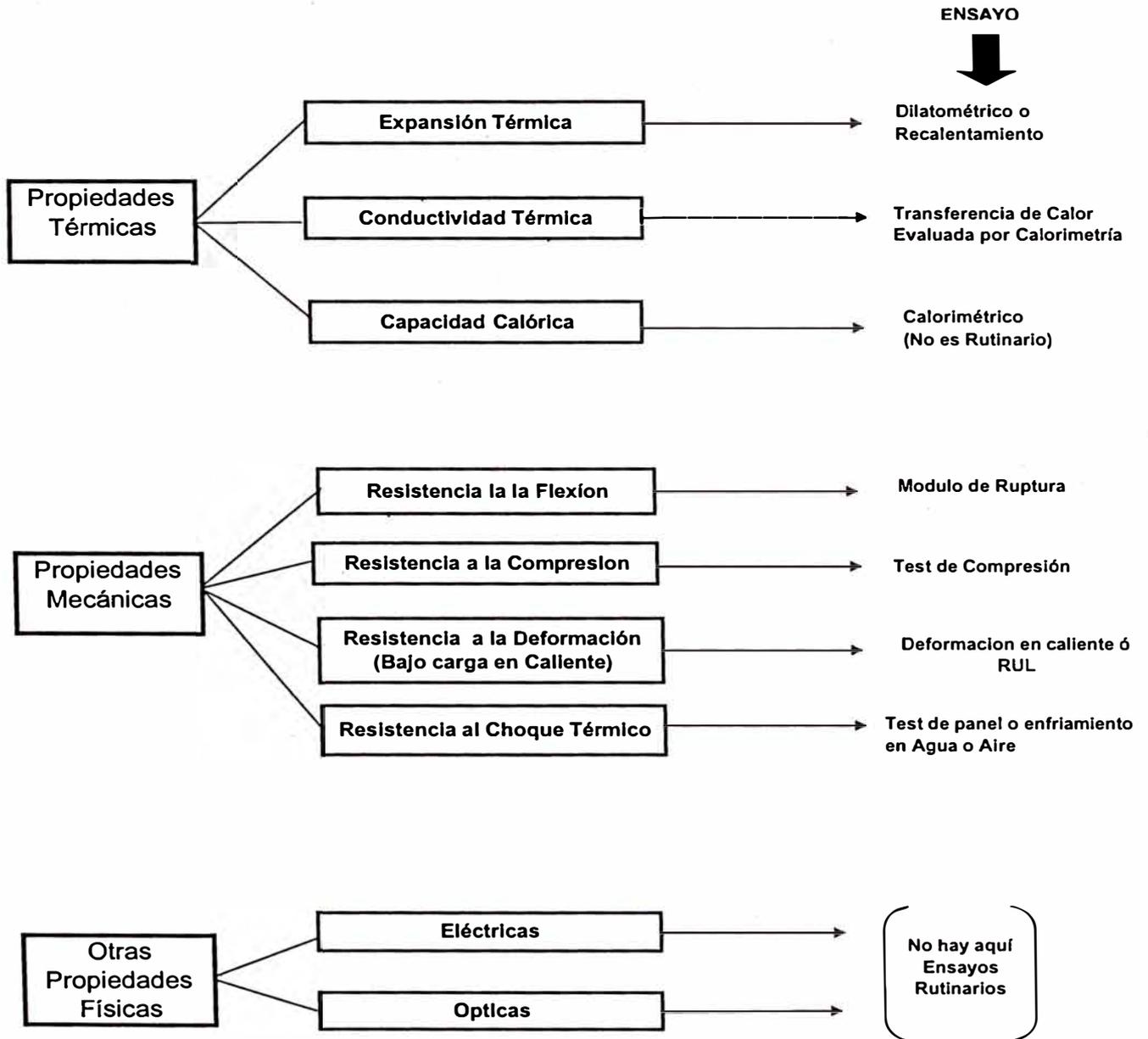
El Cuadro 2.4, muestra las propiedades físicas clasificándolas en grupos de propiedades térmicas, mecánicas, u otras. En el grupo otras se citan las propiedades ópticas y eléctricas en forma muy breve solo para destacar ciertos aspectos de utilidad práctica.

El Cuadro 2.5 da a modo de referencia, algunos rangos de porosidades encontradas en la práctica comerciales.

2.4.1 Ligas usadas en refractarios

Puesto que los productos refractarios son mezclas particuladas y heterogéneas de óxidos refractarios conformados, requieren mantenerse unidas. El concepto de liga usada en refractarios es pragmático y se refiere al carácter de pegamento que une los granos refractarios.

**FIGURA N° 2.4
RESUMEN DE PROPIEDADES FISICAS CON LOS
ENSAYOS CORRESPONDIENTES**



CUADRO N° 2.5

Rangos de Porosidades de Refractarios Comerciales

MATERIAL	POROSIDAD ABIERTA EN %
Electrofundido	0 - 10
Denso	0 - 15
Normal	15 - 25
Semiporoso	25 - 40
Poroso	40 - 60
Muy poroso	> 60

Las principales ligas consideradas en la industria refractaria se tienen:

La Liga Química es la unión de partículas en verde, generada por alguna reacción química como la fragua hidráulica en los cementos calcio-aluminosos, la reacción de formación de liga fosfórica ($\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{P}_2\text{O}_5 = 2\text{AlPO}_4$), o la reacción del vidrio soluble.

La Liga Cerámica es la unión de partículas lograda luego de un calentamiento a elevada temperatura, proceso denominado cocción o quema, realizado en hornos de diferentes tipos como hornos continuos, shuttle y periódicos.

La Liga Convencional o Liga de Silicato donde la fase ligante es la fase vidriosa (silicato).

La Liga Directa que es la sinterización de los granos en fases cristalinas a altas temperaturas.

La Liga Carbónica (Tar-Bonded) que utiliza material carbónico como alquitrán, que en el proceso de cocción ocurre la coquificación del alquitrán.

Finalmente, la Liga Fría (Cold Bonded) utilizando resinas, evitando los problemas de alquitranado.

En los productos refractarios las ligas utilizadas pueden ser temporales o permanentes, pero en la práctica al entrar en operación adquieren una liga cerámica definitiva, excepto cuando no están sometidos a calor. En el proceso de transformación se produce una interfase de liga química y cerámica, que requiere especial atención.

2.5 Líneas de producción

La planta produce una amplia gama de productos refractarios como Sílice, sílico-aluminosos, aluminosos y básicos en la forma de ladrillos, morteros, concretos, plásticos y apisonables, usando minerales procesados de procedencia nacional y extranjera como cuarcitas, arcillas refractarias, bauxitas, magnesitas, cromitas y materiales más elaborados como espinelas, alúminas, cementos refractarios, carburo de silicio, aglomerantes y aditivos diversos.

2.5.1 Refractarios de sílice

Manufacturados con cuarcita nacional seleccionada (>99.6% SiO₂) y se usan principalmente en las bóvedas de los hornos de

vidrio (con cuarcita de refractariedad superior o "súper-duty") y en hornos de coke (con cuarcita de alta refractariedad o "high-duty").

2.5.2 Refractarios sílico-aluminosos

Fabricados a partir de arcillas refractarias nacionales con contenidos de Al_2O_3 que van desde 32 a 40% usados en diferentes condiciones de operación hasta 1400 °C, como: en cámaras de combustión, calderas, incineradores y en hornos metalúrgicos, de cemento, vidrio y cerámica.

2.5.3 Refractarios aluminosos

Productos cuyo contenido de Al_2O_3 varía desde 50% hasta 90% y sus propiedades varían de acuerdo al contenido de alúmina (Al_2O_3), pudiendo resistir entre 1500 y 1800 °C. Se usan en la construcción de regeneradores de calor, calderos, hornos de refinación de petróleo, hornos de forja y recalentamiento, hornos de fundición, hornos rotativos de cal y cemento, hornos de inducción, tapas de hornos eléctricos de acero, etc.

Estos productos son fabricados sobre la base de Alúminas tabular, calcinada y electrofundida (97-99.5 Al_2O_3), bauxitas importadas (87,7-88,5% Al_2O_3) y arcillas nacionales e importadas.

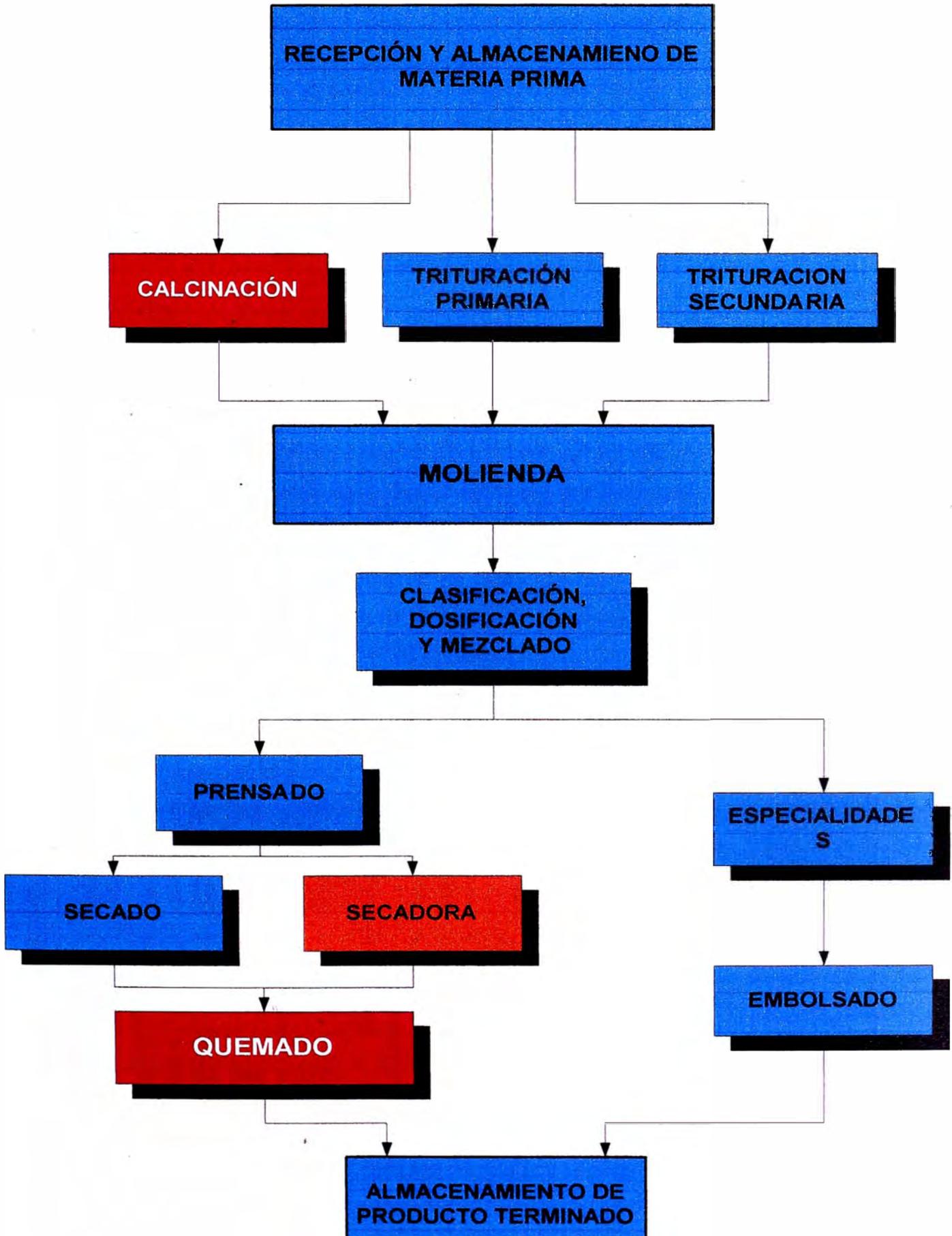
2.5.4 Refractarios básicos

Son productos de más alta categoría que los anteriores y pueden operar hasta 2000 °C y son fabricados sobre la base de minerales de magnesita (95,5-98,5% MgO) sinterizada o electro fundida, cromita (32-48% Cr₂O₃), magnesita-cromita sinterizada o electro fundida, serpentina u olivina sintética (45% MgO), espinela (33% MgO) sinterizada o electro fundida, carbón (92-100% C), etc. Pueden ser fabricados solos o como una mezcla de ellos en distintas proporciones según sea su aplicación. Se usan en hornos metalúrgicos de acero, cobre, plomo, etc., en tanques de distribución de acero para colada continua, en hornos de cemento, regeneradores de hornos de vidrio y hornos de inducción.

2.6 Descripción del proceso productivo

Una visión general del proceso productivo se aprecia en el Diagrama de Bloques Fig. 2.2, el cual cuenta con varias etapas de procesamiento donde se lleva a cabo la preparación de los materiales refractarios en forma secuencial, desde la recepción de materias primas hasta la entrega de los productos terminados.

PROCESO DE FABRICACION DE MATERIALES REFRACTARIOS



PERSONAL OBRERO - OCTUBRE 2006

		1ER. GRUPO				2DO. GRUPO					
SECCION	CARGO		APELLIDOS / NOMBRE	F. INC	V. CONTR.	CARGO		APELLIDOS / NOMBRE	F. INC	V. CONTR.	APELLIDOS / NOMBRE
MOLIENDA	OP. CHANCADORA	R	REVILLA BECERRA, JUAN			OP. CHANCADORA	R	CHIA FARFAN, MIGUEL			
	OPERARIO PLANTA/EVENTUAL		CHUMACERO FARIAS, PEDRO	27/05/2002		OP. DRYPAN	R	BALAREZO DIAZ, GUILLERMO			
						OP. VEHICULOS/T. VARIOS		MANRIQUE HUERTAS, MANUEL			
PRENSAS	SELECCION LADRILLOS										
	OP. VEHICULOS	R	CARRASCO SALAZAR, JUAN			OP. VEHICULOS	R	CAYCHO FLORES, JULIO			
	CARRO BALANZA	R	LLOCLLA ROMERO, JORGE			CARRO BALANZA	R	GUERRERO TELLEZ, GUILLERMO			
	OP. MEZCLADORA	R	MENDOZA ANAMPA, JOSE			OP. MEZCLADORA	R	FLORES FERNANDEZ, VICTOR			
	OP. MEZCLADORA	R	MENDOZA ROBLES, HERNAN			OP. MEZCLADORA	R	NUÑEZ SARZO, CLAUDIO			
	PRENSADOR	R	MORA GALLARDO, VICTOR			PRENSADOR	R	CUICAPUSA VILLAR, ARMANDO			
	PRENSADOR	R	AREVALO PACHECO, FORTUNATO			PRENSADOR	R	HERNANDEZ DE LA CRUZ, LEONARDO			
	PRENSADOR	R	GALLARDO TOYCO, JUAN			PRENSADOR	R	NUÑEZ ROJAS, OVIDIO			
	PRENSADOR/EVENTUAL		OBREGON, ALFONSO	27/05/2002		PRENSADOR/EVENTUAL		LOPEZ, DANY	27/05/2002		
	EVENTUAL M.J.S		CHANTA CRUZ, MANUEL E.	25/05/2004							
EVENTUAL M.J.S		PONCE MENDOZA, CESAR F.	16/08/2005								
EVENTUAL M.J.S		MENDEZ VELASQUEZ, CESAR A.	20/06/2006								
	EVENTUAL L.M.V		OSORIO OROPEZA, OSCAR G.	25/04/2005							
	EVENTUAL L.M.V		LOPEZ CORNEJO MARTIN LUIS	07/06/2006							
	EVENTUAL L.M.V	Tarde	SILVA SALAZAR, VICTOR	09/08/2006							
	EVENTUAL TIEMPO COMPLETO					EVENTUAL TIEMPO COMPLETO					
	TRABAJO GENERAL MEZCLA	R	ROSALES QUIROZ, GABRIEL S.			CARPINTERO	R	PATRICIO LEONARDO, MOISES			
HORNO8	CARGADOR	R	GOMEZ JAMACHI, ALBAR			CARGADOR HORNOS	R	OSEDA CABALLERO REMIGIO			
	DESCARGADOR	R	HUAMBACHANO ESPEJO, HUMBERTO			DESCARGADOR HORNOS	R	REYES VARGAS, HECTOR R			
						OP. VEHIC. (EVENTUAL)					
						EVENTUAL L.M.V	R	ROBERTO BUENO	19/10/2006		
						EVENTUAL L.M.V	R				
						EVENTUAL M.J.S	R				
		ALBAÑIL		TRUJILLO ESTRADA, EPIFANIO							
		ALBAÑIL EVENTUAL	X*	CARHUACUSI ORTIZ, SEBASTIAN	27/05/2002		EVENTUAL T. COMPLETO				
		EVENTUAL L.M.V		CARBALLIDO MORENO, ANTONIO	25/07/2003						
		EVENTUAL L.M.V		ZORRILLA VILLACORTA, LUIS A.	29/05/2006						
	EVENTUAL L.M.V	Mañ	SALVADOR SULCA, PAUL	09/08/2006							
	EVENTUAL L.M.V	Tarde	CABRERA BAYLON, JULIO	09/08/2006							
	EVENTUAL M.J.S		VILCA CAGALLAZA, JUAN	11/02/2006							
	EVENTUAL M.J.S		DONAIRES SALAZAR, MIGUEL	15/12/2006							
	EVENTUAL M.J.S		VICENTE GUTIERREZ, IVAN G	30/05/2006							
	EVENTUAL M.J.S	Tarde	THOULLIER LEON, ERNESTO	12/08/2006							
MANT - UTILLAJE	MECANICO	R	HUACAN YARCURI, VICTOR			MECANICO	R	CLAUDIO BASUALDO, MIGUEL A.			R
	MECANICO	R	PAIS RAMIREZ, LUIS A.			MECANICO	R	POMARINO MUNAYCO, LUIS			
	MODELERO		BECERRA CISNEROS, CLAUDIO			MODELERO					
MANTENIMIENTO	AYD. MEC.AUB.		SANDOVAL BENITES, FELIX								
	MEC. SOLDADOR	R	BACILIO URETA, SIXTO								
	MEC. SOLDADOR	R	SALAZAR TOMASTO, NAZARIO			MECANICO	R	AUCAPFURO MEZA, TEOFILO			
	MECANICO		HILARIO MARCAS, HERCILIO								
	MECANICO		SERNA MEDINA, OSCAR								
	OPERARIO PLANTA		CONCHA VARGAS, ROGER	27/05/2002							
DESPACHOS	ELECTRICISTA	R	REVILLA SILVA, EDUARDO			ELECTRICISTA	R	ASCENCIO BARCO, JESUS			
	OP VEHICULO/EMBALADOR		FERNANDEZ BERNAL, EDGAR								
TOTAL OBREROS		41		22				18			1
Total Eventuales Antiguos		5		4				1			
Total Eventuales 1/2 T		14		14				0			
Total Eventuales (3 meses)		0		0				0			
Tot. Event. Tiempo completo		1		0				1			
Total Trabajadores		61		40				20			1

2.6.1 Diagrama de bloques

Los procesos requeridos para la manufactura de productos refractarios son realizados progresivamente en las secciones principales de la planta iniciándose en el área de Almacenamiento de Materias Primas e insumos, continuando en las secciones de Molienda, Prensas, Secado, Hornos y Despachos. En cada una de estas secciones se realizan los procesos supervisados y controlados que transforman las materias primas e insumos en productos semi elaborados con valor agregado en cada etapa hasta el producto final con destino al cliente, previa verificación de la calidad en las distintas etapas del proceso.

2.7 Recursos humanos

REPSA es una empresa que cuenta con profesionales de ingeniería y personal técnico de las áreas de Mecánica, Electricidad, Industrial, Química, Metalurgia y Minería, que laboran directamente en el sector operativo. El equipo permanente de profesionales, técnicos y trabajadores incluido la parte administrativa y Ventas supera las 100 personas.

La empresa tiene una organización flexible orientada a suministrar de manera eficiente los productos requeridos por sus clientes. La base de su organización se sustenta en sus 4 gerencias, de Ventas, Controlaría, Producción, Relaciones Industriales. En el Organigrama Fig. 2.3, se muestra la organización de Producción.

2.7.1 Régimen laboral

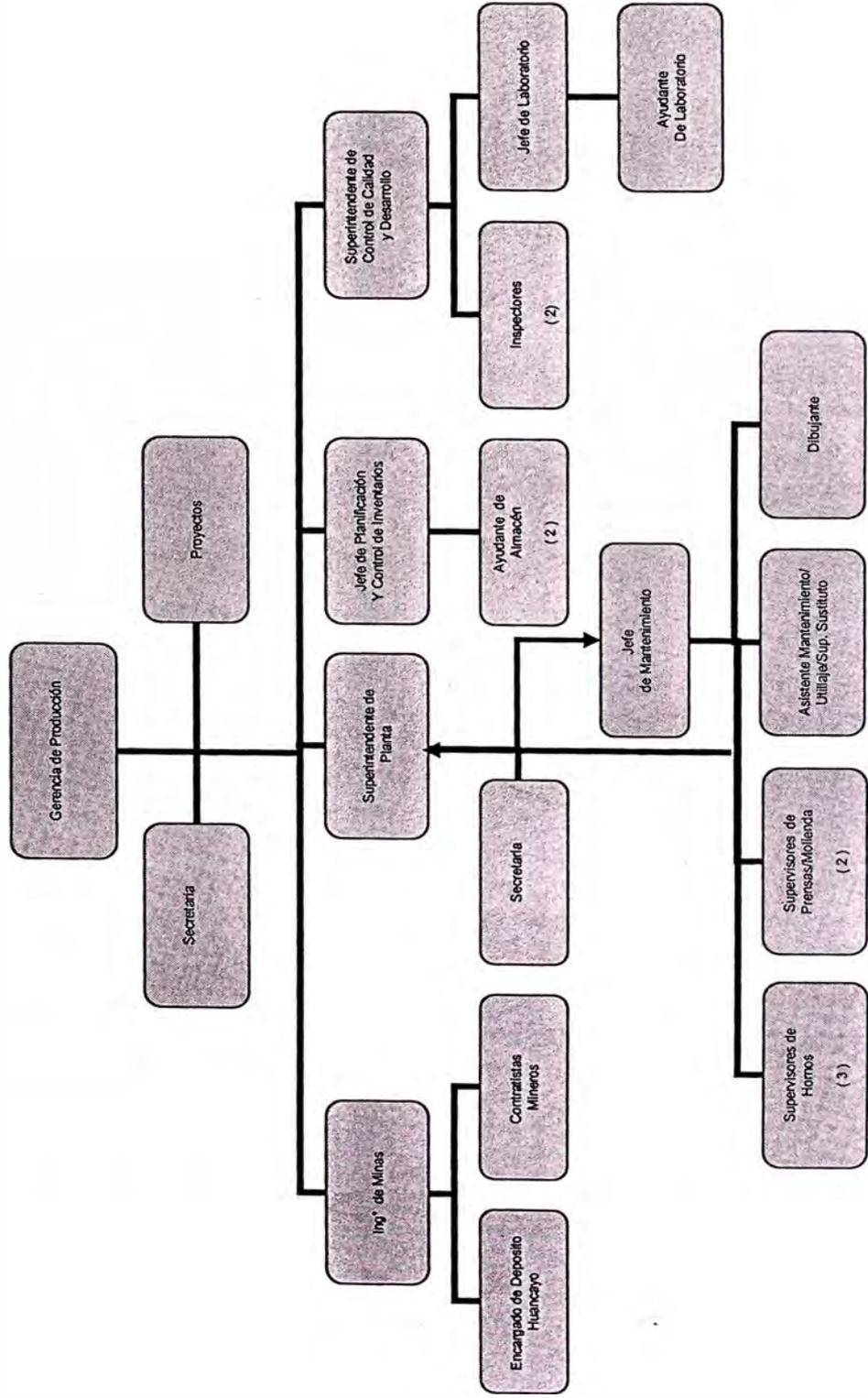
La planta normalmente trabaja tres turnos diarios durante los 365 días del año en la sección Hornos, dos turnos diarios de lunes a sábado en las secciones de Molienda, Prensas, Mantenimiento y Control de Calidad. El personal trabaja en turnos rotativos, alternándose cada 15 días.

Los turnos referidos de 8 horas diarias, son de 07:00 AM a 3:00 PM, 3:00 PM a 11:00 PM y 11:00 PM a 07:00 AM. El pago de salarios durante el segundo y tercer turno está afecto al pago de un diferencial del 10% y 20% respectivamente.

Los días laborables efectivos para la empresa, excepto la sección Hornos son 276 días (6 días/semana X 52 Semanas – 30 días de Vacaciones – 12 feriados no laborables). Los días no laborables

FIGURA N° 2.3

Organigrama Gerencia de Producción



CUADRO N° 2.7

PARTICIPACION EN MERCADOS

Mercado	2005	2004	2003
No Ferroso	6,941	5,754	5,032
Hierro y Acero	3,197	2,412	2,819
Industrial	2,452	2,809	2,169
Exportacion	1,051	878	733
TOTAL	13,641	11,853	11,853

CUADRO N° 2.8

PRODUCCION POR LINEAS DE PRODUCTOS

LINEA DE PRODUCTO	2005	2004	2003
Ladrillos de Arcilla	1,922	1,955	1,386
Ladrillos de Silice	25	17	13
Ladrillos de Alta Alumina	1,160	865	724
Ladrillos Basicos	5,950	4,719	4,341
Especialidades	4,584	4,297	4,289
TOTAL	13,641	11,853	11,853

corresponde a 30 días de vacaciones, 50 domingos, 12 días feriados.(1 de Enero, Jueves y Viernes Semana Santa, Día del Trabajo, 29 de Junio, 27, 28 y 29 de Julio, 30 de Agosto, 1 de Noviembre, 8 de Diciembre, Navidad y Año Nuevo)

La distribución del personal en los diferentes turnos y en las diferentes secciones del área de producción se muestra en el Cuadro 2.6. Téngase en cuenta que se muestra el personal estable y personal eventual requerido según las variaciones de los niveles de producción.

2.8 Mercado

Los principales mercados que atiende la empresa están constituidos por el Mercado No Ferroso, Hierro y Acero, Industrial y Exportación, cuya participación en las ventas de los últimos años se indica en la Fig. 2.7.

Como se puede observar en el cuadro anterior el Mercado No Ferroso es el de mayor participación, principalmente por Southern Perú Copper Corporation y Doe Run, sin embargo por los planes de modernización de estas empresas se prevé una reducción drástica de este mercado, en los siguientes años.

El mercado de Exportación, constituido por Chile, Bolivia y Ecuador no alcanza el 10% en total, siendo un mercado que solo se atiende por emergencia o plazos de entrega razonables, no así por competitividad en precios.

Por otro lado, las ventas en toneladas métricas por grupo de productos fueron en el mismo periodo:

Igualmente, se puede observar en la Fig. 2.8, que los productos de mayor participación en ventas son los productos Básicos y Especialidades.

CAPITULO III

3.0 ANALISIS DE LA SITUACION ACTUAL

En conocimiento del sistema de producción y su relación con respecto a los diferentes factores inherentes al desarrollo productivo de la empresa procesadora de ladrillos refractarios, se procederá en el presente capítulo al análisis específico de los factores y sectores de la empresa cuyos procesos, métodos, equipos y capacidades, contribuyen al proceso integral de satisfacer a los clientes con productos competitivos fabricados dentro de los términos de seguridad, calidad y entrega oportuna.

En busca de la competitividad para conservar y ampliar el mercado de la empresa, dentro de un entorno globalizado, se buscara, siempre bajo un enfoque sistémico, en el actual desempeño de las operaciones productivas, las oportunidades de mejora que permitan plantear alternativas de solución, tendientes a eliminar actividades que no agreguen valor al producto, actualizar e implementar nuevas tecnologías, sustituir equipos, insumos, materias primas o uso de fuentes energéticas alternativas, sin dejar de lado el factor humano.

En consecuencia, a continuación se detallara los productos, procesos, capacidad de producción, el planeamiento y control de la producción existentes. Asimismo las energías utilizadas y las relaciones con los

sectores de apoyo y control como logística, mantenimiento y Control de Calidad.

3.1 Productos manufacturados

Los productos refractarios manufacturados se presentan en forma de ladrillos y piezas pre-vaciadas de castables y bloques prensados o extraídos de plásticos (productos conformados) y, también, como especialidades granuladas secas o húmedas (productos no conformados).

3.1.1 Ladrillos

Estos productos se fabrican con técnicas muy avanzadas, pues, deben tener una mezcla muy especial, una distribución granulométrica específica para la aplicación que se le va dar, una forma y compactación adecuada durante el prensado para que el ladrillo adquiera la densidad requerida y una temperatura de quema o de cocción apropiada para que el producto obtenga las características de calidad ofrecidas en las especificaciones técnicas y aquellas requeridas por el usuario a la temperatura y condiciones de operación de su proceso.

En el mundo se ofrece en la actualidad más de 10 000 formatos de distintas calidades y dimensiones de ladrillos que van desde formas rectas, arcos, cuñas, llaves, combinados de los tres últimos (EFR), biseles, arranques, divididos, jabones, especiales, ISO y RKB, anclajes, ranurados, machihembrado, mirillas, quemadores, toberas, porta-toberas, troneras, placas, jambas, circulares, traslapados, suspendidos, ahuecados para sangrado, dinteles, rompe llamas, anillos, porta-buzas, calderos, universales, tubos, tapas, conos termopares, etc. y cualquier otra forma especial requerida por el usuario. Las formas mas comerciales se muestran en el Cuadro 3.1.

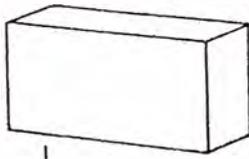
3.1.2 Especialidades

Son mezclas de agregados refractarios y aditivos especiales que cumplen una determinada función en operación. Se presentan como morteros, concretos, apisonables, proyectables, recubrimientos aislantes de protección temporal y plásticos, en bolsas de papel multi-plegos de 40 Kg. los cinco primeros y en cajas de cartón de 40 Kg. el último.

