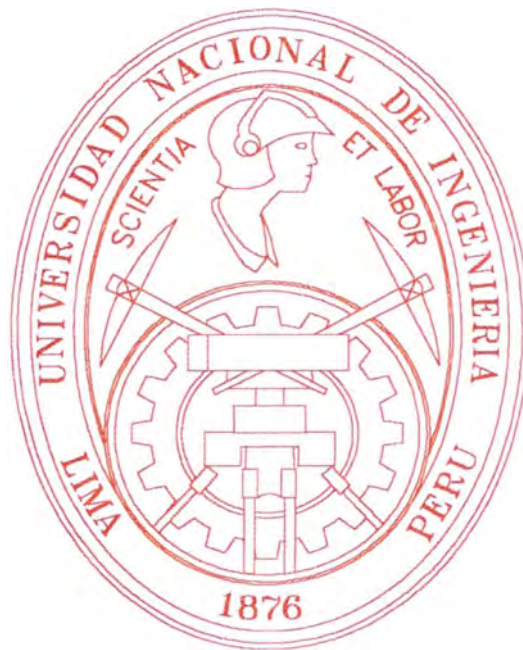


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**



**“GESTION INTEGRAL PARA INCREMENTAR LA  
COMPETITIVIDAD EN UNA FABRICA DE LADRILLOS”.**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO MECANICO**

**JOSE ERLAND CAYCHO HUAMANCONDOR**

PROMOCION 1999-II

LIMA - PERU

2002

## TABLA DE CONTENIDOS

### PROLOGO

### I. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Antecedentes
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Justificación del Proyecto
- 1.4 Alcances

### II. DESCRIPCION DE LA FABRICA DE LADRILLOS

- 2.1 Aspectos Generales.
- 2.2 Organización de la empresa.
- 2.3 Descripción de la cadena productiva. Diagrama de Flujo.
- 2.4 Formulación de la visión y metas de la organización.

### III. ANALISIS Y SINTESIS DE LOS FACTORES DE COMPETITIVIDAD

- 3.1 Investigación Sistémica de causas posibles. Tormenta de Ideas.
- 3.2 Análisis Causa-Efecto de los factores encontrados.
- 3.3 Selección de los parámetros más resaltantes. Identificación de los factores a resolver. Diagrama de Pareto.
- 3.4 Análisis F.O.D.A. de la organización.
- 3.5 Diagrama Árbol de Solución.
- 3.6 Selección de acciones a aplicar en forma progresiva y sistemática

#### IV. INCIDENCIA EN LA OPTIMIZACION E INNOVACION DE LOS PROCESOS

- 4.1 Diseño, cálculo y fabricación del Circuito Neumático de Molienda.
- 4.2 Estudio del proceso de cocción. Fabricación de Extractor de Aire.
- 4.3 Análisis y Fabricación de una Red de Tuberías de succión.

#### V. INCIDENCIA EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO

- 5.1 Organización del Área de Mantenimiento. Implementación progresiva.
- 5.2 Programa de Mantenimiento Preventivo en la Flota de Camiones.
- 5.3 Programa de Mantenimiento Preventivo en los equipos de Planta.

#### VI. APORTE EN PROMOCIÓN DE LA EMPRESA

- 6.1 Breve estudio de mercado. Análisis y Diagrama Árbol de Solución.
- 6.2 Plan Piloto de Marketing y estrategias de publicidad.

#### VII. ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO DE LOS CAMBIOS E INNOVACIONES REALIZADAS EN LA EMPRESA

- 7.1 Análisis de Innovaciones diversas realizadas en diferentes áreas.
- 7.2 Justificación técnico-económica de las inversiones y proyectos.

#### CONCLUSIONES

#### BIBLIOGRAFÍA

#### PLANOS

#### APÉNDICE

## PROLOGO

La presentación de este informe constituye la aplicación real de los conocimientos de ingeniería adquiridos en la universidad y la experiencia práctica ganada, así como de los criterios de la gestión de calidad, enfocados a la optimización y reducción de costos en forma progresiva en las diferentes áreas de una fábrica de ladrillos. Para ello se llevó a cabo el estudio y análisis de los factores que limitan la competitividad de la empresa, la selección de los parámetros a resolver por orden de criticidad y la ejecución progresiva de las acciones propuestas en un diagrama de solución.

En el capítulo I se hace referencia a los inicios de la empresa, su evaluación hasta la actualidad así como los objetivos a alcanzar en el presente trabajo y la justificación de las diferentes etapas en el mismo.

En el capítulo II se indica la localización de la empresa, las etapas de la cadena productiva y el flujograma de procesos respectivo. La organización y funciones son también mencionadas en esta parte; presentándose finalmente una propuesta para la visión de la empresa en un futuro cercano.

La identificación y análisis de los factores limitantes en el crecimiento de la empresa a través del diagrama causa –efecto, pareto, F.O.D.A. y en fin todo lo concerniente a la gestión de calidad es enfocado en el capítulo III;

planteándose hacia el final acciones correctivas a aplicar en forma progresiva indicadas en un diagrama árbol de solución.

En el capítulo IV se presentan las innovaciones realizadas para optimizar los procesos a través de la fabricación de un circuito de molienda, redistribución y tendido de red de tuberías y el cálculo, selección y fabricación de extractores de aire adecuados a los requerimientos de producción, indicándose el análisis y la justificación respectiva para su ejecución.

La organización del área de mantenimiento y el programa piloto para el mantenimiento preventivo de los equipos de planta, son detallados en el capítulo V, indicándose también el aporte realizado en el mantenimiento correctivo-preventivo de los vehículos de transporte del producto.

El capítulo VI nos presenta el enfoque y las estrategias planteadas para una mayor difusión y promoción de la empresa en todos sus ámbitos, con especial énfasis en la comercialización del producto.

Finalmente el capítulo VII nos muestra el análisis y justificación económica para la inversión y realización de los diferentes proyectos llevados a cabo, demostrándose a través del análisis beneficio costo y del V.A.N. y la T.I.R entre otros indicadores, la conveniencia de su ejecución.

Por otro lado es necesario indicar que los criterios técnicos empleados, la información de planos, esquemas y formulaciones de cálculo mostrados fueron obtenidos en base a la investigación teórica-práctica de los temas ya antes efectuada, la experiencia propia y el aporte de personas con experiencia en este amplio campo de la fabricación del ladrillo.

Debo agradecer el apoyo brindado por diferentes personas para hacer posible la realización de este trabajo tanto en su concepción teórica como en la ejecución de las diferentes etapas que comprende. En este sentido, deseo expresar un muy especial agradecimiento a mis padres José y Julia, a quienes quiero tanto y debo gran parte de mi formación como persona y profesional; por su amor, comprensión y valioso aporte en este trabajo.

Un reconocimiento a mi alma mater La UNI y en especial a la FIM, a quién siempre tengo en mi corazón por todo lo que en ella aprendí, por el valioso material humano con que cuenta y por los catedráticos que la integran.

Finalmente deseo agradecer a mis compañeros de trabajo de las empresas Servicios Navales e Industriales San Pedro S.A. y Ladrillos y Derivados Lyder, ya que fue gracias a su aporte y apreciaciones, que muchas de las ideas, cálculos y fabricaciones de equipos y programas implementados se hicieron realidad; ayudando de esta manera al desarrollo de la industria nacional.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1 Antecedentes

En el año de 1982 se forma la Ladrillera “Santa Rosa” en la zona de Chilca, al sur de Lima, con una capacidad de dos hornos y un ritmo de producción de 80 millares de ladrillos mensuales. Es 1992 cuando esta evoluciona a la empresa ladrillera “Lyder” con una capacidad instalada de seis hornos y una producción de 280 millares mensuales. En la actualidad, la empresa realiza sus operaciones en 2 plantas de producción (Chilca y Lurín) con una fuerza laboral de 50 personas y un ritmo de producción de 500 millares mensuales.

## 1.2 Objetivos

Generales:

- Dar a conocer al lector acerca de los procesos y diferentes áreas que involucra a la industria de la fabricación del ladrillo.
- Contribuir a elevar el nivel técnico y cultural del personal a través de la capacitación progresiva y la cultura de la calidad.

Específicos:

- Optimizar la producción del bien final a través de la innovación de equipos y mejora continua de los procesos en general.

- Incrementar la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia de los equipos a través de un mantenimiento planificado y preventivo.
- Obtener como resultado de la capacitación una mayor competitividad y calidad en el producto final a fin de incrementar la demanda del mismo.

### **1.3 Justificación del Proyecto**

- Necesidad del cambio debido a la evolución y objetivos de la empresa.
  - Desarrollo e innovación de los procesos de producción debido al incremento de la demanda y diversificación de productos solicitados por clientes.
- Necesidad de una mayor difusión y marketing de la empresa en el mercado, a fin de conseguir una mayor demanda de nuestros productos y mejores beneficios y utilidades.

### **1.4 Alcances**

Este trabajo involucra diversos aspectos ligados a la competitividad de una organización como son: producción, mantenimiento, recursos humanos, gestión de calidad y estrategias de difusión de la empresa, en los cuales se aportó soluciones y planteó métodos de trabajo y conceptos nuevos para la empresa a fin de contribuir a su desarrollo y mejora continua.

Por la extensión propia de los temas, la diversidad de áreas citadas y el enfoque que se le da a cada aspecto, este trabajo requirió de una extensa investigación, análisis, cálculo, síntesis y aplicación de los resultados, los cuales se muestran a lo largo de su realización.



## 2. DESCRIPCION DE LA FABRICA DE LADRILLOS

### 2.1 Aspectos Generales

#### 2.1.1 Localización.-

La empresa Ladrillos y Derivados Lyder E.I.R.L., es una fábrica de ladrillos que realiza sus operaciones en forma paralela en dos plantas de producción y comercialización. La planta principal N°1 se encuentra ubicada al sur de Lima a la altura del km 64.5 de la panamericana sur, distrito de Chilca, fundo Las Palmas según se aprecia en el croquis a continuación:

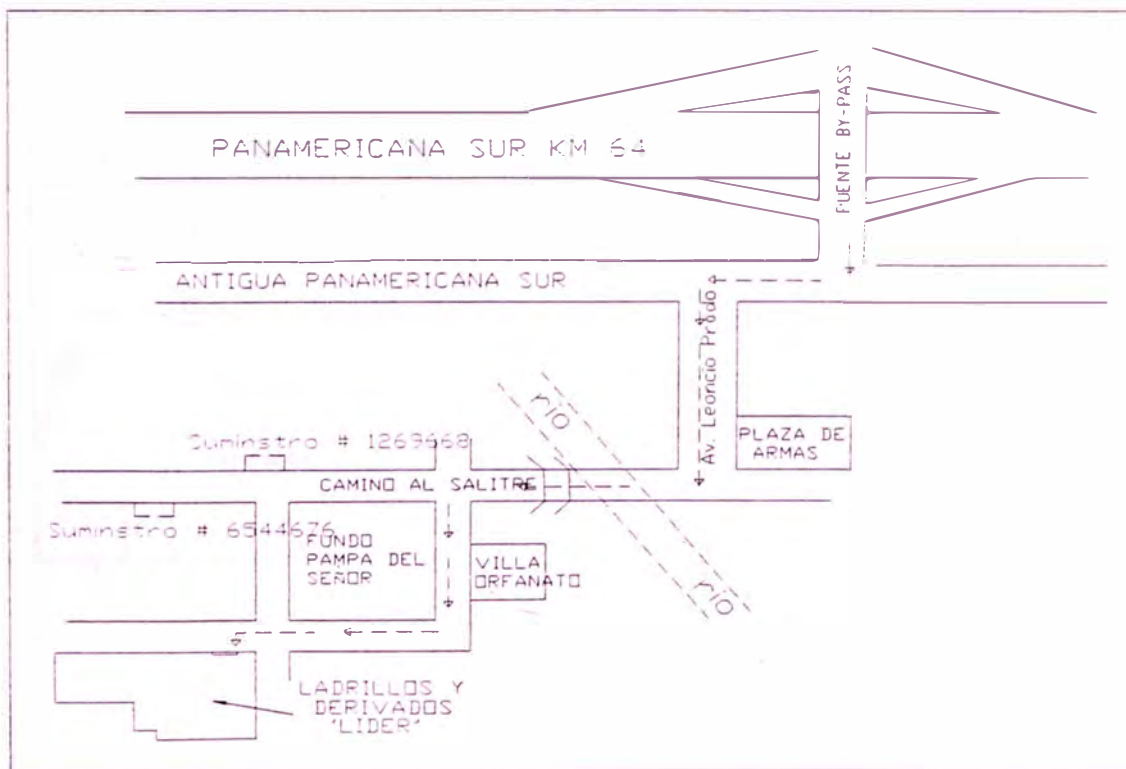


Figura N° 1 Ubicación de la Planta de Ladrillos Lyder - Chilca

En líneas generales, el 90% del personal que labora en esta planta proviene de la zona de Chilca y el resto de Lurín y Huachipa, zonas en su mayor proporción “ladrilleras” generando fuente de trabajo para alrededor de 50 personas. La cercanía del personal representa una ventaja en cuanto a disponibilidad de mano de obra y ritmo de trabajo, pero también una desventaja en relación al bajo nivel de conocimientos e instrucción que en su mayoría presenta, siendo este uno de los retos del presente trabajo en cuanto a su capacitación.

La Planta N°2 esta localizada a la altura del Km21 de la Panamericana Sur, en el distrito de Lurín, en ..... según observamos en el gráfico siguiente:

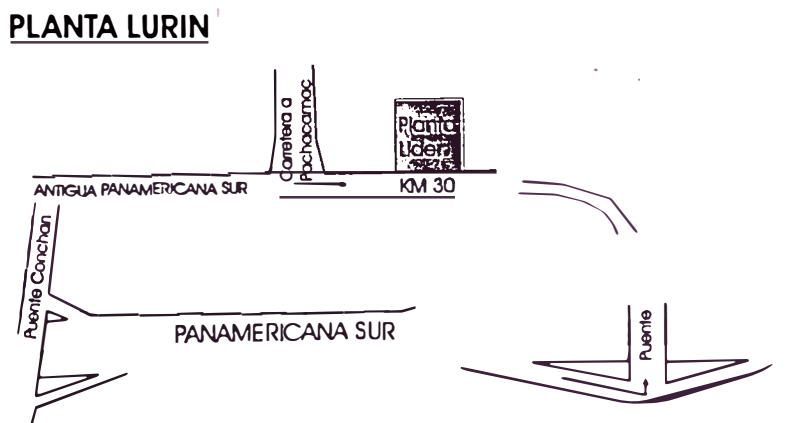


Figura N° 2 Ubicación de la Planta de Ladrillos Lyder - Lurín

La procedencia del personal que labora en esta planta así como la comercialización del producto final es en su mayoría de la zona de Lurín, presentándose también demanda en Punta Hermosa y Punta Negra.

El mercado de la empresa "Lyder E.I.R.L.", se encuentra en las zonas de Mala, Cañete, Asia, Pucusana y San Bartolo como las de mayor demanda a nivel de clientes intermedios (ferreterías, transportistas) y clientes finales.

### **2.1.2 Características Generales.-**

En el proceso de fabricación del ladrillo intervienen diversos factores de vital importancia que contribuyen a conseguir un producto de buena calidad a un ritmo de producción óptimo y con mínimas fallas, tales factores como: peso, consistencia, dimensiones, acabado final, color, entre otros, son controlados en las etapas de procesamiento del producto a fin conseguir a través de la mejora continua, innovación y documentación progresiva, una mayor competitividad en el mercado.

Por otro lado, como se verá más adelante, existen factores limitantes en las etapas de fabricación del ladrillo que continúan siendo mejorados e implementados a fin de reducir tiempos y costos en el producto final, como el proceso de molienda, el extractor de aire y el mantenimiento de los equipos de planta y transporte entre otros, los que son desarrollados en este informe.

En las figuras 3 y 4 se puede apreciar que algunos recuadros están enmarcados en color rojo, lo cual indica que están siendo mejorados constantemente; y los recuadros de color amarillo indica que dichos procesos están en implementación y en fase piloto.

## **2.2 Organización de la empresa**

La fábrica de ladrillos Lyder tenía inicialmente una organización orientada básicamente a la producción y venta del producto. El siguiente diagrama es el resultado de la implementación progresiva de otras áreas en la empresa que son necesarias debido a los cambios e innovaciones que vienen sucediendo.

Cabe resaltar que la organización mostrada en el diagrama propuesto mostrado en la Figura N° 5 viene funcionando en la actualidad en forma satisfactoria, pudiendo sin embargo ser modificado como parte del crecimiento, la tendencia de la empresa a la mejora continua de los procesos y la evaluación constante de las áreas.

### 2.1.3 Breve descripción del negocio.-

Se presentan a continuación los esquemas del proceso principal de la empresa y los de soporte (Core Business y Suport Process) bajo el enfoque de la ISO 9000:2000:

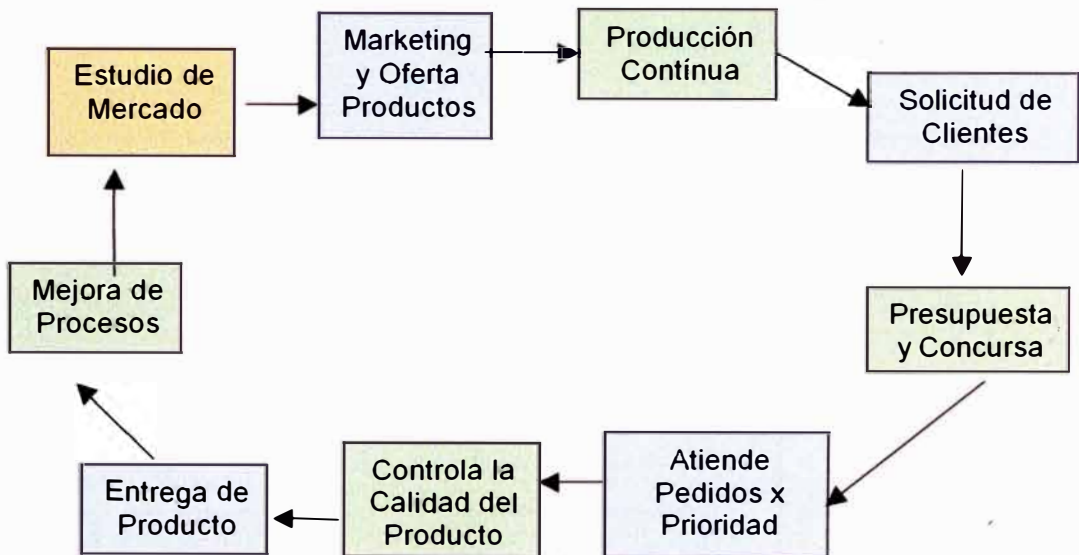


Figura N° 3 Procesos Principales

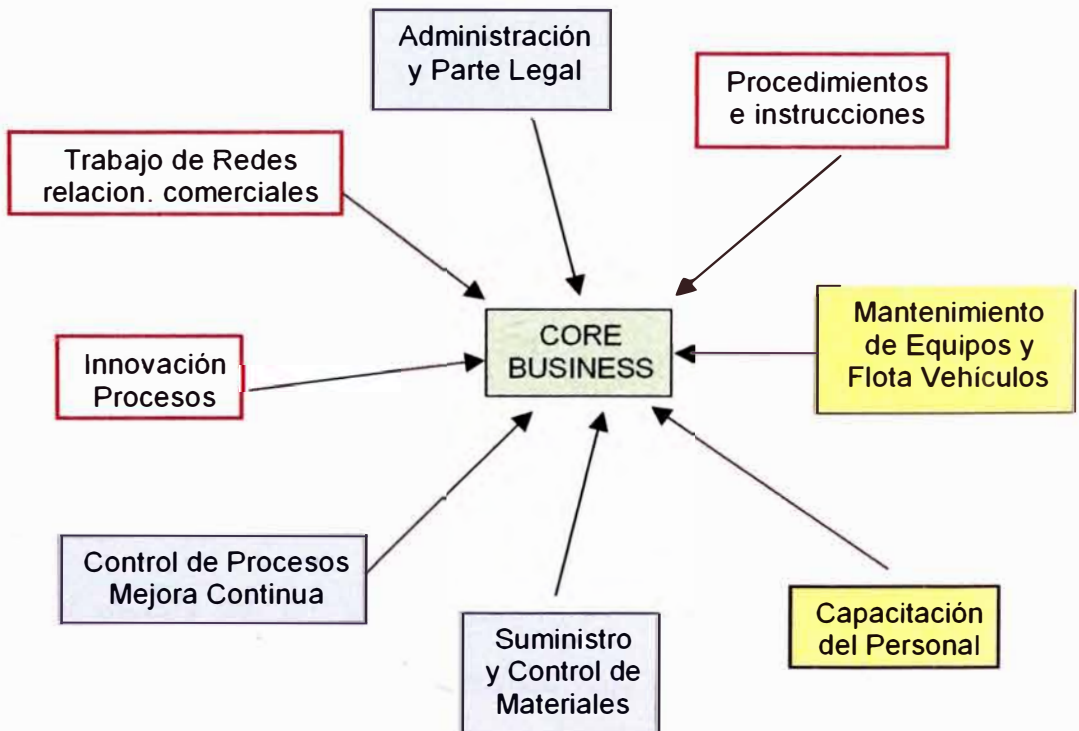


Figura N° 4 Procesos complementarios

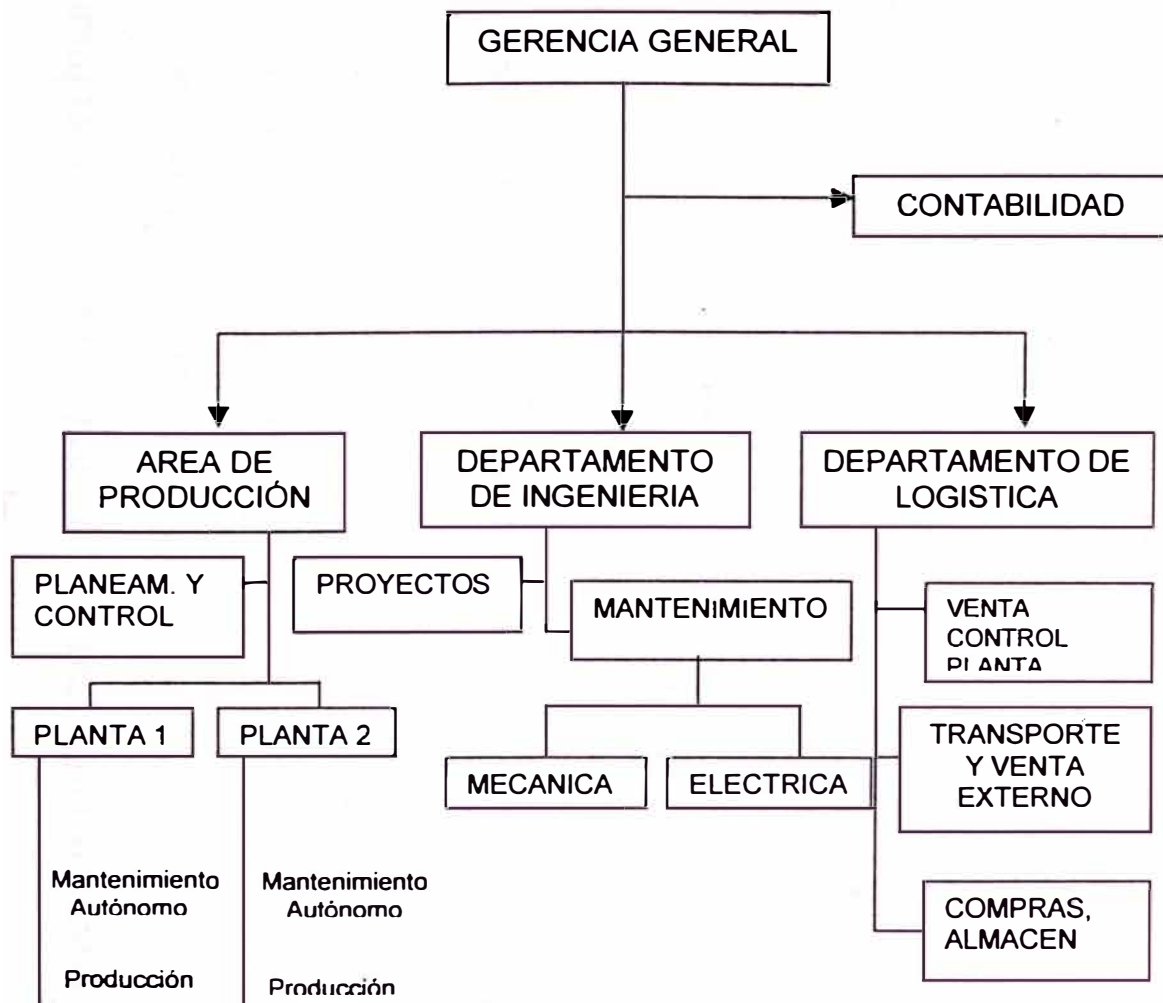


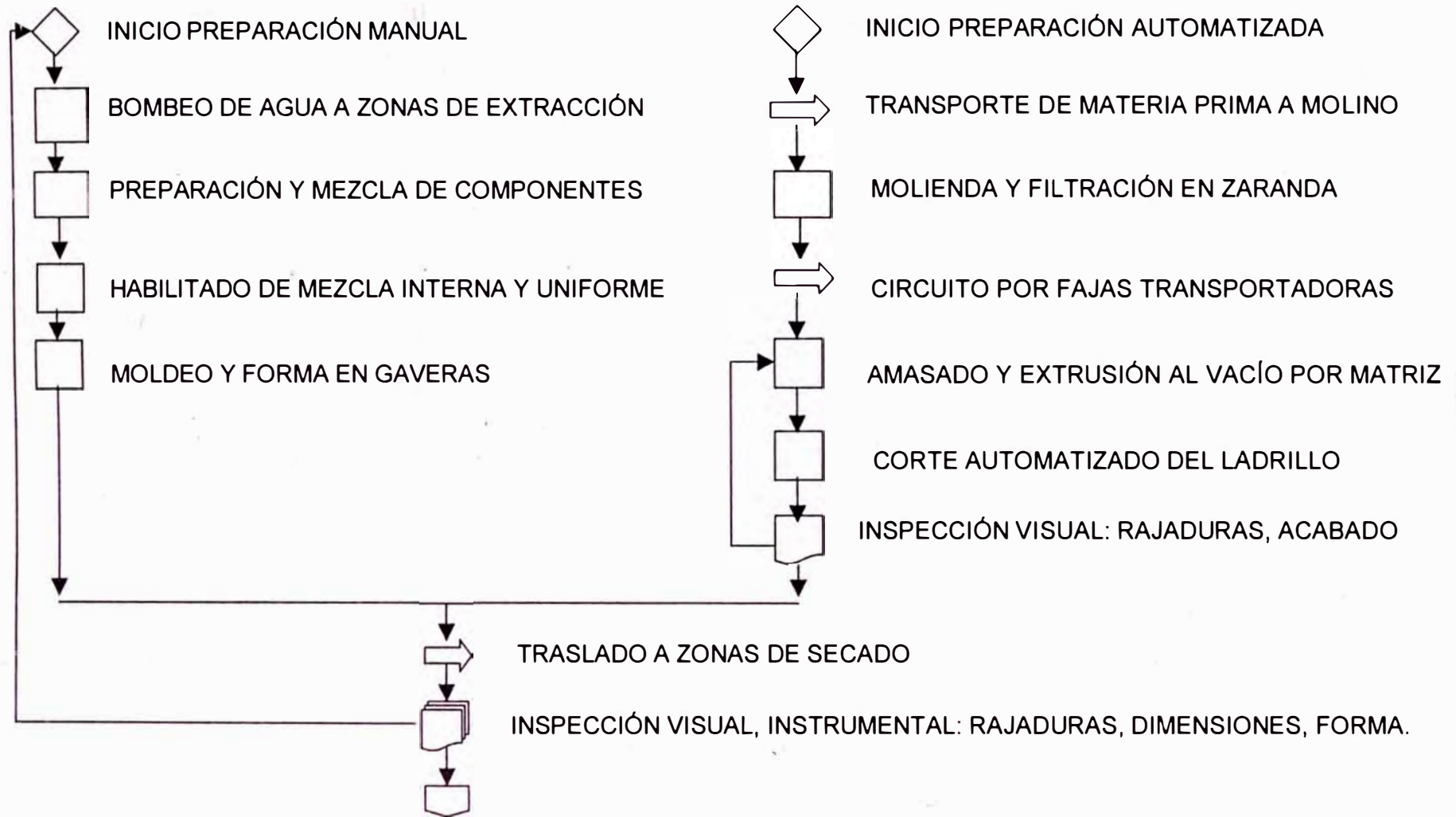
Figura N° 5 Organigrama de Lyder

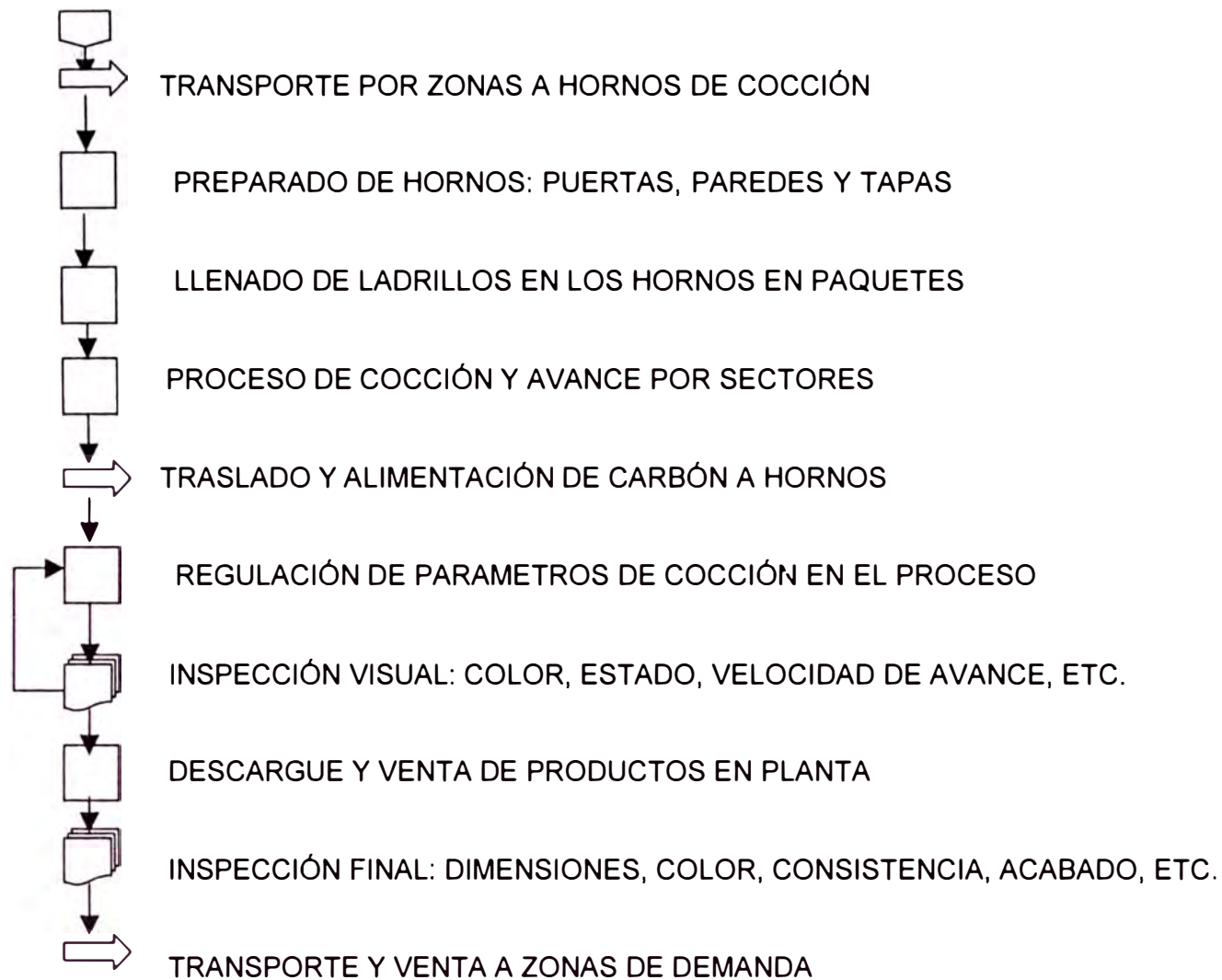
### **2.3 Descripción de la cadena productiva. Diagrama de Flujo**