3.1.2.1 Morteros

Son mezclas de materiales finos y superfinos que se emplean para asentar los ladrillos refractarios y sellar las juntas. Se fabrican de acuerdo a la calidad del ladrillo a

LADRILLOS REFRACTARIOS : FORMAS Y DIMENSIONES NORMALES

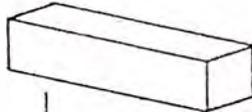
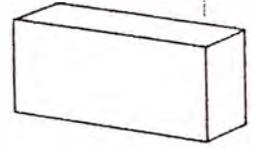


RECTANGULAR
(STRAIGHT)

229x114x63 mm
9"x4 1/2"x2 1/2"

PEQUEÑO
(SMALL)

229x89x63 mm
9"x3 1/2"x2 1/2"



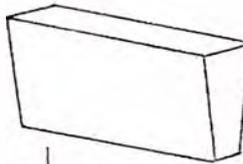
JABON
(SOAP)

229x57x63 mm
9"x2 1/4"x2 1/2"

DIVIDIDO (SPLIT)

229x114x32 mm
9"x4 1/2"x1 1/4"

229x114x51 mm
9"x4 1/2"x2"

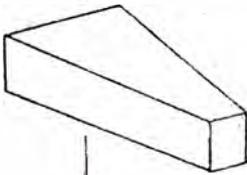
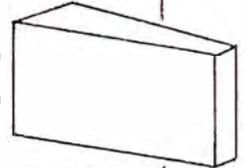


ARCO (ARCH)

N° 1 229x114x(63-54) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-2 1/8")
N° 2 229x114x(63-44) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 3/4")
N° 3 229x114x(63-25) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1")

CUÑA (WEDGE)

N° 1-X 229x114x(63-57) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-2 1/4")
N° 1 229x114x(63-46) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 7/8")
N° 2 229x114x(63-38) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1 1/2")

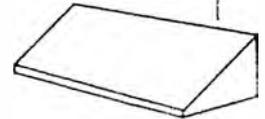


LLAVE (KEY)

N° 1 229x(114-102)x63 mm
9"x(4 1/2"-4")x2 1/2"
N° 2 229x(114-89)x63 mm
9"x(4 1/2"-3 1/2")x2 1/2"
N° 3 229x(114-76)x63 mm
9"x(4 1/2"-3")x2 1/2"
N° 4 229x(114-57)x63 mm
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"

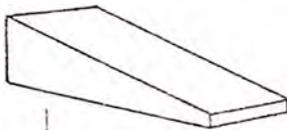
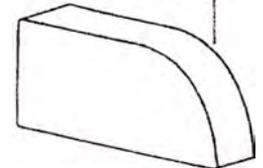
BISEL DE CANTO
(FEATHER EDGE)

229x114x(63-3) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-1/8")



JAMBA
(JAMB)

229x114x63
9"x4 1/2"x2 1/2"

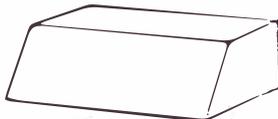
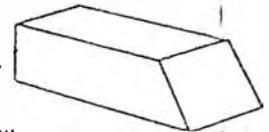


CUELLO
(NECK)

229x114x(63-16) mm
9"x4 1/2"x(2 1/2"-5/8")

BISEL LONGITUDINAL
(END SKEW)

48° (229-171)x114-63 mm
(9"-6 3/4")x4 1/2"x2 1/2"
60° (229-192)x114x63 mm
(9"-7 9/16")x4 1/2"x2 1/2"

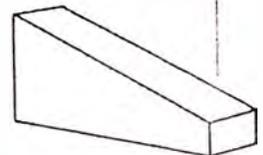


BISEL LATERAL
(SIDE SKEW)

48° 229x(114-57)x63 mm
9"x(4 1/2"-2 1/4")x2 1/2"
60° 229x(114-78)x63 mm
9"x(4 1/2"-3 1/16")x2 1/2"

ARRANQUE
(EDGE SKEW)

229x(114-33)x63 mm
9"x(4 1/2"-1 1/2")x2 1/2"



asentar y son de dos tipos: morteros de fragua térmica y morteros de fragua en frío. Los primeros sinterizan a elevadas temperaturas y, los segundos, a temperatura ambiente.

3.1.2.2 Concretos

Son mezclas de agregados refractarios con cementos aluminosos, silicatos u otros aditivos. Los primeros, son productos de fragua hidráulica con los que se hacen construcciones monolíticas de tipo estructural y son muy fáciles de usar y se instalan por vaciado, bombeado o con badilejo.

Son exhaustivamente muestreados y controlados durante su fabricación para conseguir que su calidad sea consistente con las especificaciones requeridas. Los concretos de última generación son los de bajo y ultra-bajo cemento, los concretos sin cemento y los auto-fluyentes.

3.1.2.3 Apisonables

Son masas granulares diseñadas para ser instaladas por apisonamiento manual o con martillos neumáticos para

desarrollar estructuras monolíticas densas, fuertes y seguras.

3.1.2.4 Proyectables

Son masas parecidas a los concretos o a los apisonables pero se instalan en frío o en caliente mediante proyección con pistola neumática para proteger la superficie de las paredes refractarias permanentes de los hornos o de los equipos de trabajo.

3.1.2.5 Revestimientos aislantes temporales

Son masas preparadas especialmente para aislar y proteger temporalmente la pared permanente que generalmente son ladrillos o concretos vaciados de mayor valor o más complejos de ser cambiados. Se aplican con badilejo o por rociado o proyección.

3.1.2.6 Plásticos

Son masas refractarias de consistencia plástica, ideales para instalaciones o reparaciones rápidas por apisonamiento manual o neumático.

3.2 Tabla de productos

En la Tabla de productos mostrada en el Cuadro 3.2, se han clasificado estos según las líneas de producción la clase, presentación en ladrillos y especialidades, incluyendo sus marcas comerciales, para una visión general de referencia rápida.

3.3 Análisis de la estructura y evolución de la producción

Los niveles de producción reales alcanzados desde el año 1978, se muestran en la Fig. 3.4, correspondiendo el nivel máximo de producción a 19,800 TM/año, en el año 1980 con un promedio de 12,126 TM/año, y una producción mínima de 6,024 TM/año, en el año 1992. Con una variación estándar de 3,126. Nótese que el máximo nivel alcanzado corresponde al periodo anterior al último incremento de capacidad del año 1980.

Si bien es cierto, que los niveles de producción a partir del año 1980, no han sido superados, se percibe que los plazos de entrega son más oportunos. Antes del año 1980 el backlog era de 6 meses, las condiciones de mercado eran de importaciones prohibidas, por lo tanto existía un mercado cautivo.

CUADRO N° 3.2

MINERAL	CLASE	TIPO DE PRODUCTO						
		LADRILLOS	ESPECIALIDADES					
			MORTEROS	CONCRETOS	APISONABLES	PROYECTABLES	RECUB.	PLÁSTICOS
Sílice	Alta Refractariedad	Star	De Sílica			Koplomix		
	Super Refractariedad	Vega	Vega Bond			Granos de Cuarzita		
Arcilla	Mediana Refractariedad	Antiácido						
	Alta Refractariedad	Kero Repsa	Tierra Refractaria Penseal	Repsa Extra				
	Super Refractariedad (*)	Alamo Varnon Varnon BF Varnon BP (***)	Super	Super Super BPS Extra LI Tufshot LI Harcast Versaflo 45 Adtech		Tufshot LIG Super BPS-G		Super r Super CS
Alta Alúmina	50%	Dialite Dialite BP (***)	Harwaco-Bond	Riserclean 30 Adtech(****)				Apache Apache CS
	60%	Anchor	Ankorite 65	Versaflo 60 Adtech Alta Alúmina				
	70%	Alusite Alusite D Alusite BP(****) Aladino 70		Versaflo 70 Adtech				
	80%	Aladino 80 Coralite Korundal EXL	Ankorite 80AS Phosbond (***)	Versaflo 80 Adtech	Coralite Ram. Mix	Gunning Mix 1-97		Coralite
	85%	Coral BP (***) Aladino 85 Alad.85BP(***)		Versaflo 85 Adt Castolast C Repsa 10-02 SR				Coral (***) Coral Fino (***)
	90%	Korundal XD NA-33HF		Versaflo 90 Adt Castolast B				Korundal (***)
	95%			Castolast G				
	Alúmina-Carbón	Aladin AMC(**)				Harmix Cu (**)		Apachite(**)
Alúmina-Cromo							15-94B(***) Ruby	
Básicos	Magnesita	Repmag B	De Magnesita Magnabond Magnamold			Granos de Magnesita Magnamix F Magnamix 363 Perimix	BOF Gunning Mix Permarep Gun Mix	
	Magnesita-Cromo	Nucon 50 Nucon 60 Nucon 60CU Nucon 80 Novus 20 Novus 20 SR Novus 30 Novus 30 SR Magnex				Novus	Repsa 33-03 Gun Mix	
	Magnesita-Carbón	Oxifine KLP Harcen Nulfine 10 Nulfine 15						
	Magnesita-Espinela	Magnel Magnel RS Magnel RS 30 Magnel RSV Magnel Ultra Magnel Ultra 30						
	Magnesita-Olivina					Magfos 85F		
	Magnesita-Serpentina							Magfos RB-76
	Cromo-Magnesita	Chromex BG CB-20 Novus PM Repsa 60-00						
	Cromo		Thermolith	Chromepak Cromo Cromo ES			Chromepak G	

(*) Se exporta también como calcina

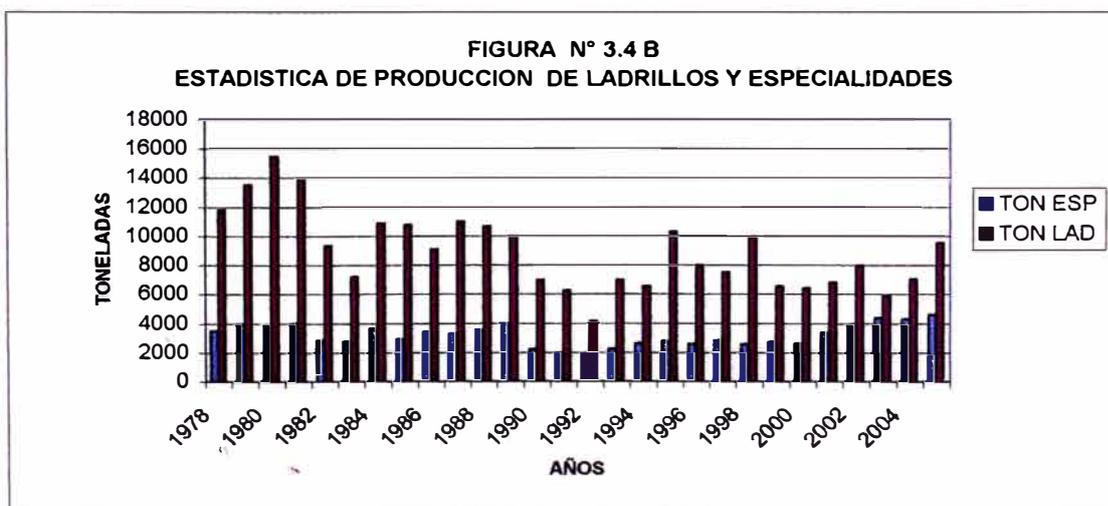
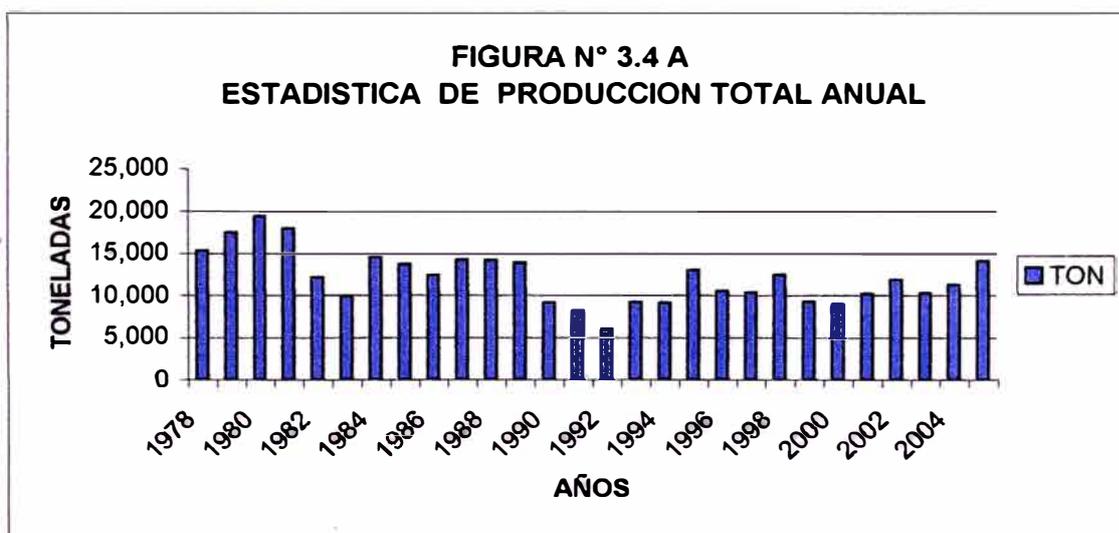
(**) Productos Grafitados

(***) Productos Fosfatados

(****) Con SiC

FIGURA N° 3.4

ESTADISTICA DE PRODUCCION AÑOS 1978 - 2005



La capacidad instalada registrada de la planta es de 24,000 TM/ año, no obstante después del año 1980 no se ha superado la máxima producción obtenida, debido a las condiciones de mercado.

También se observa que el mix de producción de productos básicos, silicoaluminosos y especialidades es en promedio en la proporción de 60%, 40% y 20%.

Asimismo se puede apreciar que a través de los años, ciertas líneas de producción han sido discontinuadas, producto de las innovaciones tecnológicas y empleo de materiales refractarios más puros, habiendo sido reemplazados por nuevos productos quemados a mayores temperaturas.

3.3.1 Clasificación ABC de los productos

El uso de productos refractarios depende de los procesos en que se utilicen, siendo frecuente que el cambio de proceso por parte de los usuarios, uso de distintas materias primas en sus procesos, o cambios de tecnología obliguen al cambio de calidad de los productos refractarios.

En consecuencia, el productor de refractarios tiene que adecuarse a las nuevas necesidades del usuario, respondiendo con productos refractarios mejorados, siendo esta practica un proceso dinámico en el tiempo, lo que obliga al productor a cambiar el proceso, materia prima o a crear productos nuevos.

En la estadística de producción, se observa que los niveles de producción varían en volumen y calidades fabricadas, como consecuencia de los cambios en las diferentes industrias, haciendo que algunas líneas de producción aparezcan o desaparezcan del mercado.

Con la intención de ver la situación actual respecto al mercado y preferencia de productos, se realizó un análisis de la producción del año 2004, mediante un análisis ABC, separado por las líneas de producción de ladrillos y especialidades y se muestran en los Cuadros N° 3.5, Cuadros N° 5.6 ya Fig. 3.5 y Fig. 3.6.

En el caso de la producción de ladrillos podemos observar que el 80% de la producción lo constituye los productos N-60, Repsa, Alusite y Dialite. El 15% de la producción los Varnon, Magnel, Aladino 85 y Novas PM y finalmente el 5% considerado como otros.

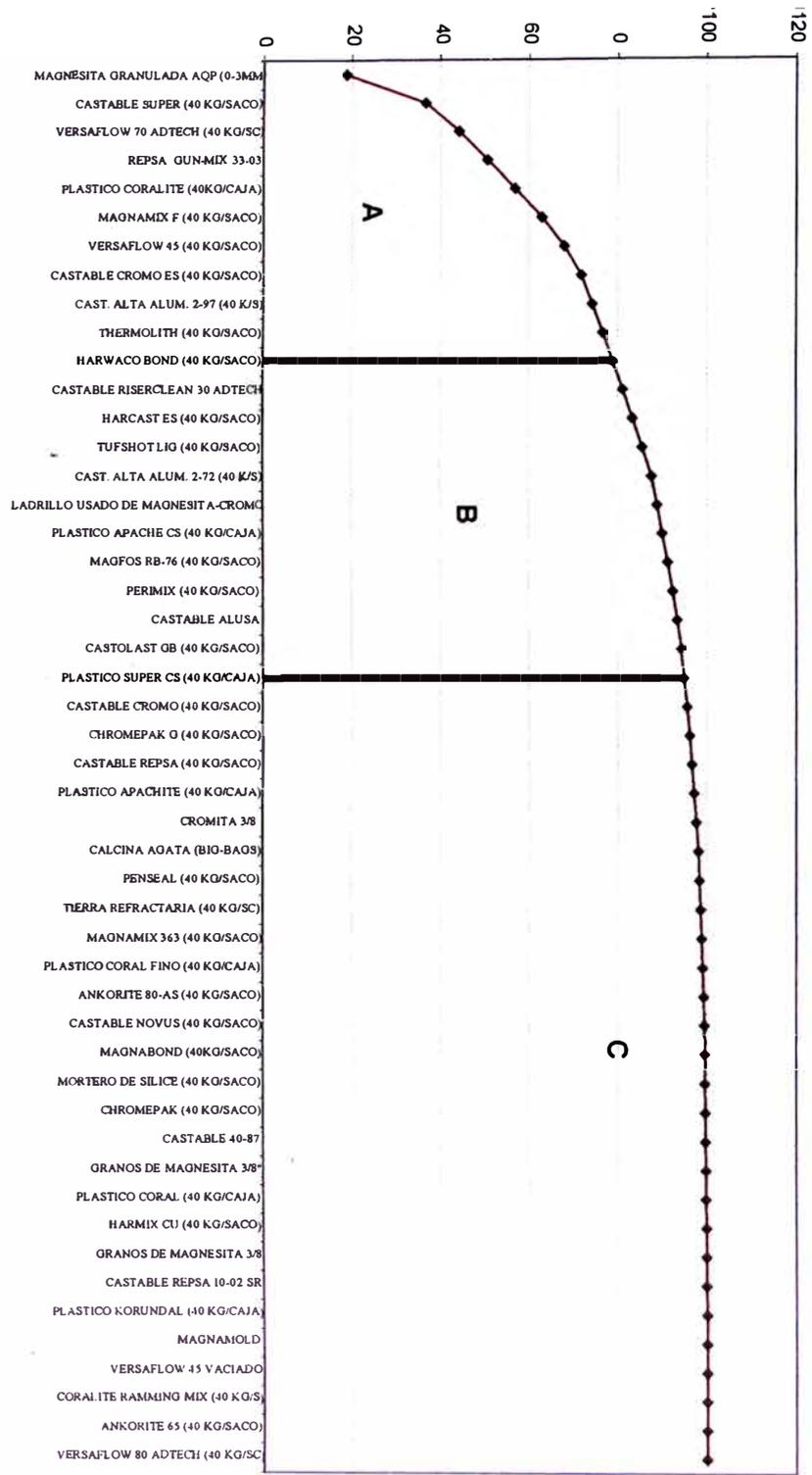


Fig. 3.6 PRODUCCION ESPECIALIDADES 2004

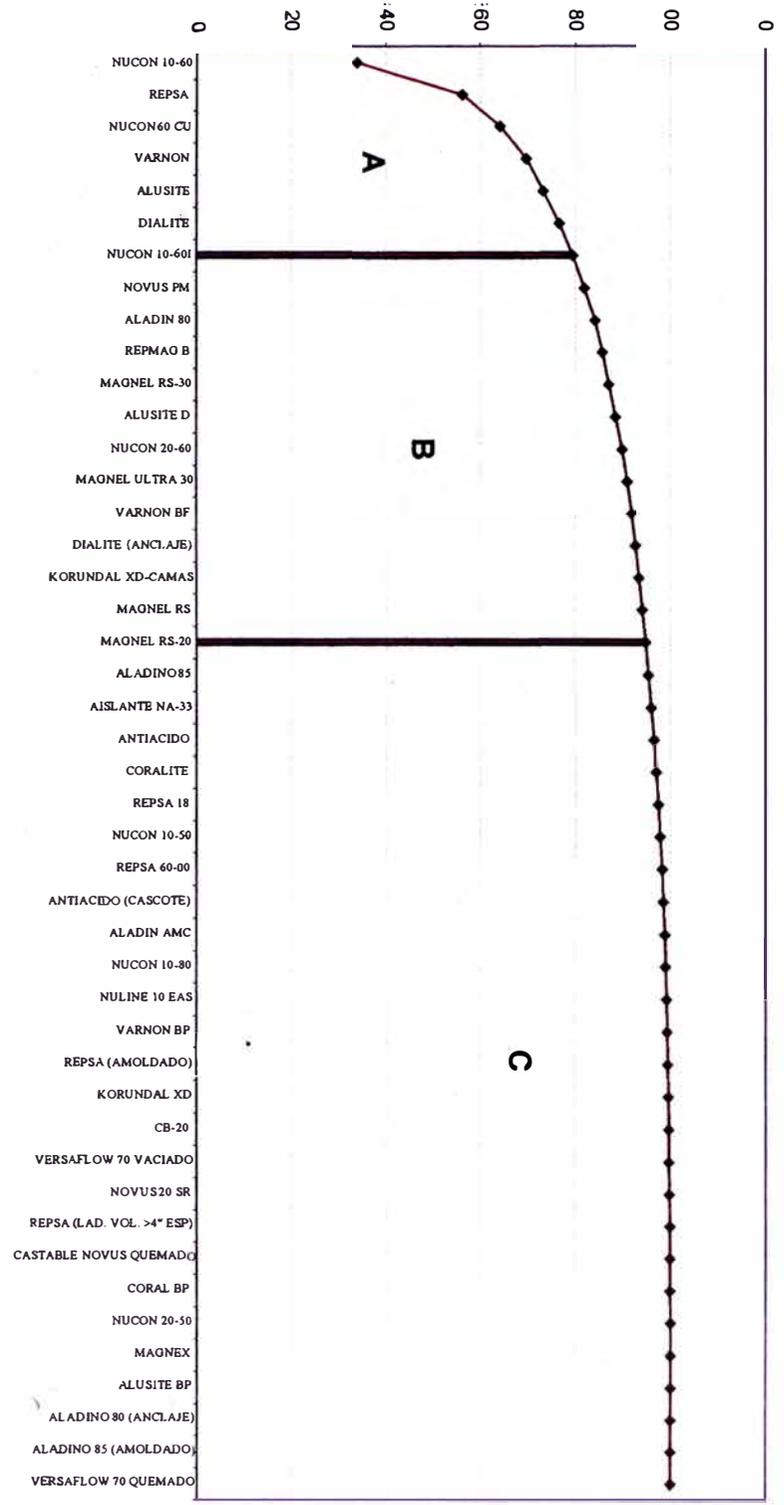


Fig. 3.5 PRODUCCION LADRILLOS 2004

CUADRO N° 3.5

PRODUCCION LADRILLOS 2004						
	LADRILLOS	TM	%	%ACUMULADO	%PART	%PART.ACUM
A 80%	NUCON 10-60	2,937.956	33.98	33.98	2.22	2.22
	REPSA	1,922.684	22.23	56.21	2.22	4.44
	NUCON 60 CU	687.540	7.95	64.16	2.22	6.67
	VARNON	476.139	5.51	69.67	2.22	8.89
	ALUSITE	300.671	3.48	73.14	2.22	11.11
	DIALITE	295.271	3.41	76.56	2.22	13.33
	NUCON 10-60I	243.133	2.81	79.37	2.22	15.56
	NOVUS PM	217.236	2.51	81.88	2.22	17.78
	ALADIN 80	188.553	2.18	84.06	2.22	20.00
	REPMAG B	131.122	1.52	85.58	2.22	22.22
B 15%	MAGNEL RS-30	124.059	1.43	87.02	2.22	24.44
	ALUSITE D	122.766	1.42	88.43	2.22	26.67
	NUCON 20-60	118.233	1.37	89.80	2.22	28.89
	MAGNEL ULTRA 30	93.414	1.08	90.88	2.22	31.11
	VARNON BF	81.842	0.95	91.83	2.22	33.33
	DIALITE (ANCLAJE)	66.953	0.77	92.60	2.22	35.56
	KORUNDAL XD-CAMAS	63.225	0.73	93.33	2.22	37.78
	MAGNEL RS	59.816	0.69	94.03	2.22	40.00
	MAGNEL RS-20	58.190	0.67	94.70	2.22	42.22
	ALADINO 85	53.492	0.62	95.32	2.22	44.44
C 5%	AISLANTE NA-33	49.398	0.57	95.89	2.22	46.67
	ANTIACIDO	46.743	0.54	96.43	2.22	48.89
	CORALITE	42.229	0.49	96.92	2.22	51.11
	REPSA 18	39.763	0.46	97.38	2.22	53.33
	NUCON 10-50	36.965	0.43	97.81	2.22	55.56
	REPSA 60-00	32.853	0.38	98.18	2.22	57.78
	ANTIACIDO (CASCOTE)	25.678	0.30	98.48	2.22	60.00
	ALADIN AMC	23.723	0.27	98.76	2.22	62.22
	NUCON 10-80	15.974	0.18	98.94	2.22	64.44
	NULINE 10 EAS	14.810	0.17	99.11	2.22	66.67
	VARNON BP	12.968	0.15	99.26	2.22	68.89
	REPSA (AMOLDADO)	12.182	0.14	99.40	2.22	71.11
	KORUNDAL XD	8.953	0.10	99.51	2.22	73.33
	CB-20	8.902	0.10	99.61	2.22	75.56
	VERSAFLOW 70 VACIADO	6.274	0.07	99.68	2.22	77.78
	NOVUS 20 SR	5.806	0.07	99.75	2.22	80.00
	REPSA (LAD. VOL. >4" ESP)	5.221	0.06	99.81	2.22	82.22
	CASTABLE NOVUS QUEMADO	5.048	0.06	99.87	2.22	84.44
	CORAL BP	3.430	0.04	99.91	2.22	86.67
	NUCON 20-50	2.812	0.03	99.94	2.22	88.89
MAGNEX	2.226	0.03	99.97	2.22	91.11	
ALUSITE BP	1.395	0.02	99.98	2.22	93.33	
ALADINO 80 (ANCLAJE)	0.685	0.01	99.99	2.22	95.56	
ALADINO 85 (AMOLDADO)	0.680	0.01	100.00	2.22	97.78	
VERSAFLOW 70 QUEMADO	0.183	0.00	100	2.22	100.00	
	45	8,647.196				

CUADRO N° 3.6

PRODUCCION ESPECIALIDADES 2004						
	ESPECIALIDADES	TM	%	%ACUMULADO	%PARTICIP.	%PART.ACUM
A 80%	MAGNESITA GRANULADA AQP (0-3MM)	803.75	18.79	18.79	2.04	2.04
	CASTABLE SUPER (40 KG/SACO)	763.72	17.85	36.64	2.04	4.08
	VERSAFLOW 70 ADTECH (40 KG/SC)	326.20	7.63	44.27	2.04	6.12
	REPSA GUN-MIX 33-03	270.44	6.32	50.59	2.04	8.16
	PLASTICO CORALITE (40KG/CAJA)	269.52	6.30	56.89	2.04	10.20
	MAGNAMIX F (40 KG/SACO)	254.84	5.96	62.85	2.04	12.24
	VERSAFLOW 45 (40 KG/SACO)	219.56	5.13	67.98	2.04	14.29
	CASTABLE CROMO ES (40 KG/SACO)	162.84	3.81	71.79	2.04	16.33
	CAST. ALTA ALUM. 2-97 (40 K/S)	105.56	2.47	74.26	2.04	18.37
	THERMOLITH (40 KG/SACO)	100.64	2.35	76.61	2.04	20.41
	HARWACO BOND (40 KG/SACO)	98.56	2.30	78.91	2.04	22.45
B 15%	CASTABLE RISERCLEAN 30 ADTECH	98.52	2.30	81.22	2.04	24.49
	HARCAST ES (40 KG/SACO)	92.80	2.17	83.39	2.04	26.53
	TUFSHOT LIG (40 KG/SACO)	92.40	2.16	85.55	2.04	28.57
	CAST. ALTA ALUM. 2-72 (40 K/S)	87.16	2.04	87.58	2.04	30.61
	LADRILLO USADO DE MAGNESITA-CROMO	50.01	1.17	88.75	2.04	32.65
	PLASTICO APACHE CS (40 KG/CAJA)	50.00	1.17	89.92	2.04	34.69
	MAGFOS RB-76 (40 KG/SACO)	48.32	1.13	91.05	2.04	36.73
	PERIMIX (40 KG/SACO)	47.04	1.10	92.15	2.04	38.78
	CASTABLE ALUSA	41.36	0.97	93.12	2.04	40.82
	CASTOLAST GB (40 KG/SACO)	40.48	0.95	94.07	2.04	42.86
	PLASTICO SUPER CS (40 KG/CAJA)	31.76	0.74	94.81	2.04	44.90
C 5%	CASTABLE CROMO (40 KG/SACO)	28.96	0.68	95.48	2.04	46.94
	CHROMEPAK G (40 KG/SACO)	28.40	0.66	96.15	2.04	48.98
	CASTABLE REPSA (40 KG/SACO)	22.08	0.52	96.66	2.04	51.02
	PLASTICO APACHITE (40 KG/CAJA)	20.32	0.48	97.14	2.04	53.06
	CROMITA 3/8	19.00	0.44	97.58	2.04	55.10
	CALCINA AGATA (BIG-BAGS)	18.70	0.44	98.02	2.04	57.14
	PENSEAL (40 KG/SACO)	12.20	0.29	98.31	2.04	59.18
	TIERRA REFRACTARIA (40 KG/SC)	11.64	0.27	98.58	2.04	2.04
	MAGNAMIX 363 (40 KG/SACO)	10.60	0.25	98.83	2.04	4.08
	PLASTICO CORAL FINO (40 KG/CAJA)	9.52	0.22	99.05	2.04	6.12
	ANKORITE 80-AS (40 KG/SACO)	9.40	0.22	99.27	2.04	8.16
	CASTABLE NOVUS (40 KG/SACO)	5.44	0.13	99.40	2.04	10.20
	MAGNABOND (40KG/SACO)	3.92	0.09	99.49	2.04	12.24
	MORTERO DE SILICE (40 KG/SACO)	3.44	0.08	99.57	2.04	14.29
	CHROMEPAK (40 KG/SACO)	3.04	0.07	99.64	2.04	16.33
	CASTABLE 40-87	2.52	0.06	99.70	2.04	18.37
	GRANOS DE MAGNESITA 3/8"	2.48	0.06	99.76	2.04	20.41
	PLASTICO CORAL (40 KG/CAJA)	2.32	0.05	99.81	2.04	22.45
	HARMIX CU (40 KG/SACO)	1.96	0.05	99.86	2.04	24.49
	GRANOS DE MAGNESITA 3/8	1.52	0.04	99.89	2.04	26.53
	CASTABLE REPSA 10-02 SR	1.20	0.03	99.92	2.04	28.57
	PLASTICO KORUNDAL (40 KG/CAJA)	1.16	0.03	99.95	2.04	30.61
	MAGNAMOLD	0.80	0.02	99.97	2.04	32.65
	VERSAFLOW 45 VACIADO	0.52	0.01	99.98	2.04	34.69
	CORALITE RAMMING MIX (40 KG/S)	0.52	0.01	99.99	2.04	36.73
	ANKORITE 65 (40 KG/SACO)	0.44	0.01	100.00	2.04	38.78
VERSAFLOW 80 ADTECH (40 KG/SC)	0.00	0.00	100.00	2.04	40.82	
49		4,277.58	100%			

Esta información nos indica que la prioridad de atención deberá ponerse a los productos del grupo A, los cuales no son más del 20%. Es resaltante el hecho que estos productos son procesados a alta temperatura y por lo tanto el de mayor costo, por cuya razón será conveniente revisar.

Con respecto a la producción de especialidades el 80% de la producción lo constituye los productos castables Super, proyectables Magfos, plásticos Coralite y mortero Harwaco Bond. El 15% de la producción los castable de bajo cemento, morteros básicos y castables de alta alumina y finalmente el 5% considerado como otros.

Aunque estos productos no llevan el proceso térmico, no debe dejarse de prestar atención a estos por cuanto las materias utilizadas son importadas o tienen el proceso térmico como la calcina procesada el Horno Rotativo.

3.4 Análisis del proceso de producción

Como parte del análisis del proceso de producción será considerado el análisis de las materias primas principalmente su origen y disponibilidad, el control de calidad y nivel de consumo de las mismas.

Respecto a los procesos de fabricación, se describirá los actuales procesos y actualizarán los diagramas de análisis del proceso. Se analizará de acuerdo con los flujogramas, el recorrido de los materiales en proceso, la adecuación del personal, además se revisará el estado de los equipos y su obsolescencia, tipo de tecnología y sus características, se detallará la maquinaria y equipo indicando marca, estado de conservación y tipo de mantenimiento y necesidad de reemplazo.

3.4.1 Materias primas

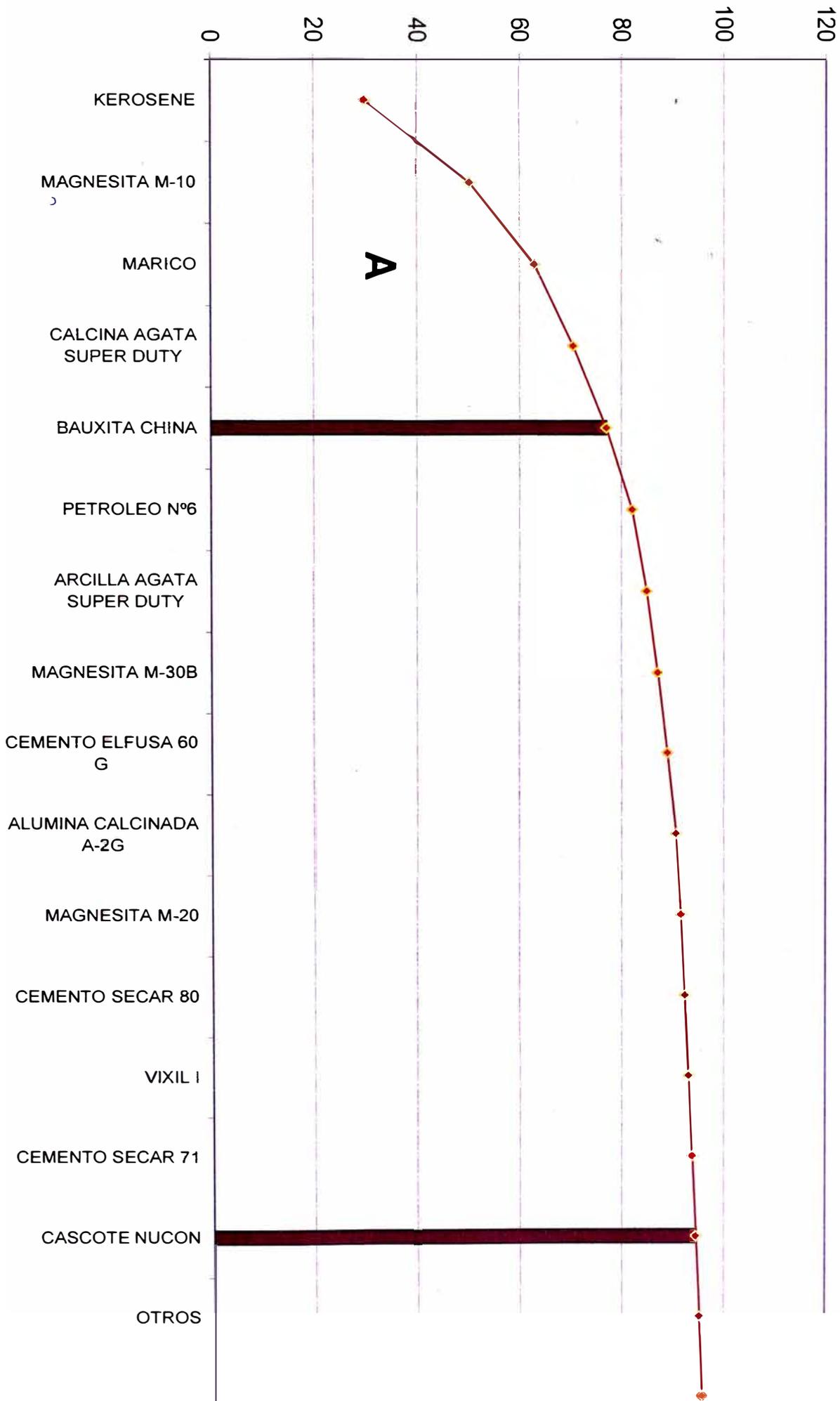
Las materias primas utilizadas son de origen nacional y extranjeras, y en mayor volumen y valor las de fuentes externas, por lo tanto su disponibilidad debe anticiparse y balancear las necesidades de producción con el valor y costo de mantener en inventarios.

3.4.1.1 Clasificación ABC de Materias primas

Se procesan los productos del inventario, en los cuales se considera las materias primas para la producción de productos refractarios, los insumos y combustibles utilizados, que se muestra en el Cuadro N° 3.7

CUADRO N° 3.7 ABC: CONSUMO PRODUCTOS Y COMBUSTIBLES 2004

%ACUMULADO



La información procesada en un análisis ABC, corresponde a los consumos realizados en producción del año 2004, y los resultados se ven en el gráfico xx. Como resultado del análisis, el 80% del valor del consumo en dólares corresponde al Kerosene, Magnesita m-10, Cromo Marico y Calcina Agata y Bauxita. El 15% del valor en dólares corresponde a Arcilla Agata, Cementos refractarios y Aluminas calcinadas y finalmente el consumo del 5% correspondiente a otros, cuyo consumo o valor es bajo.

Realizado el Diagrama de Pareto, es importante notar que el principal insumo es el kerosene, magnesita y cromo, seguido de la calcina, de lo que se deduce que el principal proceso lo constituye el proceso de quema, cuyo análisis se verá con mayor detenimiento por cuanto esta indicando ser el proceso o sección que tiene mayores posibilidades de ahorro o sustitución por combustibles alternativos más económicos o de menor contaminación ambiental, como el gas natural disponible a la fecha.

3.4.2 Procesos de fabricación

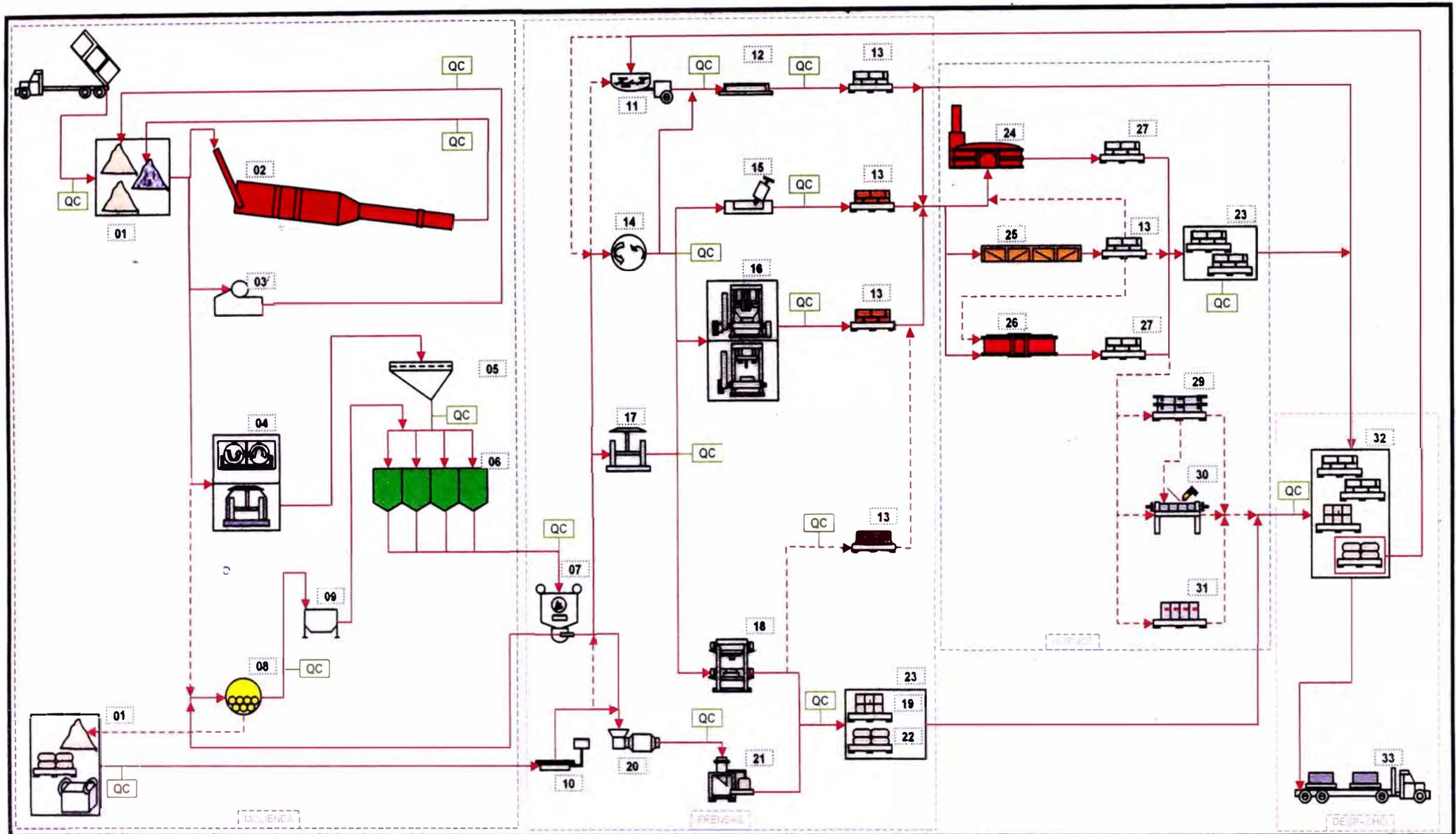
A continuación se detallan los principales procesos para la producción de materiales refractarios, asimismo se muestra en la Fig. 3.8, el Diagrama General de Procesos, los procesos y su relación con las secciones y equipos utilizados.

3.4.2.1 Proceso de recepción de materias primas e insumos

El proceso comienza con la recepción y almacenamiento de las materias primas e insumos, que se obtienen en el mercado nacional e internacional, que son transportadas a la planta en camiones desde el lugar de origen de proveedores o minas propias en el caso de materias primas nacionales o del puerto del Callao en el caso de materiales importados.

De acuerdo a las características de los materiales, estos se depositan en zonas debidamente clasificadas para garantizar la conservación de propiedades y evitar contaminaciones por mezcla involuntaria con otros productos, por lo cual existen tres tipos de áreas de almacenamiento, como son a la intemperie con protección

FIGURA N° 3.8



LISTA DE EQUIPOS **DIAGRAMA GENERAL DE PROCESOS**

01 Materia Prima	02 Hr Rotativo	03 Ch Mandibulas	04 Dry Pan Ch.Haze y Cedar Rapids	05 Zarandas M1 M2	06 Tolvas Intermedias	07 Carrito Balanza	08 Molinos D1 D2 B	09 Tote Can	10 Balanza de piso	11 Mz Paletas	12 Formas vaciadas	13 Ladrillos verdes	14 Mz Eirich 1.2.3	15 Amoldado	16 prensas L Y X	17 Mz Wet Pan 2.3	18 Prensa Impacto	19 PT Plasticos	20 Mz Munson	21 Ensacadora	22 PT Especialidades	23 Zona intermedia	24 Hr Periódico 3.4.5	25 Secadora	26 Hr Bicklev 1 y 2	27 Ladrillos Quemado	28 Despachos	29 Ganchos CK	30 Melakase	31 Ladrillos ISO	32 Pintura y Carton	33 Almacen despacho
------------------	----------------	------------------	-----------------------------------	-------------------	-----------------------	--------------------	--------------------	-------------	--------------------	---------------	--------------------	---------------------	--------------------	-------------	------------------	-------------------	-------------------	-----------------	--------------	---------------	----------------------	--------------------	-----------------------	-------------	---------------------	----------------------	--------------	---------------	-------------	------------------	---------------------	---------------------

REALIZADO POR:	REVISADO POR:	
APROBADO POR:	REVISION N°:	
FECHA:	DIAGRAMA N°:	PAG N°:

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

de cobertura temporal, áreas bajo techo y áreas con protección de temperatura y humedad.

El manipuleo se efectúa según la cantidad y presentación del material, que puede ser a granel, ensacado en bolsas de papel o plástico, bolsones y paletas de capacidad por encima de una tonelada, normalmente transportados en containeres o camiones tolva o plataforma. La descarga de los materiales puede ser ejecutados en forma manual, mecanizada o mixta, con ayuda de montacargas y cargadores frontales.

Una vez descargados los diferentes materiales, son registrados sus ingresos en las diferentes áreas o almacenes para disposición según requerimiento de los planes y procesos de producción requeridos.

3.4.2.2 Proceso de preparación de materias primas

La sección de Molienda comprende los procesos de Chancado primario, Trituración o Chancado Secundario, Clasificación y Molienda, cuyos procesos garantizan la

En esta sección se realiza el proceso de Calcinación de la arcilla refractaria en un Horno Rotatorio, que consiste en el calentamiento a 1300 °C, para eliminar la humedad, volátiles y agua de constitución. El producto resultante llamado Calcina recibe el tratamiento de materia prima descrito anteriormente.

3.4.2.3 Proceso de mezclado

El proceso de mezclado se efectúa dosificando las materias primas, insumos y aditivos requeridos en cantidad y calidad según la formulación de cada producto a manufacturar en los mezcladores, cuyas características también depende del tipo de producto. Estos pueden ser de mezcla en seco o húmedo, de baja o alta intensidad.

El objetivo principal del proceso es homogenizar la mezcla de los componentes en un tiempo determinado a fin de garantizar que la mezcla obtenga las características apropiadas para el proceso de conformado y que este sea repetible para mantener la consistencia de la producción, especialmente en humedad y granulometría.

Este proceso es utilizado para fabricación de ladrillos y masas plásticas refractarios, generalmente con adición de agua entre 1.5 % a 4%. La línea de productos secos como mortero, concretos, y masas proyectables son embolsados en bolsas multipliegos de papel de 40 Kl., o bolsones de 1 TM.

3.4.2.4 Proceso de conformado

El proceso de conformado se refiere a darle la forma apropiada o requerida al producto refractario, mediante métodos con equipos manuales o mecánicos, según la complejidad de la forma, cantidad y propiedades que sean necesarias. Los procesos de conformado utilizan métodos de apisonado con martillos neumáticos, vaciados complementados con vibradores electro mecánicos, prensados con prensas neumáticas, electro-mecánicas, e hidráulicas.

La función principal de este proceso es obtener las características de diseño del producto, en cuanto a medidas, peso, densidad y porosidad, de cuya exactitud depende la eficacia de los siguientes procesos o la calidad del producto final.

Generalmente en las prensas, se usan moldes de acero sólido, capaces de resistir grandes presiones, necesarios para conformar las diferentes calidades de materiales refractarios.

Este proceso es utilizado para fabricación de ladrillos y masas plásticas refractarios, generalmente con adición de agua entre 1.5 % a 4%.

La línea de productos secos como mortero, concretos, y masas proyectables, después del mezclado en mezcladores rotatorios son embolsados en bolsas multipliegos, paletizados y entregados a la sección Despachos.

3.4.2.5 Proceso de secado

La adición de agua o aditivos líquidos en el proceso de mezclado, se realiza con el fin de facilitar el proceso de conformado o darle características químicas requeridas al producto.

El proceso de secado es aplicado a los productos que requieren cocción o quema, o que los componentes químicos reaccionen para obtener las propiedades de diseño correspondiente a la calidad de los productos. En ambos casos se requiere eliminar el contenido de humedad, mediante el proceso de secado.

El proceso de secado es diseñado de acuerdo a la calidad, y tamaño del producto, mediante un perfil térmico adecuado para la extracción de la humedad o reacción química que se requiera en el tiempo apropiado para obtenerla sin perjudicar la calidad del producto.

3.4.2.6 Proceso de quema

El producto secado es cargado en los hornos, especialmente acondicionados para cumplir con condiciones de distribución de carga según el tipo de horno. La carga puede ser directamente dentro del horno o en carros fuera de este, los cuales ingresan al horno por desplazamiento con accionamiento hidráulico.

El proceso de quema se realiza en Hornos cuyo rango de temperatura es de 1200 a 1760°C. El perfil térmico y el nivel de temperatura dependen de la calidad del producto, el cual garantiza la obtención de las propiedades requeridas por este.

Durante la quema se producen transformaciones físico-químicas, como reacciones en estado sólido, recristalizaciones, formación de fases líquidas y eliminación de volátiles, en consecuencia se desarrolla estructuras características para cada tipo de mezcla

refractaria, que dan las propiedades a cada tipo de producto.

Terminado el proceso de quema, el producto es descargado en paletas, con cantidades y distribución determinadas por la calidad y forma del producto. Luego son almacenadas en la zona asignada para el control de calidad y entrega a la sección despachos.

3.4.2.7 Proceso de entrega

Los productos recepcionados por la sección Despachos, debidamente aprobados por el Departamento de Control de Calidad, son clasificados según las ordenes de pedidos para los diferentes clientes o almacenados para stock. Las paletas con el producto identificado son acondicionadas para el despacho con el embalaje correspondiente que asegura su protección de las condiciones ambientales y transporte.

3.5 Capacidad de planta

La planta fue diseñada para atender los requerimientos de la Compañía Cerro de Pasco Corporation y el mercado creciente desde 1955, por lo tanto la planta ha ido incrementando su capacidad en forma paulatina. Se reconoce dos importantes crecimientos de capacidad de planta llevados a cabo el primero en el año 1975 constituidas por un Molino de bolas Denver 5X8, mezclador Eirich DE-14, Prensa mecánica Chisolm & Boyd y un Horno Bickley 1700 °C, y el segundo en el año 1980 constituido igualmente por un Molino de bolas Denver 5X8, mezclador Eirich DE-15, Prensa hidráulica Laeis y un Horno Bickley 1700 °C. En ambos casos el incremento de capacidad de determinado por los Hornos Bickley fue de 3750 TM/año, totalizando 7500 TM/año adicional en quemas de alta temperatura.

3.5.1 Determinación de capacidad real

Se tiene información de poseer una capacidad instalada de 24,000 TM/AÑO, procedente de la capacidad de diseño. Sin embargo se conoce que esta capacidad de diseño es afectada por la mezcla de productos y condiciones de mercado de largo plazo, altas especificaciones de calidad y también por un balance inadecuado entre equipo y mano de obra, como se puede comprobar con las estadísticas históricas de producción, que muestran una

producción máxima de 20,000 TM en el año 1980 y una producción mínima de 6500 TM en el año 1992.

Asimismo se cuenta con el listado de equipos, los cuales indican las capacidades teóricas, suministradas por los fabricantes. También en este caso, se conoce que esta información se basa en condiciones ideales, que no siempre coinciden con la aplicación a la que se le destina por parte del usuario.

En el listado de equipos se encuentra indicada la antigüedad de estos, encontrándose equipos operativos con muchos años de servicio, que podría considerarse como obsoletos. Sin embargo, esto se explica por que gran parte de los equipos han sido sometidos a reparaciones generales y actualizaciones de tecnología, por lo que se mantienen operativos y con un rendimiento eficiente, no obstante existen otros que por su naturaleza no son eficientes para los trabajos y condiciones de costos de energía actuales.

Se conoce también que las producciones anuales han venido variando en cuanto al factor de mezcla de fabricación de productos debido a los requerimientos de mercado y por lo tanto ha habido variación en materias primas y procesos, que son factores que influye en la variación de la capacidad instalada.

En consecuencia, se requiere determinar la capacidad instalada actual, bajo las condiciones de plena operación real, por lo que se procedió a recopilar información de las capacidades reales según los procesos actuales, los que se han establecido en el Cuadro 3.3, la Capacidad Instalada.

Del cuadro resumen, observamos que las secciones de Hornos, Prensas, Especialidades y Molienda son las principales secciones que determinan la capacidad instalada. El Horno Rotativo, cuya capacidad se muestra, contribuye al suministro de calcina para uso interno, por lo tanto no contribuye directamente a la capacidad de producción.

Del análisis de la información del cuadro resumen, y considerando, la capacidad instalada real actual, como la menor capacidad que limita el proceso productivo, se nota que la Sección Hornos tiene una capacidad instalada real de 9500 TM por año, bajo las condiciones de operación actuales.

CUADRO N° 3.3

DETERMINACION DE LA CAPACIDAD INSTALADA-PLANTA REPSA
PRE- MEJORA

HORNO		TM/QUEMA	QUEMAS/SEM	SEM/ANO	QUEMAS/ANO	FC	QUEMAS/ANO	CAPACIDAD TM/ANO		
QUEMAS ALTA TEMPERATURA HASTA 1700 C										
HORNO BICKLEY N°1		25	3	50	150	70%	105	2,625		
HORNO BICKLEY N°2		25	3	50	150	80%	120	3,000		
HORNO PERIODICO N°5		45	1	50	50	70%	35	1,575		
							CI: Alta Temperatura 1700 °C	TM/ANO	7,200.00	
QUEMAS MEDIANA TEMPERATURA HASTA 1500 C										
HORNO PERIODICO N°3		199			12	50%	6	1,194		
HORNO PERIODICO N°4		199			12	50%	6	1,194		
							CI: Media Temperatura 1500 °C	TM/ANO	2,388	
CAPACIDAD HORNOS								9,588 TM/ANO		
PRENSAS		EQUIV/TURNO	TURNOS	DIAS/ANO	KG/EQUIV.	FC	TM/ANO	MEZCLA AA / BASICO	CAPACIDAD TM/ANO	
PRENSA X-1		ARCILLA	2080	2	276	4	75%	3,444 100%	3,444	
PRENSA X-2		ARCILLA & ALTA ALUMINA	2080	2	276	4.5	75%	3,875 80%	2,325	
		BASICOS	2080	2	276	5.3	75%	4,564 40%	1,826	
PRENSA Y		ARCILLA & ALTA ALUMINA	2780	2	276	4.5	75%	5,179 30%	1,554	
		BASICOS	2870	2	276	5.3	75%	6,297 70%	4,408	
PRENSA Y2 (Proyecto)		ARCILLA & ALTA ALUMINA		2	276	4.5	75%	- 30%	-	
		BASICOS		2	276	6.3	75%	- 70%	-	
PRENSA LAEIS		ARCILLA & ALTA ALUMINA	3200	2	276	4.5	75%	5,982 20%	1,192	
		BASICOS	3200	2	276	6.3	75%	7,021 80%	5,617	
CAPACIDAD INTALADA (CI) PRENSAS							BASICOS	17,883 TM/ANO	20,366 TM/AÑO	
							ARCILLA & A. ALUMINA	18,460 TM/ANO		
ESPECIALIDADES		TM/TURNO	TURNOS	DIAS/ANO	KG/EQUIV.	FC	TM/ANO	MEZCLA AA / BASICO	CAPACIDAD TM/ANO	
MEZCLADOR MUNSON		10	2	276	1	1	5,520	80%	4,416.00	
PRENSA IMPACTO		6.8	2	276	1	1	3,754	20%	750.72	
CAPACIDAD INTALADA (CI) ESPECIALIDADES							MORTERO & CASTABLES	5,520	5,167 TM/AÑO	
							PLASTICOS	3,754 TM/ANO		
MOLIENDA		HORAS/TURNO	TM/HORA	TURNOS/DIA	DIAS/ANO	FC	TM/ANO	MEZCLA AA / BASICO	CAPACIDAD TM/ANO	
DRY - PAN										
		CALCINAS & BAUXITAS	7	5	2	276	0.85	18,422	80%	9,853
		ARCILLAS	7	3	2	276	0.85	9,853	20%	1,971
CHANCADORAS CEDARRAFIS										
		CROMO	7	3	2	276	0.85	9,853	25%	2,483
		MAGNESITA	7	5	2	276	0.85	18,422	75%	12,317
CHANCADORAS HAZEMAG										
		CROMO	7	3	2	276	0.85	9,853	25%	2,483
		MAGNESITA	7	5	2	276	0.85	18,422	75%	12,317
MOLINOS DENVER N°1										
		CALCINAS & BAUXITA	7	1.4	2	276	0.85	4,598	100%	4,598
MOLINOS DENVER N°2										
		MAGNESITA/CROMO	7	1.4	2	276	0.85	4,598	100%	4,598
HORNO ROTATIVO		6	1.2	3	276		7,948			
CAPACIDAD INTALADA (CI) MOLIENDA							ARCILLAS & CALCINAS & BAUXITAS	30,873	100%	50,580 TM/AÑO
							MAGNESITA/CROMO	57,149	100%	

3.5.2 Grado de utilización

En las condiciones que se viene operando, y con la producción de 5,961 TM obtenida en el año 2003 se deduce que el grado de utilización de la capacidad de producción es del 62 %.

3.5.3 Factores que inciden en la utilización de la capacidad instalada

Vemos según la información presentada, que se tiene posibilidades de incrementar la utilización de la capacidad instalada, pero esta situación depende del mercado que la empresa atiende y por el proceso de producción dirigido a atención de pedidos.

- Proporción de la mezcla de ladrillos (básicos/arcilla+alta alúmina) y Especialidades
- Temperaturas de Quema
- Producciones cortas, y producciones de ladrillos con formas difíciles o no estandarizadas.,

3.6 Planeamiento y control de la producción

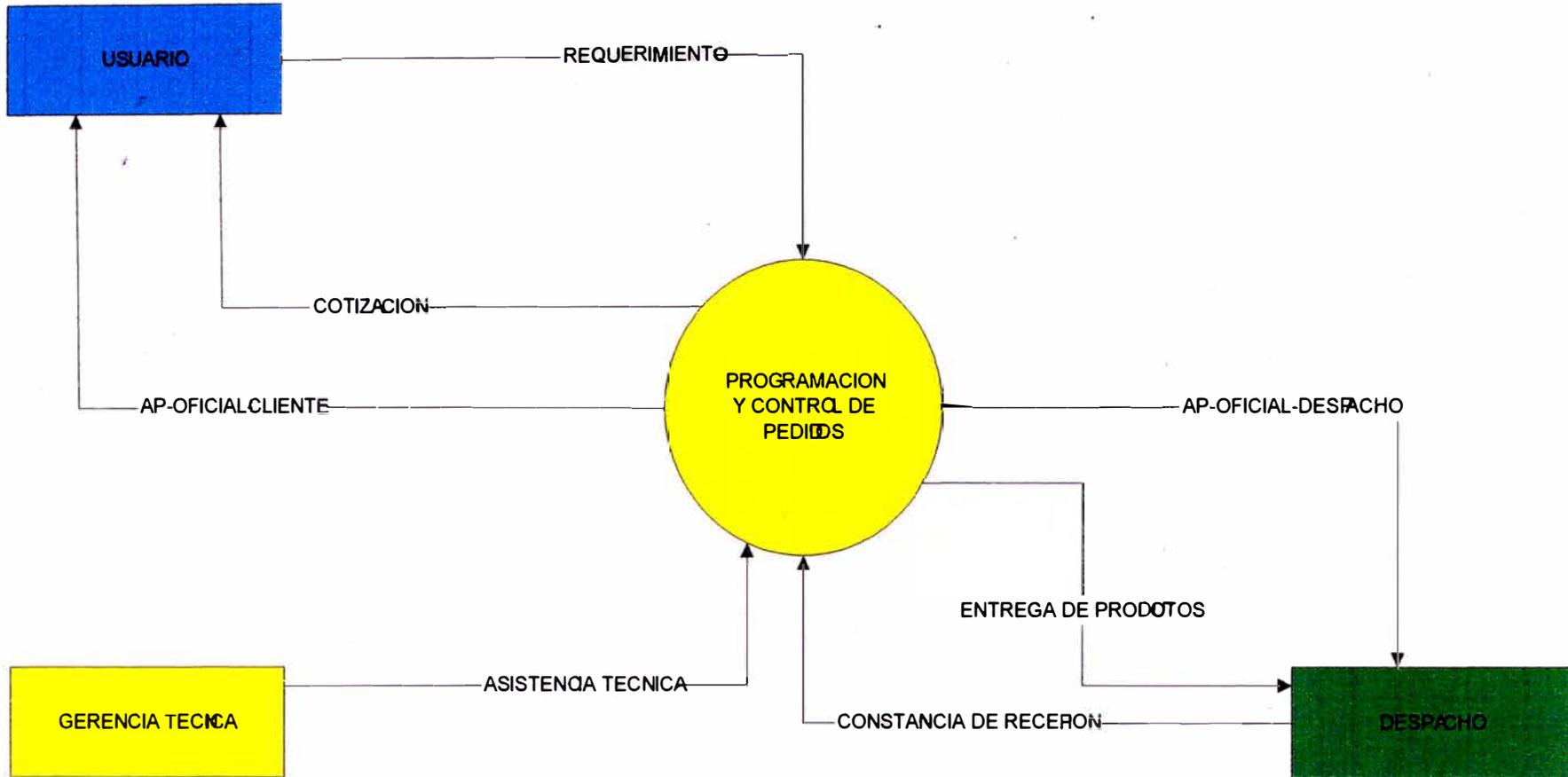
Considerando que el planeamiento y control de la producción deben realizarse al menor costo posible, garantizando el cumplimiento oportuno de entrega de los productos a los clientes, se reviso el sistema actual, con el fin de proponer las mejoras que se crean convenientes para cumplir con los objetivos de optimización.

No obstante que el sistema actual, de planeamiento y control de la producción sigue una secuencia lógica, este se realiza en forma manual, por lo que se analizó el sistema de tal manera que se han sentado las bases para mecanizar el sistema é integrarlo al sistema general de información de la empresa. En la Figura N° 3.9 y subsiguientes se muestra el sistema analizado en sus diferentes niveles, y a continuación un breve resumen de las actividades de ésta area.