#### **2.3.1 Breve descripción de los procesos.-**

Las etapas del proceso de fabricación del ladrillo obedecen a la secuencia presentada en el diagrama de flujo de la figura N° 6, teniendo como características particulares la preparación del ladrillo en 2 formas diferentes: convencional, a través e la mezcla manual de la tierra y moldeo en gaveras; y automatizada, mediante el circuito de molienda, clasificación y

**FIGURA N° 6: DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS PRINCIPALES – LADRILLOS Y DERIVADOS LÍDER E.I.R.L.**







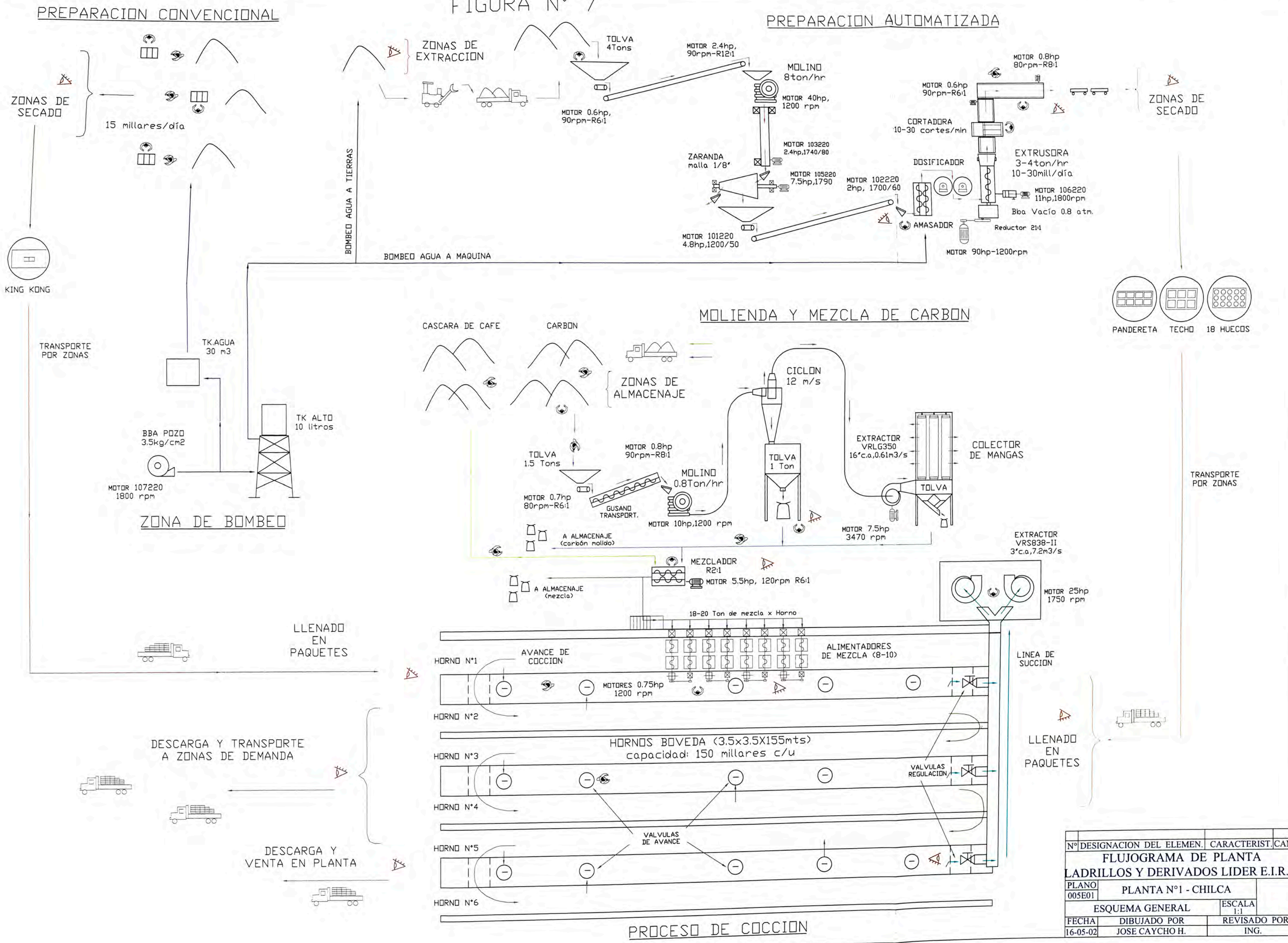
extrusión a fin de obtener el ladrillo “crudo” o no cocido. El diseño de los hornos, en los que se realiza la cocción del ladrillo, es del tipo bóveda abierto con alimentación superior de la mezcla de carbón y cáscara de café como elementos combustibles y el aire a succión del extractor que desplaza la llama de fuego a lo largo del horno.

El ritmo de producción normal de la fábrica es de 500 millares de ladrillos mensuales, produciendo actualmente en mayor cantidad el ladrillo king kong sólido pero también otros tipos como el pandereta, caravista y de 18 huecos. Existen otros procesos de soporte en la fabricación del producto como el proceso de molienda y almacenamiento del carbón y cáscara de café, el sistema de bombeo de agua en la planta y el mantenimiento de los vehículos de transporte entre otros.

### **2.3.2 Flujograma de Operación.-**

El esquema de la figura N° 7 presenta la cadena de producción principal para la fabricación del ladrillo en la cual se observa que existen 2 líneas para la confección del ladrillo “crudo” o no cocido: la confección manual y la fabricación automatizada. Los procesos de soporte son también indicados en este esquema.

FIGURA N° 7



N°	DESIGNACION DEL ELEMEN.	CARACTERIST.	CANT
<b>FLUJOGRAMA DE PLANTA</b>			
<b>LADRILLOS Y DERIVADOS LIDER E.I.R.L.</b>			
PLANO	PLANTA N°1 - CHILCA		
005E01			
ESQUEMA GENERAL		ESCALA 1:1	
FECHA	DIBUJADO POR	REVISADO POR	
16-05-02	JOSE CAYCHO H.	ING.	

## **2.4 Formulación de la visión y metas de la organización**

Toda organización requiere de una visión, un objetivo a donde apunta alcanzar en el mediano o largo plazo, el cual debe estar demarcado con metas y fechas específicas. Asimismo muchas veces es necesario analizar la evolución de la empresa, su progreso y giro para emprender nuevas estrategias de acción y/o reorientar el rumbo y los objetivos.

Esta ideología se viene enfatizando y difundiendo progresivamente en la empresa Ladrillos y Derivados Lytder E.I.R.L., la cual no tiene aún una visión clara a futuro, que sea de absoluto conocimiento y comprensión de todo sus miembros, en todos sus niveles y áreas. La visión es importante para obtener una mayor identificación y compromiso único entre las personas que son parte de una organización y debe además:

Ser conocida y aceptada por todos los miembros de la empresa.

Ser breve, fácil de recordar, desafiante y suficientemente valiosa.

Apelar tanto al corazón como a la mente de todos los miembros.

Brindar una dirección clara, proporcionar un rumbo.

Enfocarse en lo que se quiere lograr a ser, no en lo que se es ahora.

Inspirar a todos a movilizar la energía positiva.

Ser realista y coherente para crear una imagen reconocible del futuro.

### **3. ANALISIS Y SINTESIS DE LOS FACTORES DE COMPETITIVIDAD**

El objetivo de este capítulo es demostrar como se hizo partícipe a todos los miembros de la empresa de la importancia del cambio y la mejora continua, la identificación y participación de cada uno de los mismos a fin de obtener resultados sostenibles. Sin embargo varias de las innovaciones tocadas en los temas subsiguientes fueron anteriores a la metodología mostrada en este capítulo aunque el objetivo, la meta, siempre fue la misma, es decir, mejorar la eficiencia de los procesos y ser más competitivos.

#### **3.1 Investigación Sistémica de las causas posibles. Tormenta de Ideas**

A fin de obtener la participación y aporte del personal en la mejora continua de la organización, se llevó a cabo el denominado “Plan Tormenta de Ideas”, en el que se buscó recopilar, clasificar y evaluar posteriormente la información vertida por el personal desde su visión particular en cada área.

Este paso fue muy importante, pues nos permitió observar detalles y aspectos que parecían no trascendentes e incluso que no habían sido apreciados desde nuestra óptica, como el interés por la capacitación,

mejorar el control de calidad en los procesos y el trato de los encargados, entre otros. Asimismo, también nos permitió conocer que tan identificado se siente el personal con la empresa, el nivel de cultura en los comentarios vertidos, la visión y lo que esperan de la organización. Finalmente, esta iniciativa se viene implementando y orientando a la evaluación del personal mismo, a través de las apreciaciones de cada área sobre un área determinada a evaluar, siendo los resultados positivos y útiles para fines de liderazgo y retroalimentación.

### **3.2 Análisis Causa-Efecto de los factores encontrados**

Es una de las herramientas básicas de calidad desarrollada para representar la relación entre el efecto y las causas posibles influyentes en él para la identificación de determinados problemas.

En nuestro caso específico, los factores influyentes expresados por el personal sobre diversos puntos y bajo diversas ópticas se ordenaran en 4 subsistemas: hombre, entorno, materiales y metodología a fin de tener un mejor panorama y eliminar información que tenga similitud o repetición.

Para bosquejar el análisis Causa-Efecto se resumió los temas - problema en el efecto a través de la siguiente pregunta:

**¿Por qué no existe una mayor competitividad y mejora en la empresa?**

El diagrama Causa – Efecto desarrollado se presenta en la siguiente hoja figura N° 8 con los detalles típicos del mismo.

### **3.3 Selección de los parámetros más resaltantes. Identificación de los factores a resolver. Diagrama de Pareto**

#### **3.3.1 Factores resaltantes de competitividad.-**

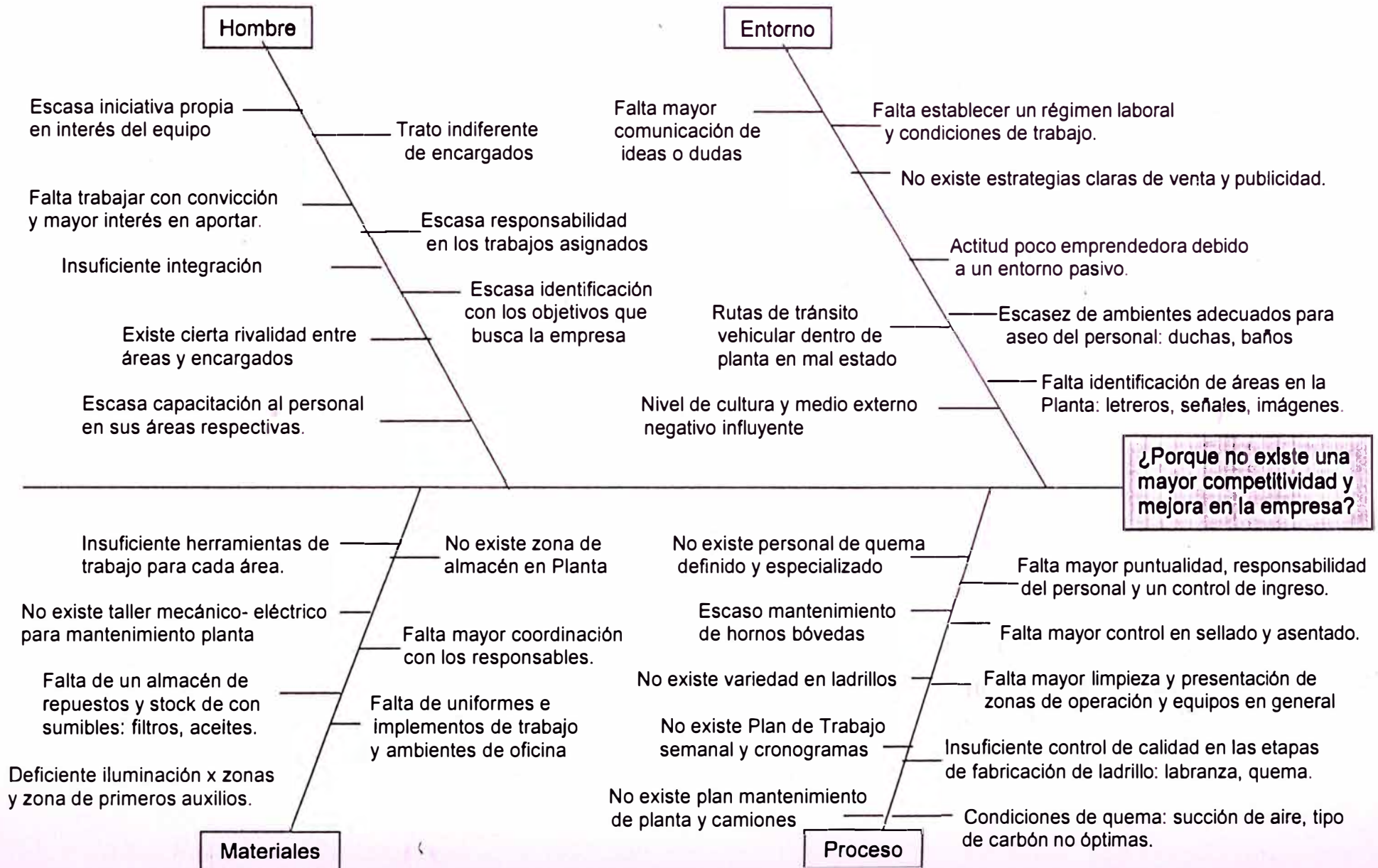
Los diversos factores limitantes en la planta enfocados por el personal de cada área desde el punto de vista de la competitividad son mostrados en el diagrama Causa - Efecto (Figura N° 8). Es importante resaltar que la selección de los parámetros más importantes se dió teniendo en cuenta la reiteración de los mismos en la encuesta efectuada.

También es necesario indicar que algunos de los comentarios vertidos no tuvieron relevancia o mayor importancia debido a la carencia de sustento. Asimismo otros comentarios que tuvieron más que una sola apreciación fueron considerados debido a la importancia y trascendencia de los mismos.

#### **3.3.2 Diagrama de Pareto.-**

Este diagrama es una de las herramientas básicas en la gestión de la calidad que nos permite apreciar y determinar cuantitativamente el orden en

**FIGURA N° 8: ANÁLISIS CAUSA-EFECTO DE FACTORES DE INFLUENCIA**



que deben ser resueltos problemas importantes. Está basado en la premisa “que el 20% de la población concentra el 80% de la riqueza”.

### **Tabla de Trabajo para el diagrama de Pareto**

El criterio utilizado en la tabla N°1 fue la selección de los factores más importantes mencionados por el personal teniendo en cuenta, a fin de tener valores numéricos, la cantidad de coincidencias en las apreciaciones de los mismos. Cabe resaltar, sin embargo que si bien los resultados determinarán la prioridad en la solución de los factores; otros factores igualmente importantes indicados y que no tuvieron la cantidad de apreciaciones necesarias serán considerados también. Los resultados pueden ser observados en la hoja siguiente.

#### **3.3.3 Temas Problemas a resolver.-**

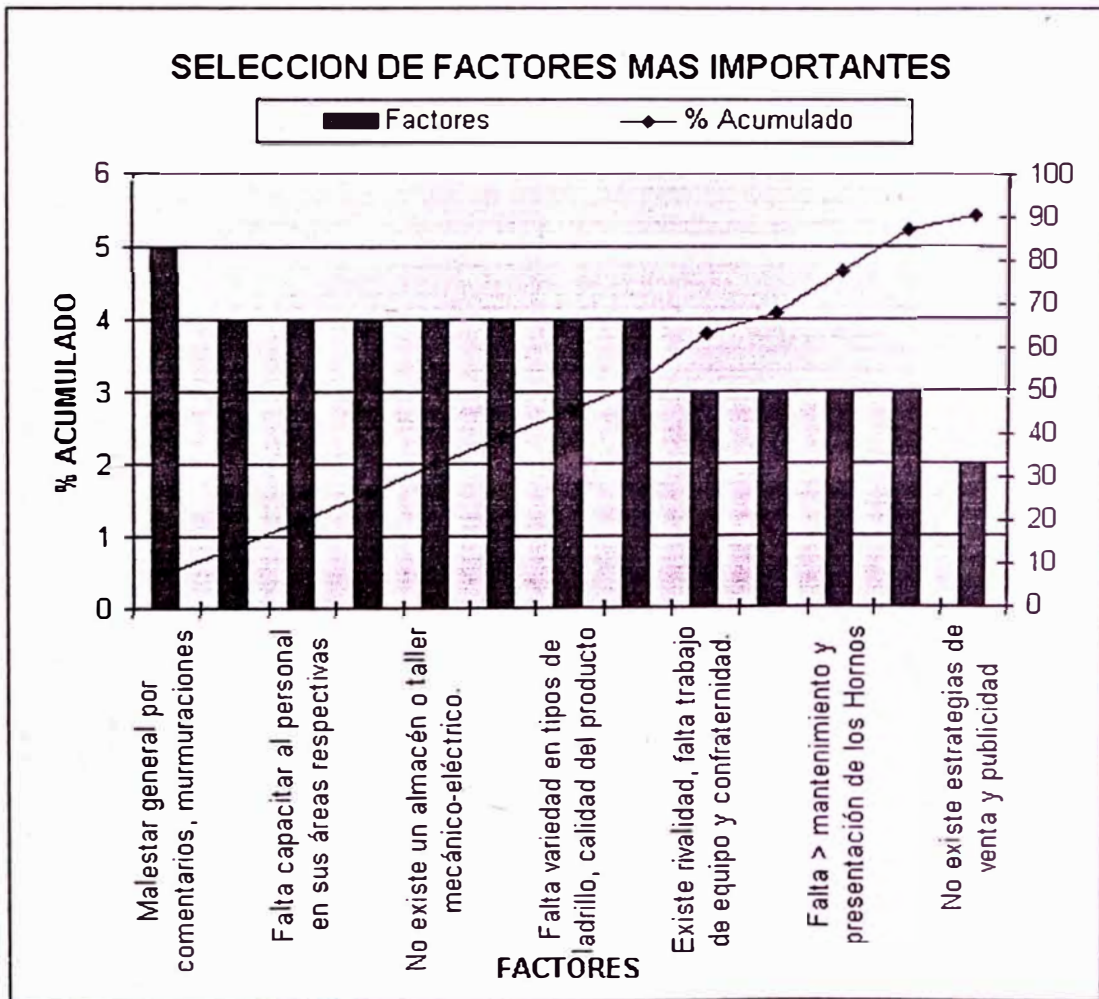
Del resultado del diagrama de Pareto en la Tabla N° 1, se observa que los problemas más importantes a resolver se presentan en tres áreas o subsistemas definidos, los cuales son:

- Recursos Humanos:*
- Falta de capacitación al personal en general, en sus áreas respectivas.
  - Falta de reuniones, charlas, círculos de calidad.



**Tabla N° 1 Diagrama de Pareto**  
**FACTORES MÁS IMPORTANTES DE MEJORA INDICADOS POR EL PERSONAL**

	Cantid. Opinión	Cantid. Acum..	% cada Factor	% valor % Acum.
Malestar general por comentarios, murmuraciones	5	5	7.9	7.9
Rutas de tránsito de camiones en mal estado.	4	9	6.4	14.3
Falta de capacitación en cada área respectiva.	4	13	6.3	20.6
Falta herramientas, materiales de trabajo x c/ área	4	17	6.3	26.9
No existe un almacén o taller mecánico-eléctrico.	4	21	6.3	33.2
Falta de Plan de Trabajo Semanal y > coordinación.	4	25	6.3	39.5
Falta variedad tipos de ladrillo, calidad del producto	4	29	6.3	45.8
Insuficiente control calidad: labranza, quema, carga	4	33	6.3	52.1
Rivalidad, falta trabajo de equipo y confraternidad.	3	40	4.8	63.2
Faltan reuniones, círculos de calidad, charlas, otros	3	43	4.8	68
Mayor mantenimiento, presentación de los Hornos	3	49	4.8	77.6
Falta identificar áreas Planta: letreros, señales, otros	3	55	4.8	87.2
No existe estrategias de venta y publicidad	2	57	3.2	90.4
	63		100	



- Procesos:*
- Falta de herramientas y materiales de trabajo por áreas.
  - Insuficiente control de calidad en diferentes procesos.
  - No existe Plan de Trabajo Semanal definido.
  - No existe un almacén o taller mecánico-eléctrico.

- Medio y Objetivos:*
- Insuficiente promoción y marketing de la empresa
  - Falta de una visión y objetivos claros.
  - Falta variedad en tipo de ladrillos y calidad del producto.

De esta manera en el Diagrama Árbol de Solución mostrado posteriormente es enfocado básicamente sobre estos aspectos, proponiendo estrategias de solución progresiva para los mismos (ver figura N°10).

Por otro lado, a fin de tener un panorama más amplio en el planteamiento de soluciones a los problemas encontrados se hizo el Análisis F.O.D.A. de la empresa (Figura N° 9). Este análisis es especialmente interesante porque nos ayuda a enfocar la solución desde otra perspectiva en la que se consideran las fortalezas y debilidades de la organización así como sus amenazas y oportunidades de éxito.

### 3.4 Análisis F.O.D.A. de la Organización

El cuadro mostrado indica las características de la empresa desde su entorno interno como el externo y es útil para definir su visión y metas.

<b>GESTIÓN DE CALIDAD</b>  <b>MATRIZ FODA DE</b>  <b>LÍDER E.I.R.L.</b>	<b>FORTALEZAS</b>	<b>DEBILIDADES</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Intención de cambio de las áreas orientado a la calidad y mejora continua.</li> <li>-Asistencia técnica y soporte al cliente.</li> <li>- Identificación del personal con su trabajo.</li> <li>- Aliento a la participación, iniciativa y aporte.</li> <li>-Personal que responde a las exigencias y la presión.</li> <li>-Liderazgo jefatural fuerte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Personal con nivel intermedio -bajo de conocimientos.</li> <li>-Deficiente control de tiempos y calidad de productos.</li> <li>-No hay plan estratégico, falta de visión clara y metas de la organización.</li> <li>- Infraestructura de taller de mantenimiento pobre.</li> <li>- <b>Falta de capacitación del personal en sus áreas.</b></li> </ul>
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>ESTRATEGIAS FO</b>	<b>ESTRATEGIAS DO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Expandir cartera de clientes a través de relaciones y redes; ingreso a nuevos mercados.</li> <li>-IncurSIONAR y enfocar otros demandas como líneas derivadas del ladrillo ferreteria, etc.</li> <li>- Obtener exclusividad en la zona por producción automatizada y variedad de ladrillo.</li> <li>-Posibilidad de certificar, con planificación y gestión de calidad acorde.</li> <li>-Compra de activos, repuestos y materiales con calidad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Implementar la empresa para la gestión de la calidad.</li> <li>-Planificar y promover la difusión de la empresa.</li> <li>-Planificar y lanzar un plan y una política de calidad.</li> <li>-Proyectar la adquisición de equipos y maquinarias de nueva tecnología.</li> <li>-Capacitación teórico – práctica del personal en empresas que dan capacitación gratuita por exclusividad.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Definir el planeamiento estratégico y reorientar la visión y misión.</li> <li>-Diseñar y ejecutar trabajos de acuerdo a planificación.</li> <li>-Incentivar al personal y crear hábitos de informar y usar los registros.</li> <li>Mejora de los procesos y reducción de los tiempos de ejecución y costos .</li> <li>-Implementar mantenimiento preventivo y equipar taller.</li> </ul>
<b>AMENAZAS</b>	<b>ESTRATEGIAS FA</b>	<b>ESTRATEGIAS DA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartera de clientes reducida.</li> <li>-Altos costos de operación que reduzcan posibilidades de incursión a nuevos mercados.</li> <li>-Inoperatividad, baja eficiencia de operación en máquinas con desgaste notorio por tiempo de vida.</li> <li>- Falta de personal de mantenimiento.</li> <li>- No hay manual de funciones del personal y procedimientos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mayor difusión de la empresa a sus clientes clásicos y y nuevos.</li> <li>-Planificar y ejecutar, programas de mantenimiento de equipos y máquinas.</li> <li>-Estudio y análisis de inversión: beneficio/costo para adquirir nuevos equipos y tecnología.</li> <li>- Selección y contratar personal de mantenimiento en forma progresiva.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dar más valor agregado a productos y servicios.</li> <li>-Reorientar la visión, misión e implementar metodología de aplicación del ciclo PDCA</li> <li>-Mayor capacitación y entrenamiento eficaz del personal</li> <li>-Diseñar formatos de reporte y control más simples, exigir su aplicación en trabajos.</li> <li>-Implementar la información documental: planos, normas para el área de fabricación.</li> </ul>

Figura N° 9: Análisis F.O.D.A.

### **3.5 Diagrama Arbol de Solución**

El Diagrama Sistémico o Diagrama Árbol de Solución (Ver Figura N°10) es una herramienta de calidad que elige las técnicas más apropiadas para el logro de los objetivos; despliega los medios necesarios para lograr las metas y objetivos específicos, clarifica la esencia del o los problemas y hace visible toda el área para resolverlo de manera efectiva y sostenible.

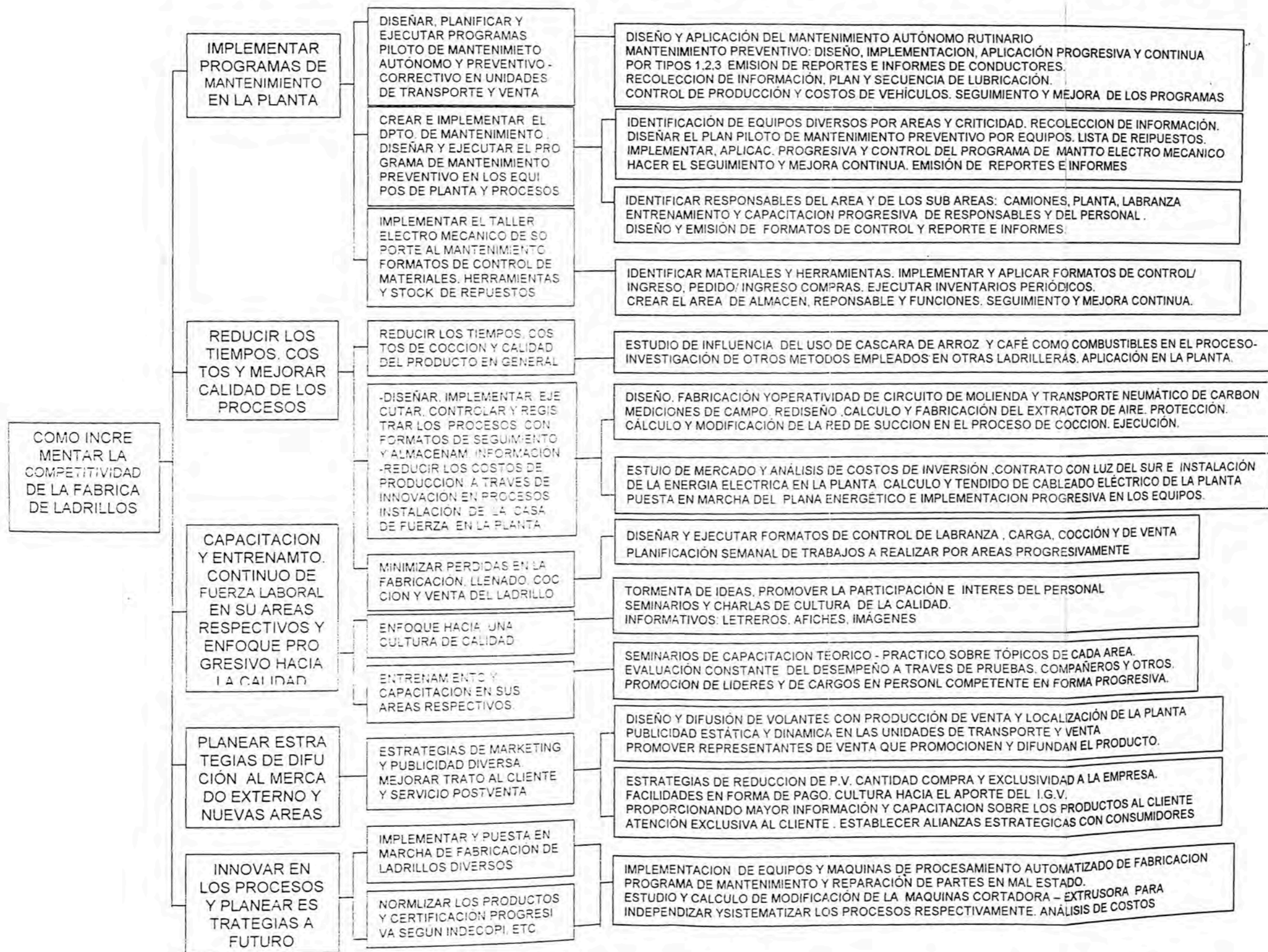
La investigación y análisis de las causas relacionadas a nuestro tema-problema: *¿Por qué no existe una mayor competitividad y mejora en la empresa?* y su relación al análisis F.O.D.A., nos permite tener una clara idea de las soluciones posibles, las cuales enfocaremos con los subsistemas:

1. Mayor difusión de la empresa.
2. Capacitación y entrenamiento del personal.
3. Mejorar la calidad de los procesos y reducir tiempos y costos.
4. Implementar programas de mantenimiento en la Planta.

### **3.6 Selección de acciones a aplicar en forma progresiva**

Las acciones a aplicar se pueden observar en el tercer nivel del Diagrama Árbol indicándose inclusive los responsables, los plazos promedio y los costos tentativos. Algunas acciones presentan costo cero, ya que son de decisión, como la tormenta de ideas y creación de los círculos de calidad; otras requieren de mayor análisis y costos, como los programas de mantenimiento e inversiones para la innovación de equipos y maquinarias.

Figura N° 10: DIAGRAMA ARBOL DE SOLUCION – ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD EN “I YDFR”



RESPONSABLES	TIEMPOS	COSTO
DPTO. DE INGENIERIA	4 MESES	
DPTO DE PRODUCCION	1 MES	
DPTO. DE INGENIERIA	6 MESES	
DPTO. DE INGENIERIA	3 MESES	
DPTO. DE LOGISTICA	3 MESES	
DPTO DE PRODUCCION	2 MESES	
DPTO. DE INGENIERIA	6 MESES	
DPTO. DE INGENIERIA	9 MESES	
DPTO DE PRODUCCION	4 MESES	
DPTO. DE INGENIERIA DPTO DE PRODUCCION	3 MESES 2 MESES	
GERENCIA GENERAL	4 DIAS	
DPTO. DE INGENIERIA	6 MESES	
DPTO DE LOGISTICA	3 MESES	
GERENCIA GENERAL DPTO. DE LOGISTICA	5 DIAS 3.5 MES	
DPTO. DE INGENIERIA	6 MESES	
GERENCIA GENERAL	6 DIAS	

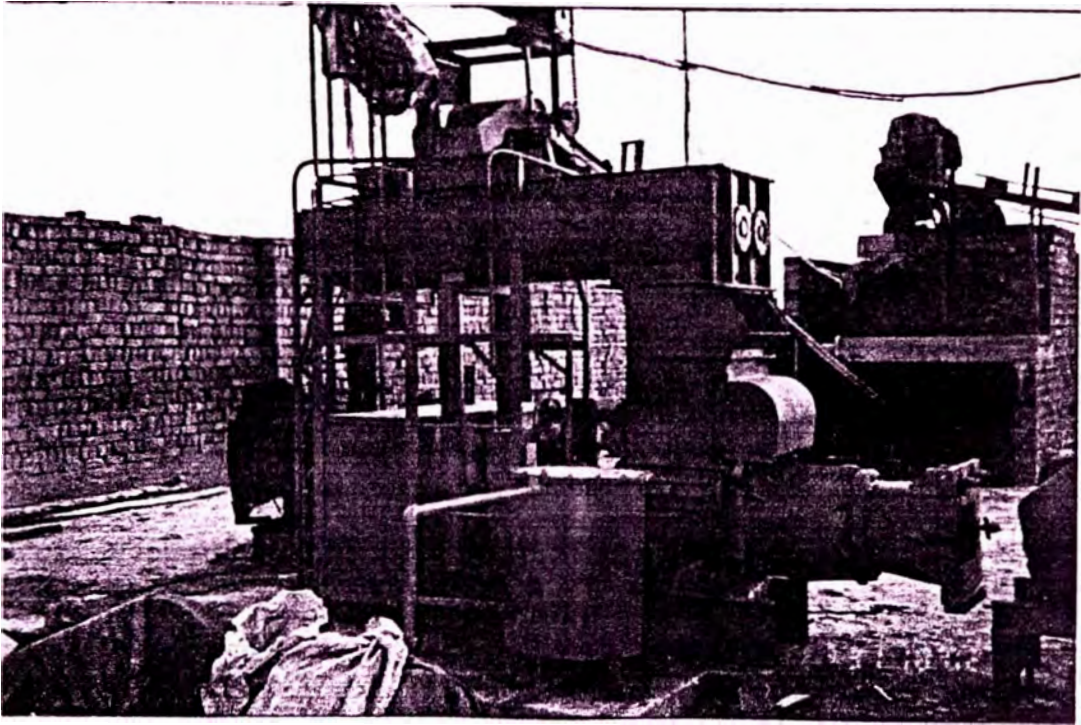


FOTO N° 1: MAQUINA EXTRUSORA DE LADRILLOS – LÍDER CHILCA

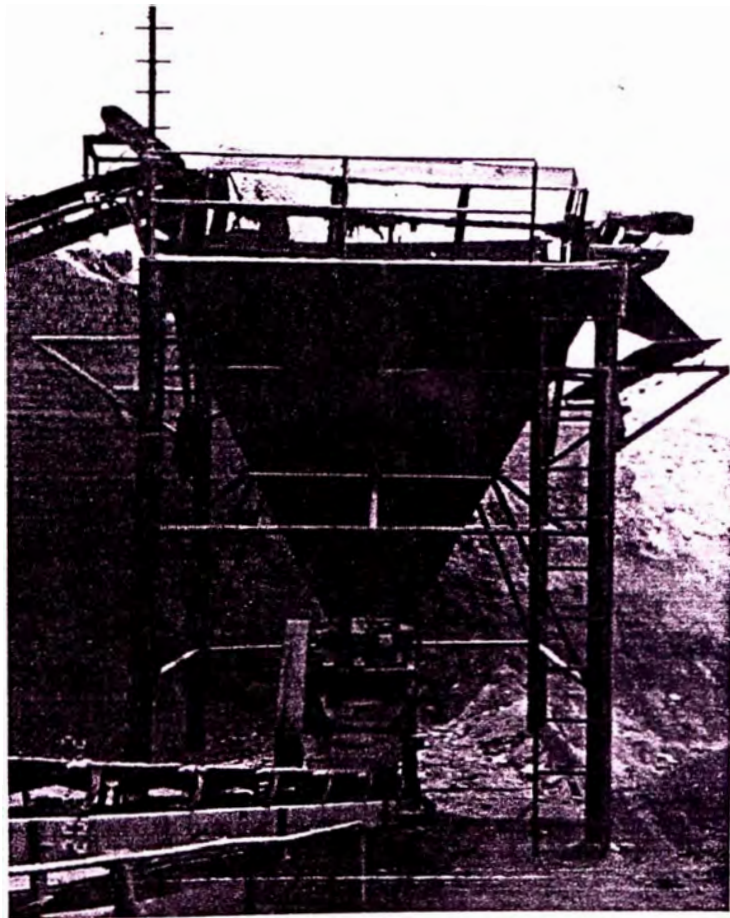


FOTO N° 2: ZARANDA VIBRATORIA – PROCESO AUTOMÁTICO

## **4. INCIDENCIA EN LA OPTIMIZACION E INNOVACION DE LOS PROCESOS**

### **4.1 Diseño, Cálculo y Fabricación del Circuito Neumático de Molienda**

#### **4.1.1 Objetivo.-**

Reducir el tiempo de molienda y su costo, uniformizando la granulometría del carbón y mejorando sus condiciones ambientales y de almacenamientó.

#### **4.1.2 Descripción del proceso de molienda anterior.-**

El proceso de molienda de carbón se hacía inicialmente con un molino de 10Hp el cual era alimentado gradualmente en forma manual. La salida del carbón luego de ser molido era por gravedad hacia una zanja de recepción donde era recogido y almacenado en sacos. Se trabajaba en 2 turnos de 12 horas cada uno.

#### **4.1.3 Análisis de los factores limitantes del proceso anterior.-**

Este proceso presentaba una serie de factores adversos desde el punto de vista técnico-económico-ambiental, los cuales se indican a continuación:

Tiempo de molienda alto y reducida cantidad de carbón procesada; ello debido a que la descarga era por gravedad originando acumulación del producto en la salida y consecuente pérdida de eficiencia por remolienda.

Granulometría no uniforme. Esto afecta el proceso de combustión y produce variaciones de corriente en el motor y aumento en el consumo de energía.

Empleo necesario de 2 personas que se encarguen del abastecimiento y el almacenamiento del carbón procesado respectivamente.

Gran polución de polvos debido a las corrientes de aire del medio, por el funcionamiento propio del molino y tamaño de grano pequeño (molido a malla 30) perdiéndose cerca del 5% del mismo.

Mayor costo y negativa del personal a trabajar tiempos largos debido a la contaminación excesiva. Asimismo quejas continuas de propietarios colindantes al ser zona agrícola.

Contaminación permanente del motor, chumaceras y partes en movimiento debido al polvo de carbón en el medio, corrosión química, erosión y desgaste prematuro.

#### **4.1.4 Selección de la alternativa óptima de reemplazo.-**

Los criterios empleados para la selección del equipo a fabricar tuvieron en cuenta los factores limitantes indicados antes a eliminar y las características propias del proceso; estos se muestran en el siguiente cuadro:



Tabla N° 2: Criterios de Selección del Equipo de Molienda

Alternativas	Flexibilidad	Costo Mantto	Protección Ambiental	Limpieza Operac.	Riesgo Operativo	Costo de Inversión	Ritmo de Producc.
Sistema Neumático	Alta	Bajo	Alta	Alta	Bajo	Medio	Variable
Faja Transportadora y Tolva Almacenaje	Baja	Alta	Media	Media	Medio	Medio	Semiv.
Campana Extractora y Tolva Almacenaje	Baja	Medio	Media	Media	Medio	Bajo	Rígido

Los factores citados en la Tabla N° 2 nos ayudan a identificar la alternativa más adaptable a las condiciones y requerimientos de operación. El resultado es la selección de un Sistema Neumático Colector y de Transporte; teniendo en cuenta que principalmente debe tener flexibilidad, bajo costo de mantenimiento y mínima contaminación. Este sistema es comúnmente usado para el transporte y colección de productos en nuestro medio.

#### **4.1.5 Diseño y Cálculo de componentes del sistema neumático.-**

Las consideraciones de diseño del sistema neumático son:

Eliminar o reducir los factores adversos del proceso anterior.

Satisfacer los requerimientos de operación del proceso de molienda.

Adaptarse a la geometría propia del lugar de operación.

Reducir los tiempos y costos de mantenimiento.

Reducir el personal y capacitarlo para una operación fácil y sin riesgo.

Eliminar la contaminación ambiental. Se considera la fabricación de un colector de mangas a fin de reducir al mínimo el polvo generado en el proceso y la consecuente pérdida de carbón.

Sistema neumático a succión por adaptarse a cualquier clasificación de partículas y proteger al ventilador de la abrasión y desgaste prematuro del mismo por efecto del contacto con el carbón.

Adicionalmente el vacío en el sistema evita la presencia de fugas y la consecuente contaminación del medio y exposición del operario.

Satisfacer los criterios de ingeniería en cuanto a forma de ductos, diseño del ciclón y colector de mangas y del ventilador inclusive.

### **Datos de Operación**

El carbón molido debe ser almacenado para su posterior empleo en el proceso de cocción de los ladrillos. Los requerimientos de operación son:

Capacidad = 0.7 t/h;      Densidad del material = 720 kg/m<sup>3</sup> = 40.8 lb/pie<sup>3</sup> ;

Producto = carbón bituminoso;      Espacio = disponible, el menor posible.

Granulometría = malla 50 (mejorar el proceso de combustión del carbón)

### **- Cálculo de Energías Requeridas. Método de Jhon Fischer**

El empleo de este método de cálculo requiere de conocer la velocidad de transporte del producto así como el caudal de aire necesario. Teniendo en cuenta la tabla 3 mostrada de transporte neumático (Ref. 1) y seleccionando como referencia arena o harina por presentar características similares al carbón, se obtiene un rango de velocidades de <3500,5500> pies/min.

Tabla N° 3: Velocidades para el Transporte Neumático

MATERIAL	Velocidad, pies/min.	
	DESDE	HASTA
Wood flour, harina	4000	6000
Sawdust, aserrín	4000	6000
Pulp chips, astillas pulpa	4500	7000
Cork, ground, arena	3500	5500
Cotton, algodón	4000	6000
Wool, lana	4500	6000
Jute	4500	6000
Flour, harina	3500	6000
Oats, avena	4500	6000
Barley, cebada	5000	6500
Corn, granos	5000	7000
Coffee beans, judá, ejote	3000	3500
Sugar, azucar	5000	6000
Salt, sal	5500	7500
Ashes, clinkers, ground	6000	8500
Cement, Portland	6000	9000
Sand, arena	6000	9000

En general los materiales de mayor peso a granel (como 60 lbs/pie<sup>3</sup>) requieren menos aire por libra transportada pero a mayor velocidad que los más voluminosos y ligeros (como 5 lbs/pie<sup>3</sup>). Con 35 a 50 pies<sup>3</sup> de aire por libra de material, se pueden acarrear los productos de la Tabla 3, a las velocidades inferiores y es probable que 15 a 20 pies<sup>3</sup> sean suficientes a las velocidades superiores

Seleccionaremos una velocidad de 5200 pies/min y luego comprobaremos si estamos en el rango de 35 a 50 pies<sup>3</sup> de aire por libra de material. Asimismo

seleccionaremos un diámetro de tubería de 6" ya que es suficiente para conducir hasta 12 t/h (Ref.2; pag 35):

Luego el caudal de aire  $Q_a$  será:

$$Q_a = V_t \times A; \quad \text{donde: } V_t = \text{velocidad del producto}$$
$$A = \text{área de la sección transversal del ducto}$$
$$Q_a = 5200 \times (\pi \times 0.5^2 / 4) = 1080 \text{ pies}^3/\text{min}$$

Además, se tiene:

$$X = \frac{\text{Pie}^3 \text{ aire}}{\text{lb material}} = \frac{1080 \times 60 \text{ pies}^3/\text{hr aire}}{0.7 \times 2000 \text{ tn/hr carbón}} \rightarrow$$
$$X = 46.3 \text{ pie}^3 \text{ aire/lb material}$$

Por lo tanto se justifica la velocidad y diámetro de ducto seleccionados:

$$V_t = 5200 \text{ pie}/\text{min} \quad Q_a = 1080 \text{ pie}^3/\text{min}$$

Según John Fischer, en su artículo "Practical Pneumatic Conveyor Design", (Ref. 2, pag. 30), la adición de 5 aspectos permite obtener la caída de presión a lo largo del sistema neumático y finalmente cuantificar la energía necesaria, estos son:

1. Energía de aceleración  $E_1$  necesaria para que los sólidos ingresantes se pongan en movimiento, venciendo su inercia.
2. Energía  $E_2$  necesaria para elevar los sólidos.
3. Energía necesaria para vencer la resistencia que el ducto ofrece al pasaje de los sólidos en sentido horizontal.
4. Energía  $E_4$  necesaria para el pasaje de los sólidos por los codos y curvas en el sistema.

5. Caídas de presión referidas al pasaje del aire mismo por los ductos, colectores, filtros y demás componentes incorporados al sistema.

Los parámetros de cálculo de las energías y valores para nuestro caso son:

W = lbs/min. de sólidos a transportar = antes y después del ciclón (variable)

Vt = velocidad de transporte en pies/seg. = 103.5 pies/seg

g = aceleración de gravedad, en pies/seg<sup>2</sup> = 32.2 pies/seg<sup>2</sup>

H = altura a elevar sólidos, en pies → H1, H2 = antes y después del ciclón.

L = longitud horizontal de transporte, en pies. → L1 = antes; L2 = después

f = Tangente del ángulo de deslizamiento = tang 40°, para minerales

R = radio de codos y curvas, en pies = 2.63 pies (Ref.2, pag 16,17)

Luego, las fórmulas para las energías son:

$$E1 = W \times V^2 / 2g \quad \text{---- pie-lbs/min} \qquad E3 = W \times f \times L \quad \text{---- pie-lbs/min}$$

$$E2 = W \times H \quad \text{---- pie-lbs/min}$$

Como se puede observar, tanto en E2 como en E3 es necesario considerar el valor de "W" antes y después del paso del producto por el ciclón, ya que gran parte de este es capturado. En el diseño del ciclón se ha considerado un equipo de mediana eficiencia donde el valor de ésta se ha asumido de 85%, es decir que W luego del ciclón es 0.15 de su valor inicial. Por otro lado es importante resaltar también que los valores de H y L varían en función de su distancia antes y después del ciclón y dependen asimismo de las dimensiones de éste.

$$E4 = W \times V^2 \times f \times \pi \times R \times \alpha \quad \text{---- pie-lbs/min} \\ G \times R \times 180$$

Esta energía también está afectada por la cantidad de codos y curvas que recorre el producto antes y después del ciclón. El valor de "f" para minerales es tan 40° y "alfa"=90, para cada codo de 90°, etc.

El valor de E5 es el resultado del cálculo de la longitud equivalente de codos y curvas más los tramos rectos del sistema, luego:

$$\text{Long.equiv} = \text{PixRxalfa}/180 \quad \text{— pies}$$

Con los valores de  $V_t = 5200$  fpm y  $Q_a = 1080$  cfm se obtiene la caída de presión "AP" en pulgadas de agua cada 100 pies (figura N° 11), luego E5 es:

$$E5 = (\text{long.equiv} + \text{long. recta}) \times \text{AP} / 100 \quad \text{----- pulg.de agua}$$

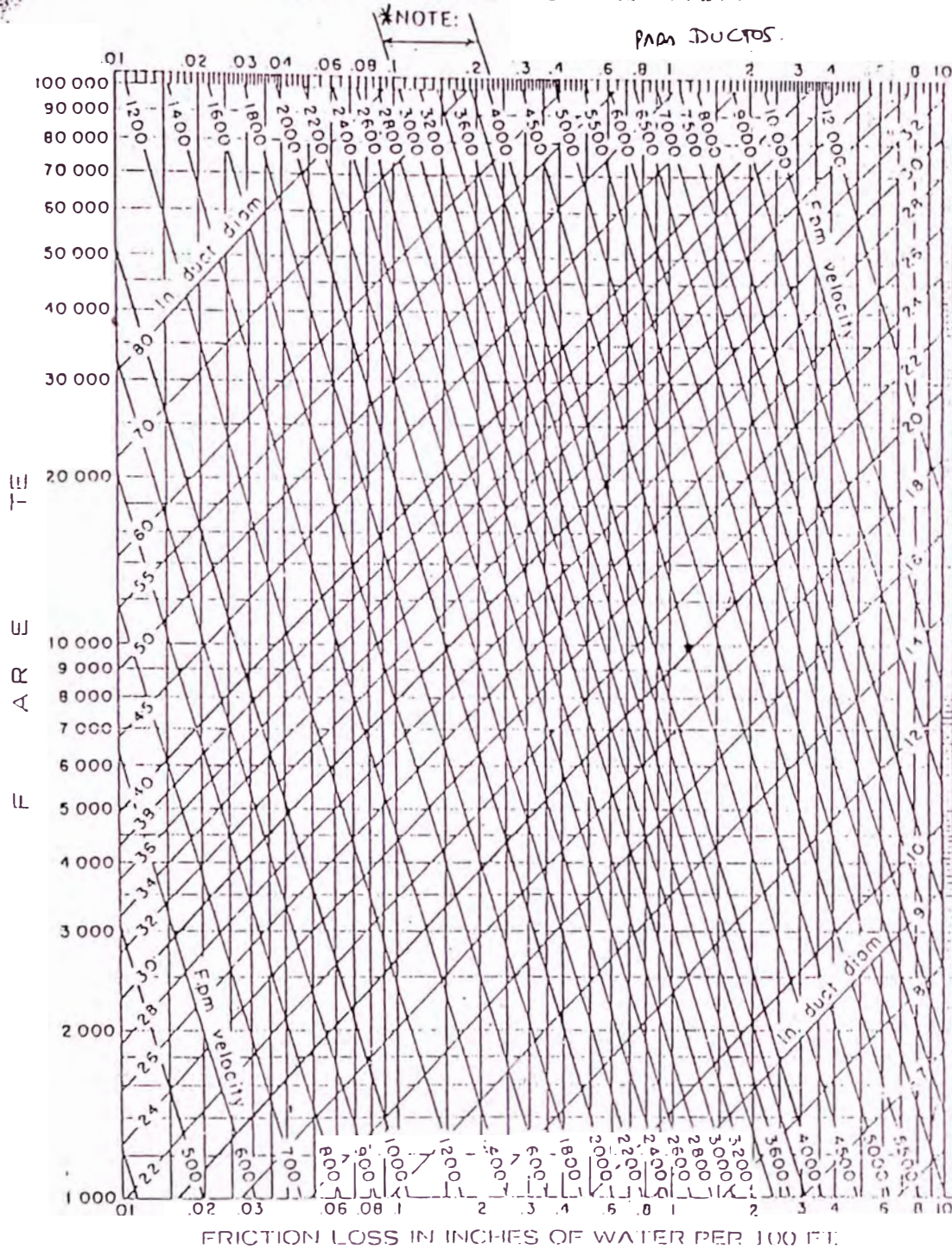
Finalmente, considerando la caída de presión a la entrada del ducto, del ciclón y de la resistencia de los filtros en el colector de mangas de 2", 4" y 6" de agua respectivamente se obtiene:

$$E_t = (E_1 + E_2 + E_3 + E_4) / (Q_a \times 5.2) + E_5 + 2 + 4 + 4 \quad \text{---- pulg. de agua}$$

Los valores encontrados se muestran en la tabla N° 4, la cual es una hoja de cálculo diseñada en Microsoft Excel debido a que fue necesario hacer varias pruebas e ingreso de datos hasta encontrar un resultado que se ajuste a los valores más convenientes para la selección de los componentes del sistema.

Pura Ferro

# INDUSTRIAL VENTILATION



(Based on Standard Air of 0.075 lb. per cu. ft. density flowing through average clean, round, galvanized metal ducts having approximately 30 joints per 100 ft.)

Friction of Air in Straight Ducts for Volumes of 1,000 to 100,000 CFM

\*NOTE: Recommended Inlet Velocity Range for Cyclone Collectors

Reprinted from 37th Edition, Heating, Ventilating, Air Conditioning Guide, 1953, by permission of the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers

FIGURA Nº 11

Tabla N° 4: CALCULO DE COMPONENTES DEL SISTEMA

**Datos Necesarios del Sistema Neumático**

**Ciclón de Mediana Eficiencia**

CapTransp ( Ton/hrs )	DensMat. ( Kg/m <sup>3</sup> )	DiaTuber ( pulg )	Tamaño (N°malla)	AngDesl ( ° )	Vtransp. (pie/min)	Caudal ( cfm )	Lvert ( m )	Lhoriz ( m )	Rcurv ( m )	f <sub>3</sub> air/lbmat <35.50>
0.7	720	6.15	50	40	5200	1080	2.3	1.3	0.8	46.29
	40.8				26.4	0.51	3.58	1.12		
							5.88	2.42		
							9.8	6.7		
										Efic Ciclón 80

**Cálculo de Energías ( Método de John Fischer pag 30 )**

EnergíaE1 ( pie - lbs / min )	EnergíaE2	EnergíaE3	EnergíaE4	LongEqv ( pies )	Apaire "wg/100ft	E5 ( "wg )	E1-4 ( "wg )	Ecicl. ( "wg )	Ecolec ( "wg )	Ettotal ( "wg )
2721.5	176.1	83.6	14348	20.7	6.7	3.22	3.87	4	6	19.09
	54.9	14.4	4304.4							484.89

Potencia ( HP )
7.22
5.38

**Diseño de Colector de Gravedad a Descarga de Extractor**

dsmín (mt)	Caudal (mt <sup>3</sup> /s)	Uaire (kgf.s/m <sup>2</sup> )	resp.sol. (kgf/m <sup>3</sup> )	resp.air (kgf/m <sup>3</sup> )	Ventr (m/s)	Ancho (mt)	Largo (mt)	Altura (mt)
0.00015	0.51	1.9E-06	720	1.022	3.0	0.38	2.78	0.45
			Ancho x Largo =	1.05	0.17		Etapas:	2.5
							1.11	1.13

**Diseño de Tolva Descarga del Ciclón**

CapTransp ( Ton/hrs )	DensMat. ( Kg/m <sup>3</sup> )	Vol.Total ( mt <sup>3</sup> )	Dim's Parte Cónica de Tolva			Dim's Cilind.de Tolva	
			Diám <	Diám >	Altura	Diam.	Altura
0.7	720	1.167	0.16	1.16	0.4	1.16	0.98
	40.8						

**Diseño del Colector de Mangas**

K	Q(Caudal)	Dia.Manga	Lt(Longit)	N°Manga	Lmanga	Ancho	Largo
2	0.51	0.2	3.65	4	0.9125	0.5	1.3

Q(Caudal)	Vmangas	Dia.Manga	Q1	Lnecesar.	N°manga	Lmanga	Ventr.	Vmang
0.51	0.03	0.3	0.028274	18.1	9	2.011	0.8	0.03



De la tabla N° 4 se observa que  $E_t = -19.1$  "agua está en el rango de  $\pm 20$  pulg. agua, es decir sistemas de baja presión donde se puede emplear extractores centrífugos.

### **Cálculo del Ciclón.-**

Se consideró el cálculo de un ciclón de mediana eficiencia debido a su relativa simplicidad de fabricación y las condiciones de captura del producto. La eficiencia de este tipo es del orden del 90% para 510 micras (valor menor al requerido); nosotros asumimos un valor de 85% y una forma del tipo tangencial (Ver figuras 6 y 7 en el Anexo 1; Ref.3).

Por otro lado en la Figura N° 12, se observa que el carbón procesado de malla 50 (510 micras) está en el rango de operación de un ciclón  $<100, 1000>$  micras, por lo que la capacidad de retención esta asegurada (Ref. 1)

Teniendo en cuenta lo anterior, calcularemos la velocidad de entrada que nos permitirá obtener las dimensiones del ciclón. De la experiencia y literatura en este campo (Ref.4) se sabe que:

$V_c <10,22>$  m/seg;            donde:  $V_c$  =velocidad a la entrada del ciclón

$V_c = 13.5$  m/seg    (valor usual en ciclones de mediana eficiencia)

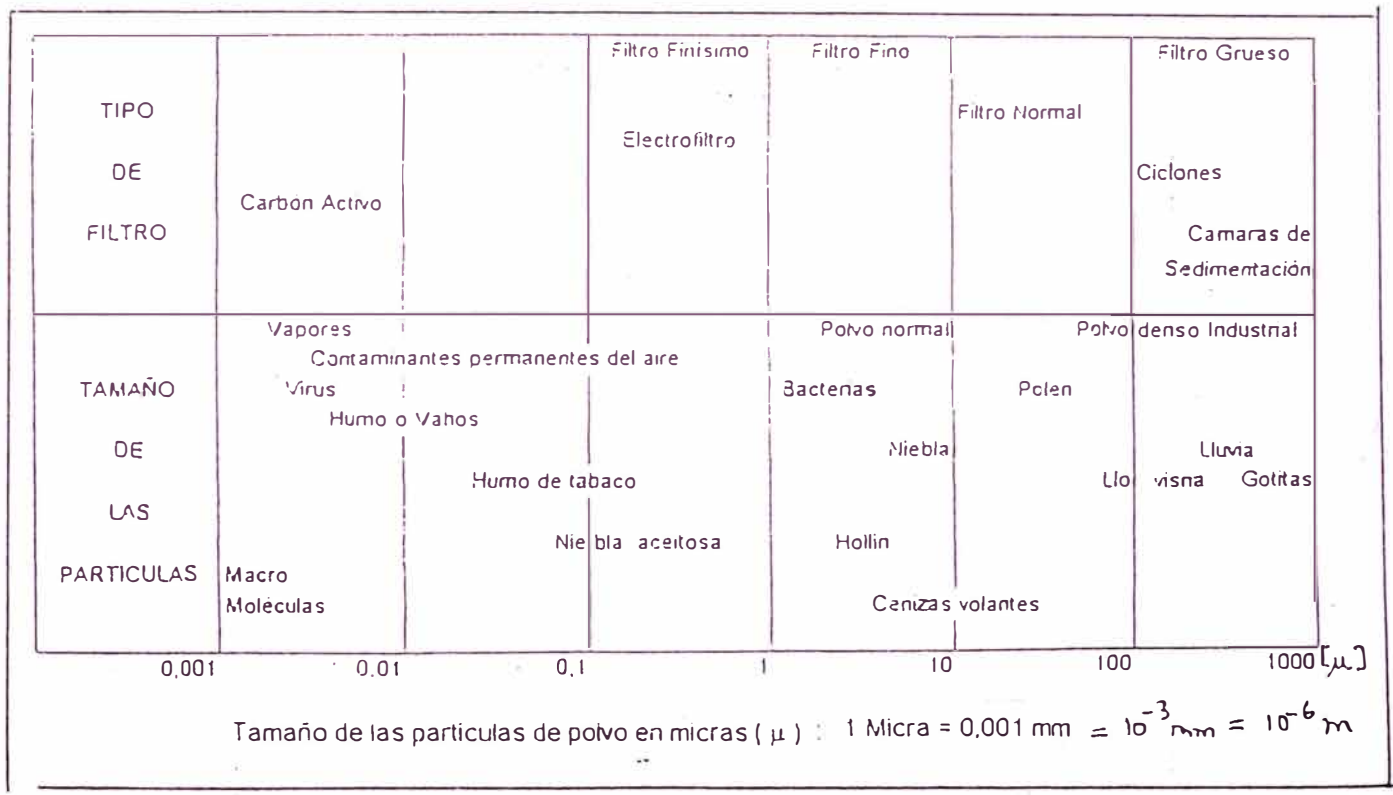


FIGURA N° 12 : Selección del Tipo de Colector

El valor a seleccionar de 13.5 permite tener una buena aceleración centrífuga para alcanzar una alta eficiencia de separación. Un ciclón de mediana eficiencia tiene entre 60 a 90cm de diámetro y un cono de descarga de mayor longitud en relación a uno simple.