3.6.1 Planeamiento de la producción

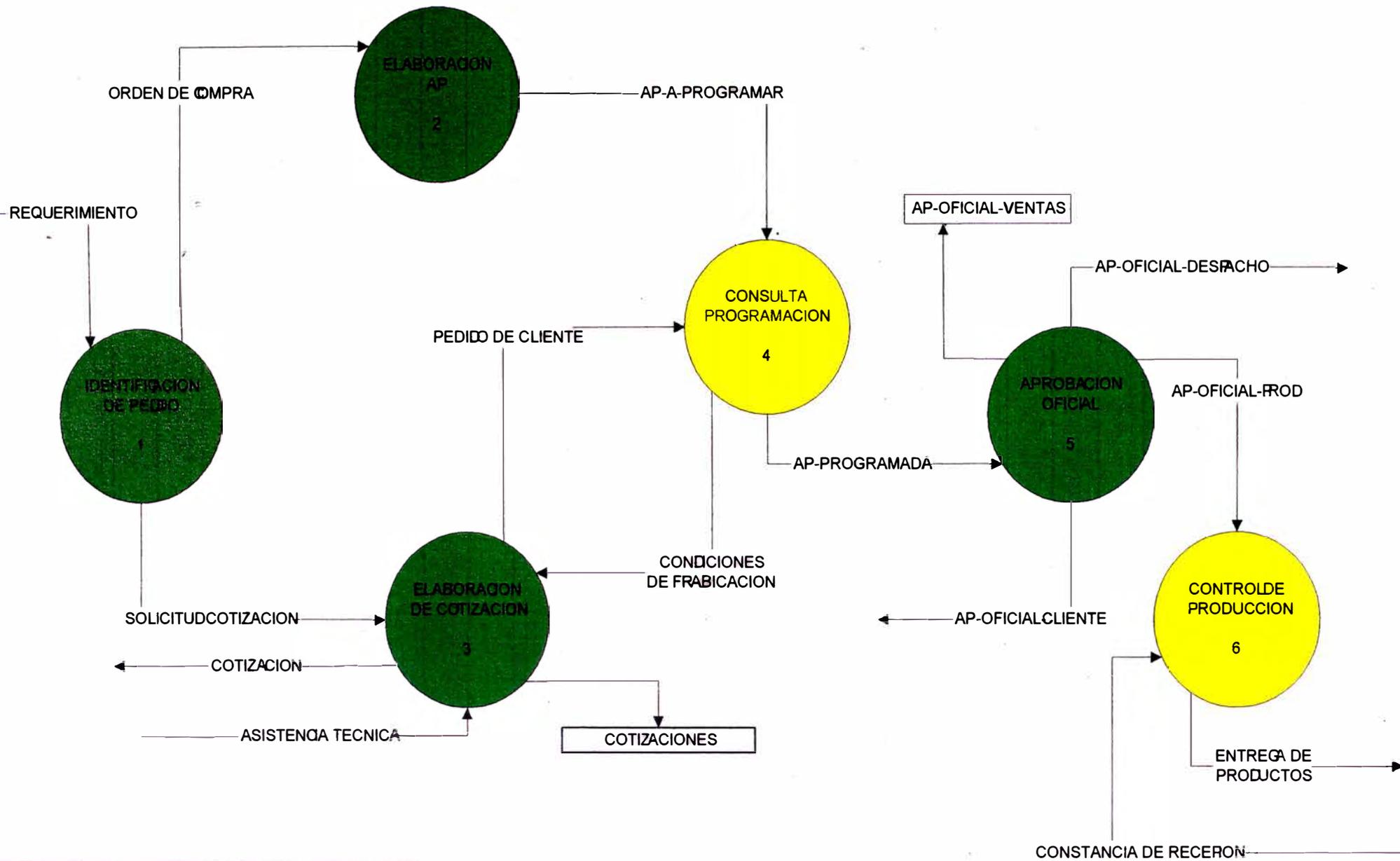
La planta produce sobre una base intermitente de pedidos solicitados a través del Departamento de Ventas, por lo que el planeamiento de la producción empieza con el pronóstico de

FIGURA N° 3.9



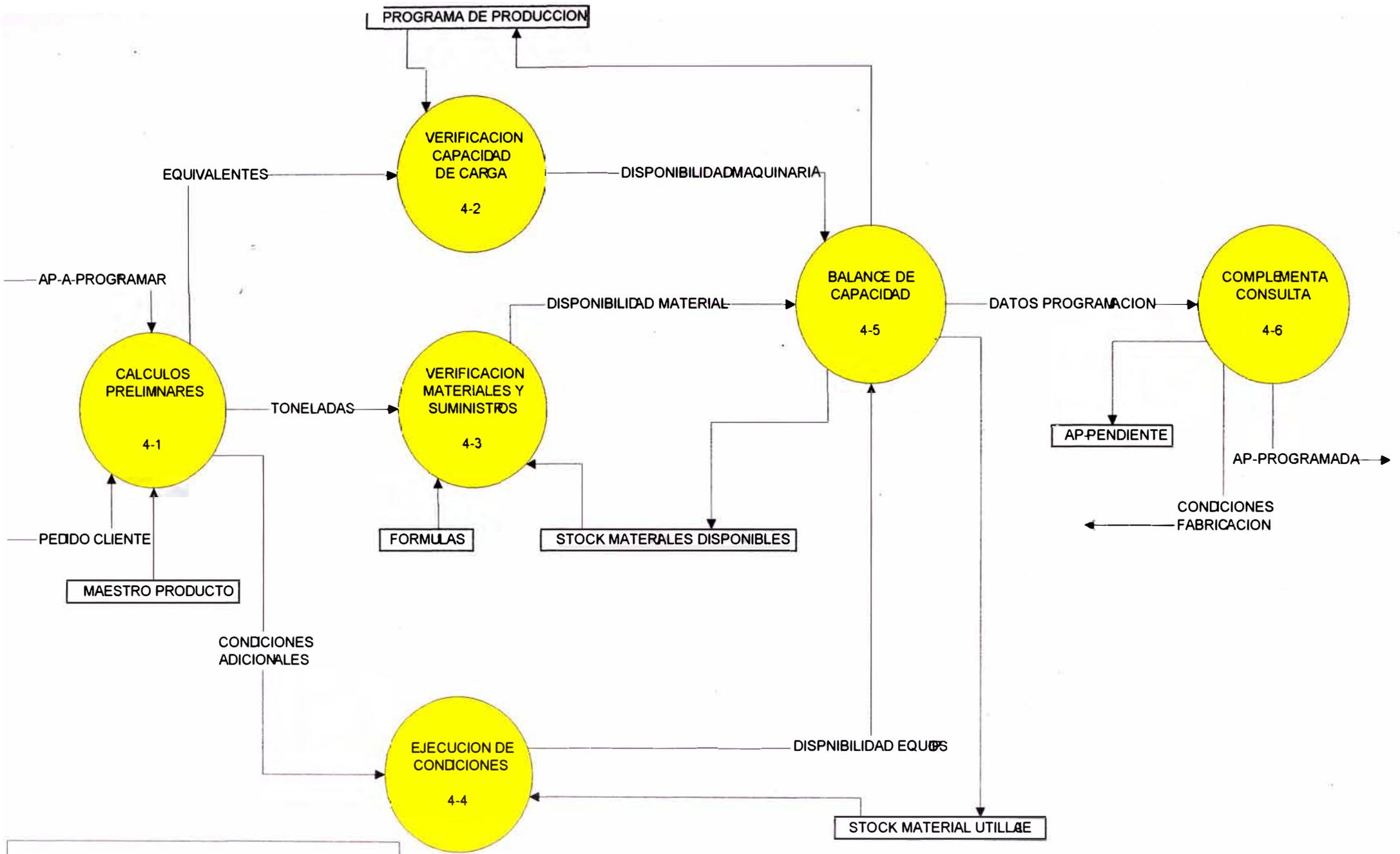
SISTEMA : PROGRAMACION Y CONTROL DE PEDIDOS

NIVEL : 0

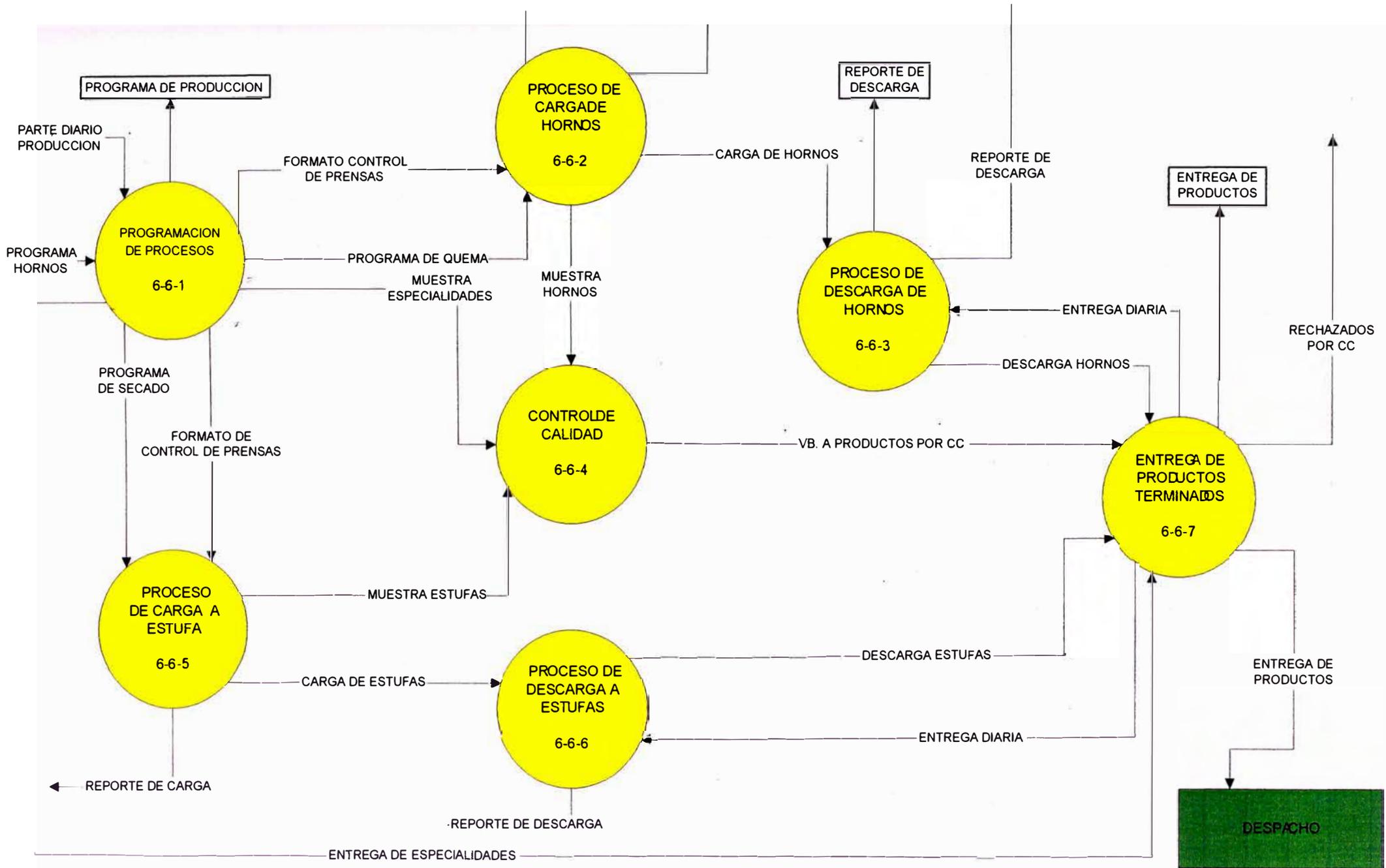


SISTEMA : PROGRAMACION Y CONTROL DE PEDIDOS

NIVEL : 1



SISTEMA : PROGRAMACION Y CONTROL DE PEDIDOS
NIVEL : 2
BURBUJA : 4. CONSULTA PROGRAMACION



SISTEMA : PROGRAMACION Y CONTROL DE PEDIDOS

NIVEL : 3

BURBUJA : 6.6. CONTROL DE PRODUCTOS EN PROCESO

ventas. El pronóstico de ventas constituye en plan general de las fechas en que se espera recibir los pedidos, de las cantidades, y de las fechas en que deben hacerse los despachos.

Sobre la base del pronóstico, se desarrollan los programas de adquisición de materia prima e insumos y se determinan los niveles de inventarios deseados, se preparan y aprueban las órdenes de compra de materias primas importadas y programas de explotación de minas para el caso de arcillas refractarias, Sílice y Cromita. Se adquieren equipos y herramientas especiales y se emplea y capacita a los trabajadores adicionales, si es necesario.

3.6.2 Control de la producción

Toda la programación debe planearse (donde) y se deben asignar fechas de entrega sobre la base de tiempos promedio de fabricación usando factores de seguridad adecuados.

Generalmente el encargado del planeamiento de la producción hace un trabajo retrospectivo a partir de la fecha estimada de entrega para determinar las fechas en las que debe empezar y terminar cada fase del proceso a fin de que el plan pueda completarse según lo programado.

Si el tiempo disponible entre la fecha de planeamiento y la fecha de entrega es inadecuado para cumplir con la fecha de entrega deseada, ésta fecha debe rectificarse o de lo contrario deben tomar medidas para acelerar las operaciones. Si no se dispone de tiempo, debe rehacerse el programa, o postergarse otros trabajos.

3.6.3 Programación de la producción

Es la etapa de poner en ejecución el plan, por medio de requisiciones, ordenes de compra, ordenes de trabajo, programas de taller. Finalmente, el trabajo continuo de registrar, medir y controlar el progreso hacia la terminación del pedido, se lleva a cabo mediante el intercambio de informaciones entre la oficina de planeamiento y control de inventarios y las secciones de hornos, prensas, molienda y utillaje.

3.7 Logística

3.7.1 Política de inventarios

Una preocupación permanente en cuanto a los inventarios es su manejo y control de las existencias, debido al efecto que estas tienen sobre la calidad del servicio y por las implicancias que tienen en la operación y costos. Si se desea optimizar el proceso productivo, vía incremento de productividad, reducción de costos y una atención oportuna a los clientes, es necesario evaluar la gestión de los inventarios.

Puesto que en esta parte solo se revisaran lo concerniente a las existencias relacionadas con la producción y que su adquisición depende de coordinaciones de las áreas Comercial, Producción, Finanzas y Ventas, se analizo el procedimiento establecido para la adquisición y control del inventario.

El Comité de Materias Primas, conformado por áreas indicadas anteriormente, en función del pronóstico de Ventas y el Programa de Producción se determina las necesidades de existencias, inmediatamente después de actualizar el Inventario de Materias Primas, administrado por el Departamento de Planeamiento y Control de Inventarios, en el cual se determina la disponibilidad de existencias para cumplir con la producción en curso y la pronosticada, solicitando las que falten en las cantidades que sean compatibles con respecto al costo y embarque, generalmente de importación, por lo que se tiene en cuenta los plazos de entrega y transporte.

Planeamiento de la Producción verifica la existencia de materiales requeridos antes de la programación en base al Inventario Mensual que es actualizado mensualmente con un Inventario físico. La documentación del stock de parte de los materiales, ingresos y salidas, se realiza mediante kardex, administrados por los supervisores de Prensas. Los materiales a granel

almacenados en pila se usan sin un control específico debido a que generalmente requieren procesar y almacenar para su posterior uso.

Puesto que existe incertidumbre sobre la demanda futura, las previsiones son poco confiables o si se carece de información adecuada y oportuna, la empresa ha de protegerse ante estas circunstancias muchas veces ajenas a su control. En estos casos se recurre a un sobre stock generalmente para cubrir problemas de escasez de materias primas o transporte, lo que incrementa el costo, que se evalúa en comparación con el costo de no poder atender la demanda cuando se presenta.

3.7.2 Compras

La adquisición de las materias primas e insumos, se realizan según la procedencia, es decir se tienen materiales de importación, que por lo general lo decide el Comité de Materias Primas y se canaliza a través de Ordenes de Compra de Importación, administrado por el Departamento Comercia, asimismo los de procedencia local, que generalmente es controlado por Planeamiento y Control de Inventarios.

En ambos casos se procede a solicitar cotizaciones a los proveedores registrados. Cuando se trata de materiales nuevos, el Departamento de Producción se encarga de la búsqueda de proveedores que garanticen las especificaciones requeridas y el precio razonable. En todos los casos se cuenta con las especificaciones para cada materia prima e insumos a utilizar.

No obstante que se controla las existencias, para la cobertura de los programas de producción, el valor de estas en ciertas ocasiones preocupa por la incertidumbre del pronóstico y el riesgo de quedar obsoletas.

3.7.3 Almacenamiento

3.7.3.1 Materias primas

La planta mantiene zonas de almacenamiento apropiadas, según las condiciones de las materias primas e insumos. Entre estas existen las pilas de almacenamiento sin cobertura, zonas bajo techo y ambientes con control de humedad.

Los materiales a granel y en volúmenes grandes se almacenan en lugares que son acondicionados, según la disponibilidad de espacio, tipos de productos y origen, es decir procedencia nacional o importada.

Los materiales embolsados o embalajes especiales, se almacenan en lugares bajo techo, con las consideraciones de tipo, calidad, origen, perecibilidad, o deterioro por condiciones ambientales.

Los materiales pequeños o de mucho valor, se manejan bajo control directo y en ambientes cerrados, con control permanente y uso autorizados por supervisores.

3.7.3.2 Productos en proceso

Los productos en proceso, generalmente después del conformado se almacenan en zonas clasificadas según el tipo de producto y proceso. Existen zonas bajo techo y a la intemperie, usadas cuando el producto no es afectado por las condiciones climáticas.

3.7.3.3 Productos terminados

Los productos terminados, son entregados a sección despachos, donde se procede al embalaje según destino o cliente. Se almacenan bajo techo hasta el momento de despacho.

3.7.3.4 Control de almacenes

Normalmente las normas de control establecidas por auditores externos, son llevadas a cabo periódicamente a lo largo de año, con participación de personal de la empresa y supervisados por la empresa auditora...

3.8 Demanda energética

Por lo observado en los análisis ABC de consumo de materias primas e insumos, el rubro de combustibles representa el más alto valor de consumo por año, por lo tanto la incidencia en el costo del producto es significativo, por lo que es importante analizar la demanda energética, las fuentes de energía y sus precios respectivos, así como también los equipos o procesos utilizados.

Entre las materias primas de alto consumo aparece la magnesita y la cromita, constituyentes de los productos básicos, incluyendo la Calcina, por lo que se deduce que el proceso de quema tanto en hornos Bickley y Horno Rotativo, son responsables del alto consumo energético.

Las fuentes de energía utilizada a parte de los combustibles líquidos, como el Kerosene y Residual # 6, se tiene el Gas Licuado de Petróleo GLP y energía eléctrica, cuyas características se muestra en el Cuadro 3.8 A, Cuadro 3.8 B y Cuadro 3.8 C, respectivamente.

3.8.1 Demanda anual de energía

Se determino hacer un análisis de la información sobre el uso de energía térmica y eléctrica del periodo Enero 2003 a Diciembre 2003, pues representa los niveles promedio de producción.

3.8.1.1 Energía térmica

El consumo anual de combustibles líquidos en la Planta, Kerosene y Residual # 6 fueron de 403,787 y 79,659 galones, haciendo un total de 483,344 galones, siendo los Hornos Bickley, los responsables del consumo significativo de Kerosene y el Horno Rotativo del Residual # 6.

El desembolso por el consumo de combustibles Kerosene y Residual # 6 asciende a US\$ 706,628 y US\$ 58,037 respectivamente, haciendo un total de US\$ 764,665.

CARACTERISTICA	DIESEL 1	DIESEL 2	DIESEL MARINO	PETROLEO N° 4	MF - 4G	PETROLEO N° 5	PETROLEO N° 6	PETROLEO N° 6 A.V.
Gravedad API a 60 °F	42.0	33.5	31.9	25.5	22.6	22.5	15.2	14.3
Gravedad Especifica 60/60 °F	0.8155	0.8535	0.8560	0.9013	0.9182	0.9193	0.9644	0.9705
Densidad a 15 °C		0.8592	0.8653	0.9069	0.9177	0.9193	0.9640	0.9599
Peso en lbs/6ln Americano	3.0800	3.2429	3.2707	3.4942	3.4634	3.4706	3.6436	3.6661
Color ASTM	1.0	1.0	0.5	-	-	-	-	-
Punto de Inflamación °F	115.0	132.2	179.6	170.6	190.0	199.4	221.0	230.0
Punto de Fluidez °C	46	56	82	77	82	93	105	110
Punto de Fluidez °F	-0.4	15.2	10.4	17.6	24.2	41.0	59.0	60.9
Viscosidad SSU a 100 °F	31.0	41.5	43.5	96.0	325.0	695.0	2.940.0	1a
Viscosidad SSF a 122 °F	-	-	-	-	22	39	270	500
Viscosidad cSt a 50 °C	-	3.8	4.1	13.5	40.0	80.0	275.0	-
Viscosidad cSt a 100 °F	1.79	4.20	5.03	19.50	69.00	150.00	615.00	-
Azufre I peso	0.02	0.40	0.44	0.50	0.50	0.60	1.00	1.20
Cenizas I peso	0.000	0.002	0.002	0.010	0.006	0.050	0.070	0.050
Agua y Sedimentos I Vol.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05	0.10	0.10
Residuos Carbon Conradson	0.000	0.030	0.005	-	3.199	-	-	-
Corrosión Lámina de Cobre	1a	1a	1a	-	-	-	-	-
Índice de Cetano	46.5	51.0	46.6	-	-	-	-	-
Salinidad en lbs/1000 lbs.	-	-	-	-	-	-	-	-
Destilación 502 a °F	430.0	552.6	558.4	-	-	-	-	-
902 a °F	510.0	655.2	656.2	-	-	-	-	-
Punto Final de Ebullición °F	550.0	717.5	707.0	-	-	-	-	-
Poder Calorífico BTU/Lb	19.810	19.540	19.445	19.310	19.119	19.032	18.580	18.350
Poder Calorífico BTU/6ln - Neto	126.200	131.200	132.000	135.400	135.296	136.000	142.800	143.500
Poder Calorífico BTU/6ln - Bruto	134.510	139.700	140.450	144.650	146.750	146.500	151.000	151.700
Contenido I Peso :								
Carbono								
Hidrógeno								
Nitrógeno								
Asfaltos I Masa							13.2	
Contenido en P.P.M. :								
Vanadio					15.0		177.7	
Sodio					12.62		7.79	
Potasio					4.82			
Calcio					3.81			
Plomo					1.85			
Nicuel							65.1	
Aluminio							7.4	
Magnesio							4.0	
Fierro							7.9	
Cobre							2.4	
Silice							4.0	
Temperatura de Bombas mín. °F				23	25	36	113	122
Temperatura de Atomización :								
Tiro Forzado. Rancho °F				50 - 62	123 - 136	140 - 159	212 - 230	230 - 248
Tiro Natural. Rancho °F				62 - 86	136 - 153	159 - 176	230 - 246	248 - 266
Composición Volumétrica Aprox I :								
Petróleo N° 6				27.82	62.00			
Diesel N° 2				72.19	38.00			

ta

CUADRO N° 3.8 B

Tathiana Arones [Tathiana.Arones@calidda.com.pe]

ado el: Miércoles, 02 de Agosto de 2006 06:46 pm

: planta; dtecnica

nto: Propiedades del Gas Natural - REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

do Sr. Roberto Cirilo

me a lo conversado, por favor confirmar si estos son los daros que necesita del gas natural:

dad Relativa: 0.61

especifico: 0.9971 kJ/kg-C

Calorifico Bruto: De 36.84 a 43.12 MJ/m3

osición: N2 0.0106

CO2 0.0032

H2O 0.0000

C1 0.8937

C2 0.0857

C3 0.0065

iC4 0.0002

nC4 0.0001

de Wobbe De 46 a 56

idos,

Tathiana Aronés
Servicio a Clientes Industriales

07/08/2006

edelnor CUADRO N° 3.8 C

Para consultas su Número de Cliente es:

0177203

Empresa de Distribución Eléctrica Lima Norte S.A.A.
Calle César López N° 201 Urb. Maranga Lima 32
R.U.C. N° 20269985900

Su Ejecutivo Comercial es: Dellin Aquino Hurtado
Telf.: 517-1179 email: daquino@edelnor.com.pe

DATOS DEL SUMINISTRO

Señores : REFRACTARIOS PERUANOS S.A.
Dirección Cliente : PRLG AV MATERIALES S.E. 417 CALLAO
Dirección Cobranzas : PRLG. AV. MATERIALES 2828 CARMEN DE
R.U.C. : 20100013151
Localidad : LIMA

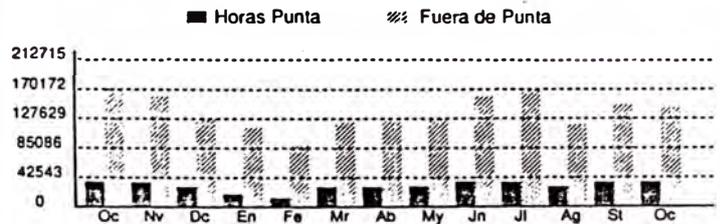
FECHAS DE LECTURA Y VENCIMIENTO

Nro de Recibo : B-07091112
Mes de Facturación : OCTUBRE 2004
Fecha Lectura Anterior : 27/09/2004
Fecha Lectura Actual : 28/10/2004
Fecha de Próxima Lectura : 26/11/2004
Fecha de Próximo Vencimiento : 14/12/2004

DATOS TÉCNICOS COMERCIALES

Tarifa : MT3
Potencia Maxima Contratada : 805.000
Modalidad de Facturación : Potencia Variable
Vigencia de Opción Tarifaria : ABRIL 2004
Codigo de Alimentador : ID-04
Cuenta : 58-553-0150
Tipo Conexión : CELDA
Medidor TRIFASICO Nro. 1320798

CONSUMO DE ENERGÍA



ENERGÍA Y DEMANDA

LECTURA ACTUAL

LECTURA ANTERIOR

DIFERENCIA

FACTOR

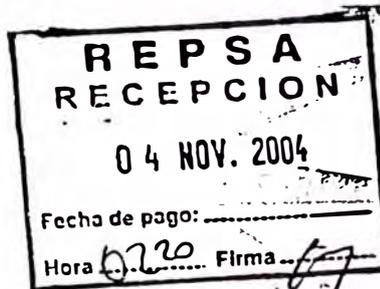
CONSUMOS

CONSUMOS A FACTURAR

PRECIO UNITARIO

IMPORTE TOTAL

Energ. Activa Fuera Punta (kWh)	144594.400	0.000	144594.400	1	144594.40	144594.40	0.0954	13,794.31
Energ. Activa Horas Punta (kWh)	36105.400	0.000	36105.400	1	36105.40	36105.40	0.1368	4,939.22
Dem. Maxima Leida FP (kW)	648.800	0.000	648.800	1	648.80	622.40	24.3200	15,136.77
Cargo Fijo								4.09
Alumbrado Publico								170.00
Reposic. y Mant. de Conex								15.18
SUBTOTAL Mes Actual								34,059.57
I.G.V.								6,471.32
TOTAL Mes Actual								40,530.89
Descomp 006-2003-O 01/10								21.88
Redondeo Mes Anterior								0.37
Redondeo Mes Actual								-0.14



FECHA DE EMISIÓN

VENCIMIENTO

TOTAL A PAGAR S/.

29/OCT/2004

13/NOV/2004

*****40,553.01

MENSAJES AL CLIENTE

El total a pagar incluye: Recargo FOSE (Ley 27510) S/. 920.44
Ahora también puede pagar sus recibos de telefonía móvil TIM y Bellsouth en cualquiera de nuestros locales.

N° CLIENTE

N° RECIBO

TARIFA

FECHA DE EMISIÓN

VENCIMIENTO

TOTAL A PAGAR S/.

0177203

B-07091112

MT3

29/OCT/2004

13/NOV/2004

*****40,553.00

edelnor

CUENTA 58-553-0150

01772031004055300131120047



01772031004055300131120047

En el Cuadros 3.9, se muestran los consumos mensuales por mes de los diferentes hornos que operaron en el periodo indicado.

No obstante que la incidencia en el costo de producción de la energía eléctrica no es tan alta como la energía térmica, se aprecia en el Cuadro 3.9 A, que la energía consumida en horas punta, durante el año 2003 representa el 19% del total, debido a que la planta opera en el segundo turno. Como se sabe la energía consumida en horas punta tiene un recargo por lo que constituye un factor de sobrecosto que será necesario tener en cuenta.

3.8.1.2 Energía eléctrica

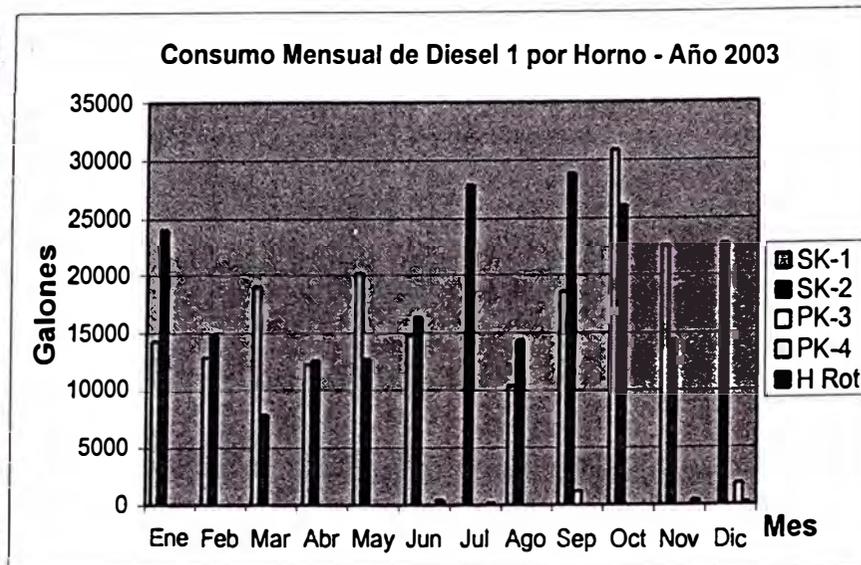
De acuerdo a los datos para el período Enero a Diciembre de 2003, el consumo mensual de energía eléctrica activa y reactiva, la máxima demanda y el factor de potencia evolucionaron como se muestra en el Cuadro No. 3.9 A, donde se observa que el nivel de energía consumido en la planta es de 1, 834,156 Kwh., con un promedio de máxima demanda de 533 Kw., cuya

CUADRO N° 3.10

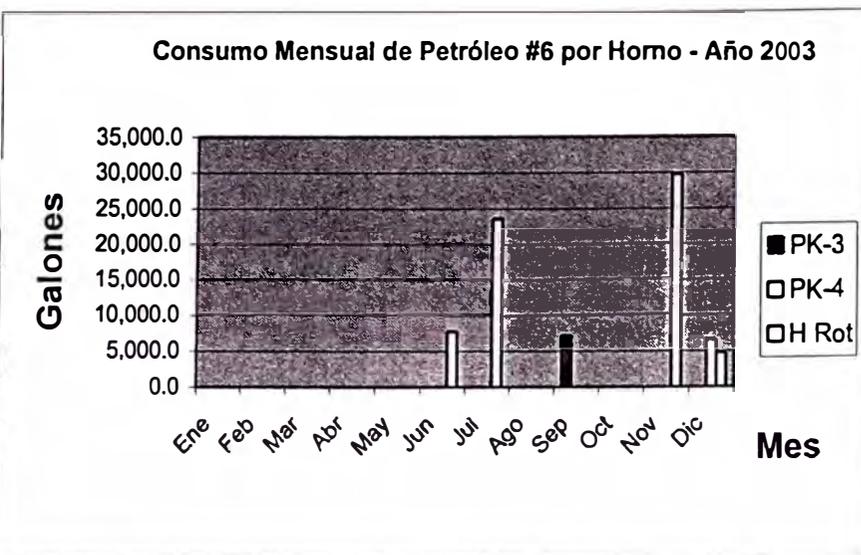
CONSUMO MENSUAL DE COMBUSTIBLES AÑO 2003

CONSUMO MENSUAL DE DIESEL 1 AÑO 2003						
MES	SK-1	SK-2	PK-3	PK-4	H Rot	Total
Ene	14,326.7	24,111.2				38,437.9
Feb	12,863.0	14,792.1				27,655.1
Mar	18,993.0	7,922.6				26,915.6
Abr	12,282.7	12,621.2				24,903.9
May	20,216.9	12,772.4				32,989.3
Jun	14,796.2	16,343.2			503.3	31,642.7
Jul	0.0	27,883.6			209.0	28,092.6
Ago	10,403.2	14,369.9				24,773.1
Sep	18,579.4	28,887.8	1,265.4			48,732.6
Oct	30,916.2	26,130.1				57,046.3
Nov	22,625.8	14,397.0			454.0	37,476.8
Dic	0.0	22,902.9		1,917.5	301.0	25,121.4
Total	176,003.1	223,134.0	1,265.4	1,917.5	1,467.3	403,787.3

* datos expresados en galones



CONSUMO MENSUAL DE PETRÓLEO #6 AÑO 2003						
MES	SK-1	SK-2	PK-3	PK-4	H Rot	Total
Ene						
Feb						
Mar						
Abr						
May						
Jun					7,836.4	7,836.4
Jul					23,612.2	23,612.2
Ago						
Sep			7,067.1			7,067.1
Oct						
Nov					29,768.3	29,768.3
Dic				6,558.1	4,817.0	11,375.1
Total			7,067.1	6,558.1	66,033.9	79,659.1



CUADRO N 3.9 A

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA 2003

Tipo de cambio \$,478 S/. / \$

Mes	Energia Activa Fuera Horas Punta			Energia Activa en Horas Punta			Total Energia Activa (kWh)	Demanda Maxima				TOTALES \$
	kWh	S/. / kWh	Costo \$	kWh	S/. / kWh	\$		A. Facturar (kW)	Consumida (kW)	S/. / kW	\$	
ENERO	104,440	0.1026	3,083	21,369	0.1494	918	125,809	550	436	22.51	3,559	7,561
FEBRERO	96,060	0.1024	2,830	17,488	0.1490	750	113,548	533	494	22.48	3,446	7,028
MARZO	113,058	0.1047	3,405	28,721	0.1526	1,261	141,779	509	459	22.36	3,276	7,942
ABRIL	117,633	0.1053	3,564	27,658	0.1535	1,221	145,291	507	510	22.33	3,258	8,043
MAYO	111,250	0.1052	3,367	28,987	0.1457	1,215	140,237	502	489	22.76	3,289	7,871
JUNIO	99,357	0.1032	2,950	26,781	0.1434	1,105	126,138	502	481	22.77	3,291	7,346
JULIO	135,389	0.1012	3,942	28,042	0.1405	1,133	163,431	502	471	22.78	3,292	8,367
AGOSTO	116,235	0.1003	3,354	28,079	0.1394	1,126	144,314	500	456	22.69	3,261	7,741
SEPTIEMBRE	138,753	0.1003	4,004	35,651	0.1394	1,430	174,404	540	570	22.40	3,482	8,915
OCTUBRE	170,170	0.1003	4,910	37,040	0.1394	1,485	207,210	576	581	22.67	3,754	10,150
NOVIEMBRE	162,435	0.0924	4,318	35,952	0.1303	1,348	198,387	588	594	23.42	3,959	9,624
DICIEMBRE	126,309	0.0912	3,314	27,298	0.1289	1,012	153,607	588	490	23.53	3,978	8,304
TOTALES	1,491,089		43,040	343,067		14,005	1,834,156				41,846	98,891

Energia Reactiva Sin consumo
 Horas Punta 18:00 a 23:00

COSTO PROMEDIO DE ENERGIA ELECTRICA 0.054 \$ / Kw-h

facturación asciende a US\$ 108, 099. La energía eléctrica utilizada en la sección Hornos no supera el 50 % del total de la planta.

3.8.2 Fuentes de suministro energético

3.8.2.1 Combustibles

Los combustibles usados en la Planta son el petróleo residual No.6, Kerosene y gas GLP. Tanto el Residual # 6 como el Kerosene son suministrados a la planta por camiones cisterna.

La planta tiene una capacidad de almacenamiento de 30 000 galones de Residual # 6, 40 000 galones de Kerosene y de 2 000 galones de gas GLP.

3.8.2.2 Precios de combustibles

Se ha tabulado y graficado la evolución de los precios de los combustibles usados, además del Diesel 2 y Gas Natural de Camisea en US\$/ MMBTU para efectos comparativos, desde el año 1996, considerándose los impuestos Selectivo al Consumo e IGV, mas transporte puesto en Planta Repsa.

En la Fig. 3.10, se puede apreciar que los combustibles destilados como el Diesel 2 y Kerosene tienen una marcada diferencia en precios con el petróleo Residual # 6 y mayor diferencia con el precio del Gas Natural, que a la fecha constituye una alternativa viable.

Por otra parte, se nota una tendencia creciente de los precios de los combustibles destilados, por lo que se hace atractiva una sustitución de los actuales combustibles en uso por el Residual # 6 o el Gas Natural.

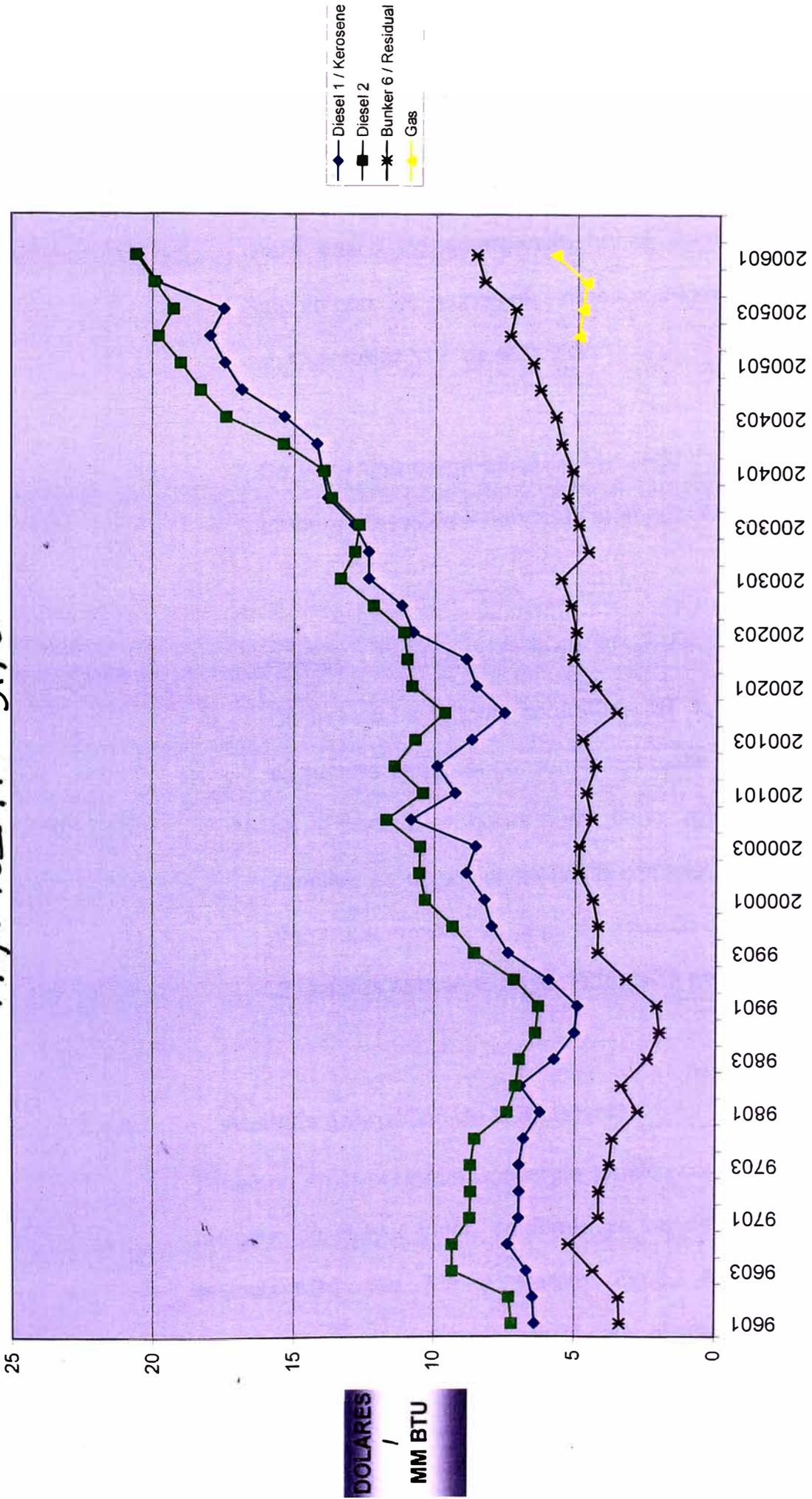
3.8.2.3 Electricidad

El suministro de energía eléctrica a la planta de REPSA es desde la red de Edelnor a un nivel de tensión de 10 000 voltios con tarifa MT3 y con potencia contratada de 805 kW.

Actualmente la energía es distribuida al sistema de fuerza de la planta mediante un transformador en aceite, el cual tiene una capacidad de 1 000 Kva., y relación de transformación de 10/0,480 kV; considerando un factor de potencia 0,9, usual para este tipo de máquinas, la potencia actual disponible sería de 900 kW.

EVOLUCION DE PRECIOS DE COMBUSTIBLES

FIGURA N° 3.10



TRIMESTRES 1996 -2006

El sistema de alumbrado perimétrico, de oficinas y planta es a un nivel de tensión de 220 V.

Para casos de emergencia en el suministro eléctrico cuenta con dos grupos electrógenos: Algesa de 200 Kw. y un Caterpillar 312 de 600 KW.

Se tiene una carga eléctrica instalada de 200 Kw., sin embargo la máxima demanda promedio es de 533 Kw.

3.8.2.4 Tarifas de Energía Eléctrica

De acuerdo a la tarifa contratada MT 3, la energía activa se factura según el consumo real fuera de horas punta y en el periodo en horas punta tiene recargo. La energía reactiva es un factor de costo controlable. Asimismo, la demanda máxima se paga de acuerdo al promedio de las 2 lecturas más altas de los últimos 12 meses

3.8.3 Análisis energético de la instalación

Teniendo en cuenta que la energía térmica constituye uno de los factores de mayor valor, conforme se ha determinado con los análisis ABC Fig. 3.7 y Pareto Fig.3.7 A,, es importante analizar los equipos donde se lleva cabo el proceso de calcinación

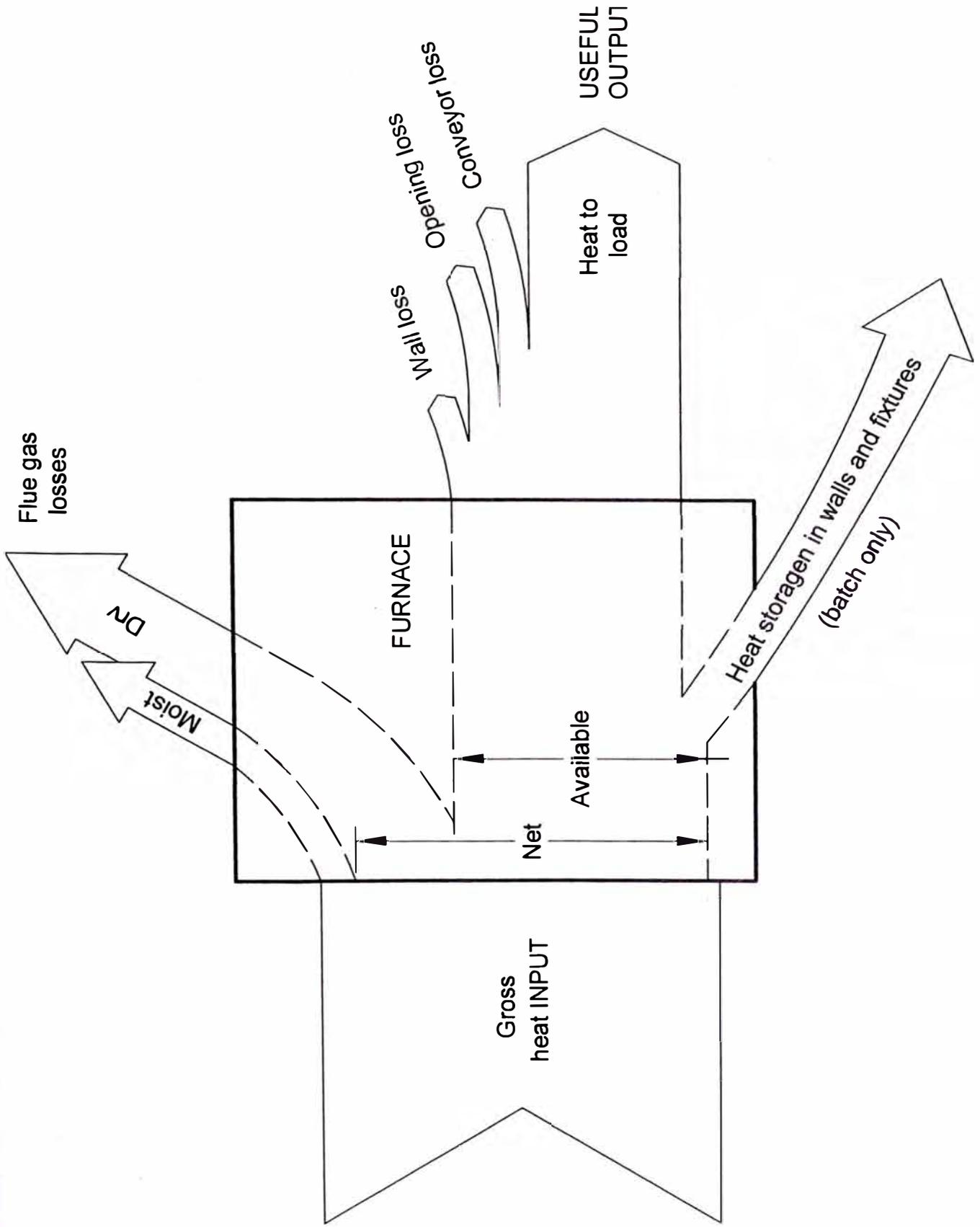
o cocción, con el fin de entender los procesos y factores susceptibles de mejora o reducción del consumo energético.

Los equipos de alto consumo energético están en el área de calcinación, llevada a cabo en un Horno Rotativo, y en el área de cocción, llevada a cabo en dos hornos tipo campana (Hornos Bickley No.1 y 2) y cinco hornos tipo periódico (PK-3, PK-4 y PK-5), los cuales se describen a continuación y finalmente se describe el Diagrama de Sankey, como herramienta de análisis de la eficiencia energética en hornos.

3.8.3.1 Diagrama de Sankey

La eficiencia energética en el horno tiene que ver con el calor disponible y donde el calor se va. El calor disponible se define como:

La cantidad total de calor liberada dentro del horno menos el calor perdido por los gases de combustión y humedad evacuados fuera del horno. Ello representa la cantidad de calor útil para calentar la carga, calentar la masa refractaria del horno y pérdidas por paredes y aberturas del horno.



El calor disponible se explica en el Diagrama de Sankey de la Fig. 3.13. En este diagrama el rectángulo con líneas gruesas representa el horno y la cantidad total de calor que genera la combustión estequiometrica se muestra ingresando por el lado izquierdo. Los gases de combustión, secos y húmedos son mostrados saliendo por la parte superior. La diferencia entre el calor total y las perdidas de calor de los gases de combustión representa el calor disponible.

En hornos tipo batch, parte del calor disponible es almacenado en las paredes del horno, sin embargo en hornos continuos donde las paredes no tienen que calentarse en cada ciclo de quema, el calor almacenado no es considerado en el balance.

El calor disponible se distribuye en perdidas por paredes y aberturas, calor almacenado en la masa refractaria del horno. Finalmente, después de considerar todas estas perdidas el calor que queda es el usado para calentar la carga.

Como se aprecia del diagrama de Sankey, el calor útil para calentar la carga, es generalmente menor al 50% del

total de calor generado por la combustión del combustible usado.

3.8.3.2 Horno rotativo

La planta cuenta con un Horno tipo Rotativo empleado para calcinar y dar estabilidad volumétrica a las arcillas refractarias. Este horno tiene una capacidad de 35 a 40 t/día, y trabaja en régimen continuo. En el Cuadro No. 310, se indican las principales características del horno.

El combustible empleado en el Horno es el Residual # 6, el cual es precalentado por medio de resistencias eléctricas hasta alcanzar una temperatura de 100 a 110 °C., antes de ingresar al quemador. El aire utilizado en dicho quemador es de dos tipos; aire de atomización y aire de combustión, cada uno de ellos alimentado en líneas individuales pero suministrados por un ventilador común.

La línea de aire de combustión se encuentra cerrada, siendo suministrado gran parte de este aire por la línea del aire de atomización. Adicionalmente ingresa al horno

CUADRO N° 3.10

CARACTERISTICAS DEL HORNO ROTATIVO

Capacidad TM/dia	35 - 40
Factor de utilización h/año	2000 - 4000
Material que procesa	Arcillas Refractarias
Temperatura de calcinación del material °C	1240 - 1260
Combustible	Residual N° 6
Dimensiones basicas	
Longitud total m	15.5
Diametro mayor/longitud m	0.84/6.4
Diametro menor/longitud m	0.64/8.2
Antigüedad	42

aire por las compuertas localizadas alrededor del quemador.

No se efectúa control de la combustión debido a la carencia de instrumentación para tal fin. La regulación aire-combustible es manual.

Existe un contómetro que mide el caudal de combustible que ingresa al quemador. Este flujo varía en función de la temperatura del material procesado (del orden de 1240 a 1260 °C.).

El control de la temperatura se efectúa mediante un pirómetro instalado dentro del horno en la zona de salida del material (este sin embargo sirve solo de referencia, puesto que por problemas de ubicación inadecuada no registra la temperatura en el punto deseado).

Los gases de combustión, como los que se producen por reacción química dentro del horno, son descargados a la atmósfera, pasando una parte por unos ciclones donde se recupera gran parte del polvo.

3.8.3.3 Hornos Bickley No.1 y No.2

Este horno se carga por lotes y se emplea para la cocción de ladrillos refractarios, el que se introduce en vagonetas metálicas que son deslizadas por unos rieles hacia el interior.

El horno es del tipo campana, es decir tiene unos elevadores hidráulicos que lo levantan y permiten que la carga ingrese por debajo.

La carga es calentada por medio de 10 quemadores laterales de atomización por aire, que utilizan Kerosene.

El flujo de combustible se mide con una serie de rotámetros instalados en la línea respectiva de combustible de cada quemador, siendo el flujo variable en función de la temperatura del material procesado.

El tiempo de quema del ladrillo es de aproximadamente 42-45 horas, con aproximadamente 4500 equivalentes / quema, lográndose con esto hasta 3 quemas/semana.

Las temperaturas interiores que se alcanzan son del orden de 1700 °C. como máximo.

Los gases de combustión son extraídos por la parte inferior del horno, a través de unas ventanas y eliminado por tiro forzado.

En el Cuadro No.3.10 A y 3.10 B, se indican las principales características de este horno.

.-El caudal del combustible y del aire de combustión se regula mediante un controlador.

Existen tres tipos de aire necesario para la combustión:

- a) Aire de Atomización
- b) Aire de Combustión
- c) Aire de Difusión

El control del caudal del combustible y del aire de combustión se hace en forma automática, a través de un gobernador de la relación aire-combustible.

El aire de combustión se precalienta a unos 370°C., por captación del calor extraído de los gases de combustión, mediante un recuperador de calor.

1010 N° 3.10A

Telephone No. 215-638-4500

Telex No. 834310

DATA SHEET

CUSTOMER: Refractorios Peruanos S.A.

LOCATION: Lima, Peru

EQUIPMENT: Preheated Air 5300

SERIAL NUMBER: 1070

BICKLEY SHOP ORDER NUMBER: 9280

SETTING DIMENSIONS: Per Drawing D-24052

MAXIMUM LOAD WEIGHT: 77,000 1700° C.
60,000 lbs. at 1760° C.
100,000 lbs. at 1550° C.

BTU RATING: 12.5 x 10⁶

MAXIMUM TEMPERATURE: 1760° C.

FUEL: No. 2 Oil

ELECTRICITY: 220 Volts 50 Hertz 3 Phase
110 Volts 50 Hertz 1 Phase

DIFFUSION AIR: Master Slave

PRESSURE CONTROL: Hays Recorder

ACCESSORY EQUIPMENT: Automatic Heat/Cool Switch

NOTE: Mentioning kiln serial number, shown above and also stamped on kiln nameplate, in any correspondence, spare parts orders, etc., will insure against delay in handling your requests. Address all inquiries to the above mentioned address.

ADON^o 3.10 B

DATA SHEET

MENT: Model 5300 CARBELL Kiln
(4) Kiln Car

L NUMBER: 1352

TMER ORDER NUMBER: C-1443

TNG DIMENSIONS: 108" Width 110" Length 42" Height
(Volume of 578 cu. ft.)

ATING: 12.0×10^6

IUM TEMPERATURE: 3200° F. (1760° C.)

L No. 2 Diesel Oil

CRICITY: Power 440 Volts 3Phase 60 Hertz
Control 110 Volts 1 Phase 60 Hertz

FESSION AIR: Function of Microprocessor

SSURE CONTROL: Hays Non-Indicating
Located on Kiln.

SSORY EQUIPMENT: Automatic Heat-Cool, Overtemperature
Control with Alarm and Shutdown.

HORNO BICKLEY N°2

VOLUMEN II

Existe una termocupla que mide la temperatura interior del horno y es controlada por el Sistema Micromax que se encarga de regularla con el tiempo.

El revestimiento refractario de los hornos SK es de ladrillos refractarios aislantes Korundal KXL con un peso de 54 TM y Korundal XD con un peso de 37 TM.

3.8.3.4 Horno periódico N° 5

Este horno fue construido en el año 1965, para ampliar la capacidad de proceso de productos de mayor temperatura que los anteriores, llegando a quemar hasta 1700 °C., con una capacidad de 45 toneladas por ciclo de quema de 48 hrs.

El ciclo del proceso completo, o sea la duración de la carga, quema, enfriamiento y descarga es de aprox. 5 días, por lo que la capacidad de este horno es de una quema semanal.

Este horno trabaja con tiro natural para la extracción de gases de combustión.

La bóveda original fue cambiada a techo plano auto soportado, con ladrillos aislantes de Korundal KXL CK-15. El horno se encuentra inoperativo, por falla en ladrillos de techo a consecuencia de operación inadecuada del horno.

3.8.3.5 Horno periódico No. 3 y No. 4

La planta dispone de cuatro hornos del tipo periódico, construidos en 1955, de los cuales solo se encuentran operativos el No. 3 y No. 4. Estos trabajan en régimen estacionario, dedicados, análogamente a los Bickley, a la cocción del ladrillo refractario, con la diferencia que su capacidad de producción son mucho mayores.

Los detalles de operación del Horno Periódico son los siguientes:

La carga estacionaria es introducida al hogar en un tiempo de una semana aproximadamente, el quemado se realiza en cuatro días, el enfriamiento

en cuatro a cinco días y por último el descargado en cinco días.

- Al año aproximadamente se realizan doce (12) quemas, cabe decir 1 quema por mes.
- El calentamiento se realiza por medio de seis quemadores laterales de atomización por aire, que utilizan Diesel 2 inicialmente y luego PR-6, alcanzándose una temperatura del material del orden de 1300 – 1500°C.
- Los gases de combustión son extraídos por la parte inferior del horno a través de unas ventanas y eliminados por una chimenea por tiro natural.
- En el quemador se regula el aire y el combustible con una misma válvula, y es en forma manual.
- Se tiene un contómetro para el flujo de combustible que registra el consumo global en todos los quemadores.

- Existen infiltraciones de aire por ventanas ubicadas en los quemadores del horno.
- Los gases de combustión no son recuperados.
- El aire de combustión ingresa sin precalentamiento previo mediante un ventilador.
- El tiempo de quema total es de aproximadamente tres semanas / quema.

CAPITULO IV

4.0 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

4.1 Diagnóstico del estado del sistema de producción

El propósito del estudio de Optimización del Sistema de Producción de una Planta Procesadora de Ladrillos Refractarios, utilizando un Enfoque Sistémico, propone hacer un análisis integral del sistema productivo, con la finalidad de determinar el estado del sistema de producción de la planta, determinar los problemas que afectan a la eficacia del sistema de producción, analizar las posibilidades de mejora y plantear las alternativas que sean técnicas y económicamente viables, que ejecutadas sistemáticamente, logre optimizar la producción y por tanto ganar competitividad dentro del mercado globalizado.

No obstante realizado el análisis de la situación actual, que comprende el reconocimiento tal cual se viene operando, haber visualizado la problemática de cada una de las áreas que componen el proceso productivo en forma independiente, y haber establecido, recopilado y ordenado la información para una comprensión adecuada que permita el análisis integral del proceso de producción, es necesario ahora, establecer la interdependencia existente entre las diferentes áreas y factores críticos encontrados., determinar las fuentes de los problemas reales que están afectando la seguridad, calidad y costos

del proceso de producción, haciendo uso de las herramientas de calidad que apliquen.

Finalmente, en base a un análisis conjunto y ubicado los principales problemas que incidan en forma gravitante en el proceso de producción, se buscará las alternativas de solución viables para elegir la propuesta que convenga implantar y recomendar su respectiva evaluación económica para determinar su viabilidad técnico económico.

4.1.1 Identificación de áreas de mejora

Del análisis ABC del consumo de materias primas de periodo 2004, resalta el valor del consumo del Kerosene, que asciende a US\$ 1,217,781, seguido de la Magnesita M-10 con US\$ 831,040, Cromo Marico US\$ 515,757, Calcina Agata US\$ 311,168 y Bauxita con US\$ 266,740. La suma de este grupo A, asciende a US\$ 3,142,489, lo que representa el 80% del valor de consumo de materias primas del año 2004.

Por otra parte, del análisis ABC de ladrillos fabricados en el mismo periodo y dentro del grupo del 80%, se observa que el producto Nucon-60 con 2,937 TM (33.98%) y Repsa con 1,922 TM (22.23%), son los dos productos de mayor volumen de

producción, representando 82 % del total, el cual es procesado en la sección Hornos.

Si adicionamos el valor del consumo de Petróleo Residual # 6 de US\$ 303,515 y Gas propano con US\$ 4,827 al valor de consumo del Kerosene se tiene un total de US\$ 1, 426,124, que representa el 35% del total del consumo anual del rubro inventario de materias primas.

Además de la estructura de costos que considera los rubros de materias primas, combustible, mano de obra y gastos generales de fabricación, se tiene que el combustible incide en el orden del 30% del costo de producción.

De lo anterior se deduce que el principal rubro a revisar debe ser el de combustibles, así como también los procesos donde se utiliza estos, es decir los procesos de calcinación en el horno rotativo y proceso de quema en hornos periódicos PK-3, PK-4, PK-5 y hornos Bickley.

4.1.2 Consumo de combustibles

En el Cuadro N° 4.1, se muestra el consumo de combustible en quemas de 1700 °C., realizadas en ambos hornos Bickley,,

CONSUMOS EQUIVALENTES DE KEROSENE Y GAS NATURAL

			1,000 BTU/FT3		126,500 BTU/GAL
TIEMPO	RAMPA	TEMP	GAS NATURAL	GAS NATURAL	DIESEL 1
(HRS)	°C / HR	(°C)	FT3	M3	GALONES
0	0	100	0		
1	160	260	11,787	333.81	93.18
2	145	405	11,604	328.64	91.73
3	130	535	10,969	310.65	86.71
4	110	645	10,057	284.82	79.50
5	110	755	10,937	309.75	86.46
6	100	855	10,600	300.20	83.79
7	95	950	10,937	309.75	86.46
8	90	1040	11,122	314.97	87.92
9	80	1120	10,986	311.12	86.84
10	75	1195	11,129	315.18	87.98
11	65	1260	10,727	303.81	84.80
12	60	1320	10,593	300.00	83.74
13	55	1375	10,584	299.74	83.67
14	50	1425	10,767	304.92	85.11
15	45	1470	10,364	293.52	81.93
16	40	1510	10,568	299.30	83.55
17	35	1545	10,443	295.75	82.55
18	30	1575	10,048	284.57	79.43
19	25	1600	9,981	282.68	78.90
20	25	1625	10,465	296.38	82.73
21	20	1645	10,085	285.61	79.72
22	15	1660	9,043	256.11	71.49
23	10	1670	7,867	222.81	62.19
24	10	1680	8,010	226.84	63.32
25	10	1690	8,776	248.55	69.38
26	10	1700	9,095	257.59	71.90
27	0	1700	6,184	175.13	48.88
28	0	1700	6,184	175.13	48.88
29	0	1700	6,184	175.13	48.88
30	0	1700	6,184	175.13	48.88
31	0	1700	6,184	175.13	48.88
CONSUMO TOTAL →			298,464	8,452.67	2,359.40

registrando un consumo de 2,359.4 galones por quema utilizando Kerosene, con una carga de 25 TM de producto, en consecuencia el consumo específico es de 94.376 Gln/TM.

4.1.3 Aislamiento refractario

Se analizó la situación del revestimiento aislante que utilizan los hornos Bickley, llegando a 45 TM en total, de los cuales el Korundal KXL con 27 TM y el Korundal XD con 18 TM, por cada horno, constituye una masa considerable susceptible de pérdidas.

Se considera la existencia de materiales aislantes mejorados en capacidad de aislamiento como el NA-33 HF, cuyas características indicadas en Figuras 3.11 A y 3.11 B, superan al Korundal KXL. La Fig. 3.11 muestra el arreglo del revestimiento refractario en los hornos SK y el Cuadro 4.2 el análisis comparativo con ambos refractarios de lo que se deduce las ventajas del Aislante NA-33 HF, por lo cual se recomienda la sustitución del Aislante Korundal KXL.

4.1.4 Diagrama Causa-Efecto

Con base en esta información y con el fin de un análisis más exhaustivo para determinar las posibilidades de mejora, se procedió a realizar una tormenta de ideas, con la participación de los supervisores de área, Jefe de Mantenimiento, Jefe de

THERMAL CERAMICS

Augusta, GA.

Steady State Heat Flow Analysis

for

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

BOVEDA HORNO BICKLEY

Date: 07/05/2006

CUADRO N° 4.2

THERMAL CERAMICS

Augusta, GA.

Steady State Heat Flow Analysis

for

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

PARED ESTANDAR HORNO BICKLEY

Date: 07/05/2006

THERMAL CERAMICS HEAT FLOW SYSTEMS

STEADY STATE HEAT FLOW ANALYSIS

CONDITIONS : ROOF ATMOSPHER: STANDARD
 AMBIENT TEMP. : 60 F EMISSIVITY : 0.95 VELOCITY : 0 fps 0 mps
 15 C

MAT. CODE	THICKNESS	MATERIAL NAME	MATERIAL MANUFACTURER	INTERFACE TEMPERATURE	
518	15.00 in 381.0 mm	KORUNDAL KXL	REPSA	HF 3182 F	HF 1750 C

CASING ROOF COLD FACE 542 F 283 C
 HEAT LOSS 2275 Btu / ft2 / hr 7172 w / m2
 STORAGE 66501 Btu / ft2 7.6E+08 J / m2

517	15.00 in 381.0 mm	NA-33 HF	NORTH AMERICAN REF	HF 3182 F	HF 1750 C
-----	----------------------	----------	--------------------	-----------	-----------

CASING ROOF COLD FACE 367 F 186 C
 HEAT LOSS 1075 Btu / ft2 / hr 3388 w / m2
 STORAGE 50215 Btu / ft2 5.7E+08 J / m2

Area Revestida Horno Bickley

Paredes Laterales	173 ft2
Paredes Cabeceras	72 ft2
Techo	241 ft2
Total	731 ft2

COLD FACE	175 F	97 C
HEAT LOSS	1200 Btu / ft2 / hr	3784 w / m2
STORAGE	16286 Btu / ft2	1.8E+08 J / m2

Area revestida Techo 241 ft2
 Numero de Horas de Quema 25

Disminucion de Perdidas

HEAT LOSS	7,230,000 BTU/Quema
STORAGE	3,924,926 BTU/Quema
TOTAL	11,154,926 BTU/Quema

BTU /Gin de Kerosene 126,200 BTU/Gin

Numero de Gin Kerosene Ahorrado: 88 Gins/Quema
 Numero de Quemadas/Año 150

AHORRO ANUAL 13,259 Gins de Kerosene

Ref/ Plano HB1-011 - GN

THERMAL CERAMICS HEAT FLOW SYSTEMS

STEADY STATE HEAT FLOW ANALYSIS

CONDITIONS : WALL ATMOSPHER: STANDARD
 AMBIENT TEMP. : 60 F EMISSIVITY : 0.95 VELOCITY : 0 fps 0 mps
 15 C

MAT. CODE	THICKNESS	MATERIAL NAME	MATERIAL MANUFACTURER	INTERFACE TEMPERATURE	
518	15.00 in	KORUNDAL KXL	REPSA	HF 3182 F	HF 1750 C
80	4.50	K-30 IFB (T)	THERMAL CERAMICS	IF1 2692 F	1477 C
6	1.00	KWL 2600 BLKT 8# (T)	THERMAL CERAMICS	IF2 1591 F	866 C
168	0.50	CARBON STEEL	VARIOUS	IF3 369 F	187 C

CASING WALL COLD FACE 368 F 187 C
 HEAT LOSS 989 Btu / ft2 / hr 3118 w / m2
 STORAGE 78768 Btu / ft2 8.9E+08 J / m2

517	9.00 in	NA-33 HF	NORTH AMERICAN REF	HF 3182 F	HF 1750 C
80	4.50	K-30 IFB (T)	THERMAL CERAMICS	IF1 2206 F	1207 C
6	1.00	KWL 2600 BLKT 8# (T)	THERMAL CERAMICS	IF2 1318 F	714 C
168	0.50	CARBON STEEL	VARIOUS	IF3 300 F	149 C

CASING WALL COLD FACE 299 F 149 C
 HEAT LOSS 669 Btu / ft2 / hr 2110 w / m2
 STORAGE 58034 Btu / ft2 6.6E+08 J / m2

Area Revestida Horno Bickley

Paredes Laterales	173 ft2
Paredes Cabeceras	72 ft2
Techo	241 ft2
Total	731 ft2

COLD FACE	69 F	38 C
HEAT LOSS	320 Btu / ft2 / hr	1008 w / m2
STORAGE	20734 Btu / ft2	2.4E+08 J / m2

Area revestida Paredes 245 ft2
 Numero de Horas de Quema 25

Disminucion de Perdidas

HEAT LOSS	1,960,000 BTU/Quema
STORAGE	5,079,830 BTU/Quema
TOTAL	7,039,830 BTU/Quema

BTU /Gin de Kerosene 126,200 BTU/Gin

Numero de Gin Kerosene Ahorrado: 56 Gins/Quema
 Numero de Quemadas/Año 150

AHORRO ANUAL 8,367 Gins de Kerosene

Ref/ Plano HB1-011 - GN

AHORRO ANUAL TOTAL 21,626 Gins de Kerosene



Product Data

FIGURA Nº 3.11A

9/04: 8147

NA-33 HF

Classification: High-Alumina/Insulating

Physical Properties: (Typical)

	<u>English Units</u>	<u>SI Units</u>
Bulk Density	$\frac{\text{lb/ft}^3}{92}$	$\frac{\text{g/cm}^3}{1.47}$
Cold Crushing	$\frac{\text{lb/in}^2}{1350}$	$\frac{\text{MPa}}{9.3}$
Modulus of Rupture At 70°F (21°C)	550	3.8
Apparent Porosity		57.0%
Apparent Specific Gravity		3.53
Reheat Test – Linear Change After 24 hours at 3150°F (1732°C)		+0.4%
Thermal Conductivity At a Mean Temperature of	$\frac{\text{Btu-in/hr-ft}^2\text{-}^\circ\text{F}}$	$\frac{\text{W/m}\cdot^\circ\text{C}}$
400°F (205°C)	8.2	1.18
800°F (425°C)	7.1	1.02
1200°F (650°C)	6.3	0.91
1600°F (870°C)	5.8	0.84
2000°F (1095°C)	5.7	0.82
2400°F (1315°C)	5.9	0.85
2800°F (1538°C)	6.3	0.91
3200°F (1760°C)	7.0	1.01

Chemical Analysis: (Approximate)
(Dry Basis)

Silica	(SiO ₂)	9.6%
Alumina	(Al ₂ O ₃)	89.9
Iron Oxide	(Fe ₂ O ₃)	0.2
Lime + Magnesia	(CaO+MgO)	0.05
Titania	(TiO ₂)	0.2
Alkalies	(K ₂ O+Na ₂ O)	0.1

The test data shown are based on average results on production samples and are subject to normal variation on individual tests. The test data cannot be taken as minimum or maximum values for specification purposes. ASTM test procedures used when applicable.