Como se sabe, no existe un método único para obtener las dimensiones de un ciclón y es necesario experimentar y/o emplear relaciones ya aplicadas en la industria. Las relaciones presentadas tienen como base la experimentación propia y la bibliografía consultada, habiendo sido éstas ligeramente modificadas a un valor comercial para el máximo empleo del material a usar. Estos valores son:

Con  $V_c = 13.5 \text{ m/s}$  y  $Q_a = 0.51 \text{ m}^3/\text{s}$

Luego  $A = 2xaxa = Q_a / V_c = 0.037 \text{ m}^2$

$a = 0.13 \text{ m} = 13 \text{ cm}$  y  $b = 2xa = 26 \text{ cm}$   
(dimensiones de la boca de entrada)

Además  $D = 5xa$ ;  $h = 4xa$ ;  $\varnothing = 2xa$ ;

$n = 2xa$ ;  $c = 2.5xa$ ;

$L = 23xa$ ; alta eficiencia

$M = 0.5xa$  y  $d = a$

Los parámetros indicados se muestra en la figura adjunta. Los valores se pueden ver en la figura N° 14.

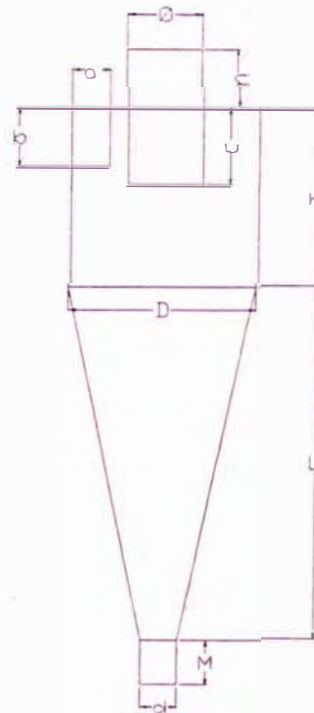


Figura N° 12-A Dimensiones del Ciclón de Mediana Eficiencia

### **Cálculo de la Tolva de Almacenamiento.-**

La tolva diseñada a la salida del cono de descarga del ciclón tiene como objetivo almacenar las partículas de carbón capturadas por el mismo. Luego:

$$V_t = 1.5 \times m / p \text{ en 1 hora de almacenaje;}$$

donde:  $V_t$  = volumen de tolva  
 $m$  = capacidad del molino  
 $p$  = densidad del carbón

El factor 1.5 en la fórmula anterior considera un margen de seguridad en cuanto al almacenaje. Es necesario precisar que si bien durante el proceso el operario va almacenando lo capturado por el ciclón en sacos, el tiempo de 1 hora considera posibles demoras por parte del mismo así como el sellado de vacío necesario para la retención del producto en el ciclón lo cual es muy necesario tener en cuenta.

Por otro lado debe considerarse también el ángulo de deslizamiento propio del producto asumido como  $42^\circ$ , valor típico para minerales. (Ref 11)

El cálculo empleado y los valores encontrados, que considera la parte cilíndrica y cónica de la tolva, se presenta en la tabla N° 4.

### **Cálculo del Colector de Mangas.-**

Existen 2 tipos de colectores de manga: de succión y de presión. Se seleccionó el colector de presión por ser de fabricación más práctica (su construc

ción es más sencilla y su limpieza periódica puede ser incluso manual) y por contarse con información para el cálculo del mismo (Ref.3; pag 74, 75).

La eficiencia de operación de estos equipos es cercana al 99%. Por esto, se asume para el análisis económico posterior, una pérdida máxima del 1.5% del producto que se escapa por las mangas.

Caudal máximo en la salida de manga =  $Q_m = 60 \text{ cfm/m}$  lineal de tela (Ref. 5)

Luego, para un diámetro de 300 mm (rango <200,300> mm) se tiene:

$$Q_m = 60 \text{ cfm} = 0.0283 \text{ m}^3/\text{seg} = (\pi \times 0.3^2 \times 1) \times V_m, \quad \text{Entonces:}$$

$$V_m = 0.03 \text{ m/seg.} \quad (\text{velocidad a la salida de cada manga})$$

Además: Caudal total =  $Q_m \times N = Q_a = 0.51 \text{ m}^3/\text{seg}$ , luego:

$$N = 0.51 / 0.0283 = 18 \text{ mangas de 1 m de longitud;}$$

Empleando mangas de 2m de longitud se tiene:  $N_m = 18/2 = 9$

Por lo tanto adoptaremos 9 mangas de  $\varnothing 300 \text{ mm}$  de diámetro. Las operaciones de cálculo se muestran también en la tabla N° 4.

Es necesario considerar que la eficiencia de separación del colector es baja cuando el aire cargado pasa por primera vez a través de la tela (lo cual sucedió en las pruebas de operación del equipo), pero aumenta conforme van quedando partículas que forman una pre-capa sobre la tela. Una vez formada esta capa, la eficiencia sube hasta los valores indicados.

### Cálculo del Transportador Helicoidal.-

Una óptima captación de polvos del ciclón se asegura con una alimentación en forma regular y continua. Es por ello que se decidió fabricar un alimentador del tipo helicoidal con los siguientes datos del sistema:

$m =$  capacidad de transporte = 0.81 Ton /hr.

$r =$  densidad de material = 720 Kg/m<sup>3</sup> = 40.8 lb/pie<sup>3</sup>

De tabla de Características de Material (Tabla N° 1, Anexo 2) :

Tamaño : C → Granular 1/2 " o menos.

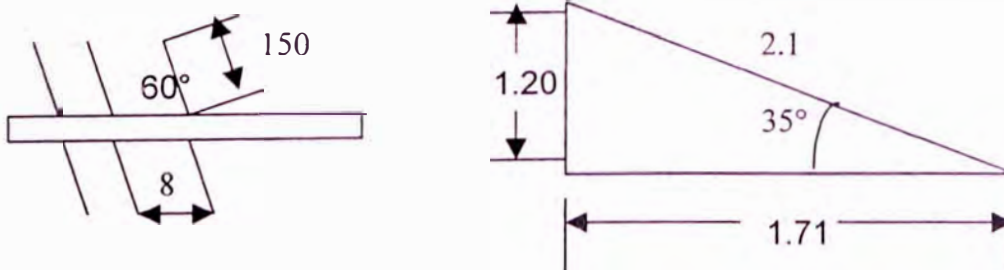
Flujo : A → Flujo Libre ( ángulo de reposo: 30° a 45°)

Abrasión: G → No abrasivo; Medio : P → Medio corrosivo (medianamente)

Luego: Capacidad = 0.81 (Ton/hr) x 2000 = 1620 lb / hr

$$\text{Capacidad} = \frac{1620 \text{ lb/hr}}{40.8 \text{ lb/pie}^3} = 39.71 \text{ pie}^3 / \text{hr (inclinado)}$$

Además, de las condiciones del sistema se sabe que:



Tomando en cuenta la eficiencia volumétrica:

Tabla N° 5: Relación entre eficiencia e inclinación del Transportador

Inclinación	10°	15°	20°	25°	30°	35°
Eficiencia Vol.	90%	74%	55%	42%	30%	22 %

Para una inclinación de 35°, eficiencia N = 22 %, entonces:

$$\text{Capacidad} = 39.71 / 0.22 \rightarrow \text{Capacidad (horizontal)} : 180.5 \text{ pie}^3 / \text{hr}$$

Del catálogo de Link Belt N° 2 (Tabla 2, Anexo 2) con C26 y 180.5 pie<sup>3</sup>/hr:

Tabla N° 6 : Capacidades y Velocidades del Transportador horizontal

Diámetro gusano: Øg	Tamaño carbón	Coefic. Llenado	Máxima Velocidad	Capacidad a 1 RPM	Velocidad en RPM
6 "	3/4"	30 %	180 rpm	1.5	120 rpm

Para el cálculo de la potencia se tiene:

$$\text{Potencia} = AXG \quad \text{Donde: } A = \frac{C \times L \times K}{1000000} \quad \text{y además:}$$

$$A = \text{Potencia Equivalente} \quad C = 180.5 \text{ pie}^3 / \text{hr};$$

$$L = 2.1 z \leftrightarrow 6.89 \text{ pies} \quad K = \text{Factor de potencia}$$

Con C26, Øg = 6" y r = 40.8 lb/pi<sup>3</sup> en Tabla 3 (anexo 2), se tiene:

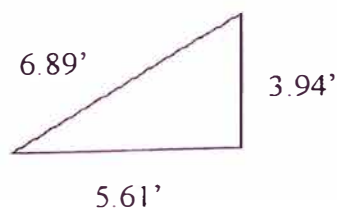
$$K = 52 \quad \text{y} \quad \text{diámetro de acople} = 1 \frac{1}{2}''$$

$$\text{Luego: } A = 180.5 \times 6.89 \times 52 / 1000000 \rightarrow A = 0.065 \text{ hp}$$

Para calcular G se debe considerar que  $A = 0.065 < 5$ , luego de Tabla N° 5 (anexo 2) con %RPM = 100%  $\rightarrow G = 3$

$$\text{Reemplazando, Potencia} = AxG = 0.065 \times 3 = 0.195 \text{ hp (horizontal).}$$

Por otro lado, debido a que el transportador trabajará en un plano inclinado, se debe considerar la potencia adicional por efecto de la elevación, luego:



**TABLA N° 7: Cronograma de Avances y Costos reales - Sistema de Transporte y Molienda**

COMPONENTES	N° Mater	N° Electr	Limp./Pint	T.Trazo	T.Corte	T. Soldeo	T.Rola	T.Manio	T.Torno	Cepillo/Tala	Montje/Arm	T.Total
<1elect.2min;1mt.2min>	(PL)	1/8,5/32	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)	(hrs)
<b>EXTRACTOR</b>			1.5									1.5
Aletas	0.1-1/8"		0.5	1	0.5			1		8		11
Disco delantero del rotor	0.1-1/8"		0.5	0.5	0.5	2		1	1			5.5
Envuelta/Caras envuelta/tubo	0.6-1/8"		2	3	1	4	35	1.5				46.5
Eje impulsor /cubo	Ø75X85					2	en 2 días	2	2.5	4.5		11
Tapa - Entrada-discoRot-Brid	0.3- 1/4"		0.5	2.5	2			1.5	1	2.5		10
Estruct de soporte	0.2-1/4"			1	1						1	3
Base motor-Balanc. Dinám	0.2-5/16"		1	2			2hr		5	2		10
			2	10	3	8		7	9.5	17	1	90.5
<b>CICLÓN</b>			2									2
Cuerpo/ducto a extractor	0.5 - 1/8"		0.5	1.5	3.5	7.5	20	1.5				34.5
Cono de descarga*	0.75 -1/8"		1			5	140	2				148
Bridas entrada a tolva	0.1-5/16"		1.5	1.5	1.5	4		1		3	2	14.5
Entrada, damper,disco tapa	0.5 -1/8"		1	2	4	3.5		2			3	15.5
			3	3	3	20		0.5	0	3	3	21.5
<b>RED DE TUBERÍAS</b>			3.5									3.5
Tuberías	2.4 -1/8"		2.5	3	8	13	240	4.5			4	275
Bridas de unión tubos y eq.	0.2 -1/4"		3		1			1	1.5	1.5	1	9
Transiciones y Conos reduc*	0.4 -1/8"		1			3	120	1.5			4	129.5
			10	3	3	10		7	1.5	1.5	3	41.5
<b>TOLVA</b>			2									2
Cuerpo-disco tapa a ciclón	1.5 -1/8"; 0.25-1/4"		2		3.5	6	50	3				64.5
Cono de descarga*	0.6 -1/8"					2	140					142
Estructura de soporte	21BØ11/2"		1		4	2.5	en 3 días	1				8.5
			3		7.5	10.5		4				21.5
<b>COLECTOR MANGAS</b>			3									3
Cuerpo, entrada y tolvas	1.7 -1/8"		1	4	7.5	14					5	31.5
Estruct de soporte y resortes				2	2	1.5					3	8.5
Tubos de mangas, abrazad.	0.15-1/8"	pernos 10\$		3	2.5	4.5	60			1	1	72
Compuerta de descarga					2	1					2	5
N° Transporte y Pruebas		6,40kg, 1/8"	4	9	14	21				1	11	120
Cant. Planchas: 8PI-1/8"; 1/4";0.2PI-5/16"			31	27	44.5	75.5	805	24.5	11	22.5	26	1067

**Costos reales de Fabricación**

	Caract	Unidad	Cantidad	Costo total
Material	PI 1/8"	30.12	8	241
	PI 1/4"	60.22	1	60.2
Soldadura	1/8"	2	37.75	75.5
Oxicorte	O2	6	44.5	267
Rolado	\$/kg			230
Máquina	Torn/Cep	3	33.5	100.5
	1	8.5	1067	106.7
				2041.2



$$\text{HP elevación} = T \times H / 990 = \frac{0.81 \times 3.94}{990} \rightarrow \text{Hp Elevación} = 0.004 \text{ Hp}$$

Finalmente la potencia total en el eje motriz será:

$$\text{Potencia Total} = 0.195 + 0.004 = 0.2 \text{ Hp}$$

Para calcular la potencia a transmitir por el motor consideraremos el sistema de transmisión que será del tipo cadena y los valores de eficiencia "N" que se indican a continuación (Refer. 10):

N chumacera = 80%;            N Reductor = 80%;            N Acople = 85%

Entonces: Pot. motor =  $0.20 / 0.8 \times 0.8 \times 0.85 \rightarrow$  Pot motor = 0.37 Hp

Tabla N° 8: Características del Transportador Helicoidal

TRANSPORTADOR HELICOIDAL							REDUCTOR	
Diám. Hélice	Long. total	Inclinac.	Distancia / hélices	RPM	Tamaño producto	% de llenado	Pot. motor	Ø eje RPM
6 "	2.1 m	35°	8 cm	120	3/4"	30	0.5 hp	1 1/2"

El chute de descarga deberá cubrir la entrada del molino de martillo de manera que la alimentación y el desgaste de las muelas sea uniforme.

### **Selección del extractor de aire y Motor eléctrico.-**

El extractor de aire a utilizar debe satisfacer las condiciones de operación del sistema, las cuales fueron calculadas en la tabla N° 4.

Presión	Caudal	Potencia
19.1°c.a. – 484.9mm	0.51 m3/s – 1080 cfm	7.2 Hp – 5.4 Kw

Se observa que los datos corresponden a un ventilador de mediana presión y caudal. La selección del equipo deberá considerar estos parámetros, el bajo costo de fabricación, así como las características del sistema.

De la figura N° 1 (Anexo 1, Ref. 5), seleccionamos el modelo VRLG350 x Fd 1.25, (por ser económico, peso liviano y cumplir con los requerimientos del sistema); la curva característica bajo los parámetros del cuadro anterior (Ver figura N° 13), indica los siguientes valores más próximos a seleccionar:

Tabla N° 9: Parámetros de diseño del Extractor VRLG 350 Fd 1.25

Ventilador VRLG 350 x Fd 1.25 a 3500 R.P.M.		
Caudal	Potencia	Presión
0.51 m <sup>3</sup> /s	6.5 Hp	524 mm c.a.

Para una mayor facilidad en el montaje, alineamiento y las condiciones requeridas se seleccionó un motor eléctrico con eje directo al extractor el cual debe satisfacer lo siguiente:

Potencia al eje = 6.5 Hp (eje del ventilador); Velocidad angular = 3500 rpm

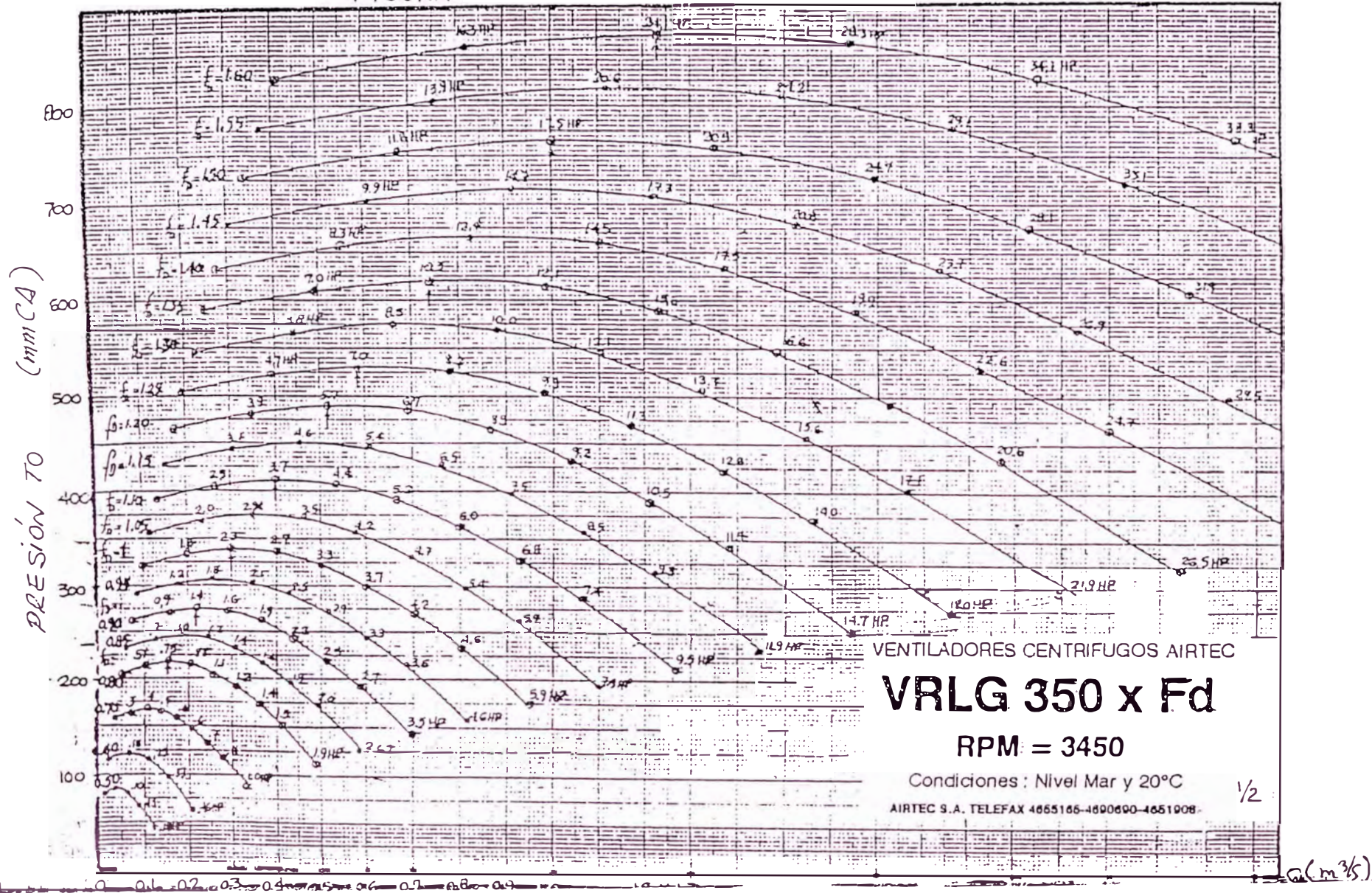
Luego la potencia del motor será de 6.5 Hp, por lo que se empleará un motor en stock con las características siguientes:

Tabla N° 10: Características del Motor Eléctrico

Serie	Diámetro eje	N° Polos	R.P.M.	Potencia
30480	38 mm	2	3460	7.5 HP

Este motor eléctrico, cumple con los requerimientos del extractor.

FIGURA N°13: CURVA CARACTERISTICA



#### **4.1.6 Fabricación de Componentes del Sistema de Molienda.-**

Habiendo hecho los cálculos previos antes indicados en el diseño, se procedió a la fabricación de los componentes considerando el máximo ahorro en la selección y uso de materiales, los tiempos y personal a emplear; los componentes son:

- Ciclón en plancha de fierro negro de 1/8", con dimensiones según gráfico.
- Tolva de almacenamiento en plancha de fierro negro de 3/16" de espesor con estructura de soporte en tubo de Ø2".
- Red de tuberías de fierro negro de Ø6"X1/8" de espesor según gráfico.
- Extractor de aire modelo VRLG 350xFd1.25 con motor eléctrico marca Nishiba de 7.5 Hp, 3500rpm, trifásico.
- Colector de mangas con tolva inferior de almacenaje y sistema de limpieza mecánico por resortes, en plancha de fierro negro de 1/8" y ángulo de 1"x1/4" de soporte, mangas en tela de tocuyo y resortes de inox. de Ø1 1/2"x1/42 espesor.
- Transportador helicoidal en plancha de fierro negro de 1/8" con estructura de soporte en ángulo de 1/4"x1 1/2", con eje de propulsión de acero V945 – AISI 1045 de 1 1/2", con transmisión por cadena con catalinas de Ø3" y cadena de 1/2"x0.5 mt, juego de chumaceras de pie SN 207 –SKF con rodajes de bolas 1207 y reductor de velocidad trifásico con las características indicadas en la tabla N° 7.

Detalles y formas de los componentes fabricados del sistema se pueden observar en la figura N° 14 y en fotos posteriores.

### **Proceso de Fabricación**

Previo al proceso de fabricación se estimaron los costos del mismo a fin de tener en cuenta la inversión necesaria para el proyecto (Tabla N° 7 Anexo 2).

El trazado de calderería de todos los componentes del sistema se hizo por computadora a fin de tener el máximo ahorro de material (Ver Figura N°15). Los planos de taller se pueden observar en las Figuras N° 2 y 3 del anexo 1.

### **Cronograma de Tiempos y Costos reales**

Durante la fabricación del Sistema de Transporte Neumático se hizo en forma paralela el seguimiento de los materiales y consumibles, soldadura, oxicorte, personal y tiempos empleados en cada etapa o componente. El objetivo fue el de obtener el costo real del proyecto, vital para hacer posteriormente el análisis respectivo de inversión. (Ver tabla N° 9).

#### **4.1.7 Pruebas de Operación. Regulaciones.-**

Instalado el equipo en su lugar de operación , según se observa en el flujo grama de planta (Ver Figura N° 7); se efectuaron las pruebas de operación

SISTEMA DE MOLIENDA Y TRANSPORTE NEUMATICO PLANTA LUZEN

FIGURA N°14

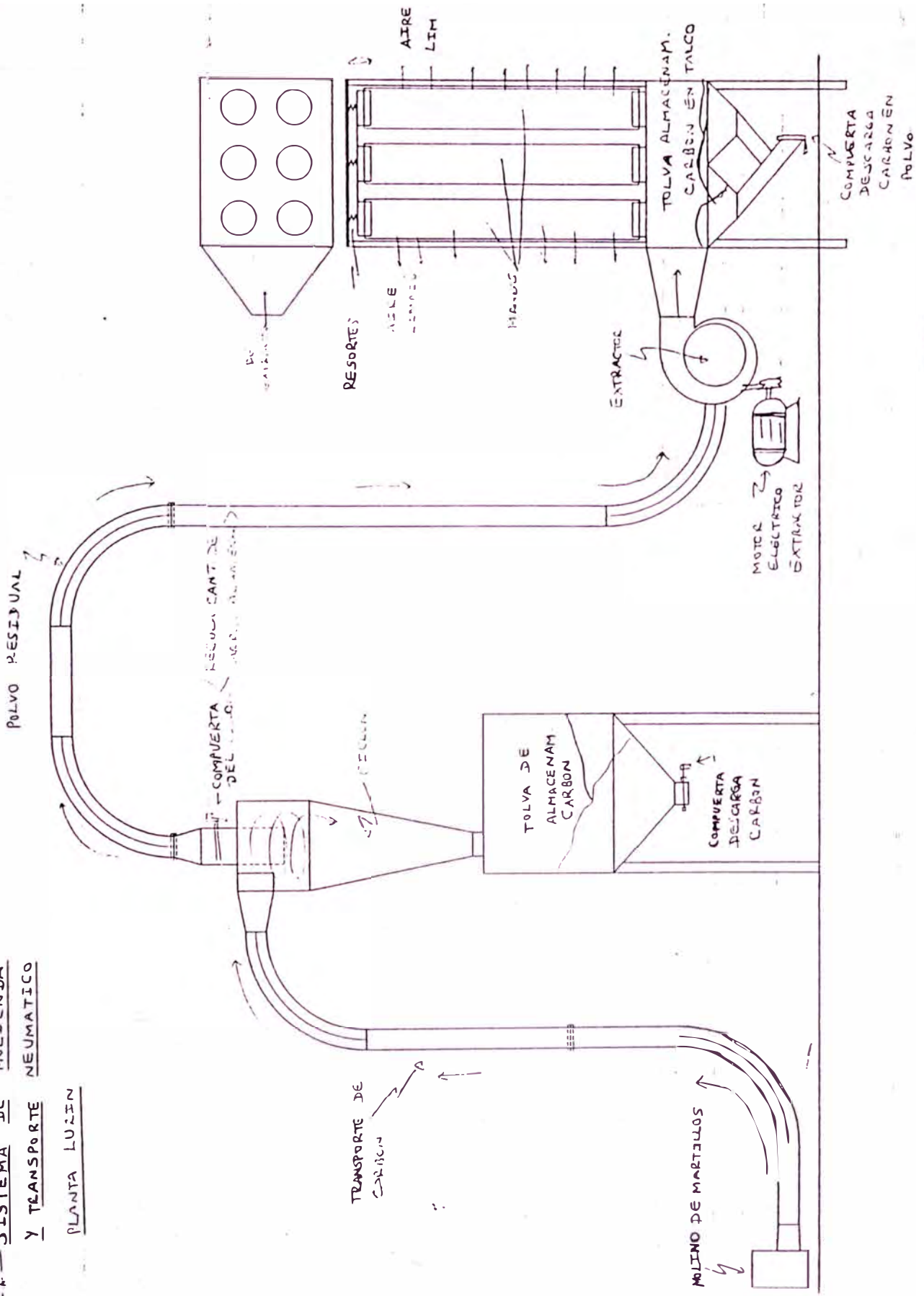
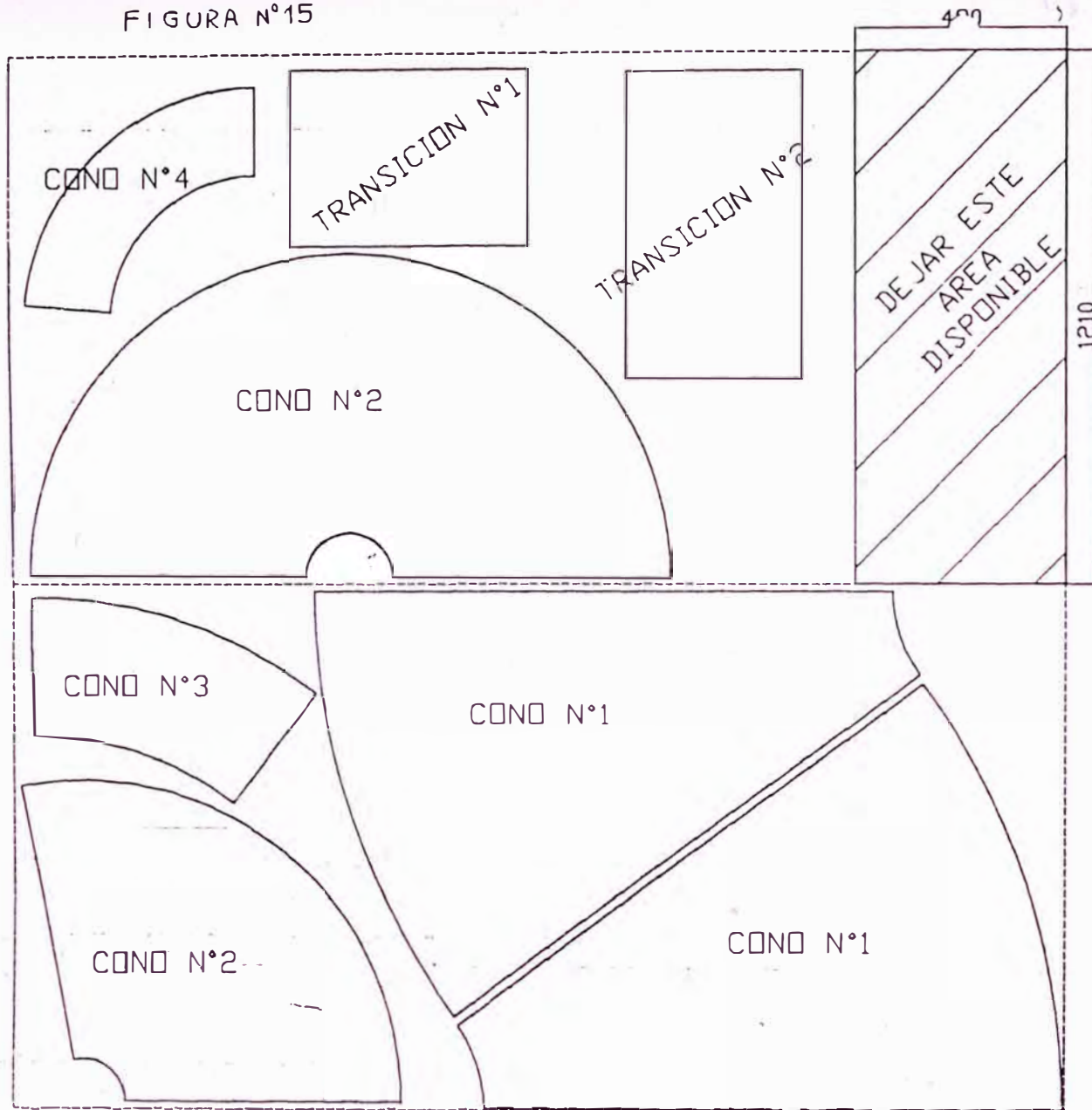


FIGURA N°15



SUGERENCIA PARA TRAZADO DE LOS COMPONENTES, CONSIDERANDO EL MAXIMO AHORRO DE MATERIAL

MEDIDAS

CONO N°1: Ø:650,  
Ø< 130, H:1300

CONO N°2: Ø>1170,  
Ø< 160, H:400

CONO N°3: Ø>230,  
Ø< 160, H:320

CONO N°4: Ø>260,  
Ø< 160, H:200

TRANSICION N°1:  
□ 150x150, Ø160, H:200

TRANSICION N°2:  
□ 260x130, Ø160, H:300

NOTA: MEDIDAS EN MM.

PARA EL ROLADO CONSIDERAR ESTAS MEDIDAS COMO LAS EXTER.

JOSE CAYCHO  
SAN PEDRO S.A.

respectivas a fin de hacer las regulaciones y correcciones que sean necesarias y dejar el sistema a punto.