6/04 Dev.



FIGURA 3.11-B

8/94: 410910

KXL[®]

Classification: Lightweight High Alumina Brick

Physical Data: (Typical)

English Units

SI Units

lb/ft³

kg/m³

Bulk Density

120

1,922

Apparent Porosity, %

44.7

44.7

lb/in²

N/mm²

Crushing Strength

At 70°F (21°C)

1,700

12

Modulus of Rupture

At 70°F (21°C)

580

4

Reheat Test

Permanent Linear Change, %

After Heating at 3140°F (1727°C)

+0.6

Chemical Analysis: (Approximate)
(Calcined Basis)

Silica	(SiO ₂)	11.3 %
Alumina	(Al ₂ O ₃)	88.2
Titania	(TiO ₂)	Trace
Iron Oxide	(Fe ₂ O ₃)	0.1
Lime	(CaO)	0.1
Magnesia	(MgO)	Trace
Alkalies	(Na ₂ O + K ₂ O)	0.3

The above data are typical of the properties for the most commonly produced commercial sizes. The data are subject to reasonable variations and should not be used for specification purposes.

ASTM Test Methods, where applicable, used for determination of data.

Planeamiento, Superintendente de Control de Calidad, Jefe de Laboratorio y Superintendente de la Planta, para ubicar las posibles causas del alto consumo energético de la planta.

El resultado de este proceso, se clasifico y agrupo en los grupos de Método, Maquina, Material y Mano de Obra y se confeccionó el Diagrama CAUSA-EFECTO Fig. 4.1, para determinar las causas del alto consumo de combustibles, con los resultados obtenidos que se indican y se explican:

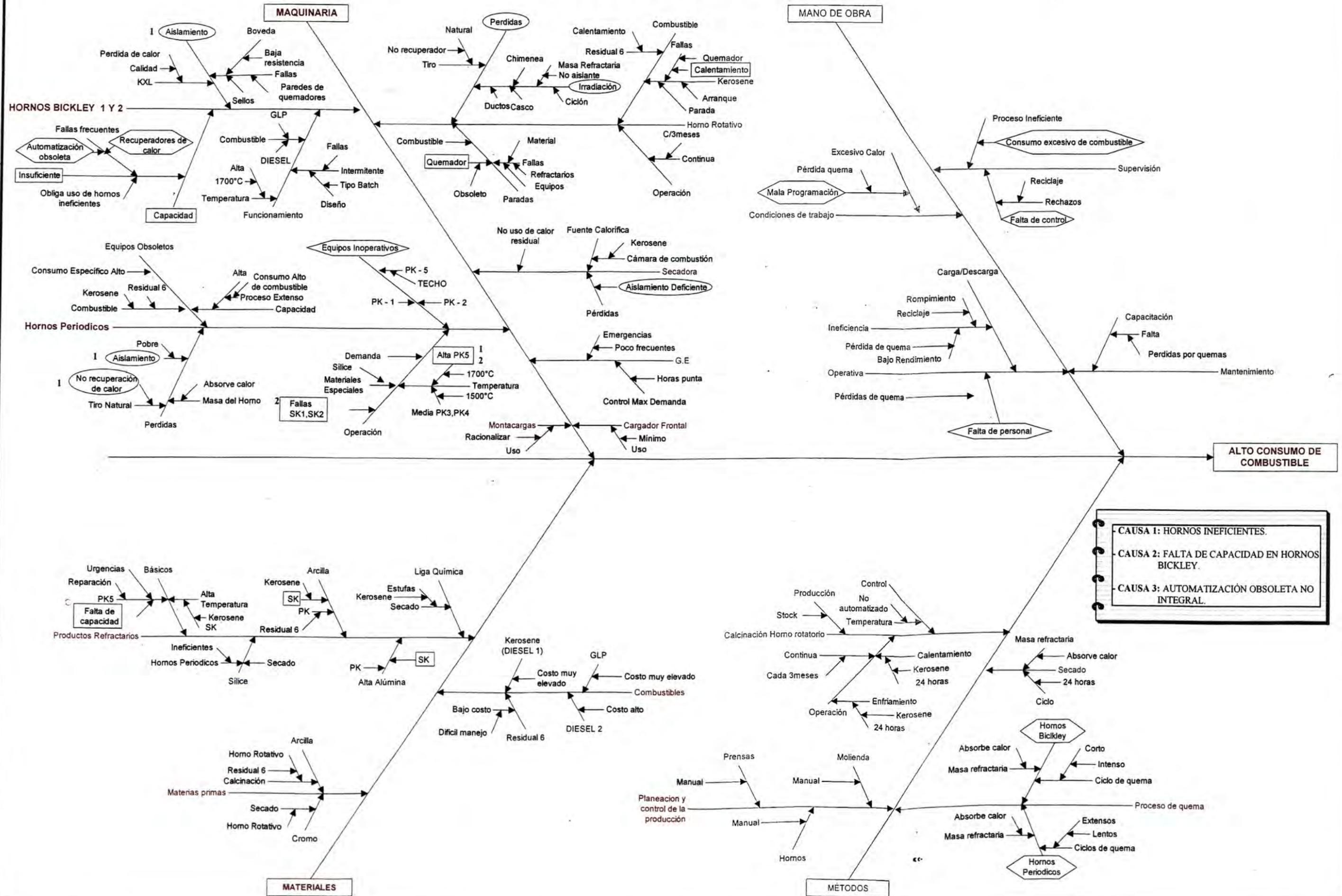
- Causa 1: Hornos Ineficientes.
- Causa 2: Falta de Capacidad en Hornos Bickley.
- Causa 3: Automatización Obsoleta No Integral.

4.1.4.1 Hornos ineficientes

La planta posee a la fecha dos hornos Bickley de 25 TM/quema de capacidad, para temperaturas hasta 1760 C utilizando Kerosene. Estos fueron adquiridos en los años 1976 y 1980, y han sido reparados y modificados en oportunidades anteriores, sin embargo a la fecha cuentan con 1200 y 1500 quemas, por lo que están en el límite para una reparación general.

FIGURA N° 4.1

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO



CAUSA 1: HORNOS INEFICIENTES.
 CAUSA 2: FALTA DE CAPACIDAD EN HORNOS BICKLEY.
 CAUSA 3: AUTOMATIZACIÓN OBSOLETA NO INTEGRAL.

Los cuatro hornos periódicos PK-1, PK-2, PK-3 y PK-4 usados desde el inicio de operaciones, para temperaturas hasta 1300 °C, solo se encuentran operativos los dos últimos PK3 y PK-4, con capacidad de 199 TM de capacidad, usan petróleo residual #6 principalmente y kerosene para el inicio y termino de la quema, utilizando hasta un 10% del total de combustible consumido.

; Asimismo el horno PK-5 de 1700 °C, instalado en 1960, consumen petróleo residual # 6, con 45 TM/ quema de capacidad, igualmente utilizan hasta un 10% de kerosene. ,

El horno rotativo, utilizado para calcinar arcillas refractarias de uso interno, de 30 TM/día de capacidad, para temperaturas hasta 1450°C, usa petróleo Residual # 6.

El horno de laboratorio, instalado alrededor del año 1965, utiliza gas GLP, de operación semi automática, se considera que no es eficiente a la fecha.

Los recuperadores de calor de los Hornos Bickley, son de diseño propio, instalados debido a que los originales de

gran capacidad de transferencia no resistieron las condiciones de trabajo.

El consumo promedio actual de Kerosene en Hornos Bickley es 94 galones por TM, habiéndose determinado el consumo ideal en 72 Gal/TM.

El actual revestimiento refractario es de ladrillos aislantes Korundal KXL, existiendo disponibilidad del NA-33 HF con mejores propiedades.

El proceso de calcinación y quema están preparados solo para uso de combustibles líquidos y uso muy limitado de combustibles gaseosos GLP. Actualmente, se cuenta con disponibilidad de gas natural de Camisea.

4.1.4.2 Falta de capacidad de hornos Bickley

La capacidad anual de quema en alta temperatura de los Hornos Bickley es de 6,750 TM. Parte de esta capacidad se usa para quemas menores a 1700 °C, por la necesidad de mantener una ventaja competitiva en plazos de entrega, desplazando parte de pedidos de stock a hornos

periódicos PK, ineficientes y de operación manual, por lo que requiere personal adicional en sobretiempo.

No obstante que el número de quemas por año disponibles son de 150 quemas por horno, la utilización está en el orden de 110 quemas por año en promedio, lo que significa que hay una incidencia de fallas o pérdidas de quemas por algunas otras razones, como falta de mantenimiento adecuado o mala programación.

La carga en alta temperatura está limitada a 32 pulgadas de altura, es decir 25 TM por quema, por las limitaciones de resistencia de materias primas a temperaturas por encima de 1650 °C, sin embargo para temperaturas menores a ésta, la carga por quema llega hasta 33 TM, con una altura de hasta 54 pulgadas.

4.1.4.3 Automatización obsoleta no integral

La operación de hornos periódicos PK y horno rotativo son de operación manual ejecutado por personal entrenado para el proceso de quema. Con la llegada de Hornos Bickley, se introdujo la automatización de la

operación, supervisados por personal de mayor jerarquía y preparación.

Los sistemas de control iniciales, al caer en obsolescencia fueron reemplazados por sistemas de control mejorado como el Micromax de Leeds and Northrup, pero independiente para cada equipo.

El sistema Micromax de los hornos Bickley y otros equipos como la Prensa Laeis, con el Sistema de control Siemens Simatic C1, quedaron obsoletos por discontinuación de suministro de repuestos o por salida del mercado como Leeds and Northrup.

4.2 Presentación de propuestas

Con el propósito de optimizar el proceso de producción, y en conocimiento de las causas principales de uno de los problemas considerados significativos por el costo que se incurre anualmente, como el caso de los combustibles, se plantean las alternativas de solución, teniendo en cuenta las implicancias ambientales, riesgo de incremento de precios debido a la inestabilidad del mercado

FIGURA N° 4.2

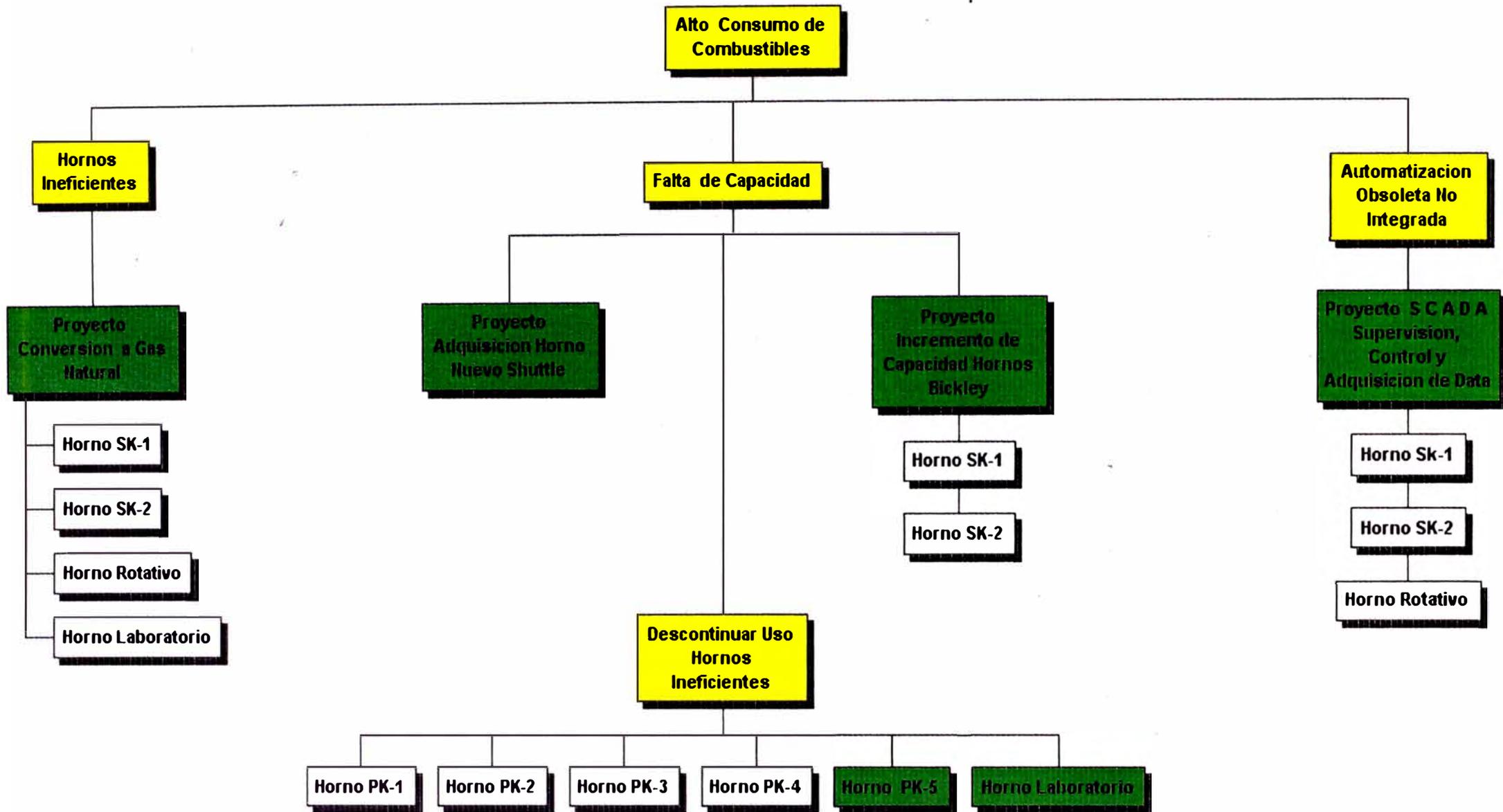
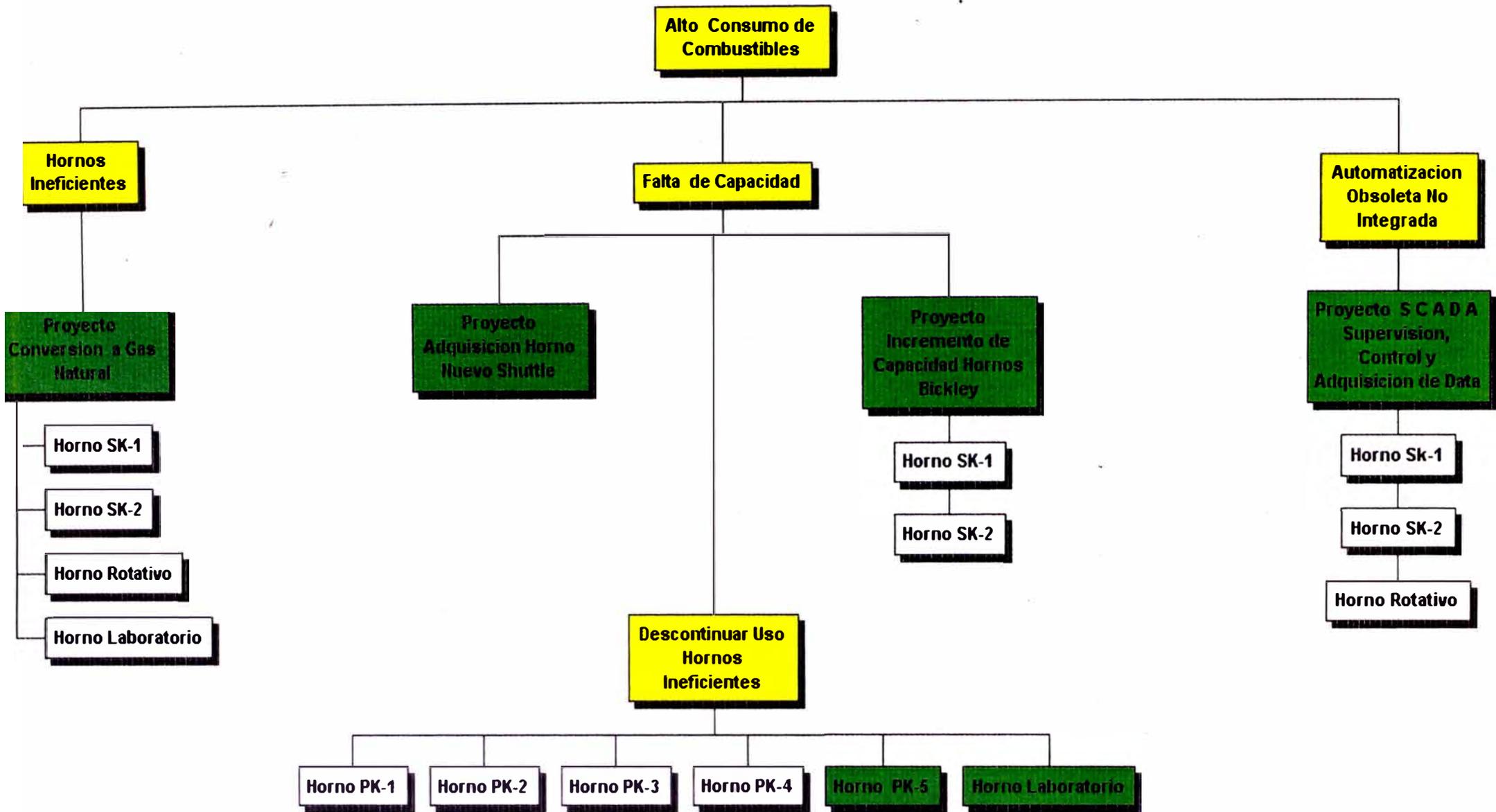


FIGURA N° 4.2



internacional, falta de capacidad de hornos y los efectos de no contar con tecnología de control de última generación.

En concordancia con lo expresado anteriormente, se considera resolver los principales problemas encontrados en forma prioritaria, por lo que repercute en la productividad y competitividad de la empresa, por lo tanto se plantean las siguientes alternativas para su evaluación técnico-económica y determinar su viabilidad de ejecución:

- Proyecto de Supervisión, Control y Adquisición de Data
- Proyecto de Nuevo Horno Shuttle de 1700 °C.
- Proyecto de Incremento de Carga de Hornos Bickley 1700°C.
- Proyecto de Conversión a Gas Natural de los Hornos.
-

Estas alternativas se grafican en la Fig. 4.2 y se exponen en mayor detalle en los siguientes acápite.

4.2.1 Proyecto de Supervisión, Control y Adquisición de Data

Proveer un Sistema de Supervisión y Control que se integre en forma sistemática a la operación y control de la Sección Hornos inicialmente y la Secciones de Prensas y Molienda en un futuro cercano.

4.2.1.1 Consideraciones Generales

Los actuales Sistemas de Supervisión y Control de los Hornos Bickley (Micromax I de Leeds & Northrup) y de la Prensa Laeis (Simatic C1 de Siemens), debido a su antigüedad y obsolescencia, fallan frecuentemente, por lo que paralizan dichas unidades, interfiriendo con el proceso productivo y afectando la productividad en gran medida.

Ambos sistemas ya han sido discontinuados por sus fabricantes, por lo tanto no es posible conseguir repuestos para un funcionamiento seguro y confiable, existiendo el peligro de su falla definitiva, comprometiendo con ello seriamente la producción, por tratarse de dos elementos

básicos del mismo. Es por este motivo que desde inicios de este año, se viene buscando una solución a nivel local que garantice la operación de los equipos mencionados.

De acuerdo a nuestro requerimiento los proveedores seleccionados, han presentado sus propuestas técnico-económicas, las mismas que se han revisado, comparado y analizado con el fin de seleccionar la mejor alternativa a implementar, sin embargo se considera que después de ésta selección, se requiere un trabajo de afinamiento de la propuesta elegida, para asegurar que se cumpla con los objetivos previstos.

4.2.1.2 Objetivos

El presente estudio se realiza con la finalidad conseguir los siguientes objetivos:

- Obtener la mejor alternativa técnico-económica a nivel local, del Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Data que garantice la operación eficaz de los Hornos Bickley.
- Exigir al Sistema capacidad de incorporar cualquier otro equipo ó sistema que requiera ser

automatizado, controlado o monitoreado con mínima inversión.

- Contar con facilidades de interconexión con la red LAN WINDOWS NT de Repsa, MS-Office, Software y Hardware alternativos.
- Contar con apoyo técnico confiable para Configuración, Programación, Mantenimiento y Reparación, además de un buen servicio de Suministros y Capacitación del nuevo sistema.

4.2.1.3 Proveedores

Los siguientes proveedores han sido invitados a presentar sus ofertas técnico económicas, los cuales se constituyen en INTEGRADORES DE SISTEMAS, asociados con proveedores de locales ó externos de Software y Hardware para la industria nacional, teniendo la responsabilidad del desarrollo, suministro y puesta en marcha del Sistema SCADA ofertado, con una garantía mínima de un año lo ofertado.

- Automatización y Control Industrial S.A.C. - Siemens Iconics
- Control Matic S.A. - Honeywell

- Din Automatización S.A. - Siemens
- Válvulas, Accesorios y Maquinaria S.A. - Fisher - Rosemount
- Inducontrol S.R.L. - National Instruments

4.2.1.4 Evaluación y selección de propuestas

En consideración a los objetivos previstos para el presente estudio, del análisis económico mostrado en el Cuadro 4.3 y de la evaluación técnica, podemos establecer que la mejor oferta técnico - económica es la presentada por Din Automatización S.A. quienes tienen el respaldo de Siemens Perú, además de contar Siemsa como representante de Siemens y proveedor conocido de Repsa.

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.		CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS PARA ADQUISICION DEL SISTEMA SCADA PARA HORNOS BICKLEY - ENERO 05, 2000	
COMPANIA	Automatización y control Industrial S.A.C.	Control Matic	Din Automatización
SOFTWARE	\$9,900	\$8,773	\$13,340
MODELO FABRICANTE	Genesis 32 Iconics - USA \$8,280	Plant Scape Honeywell \$8,773	WinCC v.6.0 Siemens \$8,625
Licencia Power Taps	1024 P.T. \$1,620	300 P.T.	1024 P.T. \$2,120
Software Prog. Hardware	Step 7 - MINI	No	Step 7 v. 5.0 \$2,120
Software SCADA Alternativo	No	No	WONDERWARE Mod. INTOUCH 7.1-5000T \$14,370
Software SCADA Alternativo	No	No	UP GRADE RUNTIME DE 1024 A 64K POWER TAGS \$1,595
HARDWARE	\$43,430	\$66,645	\$40,660
MODELO FABRICANTE	Simatic S-7 300 Siemens \$19,455	Process Base Server SH-300 Honeywell \$66,645	Simatic S-7 300 Siemens \$42,780
Redundancia de CPU	Si	Si	Si
HORNO SK-1	\$21,165	\$58,300 (SK-1 + Fuente de Alimentación)	\$14,535
HORNO SK-2	\$21,165		\$16,815 (SK-1 + SK-2)
DISPOSITIVOS DE MANDO Y MANIOBRA			\$3,600
PANELES DE OPERADOR	Panel View 550 \$4,198		\$1,270
Interface panel al Sistema	\$2,960		
COMUNICACIÓN	Profibus \$950	Controlnet leaf module to module to \$1,160	OP 7-DP \$6,560
COMPUTADORA	PC no incl.	PC no incl.	PC no incl.
FUENTES DE ALIMENTACION			
DESCUENTO	\$2,647 5%		\$2,650
TOTAL DE SUMINISTROS	\$50,664	\$75,419	\$54,000
DERECHOS DE IMPORTACION 15%		\$11,312.83	
SERVICIOS	\$15,000	\$7,500	\$7,600
Programación			\$4,221
Instalación			\$1,200
Ingeniería	\$7,500		\$2,721
Montaje			\$1,000
Puesta en Marcha	\$7,500		\$6,790
TOTAL DE SUMINISTROS + SERVICIOS	\$65,664	\$94,232	\$61,600
CAPACITACION			\$72,960
Manejo y operación del Sistema Instalado	Entrenamiento del Personal		Entrenamiento en Manejo y Operación
Seminario de Prop. PLC 6 Horas / 03 Participantes			Entrenamiento
CONDICIONES COMERCIALES			
OFERTA	COT995-090/2000 18-Jul-00	RS92K280 12-Abr-00	P2K133 22-Mar-00
CONTACTO	Fernando Anaya Gerente de Proyectos	Victor Mendiolza Gte. Div. Industrial	Elio Camanica Dpto. Ventas/Proyectos
FORMA DE PAGO		A tratar	
INICIAL CONTRA ENTREGA	70%		60%
SERVICIOS	30%		20%
INICIAL CONTRA ENTREGA	50%		20%
Puesta en Marcha	50%		
CONTRA ENTREGA			
CONDICIONES DE PAGO			
LUGAR DE ENTREGA	REPSA	A tratar	Transf. Bancaria
PLAZO DE ENTREGA	4-5 SEMANAS	FOB MIAMI	AUSTIN - TEXAS
VALIDEZ DE LA OFERTA	30 DIAS	6-8 SEMANAS	10- SEMANAS
GARANTIAS	01 AÑO	30 DIAS	30 DIAS
IGV	18%	01 AÑO	01 AÑO
		18%	18%
ADICIONALES SUMINISTRADO POR TERCEROS/CENTRO DE COMPUTO REPSA			
REQUERIMIENTOS MINIMOS DE HARDWARE Y SOFTWARE	BUSINESSUR		
HARDWARE			
PENTIUM III 333 MHZ			
RAM 128 MBYTES	\$1,048.00		
DISCO DURO 6.1 GBYTES			
MULTIMEDIA CD ROM 40X	\$58.00		
PUERTO SERIAL			
PUERTO PARALELO			
01 SLOT MINIMO TARJ. ADICIONALES	\$345.00		
MONITOR SVGA 17" RESOLUCION 1024X768			
SOFTWARE			
WINDOWS NT 4.0/2000	\$670.00		
TOTAL HARDWARE Y SOFTWARE SERVIDOR SCADA	\$2,121.00		

4.2.2 Proyecto de Nuevo Horno Shuttle de 1700 °C.

Satisfacer la demanda futura de producción incrementando capacidad de la Sección Hornos con equipos modernos, que permitan la producción competitiva y utilizar esta nueva tecnología para modernizar los actuales Hornos Bickley.

4.2.2.1 Consideraciones Generales

La capacidad actual de la Sección Hornos está dada principalmente por los dos hornos Bickley, adquiridos en 1976 y 1980 respectivamente, además del horno PK-5 y Periódicos PK-3 y PK-4 considerados como operativos, pero debido a su antigüedad no aseguran la calidad de proceso requerido para la mayoría de productos exigidos por el mercado, especialmente en lo que respecta a una rápida y segura respuesta a los requerimientos de los clientes.

Con el fin de incrementar la capacidad instalada de la sección Hornos, en lo que se refiere a quemas de alta temperatura a 1700°C., actualizar y/o mejorar la tecnología existente para incrementar la productividad y rentabilidad del proceso de quemado y obtener mejoras

ambientales exigidas en los últimos años a la industria, discontinuando en lo posible el uso de los hornos antiguos, además de preparar el camino para la utilización del gas de Camisea en el mediano plazo (2004), se plantea la necesidad de contar con un nuevo horno con las características que cumplan con estos requisitos.

En consecuencia los fabricantes de Hornos Laeis Bucher de Alemania, Swindell Dressler de USA y Nutec Bickley USA-México, fueron invitados para que presenten su mejor oferta, cuya evaluación técnico-económica permitirá elegir la empresa con quien se desarrollará el Proyecto de Adquisición del Nuevo Horno Shuttle.

4.2.2.2 Objetivos

El presente estudio se realiza con el fin de conseguir los siguientes objetivos:

- Obtener la mejor propuesta técnico-económica, para la adquisición de un nuevo Horno de 1750 °C. para incrementar la capacidad de la Sección Hornos, que garantice la atención eficaz de los

requerimientos del mercado actual y potencial nacional y extranjero.

- Preparar el nuevo equipo para la implantación eficaz del uso del gas de Camisea, con la mínima inversión en cuanto esté disponible.
- Aprovechar la nueva tecnología a proveer con el nuevo horno, para actualizar y mejorar nuestros actuales hornos.
- Contar con la mejor empresa que brinde apoyo técnico confiable, para la fabricación, construcción y montaje del nuevo equipo, que deberá incorporarse y adecuarse a los equipos y control existentes.

4.2.2.3 Proveedores

Las siguientes empresas fabricantes de Hornos se seleccionaron para que presentaran sus propuestas para la adquisición del nuevo horno:

- Laeis Bucher de Alemania,

- Swindell Dressler de USA,
- Nutec Bickley USA-Mexico.