El procedimiento utilizado para la operación del circuito de molienda se indica en la figura N° 16. Durante las pruebas se observaron ciertos aspectos en el funcionamiento, los cuales son indicados a continuación y que se reflejan en las lecturas obtenidas en las mediciones de campo.

- Debido a la alimentación de carbón discontinua y no uniforme, el sistema presenta fluctuaciones de carga. Siendo los valores de velocidad en los ductos por encima de la recomendada (20m/s), el sistema no tiene problemas de sedimentación.

- El ciclón presenta baja eficiencia de captación, debido dos factores: el modelo del mismo y la longitud del tubo de descarga que parece ser corta.

- La entrada y número de mangas del colector de polvo no son las óptimas produciéndose turbulencias y mayor descarga de polvo que la deseada.

#### **Mediciones de Campo efectuadas.-**

Los criterios empleados para efectuar las correcciones arriba indicadas obedecieron en gran parte a los resultados de las mediciones realizadas



durante las pruebas de operación del mismo, para lo cual se empleó la siguiente instrumentación:

1. Tubo de Pitot de  $\text{Ø}5/16'' \times 12''$ .
2. Manómetro de columna inclinada Marca Dwyer-USA, modelo Mark II, rango de  $-0.5$  a  $3.0$  "H<sub>2</sub>O con aproximación de  $0.01''$ H<sub>2</sub>O.
3. Electromanómetro digital marca Alnor, modelo 8530-I, rango de  $0$  a  $20''$  de c.a., velocidad de  $0$  a  $20''$ c.a. y aproximación de  $0.004''$  c.a.
4. Termómetro digital Testo–Alemania, mod. 450, rango de  $-200$  a  $600^\circ\text{C}$

Así mismo, el siguiente procedimiento de medición fue utilizado:

1. Nivelación y poner a cero el manómetro de columna inclinada.
2. Conectar tubo Pitot y manómetro inclinado con manga flexibles
3. Inicio de la medición de valores con el electro manómetro, equipo digital que da reporte de lecturas de velocidad puntual y al final promedia los valores registrados.
4. Determinación de la caída de presión en el extractor del sistema de molienda, a través de medición de la presión estática en la entrada y salida del ventilador.

Los resultados de la medición efectuada son:

---

Diámetro del Ducto : 156 mm      Temperatura de ductos:  $25^\circ\text{C}$

Tabla N° 11: Velocidades con Damper 90% abierto

Punto	Pres Vel.(Pa)	Veloc. (m/s)	Veloc. (fpm)
1	416	26.28	5173.2
2	413	26.18	5153.5
3	409	26.06	5129.9
4	411	26.13	5143.7
5	412	26.15	5147.6
6	408	26.04	5126.0
7	411	26.13	5143.7
8	410	26.10	5137.8
	Promedio	26.13	5144.4

Tabla N° 12: Velocidades con Damper 50% abierto

Punto	Pres Vel.(Pa)	Veloc. (m/s)	Veloc. (fpm)
1	13.0	4.67	919.3
2	15.1	4.99	982.3
3	14.0	4.82	948.8
4	13.2	4.67	919.3
5	12.1	4.50	885.8
6	12.0	4.50	885.8
7	12.0	4.50	885.8
	Promedio	4.66	918.2

Tabla N° 13: Velocidades con Damper 15% abierto

Punto	Pres Vel.(Pa)	Veloc. (m/s)	Veloc. (fpm)
1	9.1	4.03	793.3
2	14.1	4.83	950.8
3	12.0	4.50	885.8
4	6.0	3.22	633.9
5	15.0	4.99	982.3
6	8.2	3.65	718.5
7	3.0	2.25	442.9
	Promedio	3.92	772.5

Tabla N° 14: Cálculo de Caudales

Condición	Velocidad (m/s)	Area del ducto (m <sup>2</sup> )	Caudal(m <sup>2</sup> /s)
90% abierto	26.13	0.01911	0.499
50% abierto	4.66	0.01911	0.089
15% abierto	3.92	0.01911	0.075

Tabla N° 15: Cuadro Resumen de Presiones

Condición	Succ.(mm.ca)	Desc.(mm.ca)	SP (mm.ca)	SP ("c.a.)
90% abierto	-360.00	92	452.0	17.80
50% abierto	-350.00	120	470.0	18.50
15% abierto	-410.00	70	480.0	18.90

Tabla N° 16: Calculo de la Potencia Consumida

Condición	Motor (HP)	Amp.(A)	Rend. (%)	Fact. Cos Ø	%pot nom.
Nominal	7.4	19.20	86.5	0.87	100
90% abierto	5.1	14.50	86.5	0.80	75
50% abierto	4.8	13.70	86.5	0.80	75
15% abierto	3.3	10.40	84.0	0.73	50

Tabla N° 17 – Resumen de Velocidades de Extractor

Condición	Diámetro Ducto(m)	Area (m <sup>2</sup> )	Vel.prom (fpm)	Vel.prom (m/s)	Caudal (cfm)	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
90%abierto	0.152	0.018	5197.3	26.13	1004.6	0.474
60%abierto	0.152	0.018	2957.6	14.87	571.7	0.270
40%abierto	0.152	0.018	926.9	4.66	179.2	0.085
15%abierto	0.152	0.018	779.7	3.92	150.7	0.071

\* Mediciones efectuadas con electro-manómetro.

Tabla N° 18 – Resumen de Presiones de Extractor

	Presión Estática 25°			Presión en aire Normal	
Punto	mm.c.a	"c.a.	Punto	mmc.a	
Dif. Presión	495.3	19.5	Dif. Presión	495.3	19.5

Durante las mediciones de campo se observó que el transporte del producto era factible hasta el 40% de apertura del damper, aún cuando en 60% (3000 cfm) se notaba ya cierta disminución en la capacidad de arrastre de carbón

Asimismo la posición del damper se fijará considerando la velocidad a la entrada del ciclón 12m/s, siendo el área de  $0.13 \times 0.26 = 0.034 \text{m}^2$ ; para lo cual:

Tabla N° 19.- Regulación del Damper

Velocducto (m/s)	Velocducto(fp m)	Veloc.Ciclón (m/s)	Caudal (cfm)	Caudal (m3/s)
26.13	5197.3	13.8	1004.6	0.474
14.87	571.7	7.9	571.7	0.270
23.63	4700	12.5	915	0.432

#### 4.1.8 Acciones correctivas realizadas.-

Las observaciones realizadas y los datos obtenidos de las mediciones de campo en el sistema fueron útiles para efectuar las siguientes acciones correctivas siguientes:

- Aumentar la longitud del tubo de salida ya que este es muy corto, lo que disminuye el efecto de la fuerza centrífuga, al succionar parte del producto.

- Reducir la velocidad a la entrada del ciclón a 12.5m/s a fin de conseguir una mejor eficiencia de captura del polvo de carbón. Como se observa la velocidad de transporte de material está dentro del rango y este es transportado normalmente.

- Aumentar el número de mangas del colector al valor recomendado en el cuadro de cálculo antes presentado (12) y la forma de la entrada del aire al mismo debiendo no ser recto sino después de una curvatura a 90°.

- Calcular y fabricar un transportador helicoidal de alimentación a la entrada del molino a fin de hacer esta uniforme y continua.

Con estas acciones correctivas a realizar el sistema debe trabajar correctamente y con la eficiencia de captura para la que fue diseñado. Se efectuarán mediciones posteriores a fin de comprobar los resultados de las modificaciones efectuadas.

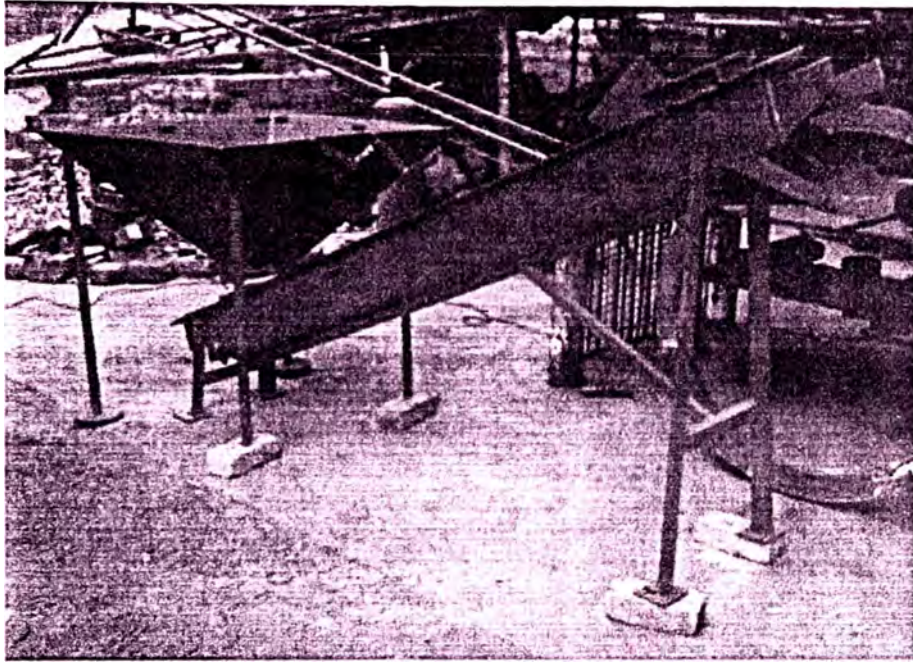


FOTO N° 3: FABRICACIÓN DE ALIMENTADOR HELICOIDAL

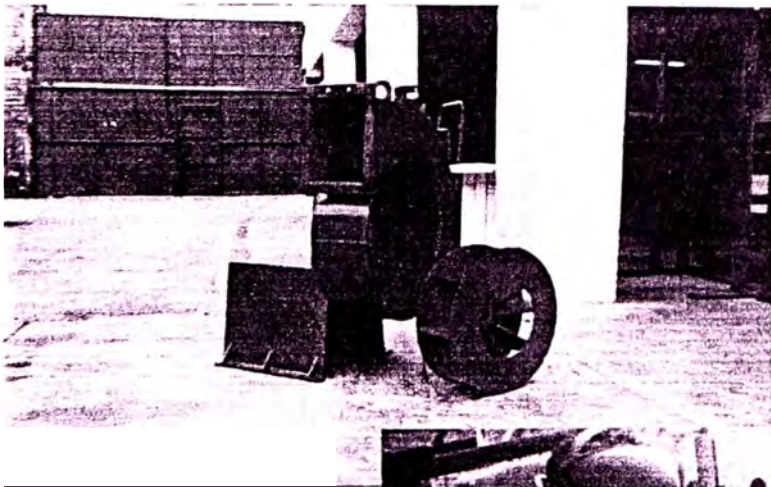
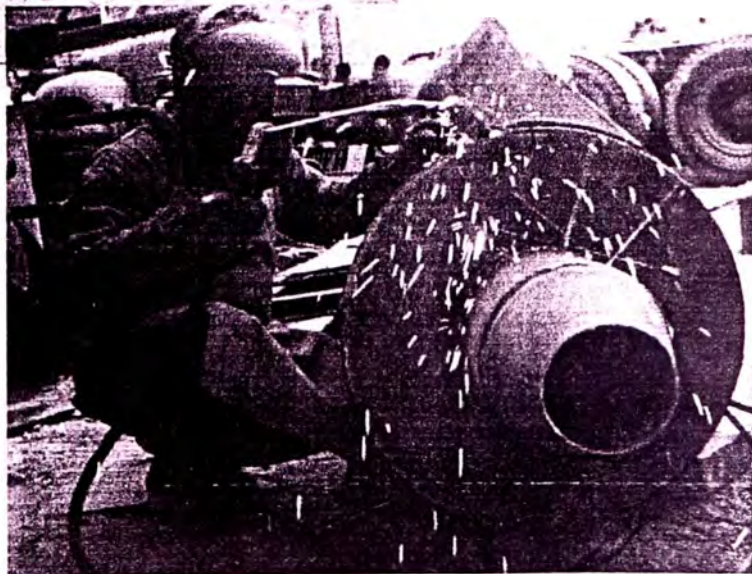


FOTO N° 4: SISTEMA  
NEUMÁTICO

FOTO N° 5:  
FABRICACIÓN DE  
COMPONENTES  
DEL SISTEMA



## **4.2 Estudio del Proceso de Cocción. Fabricación de un Extractor de aire**

### **4.2.1 Objetivo.-**

Reducir el tiempo de cocción de los ladrillos, los costos de mano de obra y los tiempos y costos de mantenimiento. Adicionalmente disminuir sustancialmente el costo de energía del equipo a través del suministro eléctrico.

### **4.2.2 Descripción del Proceso de cocción.-**

El horno utilizado para la cocción de los ladrillos es del tipo abierto en el que la combustión se realiza desde su parte inferior hacia la superior y avanza a lo largo del mismo. La "lengua de fuego" va avanzando a lo largo del horno por la parte baja a medida que se realiza la combustión y está controlada por válvulas en las paredes laterales, que reducen o aumentan la cantidad de aire a succión desde un extractor de aire. El extractor de aire suministra de esta forma la cantidad del mismo necesaria para una correcta combustión del carbón, el que es suministrado desde la parte alta del horno a través de tolvas con gusanos helicoidales de alimentación.

### **4.2.3 Análisis de los factores adversos del proceso anterior.-**

Siendo el extractor de aire la máquina principal y crítica en el proceso de cocción de los ladrillos, presentaba una serie de factores limitantes, tales como:

- El tamaño y peso del equipo dificultaban su desmontaje y maniobra para efectos de mantenimiento. Se requería mayor tiempo de parada, equipo de maniobra adicional y mayor personal.
- Dentro del proceso de cocción se percibía la falta de succión reflejada en una disminución de la velocidad de cocción del producto. Como resultado la producción era más lenta y el costo del personal más alto.
- Mayor costo de energía por el uso de combustible en motor de combustión en lugar de electricidad, además consumo alto e irregular al no tener un valor exacto de la potencia real necesaria del equipo y mayor costo de recambio de componentes en pernos de unión, chumaceras, etc.
- Paradas adicionales durante la producción debido a reparaciones y correctivos presentes en el motor de combustión y el grupo electrógeno.

#### **4.2.4 Cálculo y selección del nuevo extractor de aire.-**

A fin de reducir y/o eliminar los factores adversos citados se planteó el cambio del extractor por uno de menor envergadura que satisfaga las condiciones de operación requeridas en el proceso y los costos de su inversión.

#### **Mediciones de campo. Cálculo de parámetros**

Los valores reales de los parámetros de funcionamiento del extractor anterior: presión, caudal, rpm y temperatura se obtuvieron a través de las



mediciones de campo con el extractor de aire en operación; para lo cual fue necesario el empleo de los siguientes instrumentos de medición: tubo de Pitot con manómetro de columna inclinada, para medición de gases de combustión, manómetro de columna vertical, sensor de temperatura y tacómetro; con las características antes citadas.

Las mediciones fueron efectuadas para diferentes condiciones de operación según el avance del proceso de cocción en la chimenea de descarga y a la entrada de la succión del extractor de aire; los valores de presión y temperatura obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

Temperatura de los gases = 50 °C	Temperatura del medio ambiente = 25 °C
----------------------------------	--

Tabla N° 20 -A (Dirección 1-2) Medición de Velocidades Extractor.

Punto	Presión vel.(pulg.CA)	Vel.(fpm)corregido por Temp.	Velocidad (m/s)
1	0.72	3559.80	18.08
2	0.70	3510.01	17.83
3	0.72	3559.80	18.08
4	0.75	3633.20	18.46
5	0.82	3798.97	19.30
6	0.80	3752.36	19.06
7	0.86	3890.53	19.76
8	0.85	3867.84	19.65
9	0.82	3798.97	19.30
10	0.65	3382.33	17.18
	PROMEDIO	3675.38	18.67

Tabla N° 20-B (Dirección 3-4)

Punto	Presión velocidad (.pulg.CA)	Velocidad (fpm) corregido x Temperatura	Velocidad (m/s)
1	0.65	3382.33	17.18
2	0.75	3633.20	18.46
3	0.80	3752.36	19.06
4	0.85	3867.84	19.65
5	0.80	3752.36	19.06
6	0.81	3775.74	19.18
7	0.70	3510.01	17.83
8	0.72	3559.80	18.08
9	0.72	3559.80	18.08
10	0.75	3633.20	18.46
11	0.75	3633.20	18.46
12	0.80	3752.36	19.06
	PROMEDIO	3651.02	18.55

De Tablas 20-A y 20-B:

Velocidad Promedio Final	
FPM	M/s
3663.20	18.61

Tabla N° 21 Resumen de Presiones

Punto	Presión Estática 50°C		Punto	Presión en aire Normal	
	mm.c.a.	" c.a.		mmc.a.	" c.a.
Dif. Presión	68	2.68	Dif. Presión	74.73	2.94

Para el cálculo respectivo del caudal por el tubo de Pitot de plano inclinado se utilizó las siguientes fórmulas (Ref.4):

$$C_{\text{máx}} = ( 2 \times g \times Dh \times ra/r )^{1/2}$$

Donde:

$C_{\text{máx}}$  = velocidad máxima en la sección (m/s)

$Dh$  = Diferencial de presión dinámica medida en el pitot (m de agua)

$\rho_a$  = Peso específico agua = 1000 Kg/m<sup>3</sup>;  $\rho_r$  = peso específico aire 1.20 kg/m<sup>3</sup>

Además:  $C_{media} = K \times C_{m\acute{a}x}$ . Donde:

$C_{media}$  = velocidad media en la sección (m/s)

$K$  = constante de corrección, 0.5 para flujo laminar y 0.82 para flujo turbulento

Luego:  $Q = A \times C_{media}$  Donde:  $Q$  = Caudal (m<sup>3</sup>/s);  $A$  = área

El cálculo de la presión estática es posible de forma directa de las mediciones con el manómetro de columna vertical. Finalmente se obtiene:

Tabla N° 22. Características del Extractor de Aire a Seleccionar

Velocidad (m/s)	Caudal (cfm)	Presión ("agua)	R.P.M.
18.61	14 147.07	2.94 " de agua	670

Estos valores permiten hacer el cálculo o selección respectiva para el extractor de aire a fabricar. Además, de la cifra de caudal  $N_q$  se tiene:

Si  $N_q < 80-600 >$  → Ventilador Axial; Si  $N_q < 20-80 >$  → Ventilador Radial

Siendo  $N_q = N \times Q^{1/2} / (H^{3/4})$ ; Reemplazando con:  $Q = 6.7$  m<sup>3</sup>/s y  $H = 62$  m aire

Finalmente se obtiene  $N_q = 78$ . Por lo tanto se justifica la selección de un ventilador del tipo radial dada la mayor eficiencia que presenta.

### **Selección del Extractor a fabricar.-**

Se decidió fabricar el extractor de aire por nuestra empresa ya que se cuenta con conocimiento en estos equipos (antes se han diseñado y confeccionado extractores con resultados aceptables y costos de alrededor de \$ 2,000). Las

dimensiones y formas fueron adoptadas de los planos de taller de Airtec S.A. (Figuras N° 4 y 5, anexo 1); a fin de fabricar el equipo más adecuado a los requerimientos del proceso. De los datos comparativos de la Tabla N° 23:

Tabla N° 23: Ventilador Centrifugo modelo VRS 838 - II

DATOS OBTENIDOS DE MEDICION			
CAUDAL (cfm)	PRESION ("aire)	RPM	POTENCIA (Hp)
14 147	2.94	690	
DATOS DE CURVA VENTILADOR VRS 838-II <Tabla N° 6 Anexo 2			
CAUDAL (cfm)	PRESION ("aire)	RPM	Potencia (Hp)
14 796	3.00	1077	10.6

Estos serían los datos de operación del nuevo extractor bajo los parámetros del anterior, en los que existía cierta falta de caudal reflejada en tiempos mayores y una combustión deficiente. A fin de reducir este efecto se decidió incrementar el caudal dentro de las criterios de homologación del mismo.

Según las leyes de semejanza en los ventiladores, el criterio de la curva de homologación es válido cuando la variación de la velocidad (r.p.m.) es menor al 20% de su valor inicial. Asumiendo un valor de incremento del caudal en 16% (considerado suficiente); comprobaremos el incremento respectivo de la velocidad (r.p.m.) a fin de justificar el empleo de la curva de homologación.

Según los criterios de homologación y las leyes de semejanza se tiene:

$$Q_1 = 1.16 \times Q = 1.16 \times 14\,796 \rightarrow Q_1 = 17\,163 \text{ cfm} \quad \text{Caudal incrementado;}$$

$$P_1 = 1.16 \times 1.16 \times P = 1.34 \times 3 \rightarrow P_1 = 4.02 \text{ " aire} \quad \text{Presión final}$$

$$Hp1 = 1.16 \times 1.16 \times 1.16 \times Hp = 1.56 \times 10.6 \rightarrow Hp1 = 16.5 \text{ Hp} \quad \text{Potencia final}$$

Luego, observando la tabla N° 23 para los valores arriba calculados se tiene:

$$Q1 = 17\,073 \text{ cfm}; \quad P1 = 4''; \quad Hp1 = 16.3 \text{ Hp} \quad \rightarrow \quad N1 = 1243 \text{ rpm}$$

Como  $N1=1243 \text{ rpm}$  representa un incremento de 16% respecto a  $N=1077 \text{ rpm}$ , es decir, es menor al 20%, entonces el criterio es válido; finalmente:

Tabla N° 24: Parámetros finales del Extractor seleccionado

Caudal (cfm)	Presión ("aire)	R.P.M.	Potencia (HP)
17 073	4.00	1243	16.3

#### **4.2.5 Proceso de Fabricación. Tiempos y costos reales.-**

La fabricación del equipo se llevó a cabo en forma paralela al control de costos y tiempos reales para cada etapa según se puede observar en la tabla N° 25 Cronograma de Tiempos y Costos mostrado.

El trazado y distribución se hizo considerando el máximo ahorro, lo cual se puede ver en los planos de taller figura N° 17.

#### **4.2.6 Montaje. Pruebas de operación y regulaciones.-**

Se reemplazó, debido al significativo ahorro en costos de energía, el motor de combustión interna por un motor eléctrico con tablero de control, debido a la reciente instalación del transformador biposte de 300 KVA en la planta.

Tabla N° 25: Cronograma de Avances y Costos Reales - Extractor VRS 838 -II

COMPONENTES < 1elect:2min; 1mt:2min>	N° Mater (PL)	N° Electr 1/8,5/32	T. Limp Pintura	T.Trazo (hrs)	T.Corte (hrs)	T. Soldeo (hrs)	T.Rola S/.Rptos	T.Manio (hrs)	T.Torno (hrs)	Cepillo/Tal (hrs)	Mntje/Arm (hrs)
EXTRACTOR											
Alabes	PL1/8" (3)	1k 6011	1	1	2	3	S/.36+IGV		2	6	
Disco delantero y aro guía	PL1/4" (2)	3k 7018	1	1	1				3	1	
Disco Posterior y Disco Ref	PL3/16x5' x10' (2)		1	1.5	1			1		2.5	1
Envuelta,Carasy Brida descarga	Plat11/2"x3/8(2)	3k 6011	1.5	3.5	2.5	3+6.5+4	25+120+	1		2+2+3	35+2.5+1
Eje impulsor /cubo		4kg 7018				2+1			1.5+3+2		
Eje(tope y chumacera)Ø75x1200		2kg 6011			1	2	S/.200+igv				
TapaFan-Brida-Aro desgaste		5kg 6011		1	3	2					1
Cono de Succión-Brida-Tapa		2.5kg6011	2	1.5	2	1.5+3+2	80S/. Inc	1	2	2	3
Balanceo y Alineamiento	Costo: 0.5 \$/kg		2	1	\$59inc	1	2	2	5		2+1+2+1
Base Eje principal		1kg 7018	25+3+3	2+1	2+1	2+5		2.5+2		1+2+2	2+3+2
Soporte motor		1kg 7918	2		2.5+2	3+2+8	25hp	S/. 750		1.5	3
Refuezos Carcaza,tapas			3	4	2+2+2	2+3+1	S/. 12	1		1	2+2+1
Poleas								2	8+2+8+6	5+4+7	5+3+7
Carrete,protec faja y chumac.		1kg 6011		1+3	1	3+1	15S/.(1hr)				
Pruebas y correcciones eje, polea		1kg 7018				3		6+3	16		32 (x3)
Chimenea(amarilla) y anclaje		2kg7018	14+1+20	masillar	2	5+2+3+3	80S/. Inc	(2hr)			
Totales		6011 10kg	55	21.5	34	70	1405.85	21.5	58.5	33	144 hrs
		7018 12kg	5				59 \$				

Cant. Planchas; 8PI-1/8";1PI-1/4";0.2PI-5/16											
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

**Costos reales de Fabricación**

	Caract	Unidad	Cantidad	Costo total
Material	PI 1/8"	30.12	8	241
	PI 1/4"	60.22	1	60.2
Soldadura	1/8"	2	0	0
Oxicorte	O2	6	0	0
Rolado	\$/kg		0	0
Máquina Herram. Tipo I	Tom/Taladro	3	0	0
Máquina Herram. Tipo II	Fresa,Cepillo			
Personal		1	8.5	0
				301.2

	Costos Unitarios	Costo (\$)
Material:	450 kg	0.5 \$/ kg
Soldadura :6011	10 kg	1.85 \$/ kg
7018	12 kg	2.15 \$/ kg
Soldador:	70hrs	5 S/./hr
Maq. Sold.	35hrs	2.85 \$/hr
Mano Obra:	276 hrs	5 S/./hr
Tomo:	58.5 hrs	4.3 \$/hr
Taladro/Cepillo:	33	2.85 \$/hr
Fresa:	7	7.15 \$/hr
Rolado, compra equ		401.7
Doblado; otros		59.0
		\$ 1724.9

### Selección del Motor eléctrico.-

Con base en los valores de la Tabla N° 24 para el extractor, se tiene:

Potencia al eje = 16.3 Hp; Además, según criterios de eficiencia, (Ref.10):

$N_f=0.99$  %=eficiencia de chumaceras;  $N_f=0.96$  %=eficiencia de fajas en V

$N_v = 0.75$  % = eficiencia mínima para el extractor de aire; luego:

Potencia motor = Potencia al eje  $(0.99 \times 0.96 \times 0.75)$  → Pot.motor =  $16.3 / 0.713$

Por lo tanto: Potencia motor = 22.86 Hp;

De Tabla Delcrosa (anexo N° 2): Potencia = 24 Cv = 23.7 Hp; Finalmente:

Tabla N° 26: Características del motor eléctrico

Tipo	Diámetro eje	N° Polos	R.P.M.	Potencia
NV 160L	42 mm	4	1745	24 Cv

Se efectuaron las pruebas de operación del extractor en vacío y con carga cerrando parcialmente la boca de succión para evitar el “embalamiento” del equipo y chequeando los valores de amperaje y voltaje consumidos, los cuales se indican a continuación:

Amp.vacío	Voltaje	Amp.Carga	Voltaje
24-26	225	32-34	224

Por otro lado, a fin de asegurar el normal funcionamiento y operación del extractor por parte del operario, se diseñó un formato con las instrucciones para la manipulación del mismo, según se puede ver en la Figura N° 18

## **Figura N° 18: Instrucciones de Operación del Extractor**

### **1.- Antes de arrancar el extractor de aire asegurarse de**

Las fajas deben estar tensadas y sus poleas alineadas correcto.

El giro manual del rotor (sin fajas) debe ser suave. Si es pesado ó con restricción tiene desbalance x desgaste o adherencia de carbón.

Las chumaceras deben estar bien fijadas a su base y rodajes tener el nivel y calidad de grasa adecuados. No usar grasa deteriorada.

El ventilador debe estar bien anclado en sus soportes de base.

Las conexiones eléctricas (cableado y motor) deben estar unidas y aisladas correctamente. Evitar muchos empalmes o tramos de cable

Eliminar residuos de material en la succión y chequear que registros de las tuberías estén bien cerrados y sin fugas. Debe estar estanco.

Cualquier ruido, vibración o problema será anotado e informado.

Informar de cualquier desperfecto o problema de urgencia.

### **2.- Con el equipo en funcionamiento, chequear y verificar:**

El giro correcto del rotor. Ver sentido de giro indicado en el equipo.

Abrir lentamente las válvulas de succión a fin de evitar problemas diversos por cambios bruscos de flujo de aire.

El amperaje del motor eléctrico no debe sobrepasar los 64 amperes.

Cualquier ruido, vibración o calentamiento anormal que se presente en el equipo debe ser chequeado, anotado e informado inmediatamente.

### **\*\*\* IMPORTANTE \*\*\***

El equipo será manipulado y/o operado por personal autorizado.

Prohibido acercarse a menos de 5 metros cuadrados del mismo.

Prohibido efectuar maniobras o tránsito del personal menos de 5 metros cuando se encuentre en funcionamiento.

No utilizar agua y/o líquidos para limpieza durante su operación.

Observar continuamente su funcionamiento y reportar cualquier problema o defecto notorio. Informar al encargado o superior.