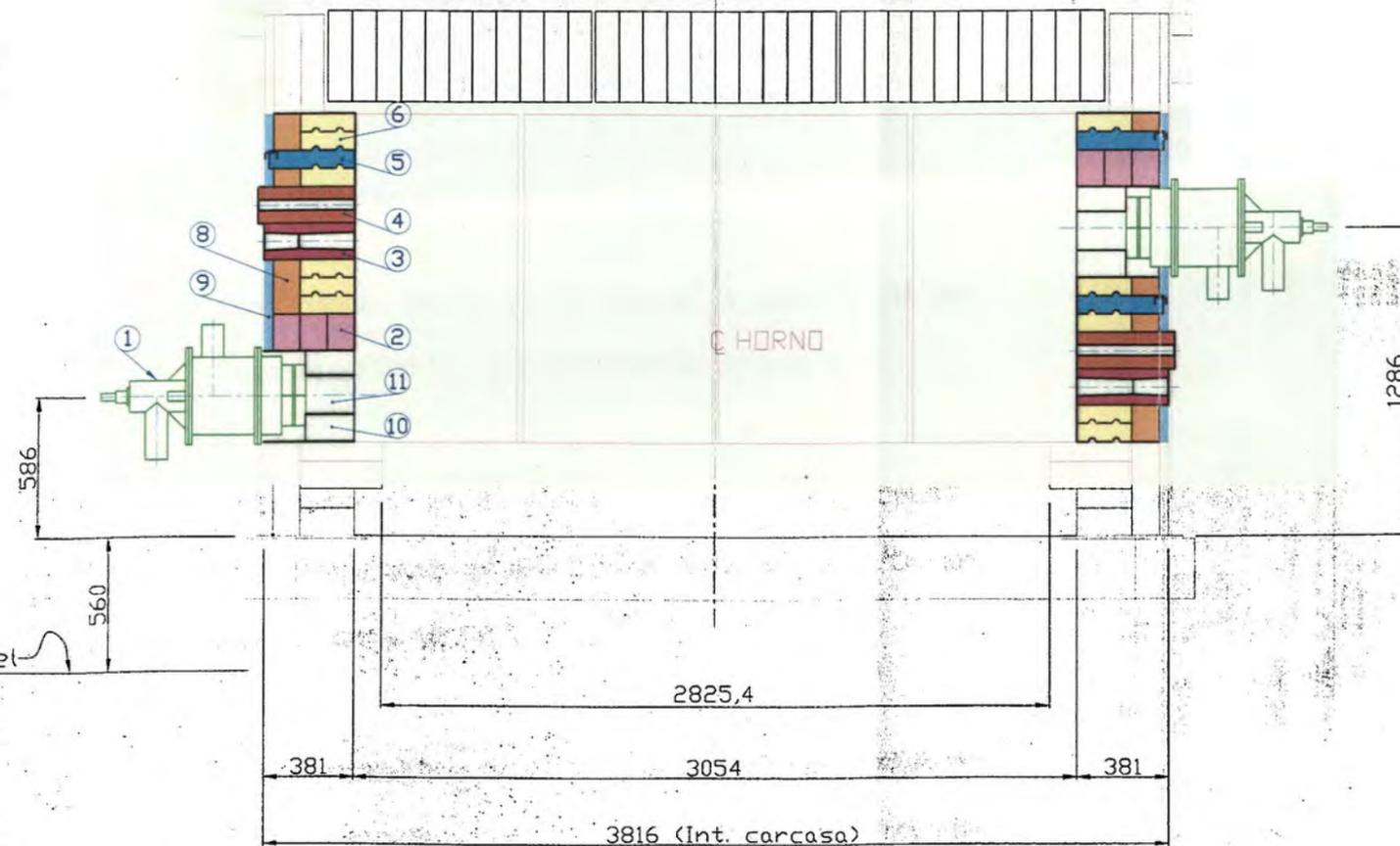
4.2.2.4 Evaluación y selección de propuestas

El análisis comparativo de las propuestas ha sido realizado por agrupación de los componentes presupuestados en los rubros de Condiciones Comerciales, Especificaciones técnicas y el Cuadro Comparativo de las alternativas económicas, las cuales se presentan en cuadros separados para facilitar la visualización y comparación del conjunto de propuestas.

En consecuencia, el análisis Comparativo de Alternativas Económicas, mostrado en el Cuadro 4.4. se deduce que mejor alternativa la constituye Nutec Bickley en consideración de precio, servicio y conveniencia de estandarizar el tipo de horno, y posibilidad de mejora de los actuales hornos.

FIGURA N° 3.11

LISTA DE MATERIALES						
COLOR	ITEM	DESCRIPCION	MATERIAL	DIMENSIONES	CANT.	OBSERVACIONES
■	1	QUEMADOR			10	
■	2	LADRILLO BLOCK	KORUNDAL XD	18"x6"x4 1/2"	10	
			NA-33	18"x6"x4 1/2"	20	
■	3	LADRILLO MIRA	KORUNDAL XD	16"x7 1/4"x6"	10	
■	4	LADRILLO THERMOCUPLA	KORUNDAL XD	16"x7 1/4"x6"	10	
■	5	LADRILLO ANCLAJE HB	KORUNDAL XD	14 3/8"x4 1/2"x3"	135	
■	6	LADRILLO MACHIHENBRADO	NA-33	9"x4 1/2"x3"	570	
■	7	LADRILLO MACHIHENBRADO	NA-33	9"x6 3/4"x3"	180	
■	8	LADRILLO AISLANTE	K-28	9"x4 1/2"x3"		
			K-30	9"x4 1/2"x3"		
■	9		LANA KAWOOL			
■	10	LADRILLO RECTO	NA-33	346x206x114	20	
■	11	LADRILLO RECTO	NA-33	206x162x114	20	



LADO FRONTAL INT.

REFRACTARIOS PERUANOS S.A.

DEPTO. INGENIERIA



DISEÑADO	A. ARAUCO	REVISADO	APROBADO	S/E	2-ABR-2005
DIBUJADO				ESCALA	FECHA
TITULO: HORNO BICKLEY-1 - QUEMADORES OMBUSTION G.N. REVESTIMIENTO REFRACTARIO - CORTE C-C					

PLANO No. HB1-011-GN
 FILE: C:\Archivos Autocad\HORNOS\HB1-011-GN.dwg

4.2.3 Proyecto de Incremento de Carga de Hornos Bickley 1700 C

Incrementar capacidad de la Sección Hornos y mejorar el consumo específico de combustibles mediante el incremento de carga actual de 25 TM/quema a 33 TM/quema en los Hornos Bickley...

4.2.3.1 Consideraciones Generales

Los Hornos Bickley fueron diseñados para 25 TM por quema a 1760 °C., con una altura de carga de 30”.

Por disponibilidad de capacidad se ha utilizado quemas de temperatura en el rango de 1300 a. 1620 °C con alturas hasta de 54”

Pruebas preliminares de laboratorio confirman posibilidad de incrementar resistencia de ladrillos para soportar mayor carga a temperaturas de 1700 °C., utilizando nuevas materias primas y variando el proceso de manufactura.

La resistencia máxima de carga en el piso de los carros es de 7 lb. /pulg. 2

Según las normas de calidad de ANH Refractories Co., las dimensiones de ladrillos refractarios tienen una variación aceptada de +/- 2 %.

El promedio de utilización de las quemas disponibles de los Hornos Bickley en los últimos años, ha sido del 76%.

4.2.4.2 Objetivos

- Incrementar capacidad de la sección Hornos
- Utilizar los hornos Bickley para la quema de ladrillos básicos y silico-aluminosos.
- Discontinuar uso de hornos periódicos.
- Mejorar productividad de Hornos mejorando el consumo específico de combustibles.
- Mantener variabilidad de dimensiones dentro del 2%.

4.2.4.3 Proveedores

Proyecto a desarrollar por el Centro de Investigaciones Repsa.

CUADRO N: 4.5

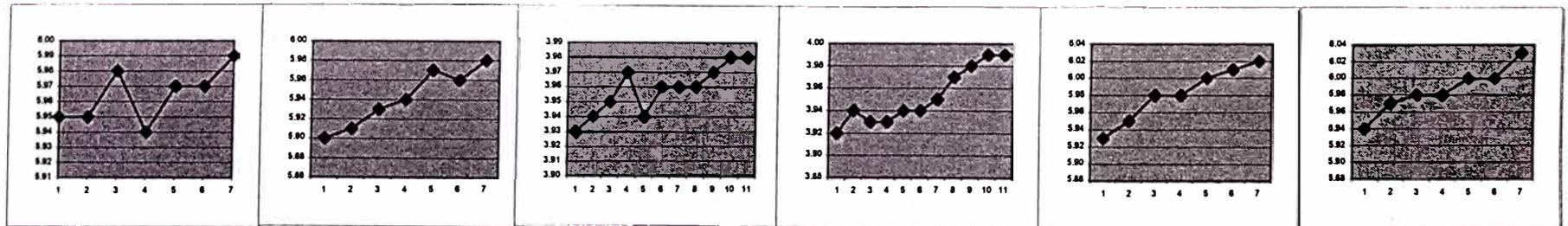
REPSA
DIRECCION TECNICA

VARIACION DE LAS
DIMENSIONES EN EL ANCHO
DEL LADRILLO POR
APLASTAMIENTO

LABORATORIO ..
CONTROL DE CALIDAD .

QUEMA	SK1/1086		SK1/1088		SK2/1490	
FORMA	RECTO 12 x 6 x 3		CK-9 9 X 4 X 4		CUÑA 15 X 6 X (4-2 1/4)	
ALTURA	42"		44"		42"	
POSICION						
CAMA						
1	5.95	5.90	3.93	3.92	5.93	5.94
2	5.95	5.91	3.94	3.94	5.95	5.97
3	5.98	5.93	3.95	3.93	5.98	5.98
4	5.94	5.94	3.97	3.93	5.98	5.98
5	5.97	5.97	3.94	3.94	6.00	6.00
6	5.97	5.96	3.96	3.94	6.01	6.00
7	5.99	5.98	3.96	3.95	6.02	6.03
8			3.96	3.97		
9			3.97	3.98		
10			3.98	3.99		
11			3.98	3.99		

TECHO



CUADRO N° 4.6 RESULTADOS DE PRUEBAS DEL PROYECTO DE INCREMENTO DE CARGA

Altura de carga (pulg)	30	36	42
Equiv cargados (prom. aprox.)	4720	5500	6680
Combustible (prom. aprox.)	2390	2550	2590
Consumo gal/equiv	0.506	0.467	0.388
Consumo Kw-hr/equiv	0.53	0.455	0.374
Ahorro en gal/equiv	0	0.039	0.118
Ahorro en Kw-h/equiv (*)	0	0.075	0.156
Incremento de capacidad en %	0	16.5	41.5
Ton por carga	25.49	29.7	36.07
Consumo gal/ton	93.76	85.86	71.8
Consumo Kw-hr/ton	98.08	84.18	69.31
Producción anual de básicos	4000	4000	4000
Consumo gal/año	375040	343440	287200
Consumo Kw-hr/año	392320	336720	277240
Ahorro en gal/año	0	31600	87840
Ahorro en Kw-h/año	0	55600	115080

(*) Considerando un consumo promedio de 2500 Kw-hr/quema

(i) Aproximadamente la producción del año 2002

4.2.4.4 Evaluación y selección de propuestas

Con la finalidad de determinar exhaustivamente cuales son las variaciones en las dimensiones de los ladrillos cargados a una altura de 42", se procedió a realizar pruebas comparativas en quemas programadas en ambos hornos Bickley, a 30", 36" y 42" de altura, como se muestra en el Cuadro 4.5.

De acuerdo a los resultados establecidos se determino que es posible cambiar la altura de carga de 30" actual a 42" en las cargas de ladrillos básicos. Como se ha determinado la mayor altura de carga no afecta la calidad actual de los productos quemados a 1700 °C.

El cambio de altura representa importantes ahorros en el consumo de combustible y de energía tal como se puede observar en el Cuadro 4.6.

4.2.4 Proyecto de Conversión a Gas Natural

Cambiar la fuente energética de combustibles líquidos destilados y residuales por el gas natural de Camisea, reparando y modernizando los actuales hornos Bickley.

4.2.4.1 Consideraciones Generales

Los recursos energéticos utilizados en el proceso productivo de fabricación de productos refractarios son principalmente el Diesel 1, Residual N° 6 y Gas Propano, cuyos consumos promedios de los últimos ocho años son del orden de 480,000, 180,000 y 7,000 galones/año respectivamente, para una producción promedio anual de 10,000 TM. El desembolso por concepto de combustibles del año 2003 fue de aproximadamente 760,000 dólares.

Ante la viabilidad técnica de contar con el Gas Natural a partir de fin de año, según propuesta de GNLC, empresa comercializadora de este recurso, se evaluara el Proyecto de Conversión a Gas Natural para la implementación de los principales equipos consumidores de energía calorífica, por constituir una alternativa viable a corto

plazo, de gran potencial de ahorro económico, beneficio al medio ambiente, además de permitir incrementar productividad y competitividad.

De ser viable, el proyecto se ejecutará a partir del siguiente año, a fin de lograr el Suministro del Gas a la Planta, Distribución a los puntos de uso y Conversión de los principales Hornos. Se programara trabajos previos de reparaciones a sus unidades principales y se realizara la modernización de equipos de control a fin de facilitar la ejecución de este proyecto.

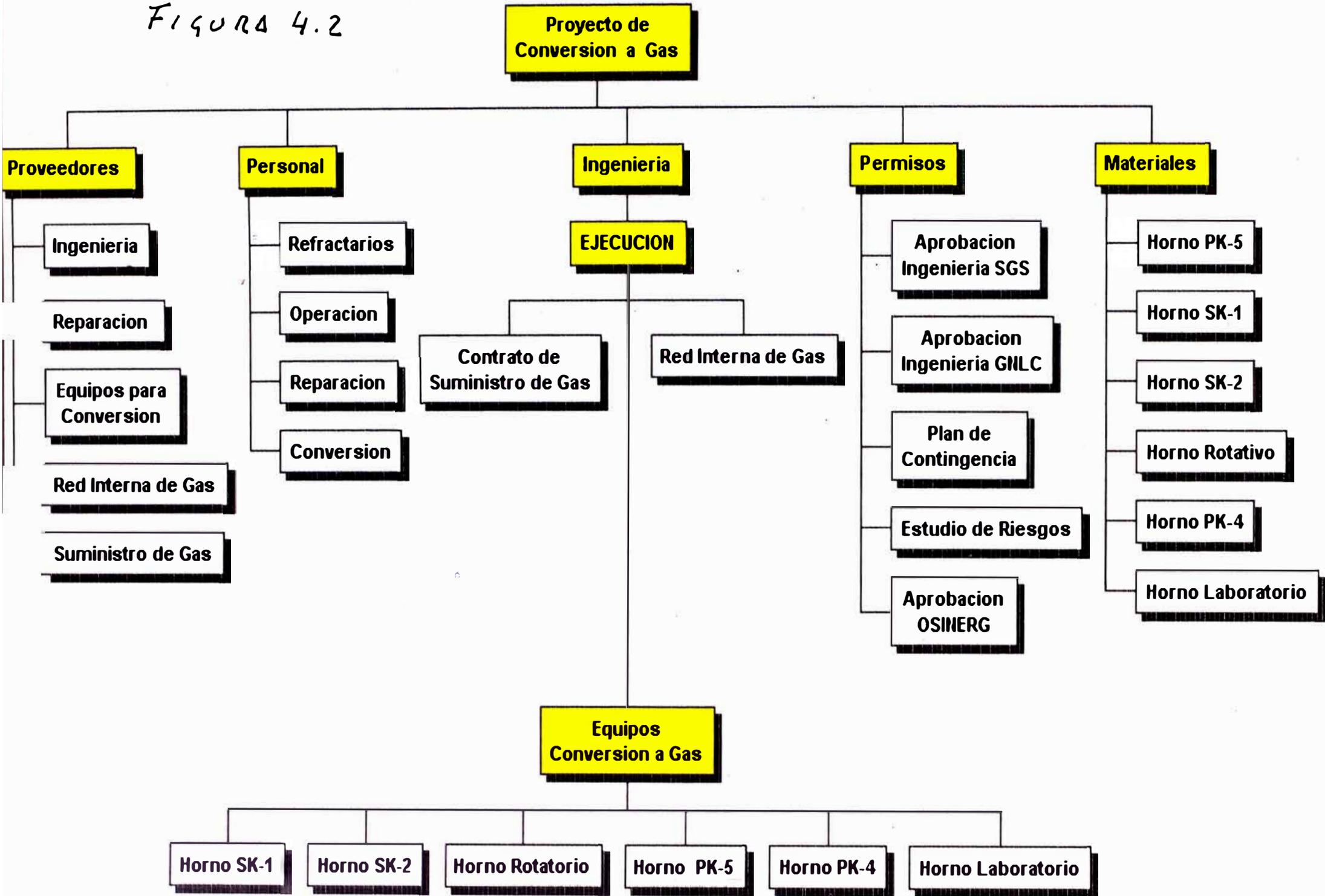
El análisis económico se basara en los consumos promedios proyectados, diferencial de precios de combustibles actuales y gas natural, y la inversión aproximada que se calculara de acuerdo a las necesidades y cotizaciones de los proveedores.

4.2.4.2 Objetivos

El presente estudio se realiza con la finalidad conseguir los siguientes objetivos:

- Obtener la mejor alternativa técnico-económica a nivel local y/o externa para el Suministro de gas natural, de parte de GNLC para la planta industrial Repsa.
- Cumplir con las Normativas Legales vigentes para obtener los permisos y autorizaciones requeridas para el Suministro y uso seguro y eficiente del gas natural.
- Determinar los estudios é inversiones necesarias para contar con el gas natural a más tardar el 1° de Diciembre según oferta de GNLC.
- Realizar la evaluación técnica-económica-financiera del proyecto integral de sustitución de Combustibles líquidos por el Gas Natural.
- Contar con apoyo técnico confiable para la Ingeniería de Detalle, Instalación de la Red de Distribución Interna y la Conversión de los Hornos Bickley, Horno Rotativo y Horno Periódico, según la estructura del proyecto, mostrado en la Fig. 4.2.

FIGURA 4.2



4.2.4.3 Proveedores

Los siguientes proveedores han sido invitados a presentar sus ofertas técnico económicas:

- **Ingeniería de Detalles y Suministro de Gas y Red Interna**
- - Tractebel Industrial Services- GNLC
 - Kindo SAC
 - Mediterranean Energy-
 - Santos Bruciatori SAC
 -
- **Conversión a Gas de Hornos**
 - Nutec Bickley USA/México
 - North American Mfg. Co. USA

4.2.4.4 Evaluación y selección de propuestas

De las propuestas presentadas, se consideró al único proveedor del gas natural Tractebel-GNLC, por lo que se considera el Contrato de Suministro en la Planta Repsa. (Términos del Contrato + Presupuesto)

La Ingeniería de Detalle para el Suministro de Gas y Red interna de distribución se consideró a la Empresa Santos Brushiatori . El analisis comparativos se muestran en el Cuadro 4.8

CUADRO N° 4.8

EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA LA RED INTERNA DE DISTRIBUCION DE GAS

Proveedores	ALTERNATIVAS	Mediterranean Energy		Santos Bruclator		Cima		Kindo		Insemcongás	
		TUB. ACERO	TUB. POLIETILENO	TUB. ACERO	TUB. POLIETILENO	TUB. ACERO	TUB. POLIETILENO	TUB. ACERO	TUB. POLIETILENO	TUB. ACERO	TUB. POLIETILENO
Santos Bruclator											
	Ingeniería			(2,000.00)	(2,000.00)						
	Estacion de Medición Prncipal										
	Redes Homos			43,900.00							
	Redes Domesticas			5,420.00	5,420.00						
Mediterranean Energy											
	Estaciones de Medición Secundaria	3,062.00	16660	13,798.00							
	Medidores										
	Precio Lineas Internas		18800	21,973.00							
	Precio Documentación As-Built	164.00	580	416.00							
	Precio Puesta en Marcha	249.00	970	721.00							
	Instalación Vestuarios, Cocina y Laboratorio			9,600.00							
	Sistema de Medición de Contraste	2,390.00	10690	8,300.00							
Kindo		5,865.00									
	Suministro de Materiales							35,666.58	21,244.90		
	Montaje de Tubería							18,239.00	20,829.20		
	Prueba de Presión							86.40	86.40		
	Memoria de Calculo y Planos							170.10	170.10		
	Suministro de Materiales							4,285.25			
	Montaje de Tubería							4,003.13			
	Prueba de Presión							86.40			
	Memoria de Calculo y Planos							183.71			
Insemcongás											
	Obras Civiles										10,970.60
	Suministro de Materiales é Inst. Tub Parte A										30,359.83
	Medidores SK-1,SK-2,RK										18,148.92
	Medidor de Contraste										11,710.41
	Obras Civiles										2,424.67
	Suministro de Materiales é Inst. Tub Parte B										10,124.31
	Protección Tubería Enterrada										5,876.00
	TUBERIA DE POLIETILENO			50,608.00	39,500.00		34,104.00				
TOTAL OBRA COMPLETA (No Inc. IGV)		47,900.00	54,808.00	50,608.00	47,320.00	42,920.00	-	34,104.00	62,720.57	42,330.60	89,814.74

SI Inc, Medidor SI Inc, Medidores NO Inc, Medidc NO Inc, Medidores

NO Inc, Medidc NO Inc, Medidores SI Inc, Medidores

TOTAL OBRA A EJECUTAR (HORNOS)	23,110.00	18,910.00	41,900.00	37,500.00	54,162.08	42,330.60	47,206.43
Sin Medidores							

Asimismo se consideró propuesta de Nutec Bickley para el suministro de equipos y puesta en marcha de la Conversión a gas de los Hornos Bickley.

Los cuadros comparativos se muestran en el Cuadro 4.9.

CAPITULO V

5.0 EVALUACION ECONOMICA

5.1 Introducción

Debido al número de propuestas resultantes para cada proyecto y con motivo de evitar un análisis excesivo de alternativas, se estructuró el análisis económico en dos etapas:

En la primera etapa se realizó la comparación económica entre las propuestas presentadas para cada proyecto, para eliminar las alternativas menos favorables, eligiendo la más conveniente desde el punto de vista de seguridad, calidad, plazos de entrega y precio.

En la segunda etapa se realizó el análisis económico integrado de la alternativa resultante, después de elegir entre el Proyecto del Horno Shuttle de 1700 °C y el Incremento de Carga de los Hornos Bickley de 25 TM a 33 TM.

Las propuestas seleccionadas para cada proyecto como ya se ha establecido son:

Sistema Supervisión, Control y Adquisición de Data

Empresa: Din Automatización

Sistema: Wonderware modelo Intouch 7.1 5000 T

Simatic S-7 300 Fabricante Siemens.

Alcance: Hornos Bickley + Prensa Laeis (Softwawe)

Costo: \$ 61,600

Horno Shuttle 1700 °C

Empresa: Nutec Bickley

Horno: Car Bell Shuttle Kiln 1700°C.

Capacidad: 4000 TM/Año

Costo : \$ 868,968

Incremento de carga en Hornos Bickley de 25 TM a 33 TM.

Responsable: CIDAC WMC – Centro de Investigaciones y

Aseguramiento de la Calidad.

Presupuesto: \$ 20,000

Conversión de Hornos a Gas Natural

Empresa: Tractebel

Suministro de Gas Natural \$ 60,000

Empresa: Santos Brushatori

Ingeniería de Detalle \$ 8,000

Empresa: Mediterranean Energy

Instalación Red Interna de Gas \$ 35,000

Conversión a Gas Horno Rotativo. \$ 33,180

Empresa: Nutec Bickley

Sistema de Conversión a Gas \$ 350,000

Battery Limits: Refractarios Peruanos S.A.

Permisos, Mano de Obra, Reparaciones, Estudios de Riesgos, Plan de Contingencia.

5.2 Análisis económico de las alternativas

5.2.1 Análisis preliminar

Previo al análisis final, se tuvo que elegir entre las alternativas del Proyecto del Horno Shuttle 1700 °C. y el Proyecto de Incremento de Carga de 25 TM a 33 TM.

Ambas alternativas apuntan a resolver el problema de falta de capacidad en la Sección Hornos, con el fin de discontinuar la operación de los hornos antiguos, ineficientes y de lenta respuesta a plazos de entrega, especialmente para el mercado externo.

De acuerdo a los resultados del CIDAC, se comprobó la factibilidad del incremento de carga a 33 TM, lo que representa un incremento de la capacidad instalada de los Hornos Bickley del 41.5%. Considerando las 150 quemas al año por horno, el incremento del tonelaje será de 3,112.5 TM.

Por otro lado el Horno Shuttle de 1700 °C., proyectado para 4000 TM anuales, representa una inversión de \$ 868,968 , siendo la mas baja de las propuestas y constituye la mejor

alternativa, por la similitud con los hornos actuales y la posibilidad de uniformizar con la misma tecnología todos los hornos.

Por otra parte, las condiciones de mercado de refractarios a nivel local, se verá afectado en el mediano plazo, por las exigencias gubernamentales respecto al medio ambiente. Es el caso de Southern Perú Copper Corporation en Ilo y Doe Run en Oroya, principales clientes que cambiaran de tecnología con modernizaciones de sus plantas, por lo tanto el consumo de refractarios en estos disminuirá en 1500 TM a partir del año 2007 y 1000 TM a partir del 2009 respectivamente.

En vista de estas consideraciones, se tomo la decisión de postergar la adquisición del Horno Shuttle de 1700 °C., e implementar el Proyecto de Incremento de Carga de 25 a 33 TM, lo cual será suficiente para atender el mercado en los niveles de venta proyectados para los siguientes años...

5.3 Selección y presentación de la alternativa recomendada

Realizado el análisis preliminar y definida la alternativa resultante, se considerara la evaluación económica del proyecto integral compuesto por:

- **Proyecto de Supervisión, Control y Adquisición de Data**
- **Proyecto de Incremento de Carga de Hornos Bickley**
- **Proyecto de Conversión a Gas Natural de los Hornos.**

5.4 Evaluación económica

El Cuadro 5.0, se presenta el análisis económico y sus resultados de la alternativa propuesta para el proyecto integral, compuesto por el Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Data, Incremento de carga en hornos SK, Conversión a Gas, cuya inversión total asciende a US\$ \$716,960

En este cuadro los ahorros fueron calculados en base a la operación de hornos del año 2003, cuya producción de productos quemados fue la mas baja según las estadísticas de producción ascendente a 5,931 TM. Se determino el consumo total energético en MMBTU del periodo y se valorizo según los parámetros de la información base indicada, en

CUADRO N° 5.0

ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO DE CONVERSION A GAS NATURAL

1. Información Base

	05-Mar-04			
Combustible	S./Gln	\$/Gln	BTU/Gln	\$/MM BTU
Diesel 1	6.125	1.76	126,200	13.67
Residual 6	2.550	0.73	142,800	5.10
Gas Natural				3.6745

Tipo de Cambio 3.5 Soles

Supuestos

Precio de Gas Natural Presupuestado por Tractebel GMLC
 Análisis según Producción y Consumo de combustibles del año 2003
 No se considera incremento de eficiencia energética por uso

6

2. Estimación de Ahorros en función de consumos de Combustibles Año 2003

		TOTAL									
		483,446	62,333	\$764,665	\$229,044	\$535,622					
MES	Consumo de Kerosene Año 2003 en GLNS	PK-1	PK-2	PK-3	PK-4	H Ret	Total Glns	Million BTU Utilizado 2003	Costo Diesel 1	Gas Natural	Ahorro \$
Ene	14,327	24,111					38,438	4,851	67,206	17,824	49,442
Feb	12,863	14,792					27,655	3,490	48,396	12,824	35,572
Mar	18,993	7,923					26,916	3,397	47,102	12,481	34,621
Abr	12,263	12,621					24,904	3,143	43,562	11,548	32,033
May	20,217	12,772					32,989	4,163	57,731	15,298	42,433
Jun	14,796	16,343					31,643	3,993	55,375	14,673	40,701
Jul	0	27,884					28,093	3,545	49,162	13,027	36,135
Ago	10,403	14,370					24,773	3,126	43,353	11,486	31,865
Sep	18,579	28,888	1,265				48,733	6,150	85,262	22,598	62,664
Oct	30,916	28,130					57,046	7,199	99,831	26,454	73,377
Nov	22,626	14,397					37,417	4,730	65,584	17,379	48,206
Dic	0	22,903					25,121	3,170	43,962	11,848	32,113
Total	176,003	223,134	1,265	1,918	1,467	403,787	50,956	706,628	187,245	619,383	

* datos expresados en galones

CONSUMO DE PETROLEO #6 AÑO 2003 EN GLNS

MES	SK-1	SK-2	PK-3	PK-4	H Ret	Total Glns	Million BTU Utilizado 2003	Costo Residual 6	Gas Natural	Ahorro \$
Ene						0	0	-	-	-
Feb						0	0	-	-	-
Mar						0	0	-	-	-
Abr						0	0	-	-	-
May						0	0	-	-	-
Jun						0	0	-	-	-
Jul						0	0	-	-	-
Ago						7,836	1,119	5,709	4,112	1,597
Sep						23,612	3,372	17,203	12,390	4,813
Oct						7,067	1,009	5,149	3,708	1,441
Nov						29,768	4,251	21,688	15,620	6,068
Dic						4,817	1,624	6,288	5,969	2,319
Total	7,067	6,558	66,034	79,659	11,375	58,037	41,799	16,239		

3. Inversión

Sistema Supervisión, Control y Adquisición de Datos **\$61,600**

Incremento de carga en Hornos Bickley **\$20,000**

Inversión en Conversión a Gas **\$544,226**

1 Suministros Nutec Bickley

Conversion a gas de Hornos Bickley	\$248,000
Cambio de intercambiadores	\$90,000
Reemplazo Turbo soplador Aire Dilución	\$12,400

2 Instalación

Mano de Obra	\$8,000
Materiales, gastos, inspecciones	\$8,000
Alojamiento, Viáticos, Movilidad Supervisores	\$10,000
Programación SCADA/DI Autmatización	\$8,000

3 Otros Equipos

Tornes de Enfriamiento	\$28,666
------------------------	----------

4 Suministro Gas GMLC

Ingeniería	\$8,000
Elitacion de Medicion	\$60,000
Tendido de Tuberias	\$35,000
Muchinos	\$20,000

5 Certificaciones

Certificaciones SGS/Bureau Veritas	\$3,160
Estudio de Riesgos y Plan de contingencia	\$5,000

6 Inversión Hornos Rotativo

Horno Rotativo	\$19,700.00
Secador de Hornos Rotativo	\$6,980.00
Pirómetro No Contactante	\$3,000.00
Panel Eléctrico	\$2,500.00
Certificaciones	\$1,000

Imprevistos **15%** **\$57,954**

INVERSION TOTAL \$776,960

AHORROS ESTIMADOS POR AÑO \$35,622

PERIODO DE RECUPERACION 16.1 meses

4. Evaluación económica de la inversión

	0	1	2	3	4	5	Totales
Ventas proyectadas	TM	7,500	7,500	7,500	7,500	7,500	37,500
Consumo unitario	MMBTU/TK	11.31	11.31	11.31	11.31	11.31	
Consumo anual	MMBTTM	84,825	84,825	84,825	84,825	84,825	424,125
Costo Combustible	KEROSENE	1,176,258	1,176,258	1,176,258	1,176,258	1,176,258	\$ 5,881,290
Costo Combustible	GAS NATURAL	311,689	311,689	311,689	311,689	311,689	\$ 1,558,447
Ahorros	\$	864,568	864,568	864,568	864,568	864,568	\$ 4,322,842
Ahorros acumulados	\$	864,568	1,729,137	2,593,705	3,458,274	4,322,842	

5. Flujo economico **(716,960)** **864,568** **864,568** **864,568** **864,568**

6. EVALUACION METODO COSTO DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL PROPIO (Ke)

Tasa de descuento Ke 20% anual

F. ECONOMICO	VAN	TIR	B/C
	1,869,629	118%	3.61

7. Analisis de sensibilidad

PRECIO DEL GAS NATURAL

Variación %	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
Incremento	0.37	1.10	1.47	1.84	2.20	2.57	2.94	3.31	3.67	
Precio	4.04	4.41	4.78	5.14	5.51	5.88	6.25	6.61	6.98	7.35
Recuperacion en meses	17	18	19	16	20	22	23	24	26	28

ambos combustibles, kerosene y residual #6 y se comparó con el valor de gas natural, teniendo como ahorro total de US\$ 535,622

La evaluación económica se realizó suponiendo que se utilizara la capacidad instalada obtenida, descontinuo los hornos ineficientes, en los cinco años siguientes, con un consumo energético promedio por tonelada de producto quemado de 11.38 MMBTU/TM.