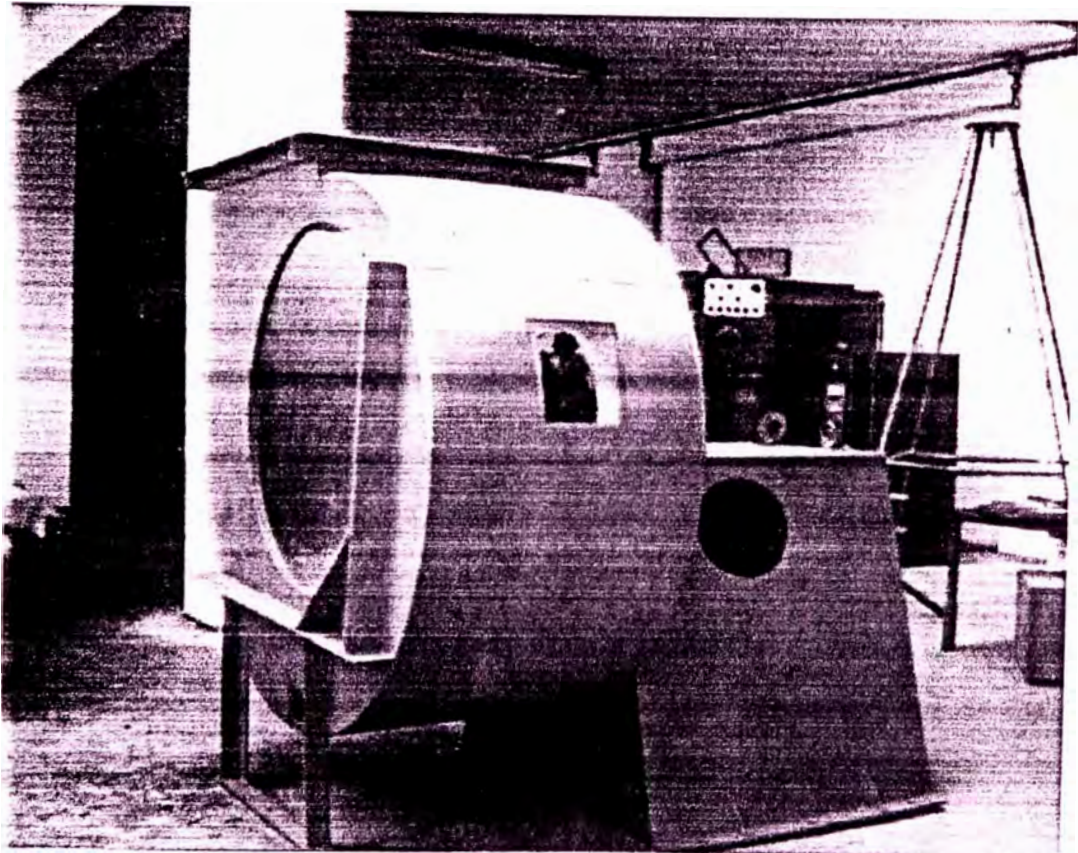


FOTO N° 5: FABRICACIÓN DE EXTRACTOR DE AIRE

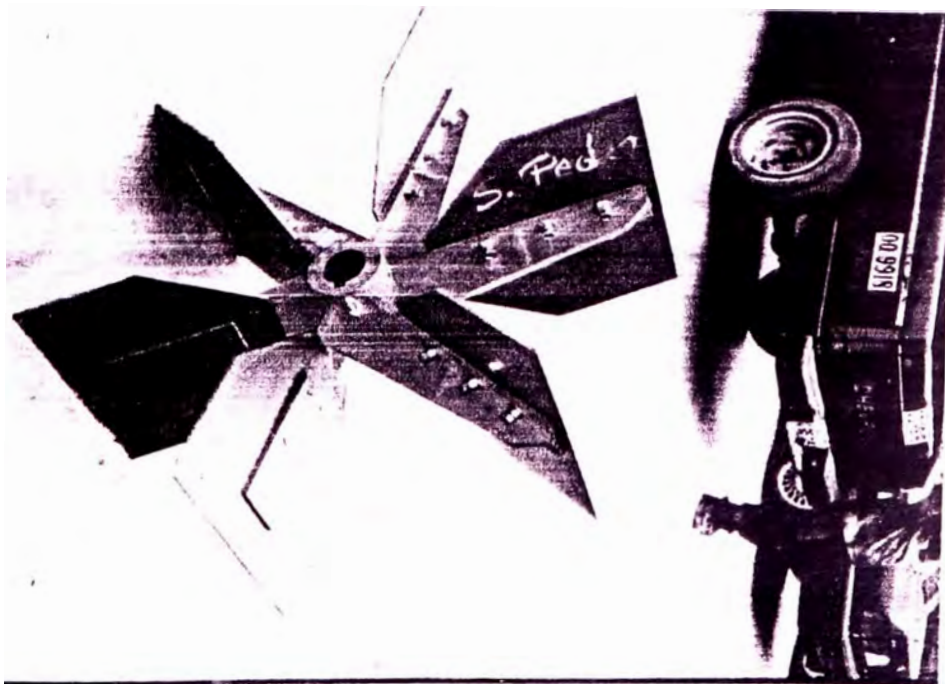


FOTO N° 6: INSTALACIÓN DEL EXTRACTOR EN LÍDER - PLANTA N° 1

### **4.3 Análisis y Fabricación de una Red de Tuberías de Succión**

#### **4.3.1 Objetivo.-**

Incrementar la velocidad de procesamiento en la etapa de cocción y reducir el costo de operación del extractor a través de la reubicación de la red de tuberías de succión disminuyendo además los costos de mano de obra.

#### **4.3.2 Análisis de Operación del sistema con la red inicial.-**

Como fue indicado, el proceso de cocción se realiza por sectores a lo largo del horno y su avance se da en forma gradual por efecto de la succión del aire por medio del extractor a través de una red de ductos de concreto desde los túneles de los hornos hasta la entrada al mismo por el cono de succión.

La construcción de estos túneles, por la forma, dimensiones y cambios bruscos de dirección, presenta caídas de presión que se perciben en la falta de succión y la velocidad lenta de cocción ocasionando costos adicionales por incremento del tiempo de cocción, mano de obra y demanda de energía del extractor entre otros factores.

Por otro lado, la ubicación del extractor origina problemas de contaminación debido a los gases en la descarga de la chimenea, siendo necesario

aumentar la altura de la misma a través de la construcción de chimeneas, con los gastos y energía adicional que ello implica. (Ver figura N° 19).

Adicionalmente debido a la implementación de la energía eléctrica en la planta, la ubicación de la red de succión y del extractor significan un metraje de cableado adicional de 170 metros por línea con un total de 510 metros, con la caída de voltaje y consumo de energía eléctrica que ello implica.

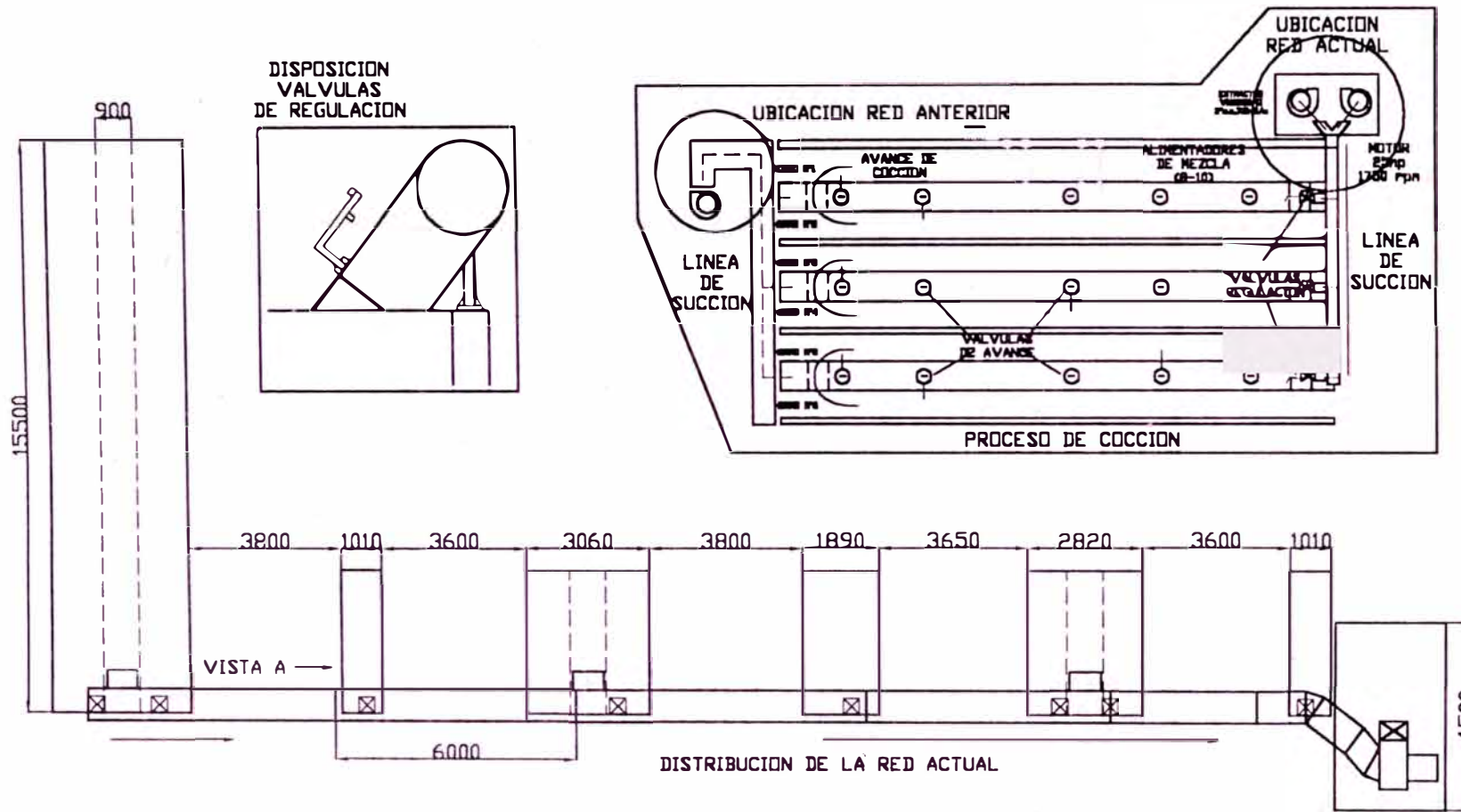
Es importante observar que los parámetros de operación del sistema en su ubicación inicial corresponden a los determinados para el extractor VRS 838 –II, indicados anteriormente con la condición de aumento de caudal indicado.

#### **4.3.3 Propuesta Técnica a desarrollar. Criterios de operación.-**

Teniendo en cuenta los factores citados y las condiciones de operación propias del sistema, entre las que se debe considerar el ataque de los ácidos y las partículas de ceniza producto de la combustión y la temperatura en la descarga, se determinó modificar parte de la red de tuberías, su ubicación inicial y por ende la ubicación del extractor con lo cual se propone:

Reducir la caída de presión y falta de succión rediseñando un sector apreciable de la red de tuberías, acortando su recorrido y modificando su sección rectangular a sección circular.

FIGURA N°19: UBICACION DE LA NUEVA RED DE TUBERIAS



Reducir el costo del cableado, eliminando el metraje de cableado adicional a lo largo del horno (desplazar el extractor a la parte delantera superior del mismo) y así mismo, el costo de energía debido a la caída de voltaje.

Eliminar la contaminación en los alrededores de la planta debido a que la nueva ubicación del extractor determina una altura de aprox. 6.2 metros en la chimenea de descarga, reduciendo inclusive la longitud de ésta y su consecuente costo de mantenimiento y reconstrucción periódica.

La red de tuberías en su ubicación actual puede observarse en la figura N° 19 mostrada en la hoja a continuación.

#### **4.3.4 Fabricación de la nueva red de tuberías y válvulas de paso.-**

La red de tuberías a confeccionarse debía satisfacer criterios de máximo ahorro de material y costos así como facilidades de operación y montaje en el lugar. Por otro lado, a fin de reducir el tiempo de maniobra y montaje por las condiciones adversas del lugar, se confeccionaron tramos de 5 tubos, un equipo de maniobra para el montaje, el tubo pantalón de unión al extractor y definió la posición de los registros de entrada a la red con las mediciones previamente efectuadas en el terreno.

La nueva red de tuberías está compuesta de las siguientes partes:

30 tramos de tubería de Ø760 unidades X 4.8 X 1.2m de longitud, confeccionado en plancha de fierro negro; rolado y con formas y curvas según su ubicación en la red.

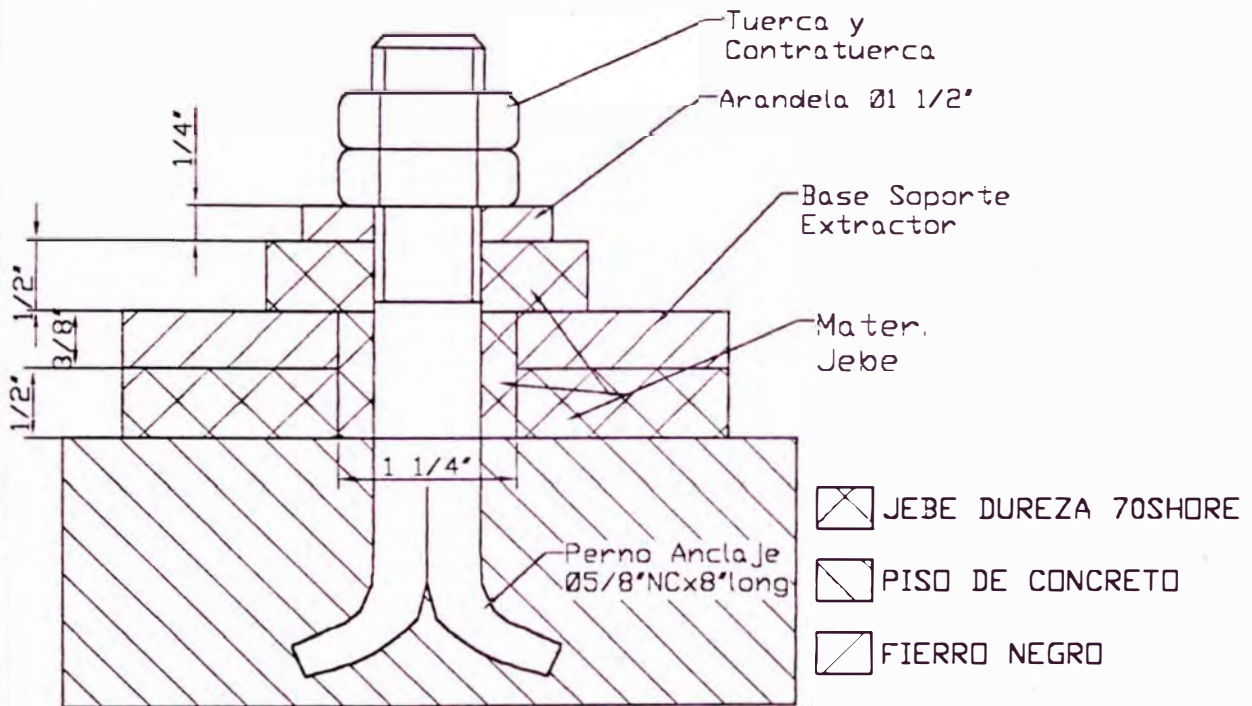
03 Válvulas de tipo mariposa, con disco de válvula de Ø745 unidades X 9.5mm espesor y asiento de fierro cuadrado rolado de 1/2"x2.4m; vástago de Ø1"x0.5m en eje SAE1020 con bocinas guía de bronce SAE62 en extremo superior e inferior.

Protección interna de las tuberías con masilla epóxica; en aprox. 3mm de espesor y pintura anticorrosiva exterior (2pases). Acabado interno.

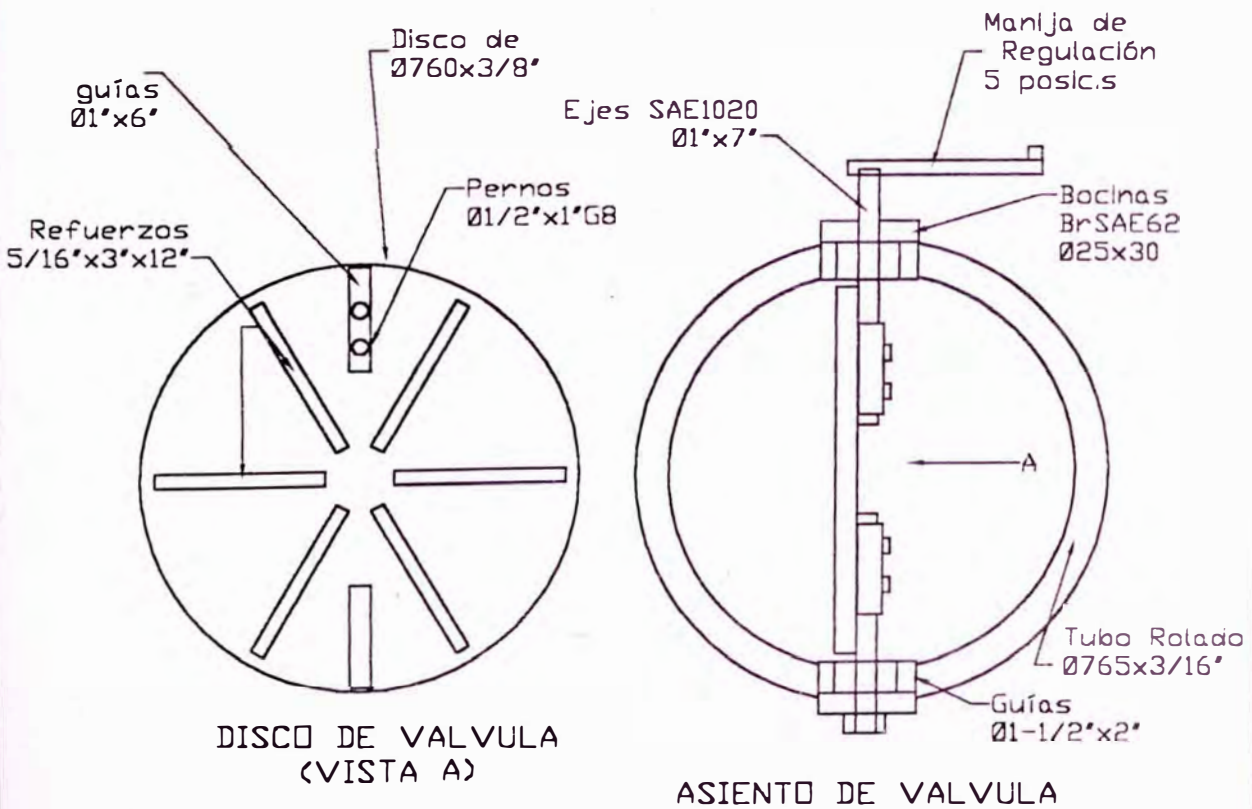
- 06 estructuras para soporte y fijación de la red, en tubo SCH 40 de Ø6"x0.7m de longitud c/u y plancha de fierro 0.4mX0.4mX1/4" espesor con refuerzo en la base.

Los tiempos empleados en la fabricación de la red fueron de 15 días X 2 personas; y el tiempo de montaje y pruebas de aprox. 10 días X 03 personas. Estos detalles, así como los costos ligados se pueden apreciar en el análisis de costos posterior. Detalles del sistema pueden apreciarse en las fotos y figura N° 20 mostrados.

FIGURA N°20: DETALLE DE ANCLAJE EXTRACTOR VRS838



DETALLE DE CONSTRUCCION DE VALVULAS



#### **4.3.5 Pruebas de operación.**

Luego del proceso de montaje de la nueva red, el soldeo por tramos de tuberías y de los ramales de entrada de las válvulas de paso y del tubo pantalón al extractor de aire, la nueva red se protegió interiormente con masilla epóxica y exteriormente con pintura anticorrosiva, corrigiéndose los detalles necesarios.

En las pruebas de operación, efectuadas en la línea de succión y en zona estable, durante el proceso de cocción de los hornos se observó la correcta operación y sellado de las válvulas y la no existencia de fugas en la línea.

De los resultados de las mediciones se pudo comprobar, como antes fue ya demostrado para el sistema neumático y la selección del extractor de aire; que la menor longitud por ubicación de la nueva red añadido a una superficie interior relativamente lisa, significó la reducción de la resistencia (presión) en el sistema y por ende un mayor caudal de operación, menor velocidad requerida en el extractor y mayor velocidad del proceso y disminución de costos.



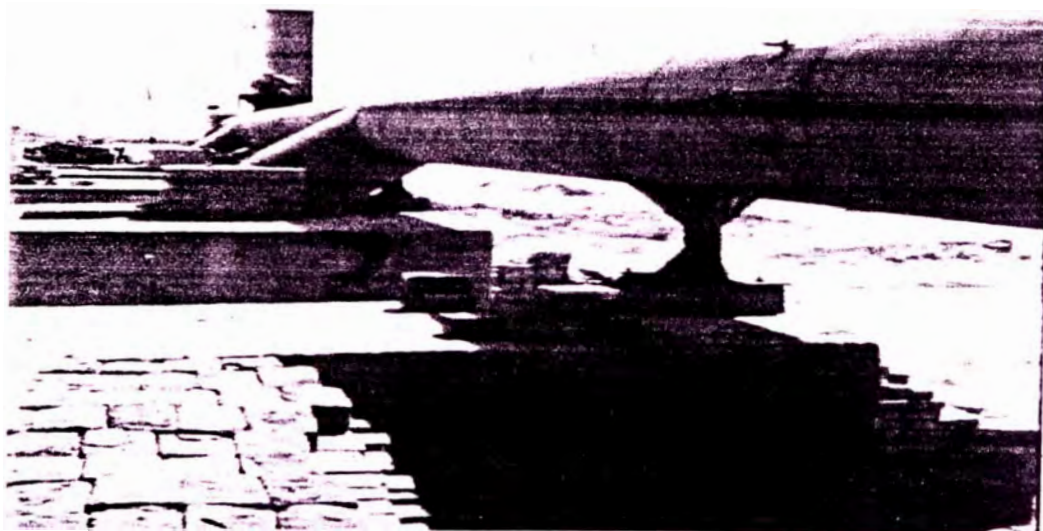


FOTO N° 7: UBICACIÓN DE LA RED DE TUBERÍAS DE SUCCIÓN

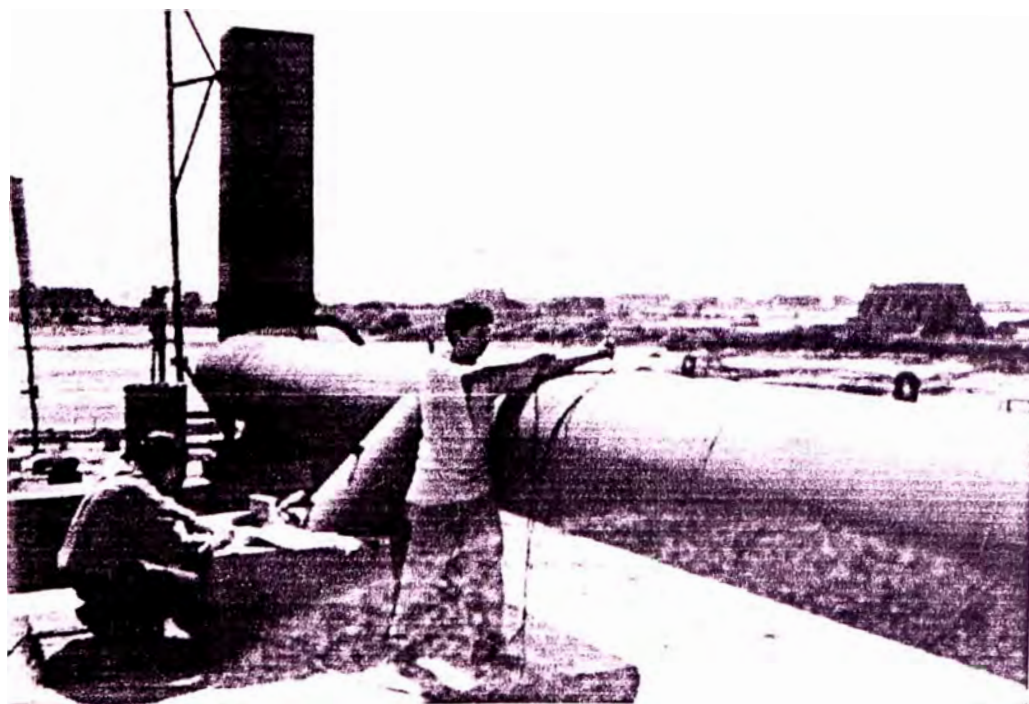


FOTO N° 8: MEDICIONES DE CAMPO EFECTUADAS

## **5. INCIDENCIA EN EL MANTENIMIENTO EN GENERAL**

### **5.1 Organización del Area de Mantenimiento. Implementación**

#### **Progresiva**

Inicialmente en la empresa existía la tendencia al mantenimiento correctivo de los equipos, reparándose lo que se dañaba o dejaba de funcionar. Los factores negativos que ello ocasionaba, como son la parada de producción y el retraso en el transporte del producto final a los lugares de demanda entre otros, incidían negativamente en la competitividad de la empresa.

Todo ello motivó a desarrollar programas de mantenimiento preventivo para los equipos de planta y unidades de transporte, los cuales están en implementación. Concientizar al operario en el cuidado de su equipo y la responsabilidad que conlleva es uno de los puntos enfatizados en el programa a fin de hacer participativos y sostenibles los resultados u objetivos.

#### **5.1.1. Objetivos Generales.-**

- Mantener e incrementar la capacidad de producción de la planta.
- Elevar y mantener la disponibilidad de los equipos en general.

- Reducir los costos de mantenimiento a través de los programas emprendidos y mediante una optimización de los recursos e innovación.
- Evitar y/o disminuir daños consecuentes en los operarios y equipos.
- Contribuir a incrementar la productividad y reducir las paradas imprevistas.
- Promover una mayor participación y responsabilidad de los operarios en el mantenimiento y cuidado de los equipos.
- Reducir los tiempos de mantenimiento mediante la planificación, procedimientos y la información así como controlar la calidad de los repuestos.

### 5.1.2 Organización del Área de Mantenimiento.-

Dada la importancia que presenta el área de mantenimiento en toda planta de producción se diseñó el siguiente organigrama de funciones, el cual se encuentra en implementación.

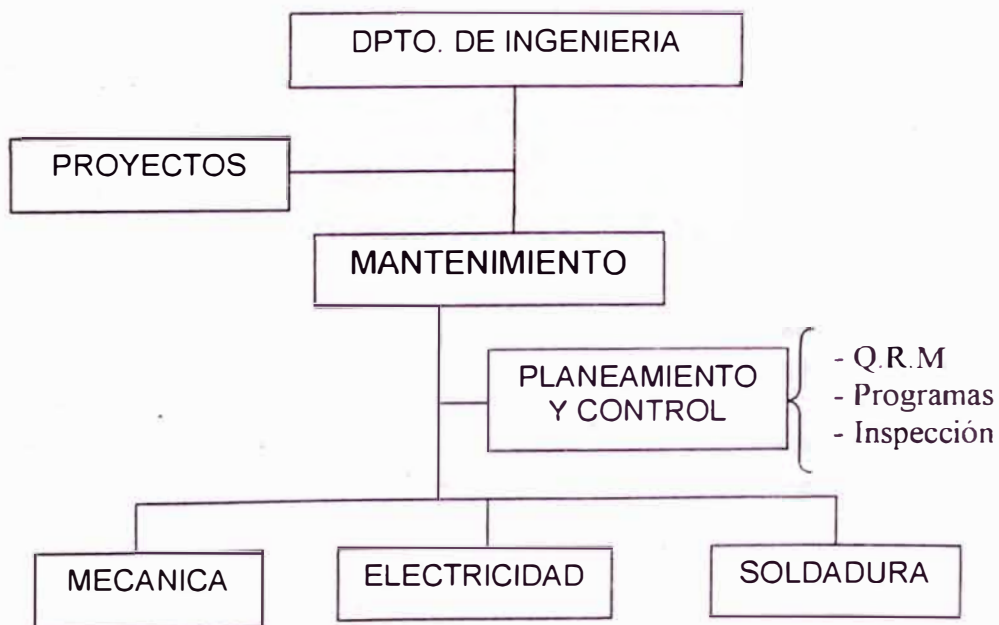


Figura N° 21: Organigrama del Area de Mantenimiento

## **Responsables y Funciones.-**

### **Mantenimiento:**

El encargado del área tiene como responsabilidad principal la de asegurar que las máquinas, equipos y vehículos de transporte de planta se encuentren operativos cuando estos sean requeridos, es decir, que no detenga o retrase a la producción; para lo cual planifica, dirige, supervisa y controla, interactuando con sus áreas dependientes, a fin de optimizar la disponibilidad de los equipos así como la funcionalidad de los procedimientos y ordenes de trabajo.

### **Planeamiento y Control:**

Está conformado por el responsable del área de mantenimiento y un coordinador – ejecutor. Su función es la de planificar, coordinando periódicamente con el área de producción, el mantenimiento parcial o total de los equipos y vehículos de manera que no interfiera el proceso productivo.

Así mismo controla y autoriza las órdenes de trabajo programándolas según su criticidad. Esta área tiene bajo su cargo la programación, evaluación y registro de las tareas rutinarias de mantenimiento en los equipos de planta y los servicios en los vehículos así como la inspección periódica del estado de cada máquina, tarea última que se está orientando a que sea realizada por el área de producción.

### **Mecánica, Electricidad y Soldadura:**

Los responsables de estas áreas operativas tienen como función principal la de ejecutar tareas programadas de mantenimiento e inspección de los equipos, según los procedimientos establecidos; reportando e informando sobre los trabajos realizados al área de planeamiento.

El área de mantenimiento se encuentra en constante implementación; actual mente se está elaborando un manual de funciones y procedimientos para los trabajos, todo ello a fin de que su funcionamiento sea el más adecuado a los objetivos de la empresa y la competitividad de la misma.

#### **5.1.3 Políticas de Mantenimiento.-**

- Utilización del Servicio de Terceros para reparaciones detalladas y especializadas en los equipos.
- Aplicación e implementación progresiva del mantenimiento preventivo y autónomo en los equipos de planta y unidades de transporte.
- Planificación y programación de las actividades de mantenimiento.
- Incrementar la habilidad y destreza del personal mediante la capacitación.
- Implementar políticas de ahorro energético en el área eléctrica.
- Implementación progresiva de la automatización e innovación de procesos.

- Adquirir repuestos siempre que sea absolutamente necesario.
- Implantar un Sistema Sencillo y Eficaz de Mantenimiento.

#### **5.1.4 Directrices para el Mantenimiento Preventivo de los equipos.-**

El área de mantenimiento se basa en la filosofía del mantenimiento preventivo que establece 3 tipos de intervenciones a realizar en máquinas o equipos de acuerdo a su duración, criticidad y efecto en la producción, estas son: operación, parada y renovación. A continuación se indica la interpretación para cada una de ellas.

Operación.- Actividad breve que se realiza sobre maquinaria o equipo, de características inspectivas, de revisión, de observación, de medición, etc; cuya duración oscila entre 1 a 15 minutos en promedio. No requiere detener la máquina o equipo y generalmente son las de menor costo.

Parada.- Actividad de mayor duración, que se realiza sobre maquinaria o equipo, de características ejecutivas de evaluación, de cambio, de ajustes detallados, de sustitución de partes o elementos que no comprometen la intervención en su estructura; cuya duración oscila entre 30 minutos a 2 horas en promedio. Opcionalmente requiere detener la máquina o equipo y que generalmente son de un mediano costo relativo.

Renovación.- Actividad de máxima duración, que se realiza sobre maquina o equipo de características imperativas de realizar, consistentes en cambio de partes y/o componentes estructurales. Su duración es ilimitada en función de la complejidad o de las características de la intervención. Requiere detener la maquinaria o equipo para ejecutar las actividades y son las de máximo costo relativo en la producción.

## **5.2 Programa de Mantenimiento Preventivo en la Flota de Camiones**

### **5.2.1 Objetivo.-**

Reducir y/o eliminar los tiempos y costos por parada imprevistas en los vehículos que afectan a la producción y planificación. Mantener la disponibilidad de los vehículos y maximizar su tiempo de vida. Dar mayor responsabilidad y participación del conductor en el mantenimiento y conservación de su fuente de trabajo.

### **5.2.2 Descripción de operatividad de los camiones. Factores limitantes.-**

Durante el trabajo diario de los vehículos se sucedían una serie de fallas de menor y mayor intensidad debido al descuido del conductor, mala operación y principalmente al no existir una planificación en cuanto a los servicios de lubricación y al mantenimiento de los mismos. Estos factores generaban un continuo desfase entre lo planificado en la producción y lo

real, afectando los tiempos y los costos por parada. Asimismo el deterioro prematuro o daño de componentes era evidente y el costo total de mantenimiento alto, lo cual se analizará más adelante.

### 5.2.3 Identificación, clasificación y recolección de información.-

#### Listado de Vehículos y funciones. Codificación

A continuación se presenta la relación de vehículos con que actualmente cuenta la planta, indicando su descripción, movimiento y número de placa el cual será utilizado en la codificación del mismo.

VEHÍCULO	N° PLACA / CODIGO	FUNCIONES
Ford 750 Naranja	WI1718	Venta ladrillos en diferentes áreas
Ford 600 Rojo <Gasol>	WP3524	Transporte crudo y otros
Dodge 500 PP Rojo	W01621	Venta ladrillos a zonas cercanas
Max B615 Rojo D/E	Y61209	Insumos de Planta y Ventas
Ford 600 Azul <Gasol>	WH3890	Venta ladrillos al medio

#### Ficha Técnica por Vehículo.-

La ficha técnica elaborada para cada vehículo con los datos básicos para su identificación se encuentra en el anexo. A continuación se presenta el formato diseñado en la tabla N° 27 a continuación indicada.



FICHA TECNICA DE VEHÍCULOS		
	CAMION DODGE WO 1621	Pag. 1 de 1

ESPECIFICACIONES TECNICAS

TAG	WO 1621
Servicio	VENTA DE LADRILLOS A ZONAS CERCANAS
Unidad	FOLTA DE TRANSPORTE
Fabricante	DODGE
Modelo	500
Dimensiones	
Capacidad	12 Ton – tara según norma
No. de Serie	F2 D6 – C

Características del Motor	Capacidad de Carga	2000 ladrillos / viaje		
	Ritmo de Trabajo	8 viajes diarios		
	Consumo Combustible	28 km / galón		
	Tipo de Servicio	x	Intermitente	Continuo
Características del Motor	Potencia	60 Kw		
	Número de Cilindros	6 cilindros en línea		
	Componentes Prpl.	Bomba de inyección lineal, Con turbo operativo		
	Rotación(Lado Cople)	x	Horario	Antihorario

PREPARADO	REVISADO	APROBADO

**5.2.4 Clasificación por criticidad. Repuestos y materiales.-**

Teniendo en cuenta las funciones que desempeña cada vehículo, su relación con la producción y la venta se determinó valores de criticidad para cada camión en una escala de 1 a 10 en orden de menor a mayor criticidad, según se observa la tabla N° 28 de la página siguiente.

**Tabla N° 28: Tipos de Aceite Utilizados según componentes del Camión**  
( Sistema de Lubricación )

<b>COMPONENTE</b>	<b>TIPO ACEITE RECOMENDADO</b>	<b>TIPO ACEITE A UTILIZAR</b>	<b>COSTO X GAL</b>
MOTOR DIESEL (Ford 750, Dodge 500, Max B615)	Shell Rimula X - 15W40	Ursa Texaco SAE 40 (Reparado) Ursa Texaco SAE	S/.100.00
MOTOR GASOLINERO (Ford 600 Rojo, Ford 600 Celeste)	Mobil Trans HD 30 TO4 - SAE 30	Shell Grado 40 ó Grado 50 Móbil Grado 40 ó Grado 50	S/.24.00
Dirección	Mobil DTE - 25	Hidrolina Roja	S/.20.00
Transmisión, Caja de Cambio, Caja Timón Mecánico	Mobil Trans HD 50 TO4 - SAE 50	Shell Grado 140 ó Grado 250 Texaco Grado 140 ó Grado 250	S/.100.00
Diferencial - Corona	Mobil HD GL-5 80W90	Shell Grado 90 ó Grado 140 Texaco Grado 90 ó Grado 140	S/.100.00
Anticongelante- Refrigerante - Preservante	8C 3686 CAT	Fristone Americano	S/.17.00
Grasa Molitex EP - 2 Texaco ( Mobil Grease especial )			
Filtros de aire Donaldson P12840 / 11154440			

Tabla N° 28: Calificación por Criticidad

CAMION		AREA DE OPERACION	CRITICIDAD
Ford 750	Naranja	Venta ladrillos en diferentes áreas	8
Ford 600	Rojo	Transporte crudo y otros	10
Dodge 500	Rojo	Venta ladrillos a zonas cercanas	6
Max B615	Rojo	Insumos de Planta y Ventas	8
Ford 600	Azul	Venta ladrillos al medio	6

Para la identificación y registro de los repuestos y materiales de cada vehículo, se aprovechó el recorrido total realizado en los mismos, usando formatos de registro de mantenimiento, en los que se encuentran los materiales y repuestos principales de cada vehículo. Ver figura N° 22.

#### **5.2.5 Actividades de Mantenimiento Preventivo a realizar.-**

##### **Determinación de actividades de mantenimiento**

Interpretando los tipos de intervenciones indicados para una máquina y considerando las características de mantenimiento de los vehículos, se definió 4 tipos de mantenimiento a efectuar denominándolos servicios.

#### **5.2.6 Identificación de actividades. Descripción y frecuencia.-**

Las características, detalles y frecuencia de ejecución de los servicios de mantenimiento se presenta en la figura N° 23. Cabe resaltar que los 4 tipos de servicios son: Servicio tipo 1, Servicio tipo 2, Servicio tipo 3 y Recorrido total. La frecuencia de intervención tiene como referencia la cantidad de galones consumidos considerando las relaciones mostradas en el cuadro, entre galones de combustible y kilometraje recorrido.

Figura N° 22: Registro de Mantenimiento de Camiones

Registro N°: LY0020C

Fecha: 22-04-02

Vehículo: Dodge 500 Rojo WO 1621

Responsables: Wilfredo Medina

Tipo Mantto:

Edgar Yarleque

1) MOTOR: Perkins 6 Cilindros lineal Fase 2 – Ciclo Diesel

METALES BIELA / BANCADA	N°1	N°2	N°3 a N°6	N°7	TORQUE (Lb/pulg)
LUZ RADIAL	0.003"/0.002"	0.0026"/0.002"	0.003"/0.002"	-----/0.002"	90 / 170

Metales de biela nuevo en 040

Metales de bancada nuevo en 060

Luz axial: 0.26mm;

Luces en eje cigüeñal: Pulido en todos sus puños

Anillos de pistones: nuevos en estandar;

Camisas de compres: nuevas en estandar

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTOS	CANT
Bomba de Aceite	Asentado en sus mismos piñones		
Bomba de Agua	Recorrido. Eje confecc. en taller	Cambio de rodaje 6204 2RS	2
Compresora Aire	Recorrido total. Cambio jebe amortg.	Cambio de rodajes 6207	2,1
Eje de Mando	Cambio de metales en estandar		
Turbo	Cambio accesorios y mantto. genera		
Bba Inyección	Recorrido bba, asentado inyectores		
Arrancador	Mantenimiento general	Cambio de bocinas	2
Culata	Mantto. general. Cambio de asientos, válvulas de admisión y escape	Cambio de retenes nuevos	
Caja de cambio	Cambio de tapa de sincronización	Cambio x base en mal estado	1

2.- FILTROS, ACEITES: De combustible, aire, aceite y otros. Motor Perkins 6 cilindros

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Filtro de petróleo	Cambio	LFP 796-Primario y secund.	2
Trampa de Agua	Cambio	HDF 296	1
Filtro de Aceite	Cambio elemento	LF 32	1
Filtro de Aire	Cambio elemento	BAE 3 para Perkins	1
Aceite Motor	Limpieza y cambio	SAE 40(ver Tabla de aceites)	3.5 gl
Aceite Caja	Limpieza y cambio	SAE 250	1 gl
Aceite Corona	Limpieza y cambio	SAE250	3 gl
Caja Timón	Limpieza y cambio	SAE 250	1/4 gl

3.- TRANSMISIÓN POSTERIOR

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Cardán	Mantenimiento	Cambio rodaje 6207 con jebe	1
Cardán	Dado con brida y caja	Cambio cruzeta 106x30	1
Cardán	Posterior con seguro interior	Cambio cruzeta 103x31	2
Zapatas de freno	Limpieza y mantenimiento		
Retén de Rueda	Cambio por desgaste y rotura	98.56 x 144.70 x 16.80	2
Pista de Rodajes y	Rodajes de Rueda	Cambio rodaje N°39520	2
Abrazadera Muelles	Desgastados. Cambio	Cambio 3"x3"x16"	2
Pulmón de freno	Recorrido y mantto. general	Cambio de jebe de pulmón	2

**Figura N° 22: Registro de Mantenimiento de Camiones**

Registro N°: LY0020C

Fecha: 22-04-02

Vehículo: Dodge 500 Rojo WO 1621

Responsables: Wilfredo Medina

Tipo Mantto:

Edgar Yarleque

**4.- TRANSMISIÓN DELANTERA**

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Puente delantero	Limpieza e inspección, pintado		1
Pines y Bocinas	Limpieza e inspección.	Cambio rodajes T126 (1)	2
Plato y Tambor Freno	Recorrido y mantenimiento		4
Zapatas de Freno	Limpieza, en buen estado		4
Rodajes de Rueda	Limpieza y lubricación	Rodaje 2780 y 45284	4
Pulmón de freno	En mal estado. Cambio	Para Dodge 500	2
Retén de Rueda	Desgaste excesivo. Cambio	73.000x104.900x20.600 mm	2
Abrazaderas de muelle	Tuercas en mal estado	3/4" x 3" x 7"	4
Hojas de muelle	Muelles rendido. Copado	Cambio perno central (2)	2
Soporte Hoja Madre	Pernos de soporte gastados	Cambio 3/4" x 6 1/2"	6

**5.- CHASIS Y COMPONENTES AUXILIARES**

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Caseta	Masillado y protección anticorr.	Masilla epóxica. Pintura anti	3 uni.
Capot	Masillado y pintado anticorros.	corrosiva y esmalte rojo	1 lata
Puertas	Pintado anticorrosivo		

**6.- SISTEMA ELÉCTRICO Y LUCES DEL VEHICULO**

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Faros de alta y baja	Mantenimiento y cableado	Cable simple N°14	5 mts
Faros direccionales	Cambio de focos ambos lados	Focos de 100 watts	2
Faros posteriores	Cambio de faros ambos	Juego de faro de 3 en 1 luces	2
Faros superiores	Mantenimiento y cableado	de señalización.	

**7.- PRUEBAS DE OPERACIÓN**

COMPONENTE	PRUEBA REALIZADA	CORRECCIONES-REGULACIÓN	CANT

## Figura N° 23: Tipo de Servicio de Mantenimiento a realizar en los Camiones

### Servicio Tipo 1:

Chequeo del aceite de motor.  
Chequeo de aceite de Transmisión y/o agregar hasta el nivel.  
Limpieza del filtro de aire.  
Limpieza del filtro de combustible.  
Chequear y/o agregar aceite de diferencial hasta el valor que muestra el indicador de nivel.  
Chequeo del freno de parqueo.  
Limpieza y engrasado del vehículo.  
Chequear estado de lona, presión y reajuste de pernos y soportes.

### Servicio Tipo 2:

Cambio del aceite de motor.  
Limpieza del filtro de aceite motor.  
Chequeo aceite de transmisión y/o agregar a nivel.  
Limpiar el filtro de aire.  
Limpiar filtro compresor de aire.  
Cambio de filtro de combustible.  
Chequeo de freno de parqueo.  
Limpiar y engrasar el vehículo.  
Chequeo estado de lona, presión y reajuste de pernos y soportes.  
Chequear suspensión y muelles en general. Indicar fallas urgentes.

### Servicio Tipo 3

Cambio del aceite de motor.  
Cambio de filtro de aceite de motor  
Cambiar aceite de transmisión.  
Cambio del filtro de aire.  
Cambiar filtro del compresor de aire  
Cambio de filtro de dirección.  
Cambio de filtro de combustible.  
Cambio de aceite de diferencial.  
Cambio del freno de parqueo.  
Limpiar y engrasar todo el vehículo.  
Chequear suspensión y muelles en general. Indicar fallas urgentes.  
Revisar luces y sistema eléctrico.  
Chequear conexiones y el sistema de encendido en general.  
Chequeo estado de lona, presión y reajuste de pernos y soportes.

Los servicios son periódicos según el kilometraje del vehículo:

Servicio Tipo 1: 3000Km.

Servicio Tipo 2: 6000Km.

Servicio Tipo 3: 12.000Km.

La secuencia de servicios será:

1, 2, 1, 3, 1, 2, 1, 3, 1,.....

#### RECORDAR:

Para camión gasolinero:

1 gln = 20km

Para camión petrolero:

1 gln. = 28km

\* En el cuaderno de reporte anotar el kilometraje que tiene el vehículo en el último servicio realizado.

## **Mantenimiento Autónomo**

El mantenimiento de los vehículos no es responsabilidad única del Área de Mantenimiento, sino que es en parte obligación de los propios conductores. Se puede observar de la Figura N° 23 por ejemplo que el Servicio 1 es de responsabilidad del conductor, por lo que se le viene entrenando a fin de sea capaz de realizarlo correctamente.

Una de las intenciones al iniciar este programa piloto de mantenimiento fue la de hacer partícipe y concienciar al conductor en el cuidado de su vehículo, es por ello que se diseñó en base a información recolectada una Hoja de Mantenimiento Rutinario (Figura N° 24) que es responsabilidad del mismo ejecutarla y reportarla en su cuaderno de control de movimientos así como la ocurrencia de fallas y mantenimiento en general. En la tabla N° 29 "Tipos de aceite Lubricación" se indica los tipos de aceite a utilizar en los servicios en función de los componentes del camión; información recolectada de grifos y de conductores de camioneros de ruta.

### **5.2.7 Puesta en marcha del programa piloto.-**

#### **Programación de actividades. Ordenes de trabajo**

La secuencia de servicios de mantenimiento a efectuar periódicamente está representada en la tabla N° 30 "Secuencia de Servicios de Camiones", la cual se emite en una programación bimestral. Para iniciar

**Tabla N° 29: Secuencia de Servicios de Mantenimiento a realizar en Camiones**

( Del 06 al 25 de Mayo del 2002 )

		SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16	SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21
TIPO CAMION	N° PLACA	DIA 06/04	DIA 13/04	DIA 20/04	DIA 27/04	DIA 04/05	DIA 11/05	DIA 18/05	DIA 25/05
FORD 600 CELESTE	WH 3890	SERV. 1						SERV. 2	
FORD 750 NARANJA	WI 1718			SERV. 1					
DODGE 68-500 ROJO	WO 1621								
FORD 600 ROJO	WP 3524								
MAX B615 ROJO	YG 1209				SERV. 1				

- 94 -

Los Servicios serán realizados por el conductor responsable del camión, previa coordinación. Los servicios del tipo 2 y 3 recibirán el soporte y/c serán realizados por el encargado de Mantenimiento previa coordinación, si fuera necesario.

La secuencia de servicios para todos los camiones es: 1,2,1,3,1,2,1,3,.....

El tiempo aproximado entre servicios es el siguiente :

Servicio Tipo 1: 3000 Hrs. Servicio Tipo 3: 10000 Hrs.

Servicio Tipo 2: 6000 Hrs.

**IMPORTANTE:** Lo que se debe hacer en cada servicio, se indica en la Hoja de Tipos de Servicio para los Camiones. Todo lo realizado deberá ser anotado en el Libro de Control del Vehículo, indicando además repuestos cambiados e inclusive lo que no se hizo o quedó pendiente.



## Figura N° 24: Mantenimiento Preventivo Rutinario de Camiones

### “ TODOS LOS DÍAS AL INICIO DE LA JORNADA ”

#### **Sñr. Conductor; Recuerde:**

- Revisar nivel de aceite motor
- Revisar nivel y limpieza del agua del radiador
- Presión y estado de las llantas
- Estado físico del vehículo
- Nivel de combustible: 1/4 del tanque como mínimo
- Antes de moverse el vehículo precalentar en mínimo 5 minutos
- Revisar presión de aire y/o accionamiento de frenos al salir (mínimo 100psi)
- Cualquier ruido, vibración anormal o problema que se presente anotar en el cuaderno del camión y/o informar al encargado de mantenimiento.

### “DURANTE Y AL FINAL DE LA JORNADA”

#### **Sñr. Conductor; Chequear :**

- Temperatura adecuada del radiador (60°C a 80°C máximo)
- Encendido correcto en el arranque
- Luces en general deben estar en buen estado
- Presión de aceite entre 40 y 60 psi (si se presentan caídas bruscas de presión: reportar e informar al encargado de mantenimiento)
- Estado de llantas, presión, rozamientos, ajustes
- Limpieza de filtros de aire y petróleo; (Según Plan de Mantenimiento)
- Eliminar fugas de Aceite (motor, corona, caja, dirección)
- Eliminar fugas de Combustibles (motor, inyectores, bomba de inyección, cañerías de alimentación y retorno.
- Limpieza constante y permanente de la cabina del motor, cabina del conductor y carrocería de carga
- Prevenir desajustes en las partes de máquina, transmisiones diferencial y carrocerías. (corregir cualquier desperfecto)
- Cualquier problema, falla o duda que se presentase anotar en su cuaderno de reportes y/o informar
- Conducir según reglamento de tránsito-carga y personal.

### SEMANTAL

- ❖ Reajuste de transmisión y ruedas.
- ❖ Limpieza de filtros de aire y combustible (según el tipo de servicio o estado)
- ❖ Limpieza y engrasado del vehículo (según el tipo de servicio o estado)

#### **-\*- Recuerde que:**

***“Su vehículo es su fuente de trabajo, mantenerlo en buen estado, conservado, presentable y libre de fallas imprevistas es más que una obligación, es su responsabilidad”***

*Líder E.I.R.L. “Hacia la Calidad y el Éxito”*

los servicios, la secuencia y orden de los mismos por vehículo fue necesario partir desde el overhaul de cada camión a fin de poder tener una fecha inicial que refleje un estado particular del vehículo.

Si bien es cierto que de esta forma se cuenta con una planificación en el mantenimiento de los camiones, también es necesario indicar que por ser este un plan piloto de mantenimiento esta sujeto a cambios a fin de perfeccionar y encontrar la planificación definitiva que cubra las expectativas.

#### **5.2.8 Sistema informático. Informes y codificación.-**

El formato a emplear para el registro de las actividades de mantenimiento a realizar, los responsables, el tiempo y fecha, etc; se formuló considerando un recorrido integral del vehículo; bajo el nombre "Hoja de Registro de Mantenimiento" (Ver Figura N° 22), sin embargo este formato puede ser convenientemente empleado para los servicios tipo 1, 2 y 3.

En este formato también se define la codificación a utilizar para la identificación de los vehículos en la que "LY" es el diminutivo de la empresa, "0020" es el tipo y secuencia de registro de servicios y "C" está referido a camiones (Ver Figuras N°25 y N° 22).

Figura N° 25: HOJA DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO CAMIONES

Registro N°: LY0020C

Fecha: 22-04-02

Vehículo: Dodge 500 Rojo WO 1621

Responsables: Wilfredo Medina

Tipo Mantto:

Edgar Yarleque

1) MOTOR: Perkins 6 Cilindros lineal Fase 2 – Ciclo Diesel

METALES BIELA / BANCADA	N°1	N°2	N°3 a N°6	N°7	TORQUE (Lb/pulg)
LUZ RADIAL	0.003"/0.002"	0.0026"/0.002"	0.003"/0.002"	-----/0.002"	90 / 170

Metales de biela nuevo en 040

Metales de bancada nuevo en 060

Luz axial: 0.26mm;

Luces en eje cigüeñal: Pulido en todos sus puños

Anillos de pistones: nuevos en estandar;

Camisas de compres: nuevas en estandar

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTOS	CANT
Bomba de Aceite	Asentado en sus mismos piñones		
Bomba de Agua	Recorrido. Eje confecc. en taller	Cambio de rodaje 6204 2RS	2
Compresora Aire	Recorrido total. Cambio jebe amortg.	Cambio de rodajes 6207	2,1
Eje de Mando	Cambio de metales en estandar		
Turbo	Cambio accesorios y mantto genera		
Bba Inyección	Recorrido bba, asentado inyectores		
Arrancador	Mantenimiento general	Cambio de bocinas	2
Culata	Mantto general Cambio de asientos, válvulas de admisión y escape	Cambio de retenes nuevos	
Caja de cambio	Cambio de tapa de sincronización	Cambio x base en mal estado	1

2.- FILTROS, ACEITES: De combustible, aire, aceite y otros. Motor Perkins 6 cilindros

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Filtro de petróleo	Cambio	LFP 796-Primario y secund.	2
Trampa de Agua	Cambio	HDF 296	1
Filtro de Aceite	Cambio elemento	LF 32	1
Filtro de Aire	Cambio elemento	BAE 3 para Perkins	1
Aceite Motor	Limpieza y cambio	SAE 40(ver Tabla de aceites)	3.5 gl
Aceite Caja	Limpieza y cambio	SAE 250	1 gl
Aceite Corona	Limpieza y cambio	SAE250	3 gl
Caja Timón	Limpieza y cambio	SAE 250	1/4 gl

3.- TRANSMISIÓN POSTERIOR

COMPONENTE	MANTTO REALIZADO	REPUESTO	CANT
Cardán	Mantenimiento	Cambio rodaje 6207 con jebe	1
Cardán	Dado con brida y caja	Cambio cruzeta 106x30	1
Cardán	Posterior con seguro interior	Cambio cruzeta 103x31	2
Zapatas de freno	Limpieza y mantenimiento		
Retén de Rueda	Cambio por desgaste y rotura	98.56 x 144.70 x 16.80	2
Pista de Rodajes y	Rodajes de Rueda	Cambio rodaje N°39520	2
Abrazadera Muelles	Desgastados. Cambio	Cambio 3"x3"x16"	2
Pulmón de freno	Recorrido y mantto general	Cambio de jebe de pulmón	2

### **5.3 Programa de Mantenimiento Preventivo en los Equipos de Planta.**

#### **5.3.1 Objetivo.-**

Reducir los tiempos de parada generados por fallas imprevistas en las diferentes máquinas y equipos de planta, eliminando de esta forma los costos por correctivos. Mantener la disponibilidad de las máquinas y su tiempo de vida. Dar mayor responsabilidad y participación al operario en el mantenimiento y conservación de su fuente de trabajo.

#### **5.3.2 Identificación de los equipos de planta.-**

Debido a la diversidad de equipos que se utiliza en cada etapa del proceso productivo, desde la extracción y selección de la tierra arcillosa hasta su cocción en los hornos bóveda; se creyó conveniente organizar los mismos por la función que realizan y agruparlos según cada sección en la planta.

De esta manera, la organización e identificación de los equipos para el programa piloto de mantenimiento preventivo, en la cual se incluye la codificación respectiva según su función; se presenta en Tabla 31.

#### **5.3.3 Clasificación según nivel de criticidad en los equipos.-**

A fin de identificar convenientemente el nivel de criticidad de los equipos de planta, es decir su grado de importancia en la producción, se consideró el formato de evaluación presentado en la Tabla 32.

LYDER E.I.R.L.  
DPTO. MANTENIMIENTO

Tabla N° 31

**PROGRAMA BASE DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO**  
**PARTE MECANICA Y ELECTRICA**

**PROGRAMA BASE SECCION PROCESO DE COCCION**

HOJA	CODIGO	EQUIPO	
1	ORMPC- 01	ALIMENTADORES DE CARBON	EQPO. CRITICO
2	ORMPC- 02	ALIMENTADORES DE CASCARA	
3	ORMPC- 03	EXTRACTOR DE SUCCION	EQPO. CRITICO
4	ORMPC- 04	RED DE TUBERIAS Y VALVULAS COMPUERTA	EQPO. CRITICO
5	ORMPC- 05	ILUMINACION Y CABLEADO ELECTRICO EN GENERAL	
6	ORMPC- 06	EQUIPOS AUXILIARES	

**PROGRAMA BASE SECCION FABRICACION CON MAQUINA**

7	ORMFM- 01	EQUIPOS DE ENTRADA A MOLINO TRITURADOR	
8	ORMFM- 02	MOLINO TRITURADOR	EQPO. CRITICO
9	ORMFM- 03	EQUIPOS DE ENTRADA A ZARANDA	
10	ORMFM- 04	ZARANDA ROTATIVA	EQPO. CRITICO
11	ORMFM- 05	EQUIPOS DE ENTRADA A MAQ. EXTRUSORA	
12	ORMFM- 06	EQUIPOS DE LA MÁQUINA EXTRUSORA	EQPO. CRITICO
13	ORMFM- 07	CORTADORA DE LADRILLOS	EQPO. CRITICO
14	ORMFM- 08	EQUIPOS DE MANIOBRA Y TRANSPORTE A SECADO	
15	ORMFM- 09	EQUIPOS AUXILIARES	

**PROGRAMA BASE SECCION MOLIENDA DE CARBON**

HOJA	CODIGO	EQUIPO	
16	ORMMC- 01	EQUIPOS ENTRADA A MOLINO DE MARTILLO	
17	ORMMC- 02	MOLINO DE MARTILLO	EQPO. CRITICO
18	ORMMC- 03	RED DE TUBERIAS Y CICLON	EQPO. CRITICO
19	ORMMC- 04	TOLVA DE ALMACENAMIENTO Y RED DE TUBERIAS	
20	ORMMC- 05	EXTRACTOR DE AIRE DE TRANSPORTE NEUMATICO	EQPO. CRITICO
21	ORMMC- 06	COLECTOR DE MANGAS	

**PROGRAMA BASE SECCION FABRICACION ARTESANAL Y AUXILIAR**

22	ORMFA- 01	BOMBA DE ALIMENTACION DE AGUA	EQPO. CRITICO
23	ORMFA- 02	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	
24	ORMFA- 03	RED DE TUBERIAS	EQPO. CRITICO
25	ORMFA- 04	TENDIDO ELECTRICO	
26	ORMFA- 05	EQUIPOS DE FABRICACION ARTESANAL	EQPO. CRITICO

**PROGRAMA BASE SECCION TRANSPORTE EN GENERAL**

27	ORMTG- 01	CAMION FORD 750 NARANJA	EQPO. CRITICO
28	ORMTG- 02	CAMION FORD 600 ROJO	
29	ORMTG- 03	CAMION DODGE 500 ROJO	EQPO. CRITICO
30	ORMTG- 04	CAMION MAX B615 ROJO	
31	ORMTG- 05	CAMION FORD 600 AZUL	EQPO. CRITICO

**TABLA 32: CLASIFICACIÓN DE EQUIPO SEGÚN NIVEL DE CRITICIDAD**

	<b>VARIABLES</b>	<b>CONPTO.</b>	<b>PUNT</b>	<b>CONCEPTO</b>
1	Efecto sobre el servicio que Proporciona	Para	4	
		Reduce	2	
		No para		
2	Valor Técnico – Económico: Considera costo Adquisición Operación y Mantenimiento	Alto	3	Más de US\$20000
		Medio	2	
		Bajo	1	Menos de US\$1000
3	La Falla Afecta:	a. Al Equipo en si	Si	
			No	
	b. Al Servicio	Si		
		No		
	c. A Operador	Riesgo		
		NoRiesgo		
	d. A la seguridad en general	Si	1	Posibilidad de accidente a otras personas o equipos cercanos
No		0		
4	Probabilidad de Falla (Contabilidad):	Alta	2	¿Se asegura que el equipo va a tra bajar cuando se le necesite?
		Baja	0	
5	Flexibilidad del Equipo en el Sistema:	Único	2	No existe otro igual o similar
		By pass	1	El sistema puede seguir funcionando
		Stand by	0	Existe otro similar no instalado
6	Dependencia Logística:	Extranjero	2	Repuestos se tienen que importar
		Local/Ext.	1	Algunos repuestos se compran localmente.
7	Dependencia de la Mano de Obra :	Terceros	2	El Mantenimiento requiere contratar a terceros
		Propia	0	El Mantenimiento se realiza con personal propio.
		Baja	1	Mantenimiento difícil
8	Facilidad de Reparación (Mantenibilidad)	Baja	1	Mantenimiento difícil
		Alta	0	Mantenimiento fácil

<b>GRADO</b>	<b>ESCALA</b>	<b>PUNTAJE</b>
A	CRITICA	16 a 20
B	IMPORTANTE	11 a 15
C	REGULAR	06 a 10
D	OPCIONAL	00 a 05

Asignar valores de ponderación calificando al equipo por su incidencia sobre cada variable.  
Este paso requiere del conocimiento del equipo, su sistema, operación, su valor, y los daños que podría ocasionar una falla del mismo.

Teniendo en cuenta los criterios arriba indicados, se efectuó el análisis respectivo y determinación del nivel de criticidad para cada sistema, la clasificación se puede observar en la Tabla N° 31 antes indicada.

#### **5.3.4 Actividades de Mantenimiento Preventivo a realizar.-**

##### **Determinación de actividades de mantenimiento**

Las actividades de mantenimiento a efectuar en cada máquina según el tipo, magnitud y criticidad de la falla que esta presente, consideran los tipos de intervenciones indicados en el numeral 5.1.4 del presente trabajo. En base a ello se definió los 3 tipos de mantenimiento a efectuar.