Considerando los resultados del análisis económico integral del proyecto resulta que desde el punto de vista económico, vemos el valor actual neto de US\$ 1, 868,629 y una tasa interna de retorno que alcanza el 118% anual, muy superior al 20% exigido y una relación beneficio costo de 3.61, indican claramente que la presente alternativa es atractiva, pues se recupera la inversión en 16.1 meses.

Se efectuó un análisis de sensibilidad con respecto al precio del gas natural. El resultado del análisis variando el precio en 10% hasta duplicar el precio indica que la recuperación en el caso máximo, la inversión se recuperara en 28 meses.

5.5 Beneficio y ventaja del proyecto

El proyecto propuesto de Conversión a Gas Natural, goza de una amplia gama de beneficios y ventajas que contribuyen al mejoramiento

de la economía de la empresa y bienestar de sus trabajadores y población aledaña.

Parte de los beneficios del proyecto son considerados en el marco del análisis económico integrado. Sin embargo, existe una segunda parte de beneficios del proyecto que son difíciles de cuantificar, y no son considerados en el análisis económico. Estos últimos beneficios no pueden ser ignorados y deben ser tomados en consideración en el momento de juzgar el proyecto en su totalidad.

A continuación se presenta la relación de los beneficios del proyecto, la mayoría de los cuales no fueron incluidos en el análisis económico.

- Disminución del stock de combustibles del inventario. Se mantiene en stock el 50 % de la capacidad de almacenamiento de combustible.
- Mejora de la imagen de la empresa frente a la población vecina, y sus trabajadores al implementar tecnologías con beneficios ecológicos y socio-económicos.
- Ahorro en inversiones al poder cubrir la demanda futura vía incremento de productividad y eficiencia.

- o Contribución al avance tecnológico del país y capacitación del personal en las tecnologías a implementar.

5.6 Implementación por etapas y flexibilidad del programa

Se asume que el proyecto será desarrollado por fases en un periodo aproximado de un año, sin interrupción de los compromisos de entrega de productos a los clientes.

La conversión a gas se ha desdoblado en etapas de, Ingeniería Suministro de gas, Red Interna, Conversión a Gas de los Hornos que comprende las reparaciones de los hornos y la conversión a gas propiamente dicha. Previo a esto el horno PK-5 deberá ser puesto operativo para sustituir a los hornos SK, mientras estén en reparación.

Además por haberse considerado la reparación general de los hornos SK, se aprovechara una sola parada para realizar la reparación general, implementación del sistema SCADA y la conversión a gas.

La ejecución de los battery limits a cargo y cuenta de Repsa se realizaran conforme se requieran, como los Permisos y Actualizaciones de Estudios de Riesgo y Planes de Contingencia,

autorizaciones de Osinerg para la puesta en marcha y desactivación de los tanques de combustible.

Merece mencionar e, la influencia de las etapas de ejecución del proyecto para realizar la capacitación y entrenamiento del personal actual y nuevo, en los nuevos sistemas a implementar.

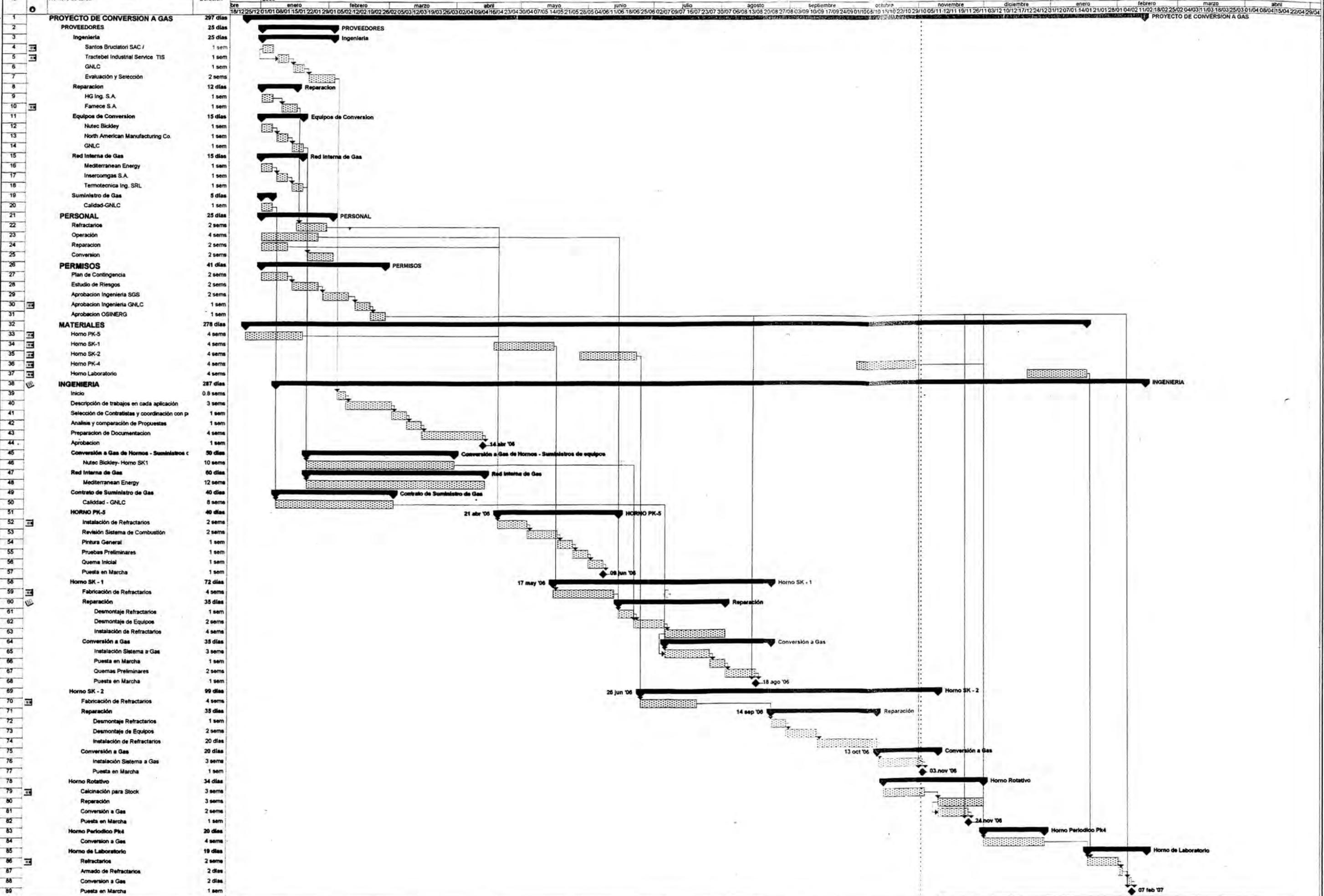
La ejecución del proyecto se realizara según el Cronograma que se muestra en la Fig. 4.4.

5.7 Posibilidades de incrementar los beneficios económicos

Se advierte que los beneficios económicos obtenidos en esta fase, son resultado de atender lo que se considera como el problema principal detectado y atendido en forma prioritaria, por su magnitud resaltante en el análisis de la situación actual de la empresa.

Sin embargo, existen, dentro de la misma sección hornos oportunidades de ahorro o mejora, así como en las demás áreas, por lo que hasta ahora propuesto en solo una parte de beneficios económicos mostrados, por lo que se deberá continuar o ampliar los estudios realizados para incrementar la productividad y competitividad adquirida.

FIGURA 4.4



CONCLUSIONES

Las perspectivas de crecimiento de la economía para los próximos años son alentadoras, sin embargo la industria refractaria afronta la amenaza de reducción de consumo de dos clientes importantes por cambio tecnológico de sus operaciones. Por otra parte esta disminución de Mercado, se espera compensarse con el incremento de la capacidad instalada proyectada del sector cementero, así como también ampliar el mercado externo.

Históricamente los precios de los combustibles destilados (Kerosene, Diesel 2) y los combustibles residual (Bunker C, Residual 500), tienden a incrementar, como se ve en la evolución histórica de estos, por lo tanto es una buena opción implementar el uso del combustible alternativo gas natural, por las ventajas no solo económicas, sino también ventajas ecológicas y operativas, por la menor contaminación ambiental y eficiente combustión.

El proyecto considera la implementación por etapas en el transcurso de un año y no deberá afectar la atención de los clientes, por lo que se ha previsto reparar y operar el horno PK-5, para sustituir a los hornos SK mientras se realicen las reparaciones y conversión a gas. Finalmente se procederá con el horno rotativo y horno de laboratorio.

Se ha considerado una inversión total de de US\$ 716,960 y no se considera los gastos de reparaciones de los hornos PK-5, SK-1 y SK-2, por estar estos contemplados dentro del presupuesto de mantenimiento. Los ahorros previstos por diferencia de precios entre combustibles kerosene y gas natural serán del orden del 74 %, por lo tanto el proyecto arroja un valor actual neto de US\$ 1,868,629 y una tasa interna de retorno que alcanza el 118% anual, muy superior al 20% exigido y una relación beneficio costo de 3.61. Es decir el proyecto es técnica y económicamente viable.

La participación inicial del consume de combustibles en la estructura de costos es aproximadamente el 35% en promedio, disminuyendo a 30 % por incremento de carga de 25 a 33 TM y finalmente por cambio a gas natural bajo al 17%. En consecuencia el uso del gas natural cuyo precio es 74 % menor que el Kerosene, representará una reducción de costo del producto de aproximadamente 21%.

La capacidad instalada inicial de hornos de 9,588 TM/año, se reducirá a 7,425 TM/año, descontinuando los hornos considerados ineficientes, que será suficiente para la atención de las ventas proyectadas. Sin embargo existe la posibilidad de incrementar el factor de utilización hasta 91% de utilización de hornos SK para mantener la capacidad inicial.

Se ha considerado una inversión total de de US\$ 716,960 y no se considera los gastos de reparaciones de los hornos PK-5, SK-1 y SK-2, por estar estos contemplados dentro del presupuesto de mantenimiento. Los ahorros previstos por diferencia de precios entre combustibles kerosene y gas natural serán del orden del 74 %, por lo tanto el proyecto arroja un valor actual neto de US\$ 1,868,629 y una tasa interna de retorno que alcanza el 118% anual, muy superior al 20% exigido y una relación beneficio costo de 3.61. Es decir el proyecto es técnica y económicamente viable.

La participación inicial del consume de combustibles en la estructura de costos es aproximadamente el 35% en promedio, disminuyendo a 30 % por incremento de carga de 25 a 33 TM y finalmente por cambio a gas natural bajo al 17%. En consecuencia el uso del gas natural cuyo precio es 74 % menor que el Kerosene, representará una reducción de costo del producto de aproximadamente 21%.

La capacidad instalada inicial de hornos de 9,588 TM/año, se reducirá a 7,425 TM/año, descontinuo los hornos considerados ineficientes, que será suficiente para la atención de las ventas proyectadas. Sin embargo existe la posibilidad de incrementar el factor de utilización hasta 91% de utilización de hornos SK para mantener la capacidad inicial, como se muestra en el Cuadro 33 R.

En el Figura 5.2 A se comparó los diagramas de Pareto de consumo de productos del inventario del año 2004 y 2006, antes y después del uso del gas natural, y se determinó que el consumo de combustible (kerosene), que ocupaba el primer lugar, pasa al tercer lugar (gas natural), que indica la importante reducción en el valor de consumo de combustibles.

Asimismo, el Diagrama de Pareto PRE y POST Mejora mostrado en la Figura 5.2, considera solamente el consumo de combustibles de los años 2004 y 2006, indicando claramente un ahorro efectivo de 54.2 %, solo por el cambio de combustible de kerosene a gas natural, no obstante que se había previsto alrededor del 74%.

En la Figura N 5, se muestran las Curvas Normales de Consumo de Combustible en Hornos Bickley, en las tres fases del Proyecto, es decir la situación inicial con una capacidad de 25 TM/Quema, después del incremento de carga a 33 TM/Quema y la final usando gas natural. Como se observa en la figura 5, el desplazamiento de la curva normal de consumo hacia la izquierda por el incremento de carga significa un menor consumo específico, sin embargo la curva normal de consumo con gas natural se desplaza hacia la derecha, incrementándose el consumo específico por encima de la condición inicial.

FIGURA N° 5.2 A CONSUMO DE PRODUCTOS-COMBUSTIBLES 2004-2006

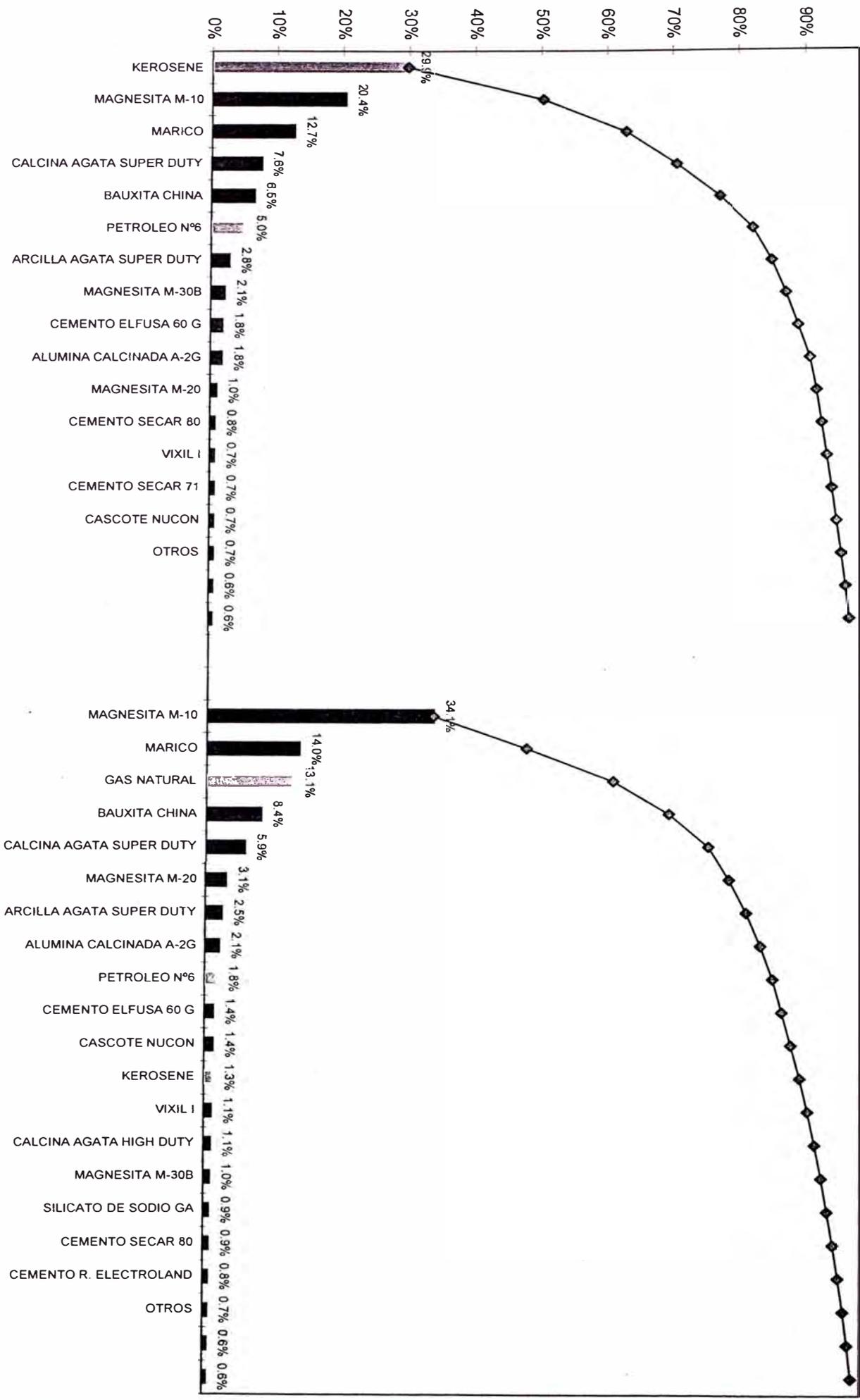
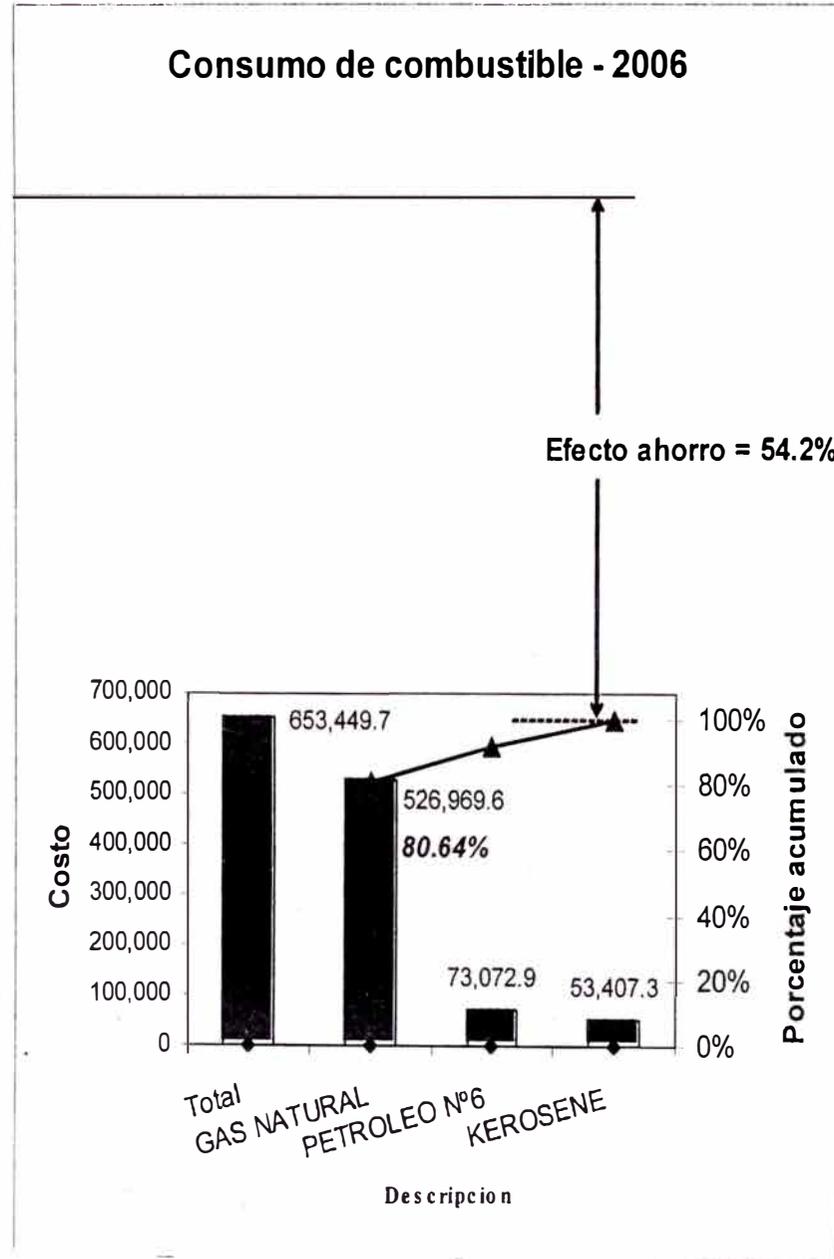
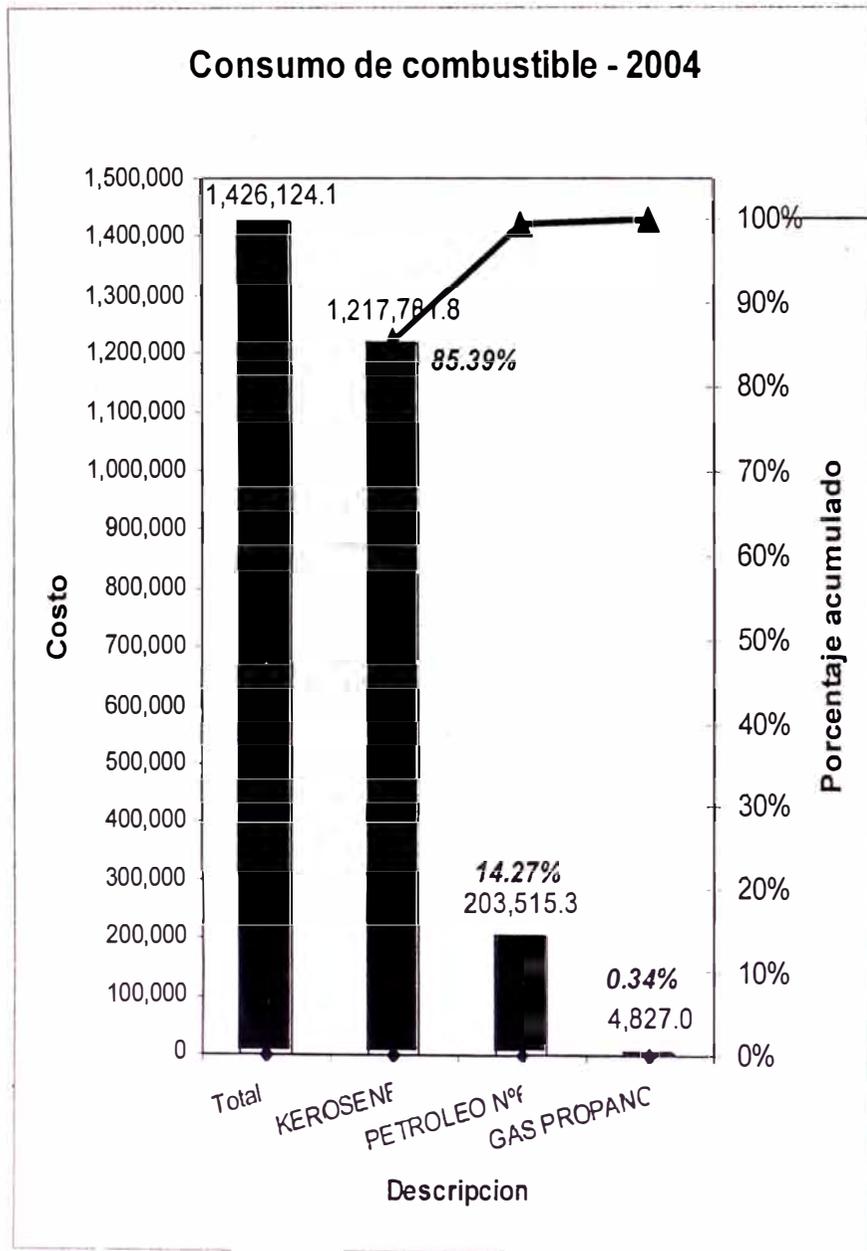


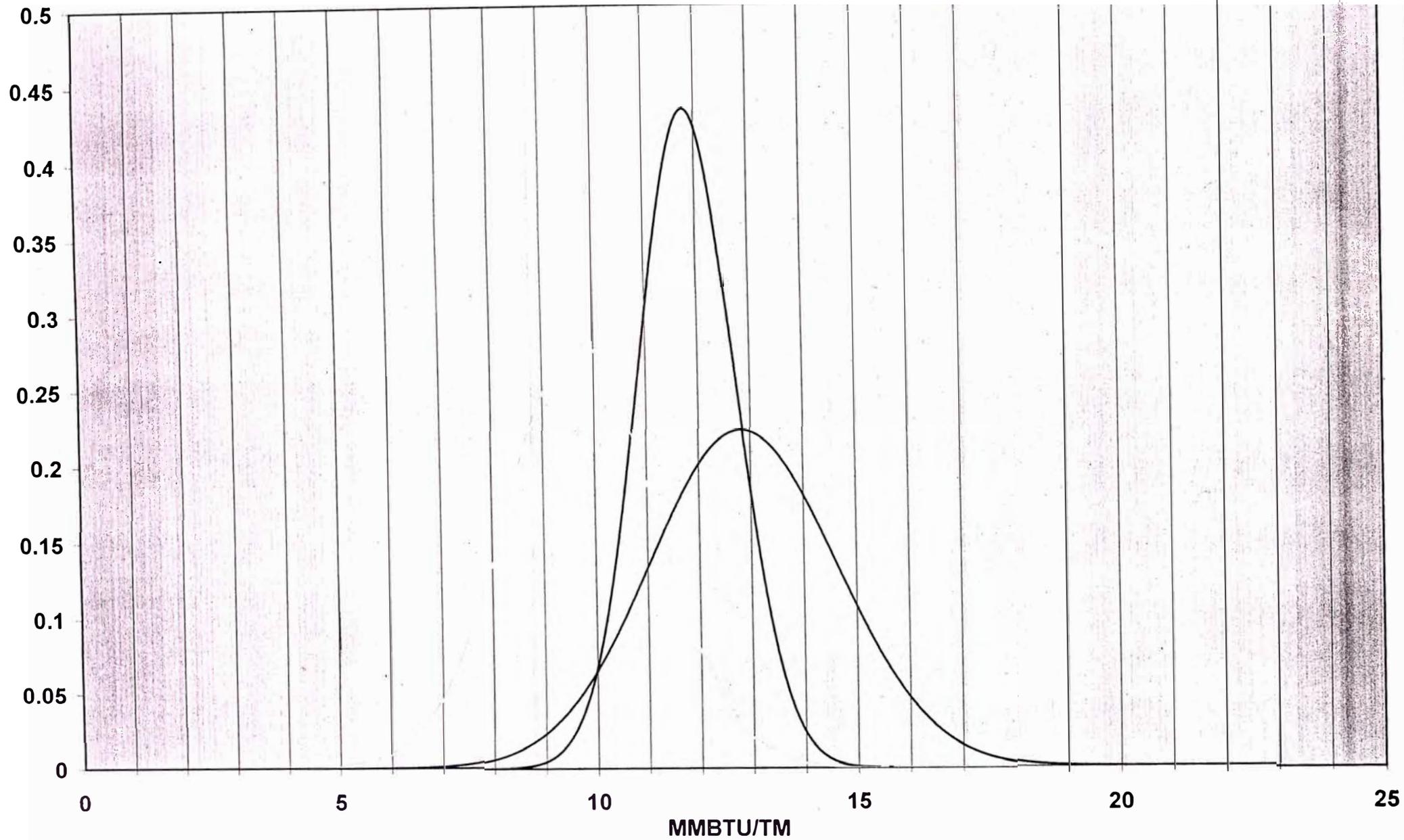
FIGURA 5.2
DIAGRAMA DE PARETO PRE Y POST MEJORA



De los dos últimos párrafos se deduce que no obstante que hay un beneficio económico que permite ahorros capaces de pagar la inversión, la eficiencia del proceso con gas natural ha desmejorado, incrementando el consumo específico.

Para terminar, la situación anterior será materia de un estudio posterior, para determinar las causas de este comportamiento, que constituye una oportunidad más de mejora.

CURVAS NORMALES DE CONSUMO DE CC. BUSTIBLE EN HORNOS BICKLEY



— Fuel Oil SK1-2001 Fuel Oil SK1-2004 — GAS SK1 2005-06

CUADRO N° 33. R

CUADRO COMPARATIVO DE CAPACIDAD DE SECCION HORNO PRE Y POST MEJORAS

CAPACIDAD REAL DE SECCION HORNO PRE-MEJORA

HORNOS	TM/QUEMA	QUEMAS/SE SEM/ANO	QUEMAS/AN	FC	QUEMAS/ANO	CAPACIDAD TM/ANO	
<u>QUEMAS ALTA TEMPERATURA HASTA 1700 C</u>							
HORNO BICKLEY N°1	25	3	50	150	70%	105	2,625
HORNO BICKLEY N°2	25	3	50	150	80%	120	3,000
HORNO PERIODICO N°5	45	1	50	50	70%	35	1,575
						CI Alta Temperatura 1700	TM/ANO 7,200.00
<u>QUEMAS MEDIANA TEMPERATURA HASTA 1500 C</u>							
HORNO PERIODICO N°3	199			12	50%	6	1,194
HORNO PERIODICO N°4	199			12	50%	6	1,194
						CI Media Temperatura 15	TM/ANO 2,388
CAPACIDAD HORNO						9,588 TM/ANO	

CAPACIDAD REAL DE SECCION HORNO POST-MEJORA CON HORNO SHUTTLE

HORNOS	TM/QUEMA	QUEMAS/SE SEM/ANO	QUEMAS/AN	FC	QUEMAS/ANO	CAPACIDAD TM/ANO	
<u>QUEMAS ALTA TEMPERATURA HASTA 1700 C</u>							
HORNO BICKLEY N°1	25	3	50	150	70%	105	2,625
HORNO BICKLEY N°2	25	3	50	150	80%	120	3,000
HORNO PERIODICO N°5	55	1	50	50	70%	35	Descontinuar
PROYECTO HORNO SHUTTLE	25	3	50	150	90%	135	3,375
						CI Alta Temperatura 1700	TM/ANO 9,000.00
<u>QUEMAS MEDIANA TEMPERATURA HASTA 1500 C</u>							
HORNO PERIODICO N°3	199			12	50%	6	Descontinuar
HORNO PERIODICO N°4	199			12	50%	6	Descontinuar
						CI Media Temperatura 15	TM/ANO -
CAPACIDAD HORNO						9,000 TM/ANO	

CAPACIDAD REAL DE SECCION HORNO POST-MEJORA CON INCREMENTO DE CARGA A 33 TM

HORNOS	TM/QUEMA	QUEMAS/SE SEM/ANO	QUEMAS/AN	FC	QUEMAS/ANO	CAPACIDAD TM/ANO	
<u>QUEMAS ALTA TEMPERATURA HASTA 1700 C</u>							
HORNO BICKLEY N°1	33	3	50	150	70%	105	3,465
HORNO BICKLEY N°2	33	3	50	150	80%	120	3,960
HORNO PERIODICO N°5	55	1	50	50	70%	35	Descontinuar
						CI Alta Temperatura 1700	TM/ANO 7,425.00
<u>QUEMAS MEDIANA TEMPERATURA HASTA 1500 C</u>							
HORNO PERIODICO N°3	199			12	50%	6	Descontinuar
HORNO PERIODICO N°4	199			12	50%	6	Descontinuar
						CI Media Temperatura 15	TM/ANO -
CAPACIDAD HORNO						7,425 TM/ANO	

CAPACIDAD REAL DE SECCION HORNO POST-MEJORA CON INCREMENTO DE CARGA A 33 TM + INCREMENTO DEL FACTOR DE UTILIZACION

HORNOS	TM/QUEMA	QUEMAS/SE SEM/ANO	QUEMAS/AN	FC	QUEMAS/ANO	CAPACIDAD TM/ANO	
<u>QUEMAS ALTA TEMPERATURA HASTA 1700 C</u>							
HORNO BICKLEY N°1	33	3	50	150	91%	136.5	4,505
HORNO BICKLEY N°2	33	3	50	150	91%	136.5	4,505
HORNO PERIODICO N°5	55	1	50	50	70%	35	Descontinuar
						CI Alta Temperatura 1700	TM/ANO 9,009.00
<u>QUEMAS MEDIANA TEMPERATURA HASTA 1500 C</u>							
HORNO PERIODICO N°3	199			12	50%	6	Descontinuar
HORNO PERIODICO N°4	199			12	50%	6	Descontinuar
						CI Media Temperatura 15	TM/ANO -
CAPACIDAD HORNO						9,009 TM/ANO	

- NOTAS: 1 Incrementar el factor de Utilización a 91%
2 Se podría utilizar una quema adicional por horno/semana