##### **Identificación de actividades. Descripción y Frecuencia**

Para establecer las actividades de mantenimiento en los equipos de planta y su frecuencia de ejecución, se resolvió agrupar las máquinas y equipos por la función que desempeñan (según lo antes ya indicado); de esta manera las acciones a realizar son válidas para cada equipo de un mismo grupo. Las actividades diseñadas y los detalles de las mismas se pueden observar en las Tablas N° 33 y N° 34

##### **Determinación de los materiales y repuestos**

Dentro del programa de mantenimiento preventivo se está llevando a cabo en forma progresiva la recolección de información de repuestos y materiales





LYDER E.I.R.L.  
DPTO.MANTENIMIENTO

Tabla N° 34

ORMPC- 02

ORDEN RUTINARIA DE MANTENIMIENTO  
PROCESO DE COCCION

AREA : FABRICACION  
PLANTA : PROCESO DE COCCION  
SECCION : ALIMENTADORES DE CASCARA

FREC.SEM.: 2  
HOMBRES: 2  
HORAS: 1

EQUIPOS	ACTIVIDADES A REALIZAR	
ESTRUCTURA DE SOPORTE Y PERNOS DE FIJACION	-REVISAR AJUSTE DE PERNOS DE FIJACION DE CHUMACERAS, REDUCTOR Y DEL MOTOR ELECTRICO	
	-CHEQUEAR ESTRUCTURA METALICA EN BUEN ESTADO Y SOLDEO DE UNIONES RAJADURAS O ROTURAS.	
EJE MOTRIZ, CHUMACERAS DE APOYO Y CATALINA	- VERIFICAR ALINEAMIENTO CORRECTO DEL EJE Y GUSANOS EN TUBOS DE T	
	CORREGIR DESALINEADO CON CHUMACERAS Y/O REBAJE EN GUSANOS	
	- REVISAR LINEALIDAD (CURVATURA) Y DESGASTE SUPERFICIAL DEL EJE	
	- VERIFICAR ENGRASE CORRECTO DE RODAJES Y FIJACION DE PRISIONEROS	
GUSANOS HELICOIDALES TOLVAS Y TUBOS DE CAIDA	-CHEQUEAR ESTADO DE RODAJES Y CHUMACERAS	
	- VERIFICAR DIENTES Y FIJACION CORRECTA DE CATALINA EN EJE	
	-REVISAR SENTIDO DE GIRO Y FIJACION CORRECTA DE GUSANOS AL EJE	
	- VERIFICAR QUE NO EXISTA ROZAMIENTO O ATASCAMIENTO DE CARBON, CO	
MOTOR ELECTRICO Y LLAVE CUCHILLA	GIR CUALQUIER DESPERFECTO Y EVITAR FORZAR EL MOTOR Y EL REDUCTO	
	- CHEQUEAR QUE NO EXISTA FUGA DE CARBON POR AGUJERO LATERAL DE	
	- VERIFICAR BUEN ESTADO DE TUBOS DE CAIDA Y UNIONES ENTRE TUBOS	
	- VERIFICAR FUNCIONAMIENTO CORRECTO DEL MOTOR: SIN RUIDOS, VIBRAC	
	Y/O CALENTAMIENTO DE RODAJES O CARCAZA.	
	- MEDIR CON PINZA EL AMPERAJE Y CAIDA DE VOLTAJE DEL EQUIPO	
REDUCTOR DE VELOCIDAD	-CHEQUEO PERIODICO Y ENGRASE DE RODAJES Y LIMPIEZA DE BOBINADO	
	-VERIFICAR CONTACTOS DE LLAVE CUCHILLA NO SULFATADOS; QUE EMPALM	
	UNIONES DE CABLEADO SEAN CORRECTOS Y ESTEN AISLADOS.	
	-MEDIR Y REGISTRAR NIVEL DE AISLAMIENTO DEL BOBINADO DEL MOTOR	
	- VERIFICAR FIJACION Y ESTADO DE POLEA Y CHAVETA	
	-REVISAR NIVEL DE ACEITE DEL CARTER Y FUGAS DE ACEITE EN CAJA	
REPUESTOS	- VERIFICAR ESTADO DE RODAJES Y RETENES.	
	-CHEQUEAR LINEALIDAD DEL EJE DE LA POLEA Y EJE DE LA CATALINA.	
	- VERIFICAR ESTADO Y FIJACION DE POLEA Y TENSION DE FAJA CORRECTA	
	CHEQUEAR DIENTES Y FIJACION DE CATALINA Y CADENA DE TRANSMISION EN	
	EFECTUAR LA LIMPIEZA DE COMPONENTES MOVILES: CHUMACERAS, CATALIN	
	ENAS, EJES, ETC EN FORMA CONTINUA A FIN DE EVITAR DESGASTE EXCES	
CODIGO	DESCRIPCION	INSTALACION

de cada máquina y/o equipo de la planta. Esta información es importante para efecto de cálculo de partidas para el mantenimiento, stock de repuestos y determinación de la planificación de tiempos para la ejecución del mantenimiento. Parte de ello se puede observar también en la Tabla N° 33.

### **5.2.7 Puesta en marcha del programa piloto.-**

#### **Programación de actividades. Método de trabajo**

Los criterios para la designación de actividades a realizar periódicamente se da teniendo en cuenta el equipo, la función que desempeña y su grado de relevancia en el proceso de producción. En la figura N° 26 por ejemplo, se puede observar el formato con los lineamientos e instrucciones para el mantenimiento preventivo – correctivo del extractor a efectuar de acuerdo a tiempos establecidos en forma periódica. De similar forma se están diseñando formatos con las instrucciones para otros equipos de planta.

Cuando el mantenimiento de un equipo es llevado a cabo, sea éste del tipo preventivo o correctivo, el personal responsable emite un informe técnico en el que detalla el estado inicial del equipo, el trabajo realizado, los repuestos cambiados y las observaciones que se pudieran presentar en el mismo. Ver figuras N° 27 y 28.

## Figura N° 26: Mantenimiento Preventivo – Correctivo de Extractor de Aire

### TIPO 1: DIARIO

*Inspeccionar e informar cualquier problema o falla en:*

- **Chumaceras.**- Rajaduras, desalineado, temperatura de rodajes excesiva (60 a 80°C).
- **Rotor-Eje.**- *Vibración* x acumulación de carbón en aletas y/o cuerpo del extractor; *vibración* por daño en rodajes del eje del rotor y/o rodajes del motor eléctrico; vibración por base de soporte del extractor o base del eje del rotor mal fijada o sin ajuste de pernos.
- **Motor eléctrico.**- Corriente entre fases, voltaje, calentamiento del estator o de rodajes.
- **Cualquier ruido,** vibración anormal o problema que se presente anotar e informar.

### TIPO 2: CADA 15 DÍAS (De Operación Continua)

*Efectuar la limpieza respectiva, engrase y chequear lo siguiente:*

- **Rotor.**- Chequear el balanceo, girando manualmente el eje del rotor (sin fajas). Este debe girar suave y no detenerse en un punto específico. Si el giro manual fuera demasiado pesado y/o en un solo punto o zona; es preferible destapar el cono de succión del ventilador y efectuar limpieza total del mismo a fin de evitar esfuerzos excesivos del motor.
- **Fajas.**- Revisar ajuste y tensión de las mismas; nunca deben tocar el fondo de canales de las poleas, esto significa que la polea está desgastada y generará una transmisión pobre y aumento de temperatura por patinaje. En este caso, corregir o cambiar la polea.
- **Lubricación de chumaceras.**- Para este tipo de rodajes: 22216CK se deberá emplear grasa Arcanol L78V (- 30 a +130 °C). Destapar las chumaceras, retirar la grasa usada, limpiar y agregar 25 gramos de grasa nueva, no más ya que produciría recalentamiento.
- **Si hubiera un problema o falla mayor** en algún componente del equipo, como rajaduras, eje curvado excesivo, fajas resacas u otro que se presente anotar e informar.

### TIPO 3: CADA 30 DÍAS (De Operación Continua)

- **Rotor y Carcaza.**- Destapar cono de succión, tapa lateral y efectuar limpieza total del rotor y carcaza retirando acumulación de carbón o ácidos en aletas y cuerpo de los mismos. Chequear desgaste de las planchas, las uniones con soldadura y estado de todos los pernos de unión, cambiando pernos en mal estado. Si fuera necesario y previa coordinación rellenar partes con desgaste excesivo y corregir balanceo del rotor.
- **Poleas.**- Chequear desgaste de los canales, huelgo en el eje y alineamiento. Las fajas nunca deben tocar el fondo de canales, esto indica polea desgastada y conlleva a desgaste prematuro de fajas, pérdida de potencia y aumento de temperatura x patinaje. Cambiar o corregir la polea si esta se encontrara en mal estado.
- **Eje – Rotor.**- Verificar que el giro del eje sea suave y sin restricciones. Observar si el rotor "cabecea" al girar o está inclinado, lo cual indica posible curvatura del eje, falta de ajuste en chumaceras o desalineado. Corregir alineado e informar cualquier defecto o falla notoria.
- **Motor eléctrico** - Además del chequeo diario se debe efectuar una limpieza superficial e interior del estator y rotor del mismo. Inspeccionar asimismo, estado de rodajes y del bobinado. Seguir el procedimiento indicado en la Hoja de Mantenimiento del equipo.

**\* IMPORTANTE:** En cualquiera de los 3 tipos de mantenimiento a efectuar se deberá tener especial cuidado en corregir defectos en los componentes del mismo. Al final de los trabajos o durante su ejecución (si es necesario) el encargado tiene la obligación de reportar que hizo, que repuestos cambió y lo que quedó pendiente por hacer o corregir en el equipo.

FIGURA N° 27: INFORME TECNICO

Motor electrico # 3.

Hoja 1

Parte electrica: 106220-1890 20-11-01.

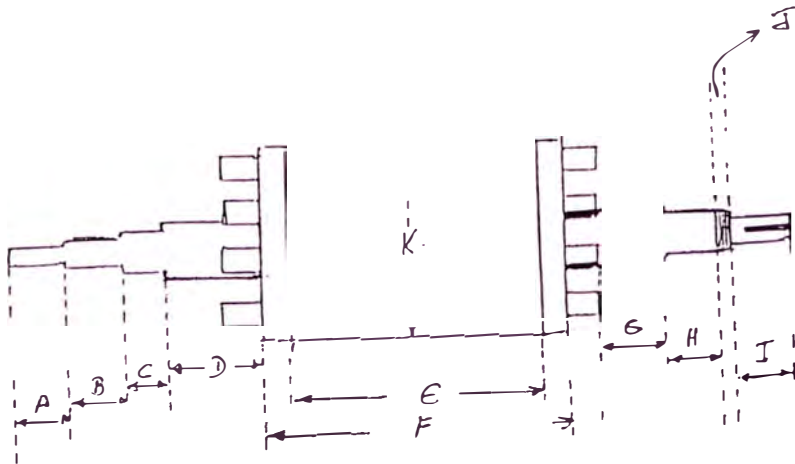
$P_{ot} =$  Amp. Vacio = 48/4.5/4.9 ✓ # CABLE = 0.5 mm.  
 $R.P.M = 1800$  ✓ # Polos = 04 ✓  
 $V_{olt.} = 220$  ✓ # RANURAS = 36 ✓

MEDIDAS

- |                               |                  |
|-------------------------------|------------------|
| * - N → 189 mm.               | * - S → 320 mm.  |
| * - O → 72 mm.                | * - A → 216 mm.  |
| * - P → 100 mm.               | * - AB → 265 mm. |
| * - BA → 59 mm.               | * - HD → 314 mm. |
| * - φ torn. Ventil. → 266 mm. | * - HA → 18 mm.  |
| * - φ 1 // Polea → 230 mm.    | L = 49,5         |
| * - QR → 103 mm.              | S = 18,8         |
|                               | BAS = 21         |

DIAMETROS

- |                |              |                         |
|----------------|--------------|-------------------------|
| * - A → 27 mm. | * - I → 35.4 | * - φ de CABLE → 0.5 mm |
| * - B → 31.85  | * - G → 46.9 |                         |
| * - C → 35     | * - H → 40   |                         |
| * - K → 139.85 | * - J → 39.4 |                         |
- Circunferencia 132 mm  
Pot: 11/12



Ladrillos y Derivados L y de  
Tco. electrico Cesar Namuco

FIGURA N° 27: INFORME TECNICO

LONGITUDES :

- \* - F → 88.25 m.m.
- \* - E → 64.7 m.m.
- \* - G → 42.8 m.m.
- \* - H → 28 m.m.
- \* - LONG. ESTATOR → 64.1
- \* - CHAVETA. del Ventilador → 7 x 12 m.m. (media luna).
- \* - RANURAS # 36. ✓
- \* - # Polos → 04. ✓
- \* - I → 87.2 m.m.
- \* - J → 13 m.m.
- \* - A → 40 m.m.
- \* - B → 38 m.m.
- \* - C → 19.55 m.m.
- \* - D → 69 m.m.
- \* - tiene 09 bobinas x GRUPO

20-11-01 Hoja

CONEXIONES :

- \* - 4 - 5 - 6 → N.
- \* - 1 - 7 / 2 - 8 / 3 - 9.
- ↓        ↓        ↓
- \* - L1    L2    L3.

MANTTO REALIZADO : Al realizar el desmontaje se observo lo siguiente :

- \* - Ventilador flojo, no tiene prisioneros de seguridad, chaveta de media luna en mal estado. Se colocó prisioneros y chaveta en buen estado (checkings).
- \* - Se aprecio ruido en los rodamientos, de los cuales se cambio el Rodaje (#6208 Parte de la Polea) nuevo, y el Rodaje (#6207 Parte del Ventilador) solo fue engrasado.
- \* - Bobinado interno del estator en buen estado, se pulverizo y lavo con solvente dielectrico, luego se seco a temperatura y se barnizo.

MONTAJE y PRUEBA :

- - se llevo a cabo el montaje, se verifico ajustes correspondientes. internos y externos de las tapas y rodamientos.
- - Se hizo la prueba quedando con las cargas en Vacio:

L1 → 4.8 Amp. L2 → 4.5 Amp. L3 → 4.9 Amp.

R.P.M → 1,800.

\* - Quedo listo para su funcionamiento

Lrde

Tco. Cesar Namuco

12-06-02 / Mantto Preventivo D/Motor. eléctrico  
 "EXTRACTOR." "LURIN." (MOLIENDA)

Datos técnicos: CODIGO: 111220 553460  
 10

Voltaje = 440/220. HERTZ: 60'

H.P. = 5.5 R.P.M. : 3,460

Amp. = 9/18.

Trabajo Realizado:

- \*.- se hizo desmontaje del motor, para luego verificar estado de retenes y anillos que se adaptaron para evitar se le penetre el carbón en su interior....
- \*.- se retiraron los Rodamientos; observando que el que se encuentra al lado del extractor tiene juego interior (desgaste) # 6308. El Rodamiento del ventilador del motor se encuentra en buen estado. # 6308.
- \*.- se procede a la limpieza interna de las bobinas y pulverizado con solvente dieléctrico 55-25.
- \*.- se engrasa Rodamientos y cambia de ubicación de los rodamientos, para una mejor función y duración.
- \*.- se le acondiciono un presostato en la salida de la caja (cableado) para evitar el ingreso mínimo de carbón.
- \*.- se lleva a cabo el montaje y la prueba correspondiente del motor, con una carga de 6 Amp. en vacío.
- \*.- extractor queda listo para su instalación.

Pruebas en Vacío:

amp = 6 2/6.3/6.0

volt = 220

RPM = 3460

Técnico: Ernesto Namuch  
 electricista

Ladrillos y Derivados

Dpto. Ingeniería / Eléctrico

La información vertida por el personal de mantenimiento es evaluada y registrada como parte del historial de dicha máquina. Este método de trabajo se encuentra en implementación y mejora continua. Se está capacitando al personal a fin de que el mantenimiento y el informe respectivo sean llevados como el mayor cuidado, importancia y profesionalismo.

Asimismo, se están diseñando formatos para los reporte que efectúa el personal de mantenimiento, a fin de estandarizar la información obtenida y que la misma sea concisa y acorde a lo que requerido.

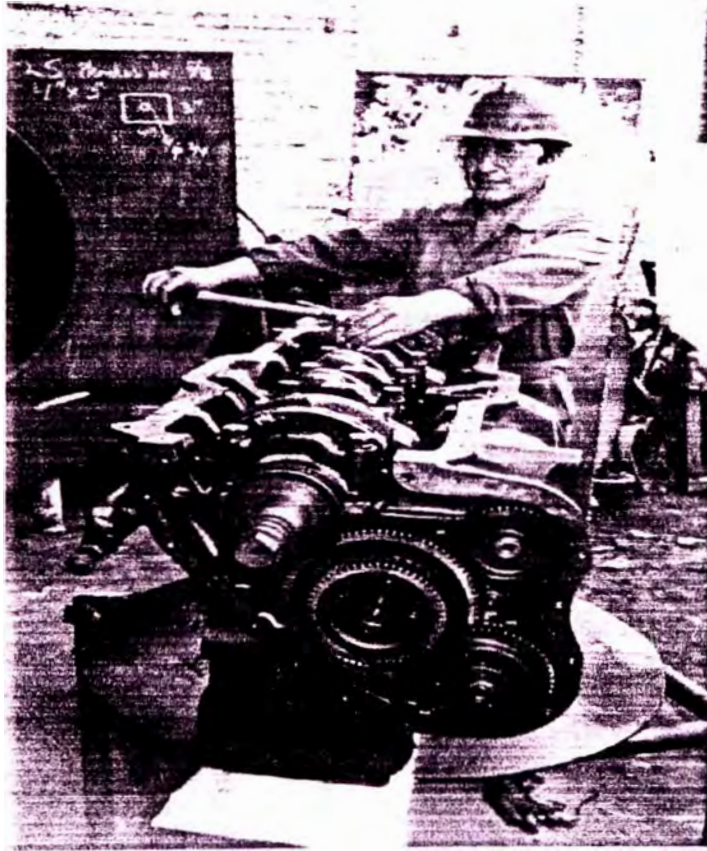


FOTO N° 9: MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS DE PLANTA

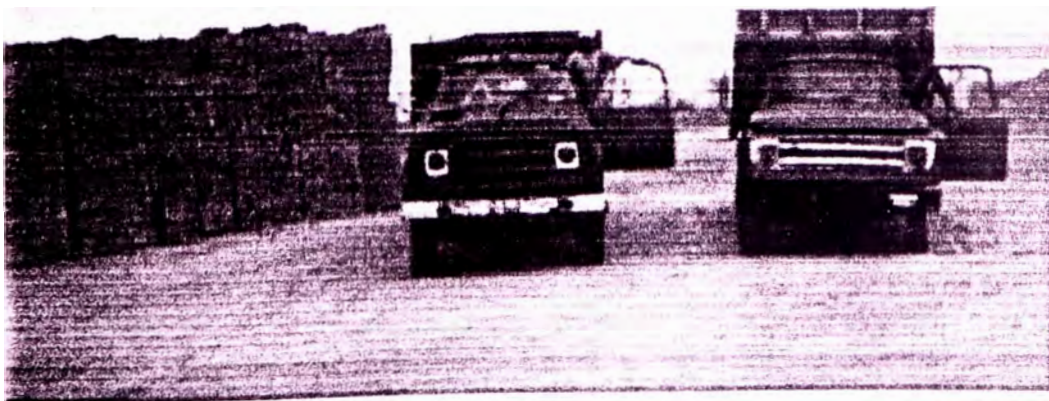


FOTO N° 10: UNIDADES DE TRANSPORTE Y COMERCIALIZACIÓN



## **6. APORTE EN LA PROMOCIÓN DE LA EMPRESA**

### **6.1 Breve estudio de Mercado. Diagrama árbol de solución**

#### **6.1.1 Objetivo.-**

Demostrar la conveniencia de incidir en forma más agresiva en el mercado, a través de una mayor presencia física, así como una mayor promoción y difusión de la imagen de la empresa en los lugares de demanda; todo ello a fin de obtener mayores ingresos que permitan generar un mayor desarrollo.

#### **6.1.2 Características del Mercado inicial.-**

Inicialmente la venta de ladrillos se efectuaba básicamente en la planta y ocasionalmente una unidad salía a ofertar al mercado. Esto generaba la dependencia con los consumidores intermedios y transportistas, sujeto a los intereses de los mismos, siendo esto último en muchos casos perjudicial.

#### **6.1.3 Análisis del Mercado. Análisis de costos.-**

Con la implementación de la energía eléctrica en la planta y las innovaciones realizadas, la capacidad de producción se ha incrementado a 150 millares

semanales y ello es sostenible. Aún más, los costos de fabricación disminuyeron de S/. 105 a S/. 95 por millar y por ende el margen de utilidad es mayor. Todo ello permite reducir el precio de venta convenientemente a fin de competir con los consumidores intermedios directamente en las zonas de demanda ganando una mayor presencia y mercado para la empresa.

El estudio de la demanda del producto en el mercado indica un promedio de 250 millares semanales de ladrillo King Kong, 210 millares de ladrillo pandereta y 180 millares de ladrillo 18 huecos; de los que el 40% de los primeros los cubre "Lyder" a través de su comercialización en planta.

Consideremos para efecto de simplificar el análisis, la comercialización de ladrillo King Kong. Proyectándonos a satisfacer una demanda equivalente al 50% de la venta en planta, es decir 50 millares semanales, entonces:

Tabla N° 35 Requerimientos de ladrillo en zonas de demanda.

Tipos	Lurín	San Bartolo	Pucusana	Chilca	Mala	Asia	Cañete
K.K.	4	5	6	5	12	8	10
Pandereta	6	4	4	3	10	7	8
18 huecos	7	5	5	2	12	6	9

\* Valores en millares de ladrillos

Si consideramos tres vehículos en el mercado para abastecer la demanda indicada, los cuales tienen una capacidad media de transporte de 3 millares, la cantidad de viajes a ejecutar por cada vehículo sería de 17.

Por otro lado, se sabe que los costos de transporte por vehículo son:

Tabla N° 36: Costos de Flete por millar de ladrillo

Tipo de Ladrillo	Costo del * Combustible	Costo del * Personal	Mantenimiento y Utilidad *	Viajes x semana
King kong	S/. 15.00	S/. 21.00	S/. 24.00	17
	Costo unitario = S/. 60.00		Costo Total	S/. 1020.0

\* Valores promedios de transporte a Mala, Asia, Cañete

La tabla N° 36 indica que el vehículo registra un costo promedio de S/. 60.00 por millar de ladrillos. Conociendo que los precios de venta del ladrillo tipo king kong, pandereta y 18 huecos en la planta son en promedio de:

Tabla N° 37

King kong	Pandereta	18 huecos
S/. 130.00	S/. 155.00	S/. 185.00

Además, el precio de venta de estos tipos de ladrillos en el mercado es de:

Tabla N° 38

Tipos	Lurín	San Bartolo	Pucusana	Chilca	Mala	Asia	Cañete
K.K.sólido	160.00	180.00	170.00	130.00	190.00	195.00	205.00

Luego, como se observa en las tablas anteriores, el precio de venta del ladrillo de la empresa "Líder" en los lugares de demanda es menor que el precio del mercado ya que p.e.:

En Mala: Precio de venta de Lyder = S/. 60.00 + S/. 130.00 = S/. 190.00

Precio de venta promedio del mercado = S/. < 200.00, 205.00 >

Se debe tener en cuenta que este precio se puede reducir a fin de tener mayor presencia en el mercado y un mayor volumen de ventas, ya sea a través del manejo de la utilidad que permite hacer el costo de producción o reduciendo la utilidad que se genera por los fletes de cada vehículo.

Por otro lado, en el movimiento de cada vehículo se considera que el 40% del flete, es decir, S/. 24.00 (promedio), representa la utilidad bruta por millar de ladrillo. Haciendo 17 viajes semanales y 68 viajes por mes, representa una utilidad bruta de S/. 4896.00 mensuales. Este ingreso significativo se emplea en parte para los gastos de mantenimiento propio del vehículo, así como para invertir en incrementar la flota de los mismos.

Por lo tanto se puede concluir que la conveniencia de la comercialización del producto directamente en los lugares de demanda se encuentra justificada. Es necesario para ello, hacer la inversión inicial en los vehículos (riesgo que la empresa esta en la capacidad de asumir) y llevar adelante una adecuada planificación y estrategias de venta hacia dicho mercado.

#### **6.1.4 Diagrama Árbol de solución.-**

Este diagrama es una herramienta de calidad muy utilizada ya que elige las técnicas más apropiadas para el logro de los objetivos.

El análisis del entorno, del mercado potencial, los consumidores intermedios y finales y el comportamiento de la empresa en el mercado, permitió plantear un diagrama árbol con estrategias de venta, cuyo contenido representa la recolección de ideas y sugerencias de áreas diversas según se indicada en el Diagrama causa-efecto. Se aprecia que las propuestas presentadas tienen un enfoque sistémico, es decir, de carácter global y sostenible.

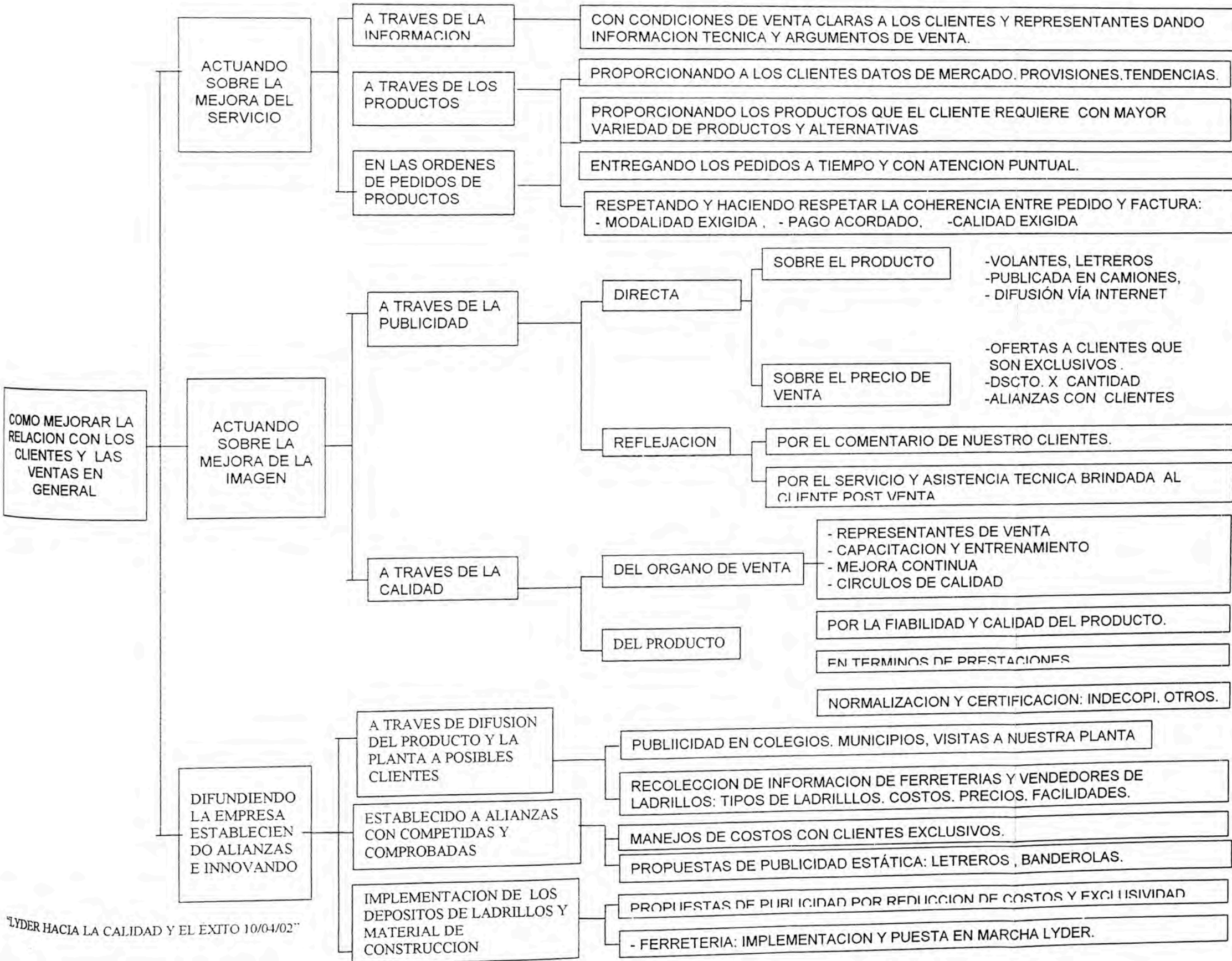
El diagrama árbol de solución se presenta en la figura N° 30, donde se han enfocado 3 subsistemas de importancia para la difusión y comercialización.

#### **6.2 Plan Piloto de Marketing. Estrategias de Publicidad**

Con el análisis del mercado antes realizado se demostró la conveniencia de abastecer los productos en las mismas zonas de demanda.

Sin embargo, un factor igualmente importante era definir las estrategias de venta a utilizar, como marquetear e introducir los productos fabricados de la forma más adecuada y confiable.

Figura N° 30: DIAGRAMA ARBOL DE SOLUCION - ESTRATEGIAS DE VENTA



RESPONSABLES	TIEMPOS	COSTOS
GERENCIA GENERA		
CONDUCTOS DE CAMIONES DESPACHADORES		
DPTO. DE LOGISTICA		
GERENCIA GENERAL		
TRANSPORTE, TRATO		
DPTO. DE PRODUCCION		
PRODUCCIÓN PLANTA		
PRODUCCION Y DPTO. DE INGIENERIA		
REPRESENTANTES DE VENTA.		
REPRESENTANTES DE VENTA.		
DPTO. DE INGIENERIA		
GERENCIA Y ADMINISTRACION		

El Diagrama Árbol de Solución antes presentado incluye parte de las propuestas planteadas en forma genérica. A continuación se indican estrategias para una mayor difusión de la empresa en forma detallada.

Diseñar una publicidad estática en los vehículos, que permita identificar su proveniencia y dar mayor difusión a la empresa en los lugares de demanda.

Promocionar y difundir a la empresa a través de volantes en los lugares de demanda, en los que se identifique su ubicación, tipos de ladrillos, calidad, ofertas, promociones y facilidades de pago.

Diseñar carteles y letreros en los que se promocioe la empresa, sus contactos y las variedades de productos que ofrece.

Difundir en las zonas cercanas a la planta, en el personal y los transportistas de material, la calidad y variedad de nuestros productos, las características de nuestros procesos y la formalidad en la venta con que se trabaja.

Promover visitas de institutos y colegios a la planta, así como planificar progresivamente seminarios y capacitación entre las

empresas y personas ligadas al mismo área: ferreterías, albañiles, labradores, distribuidores, etc.

Crear una cultura de calidad de los productos a través de su normalización progresiva (Indecopi, Capeco, otros) que nos permita competir a gran escala y en un mercado más exigente.

Invertir e implementar progresivamente locales de almacenamiento y venta de nuestros productos y materiales afines, en las zonas de mayor demanda, según un estudio previo más detallado a seguir.

Dar mayor facilidades de pago y precios de venta más económicos y atractivos a los transportistas y ferreterías que se hagan exclusivos de nuestra empresa y la difundan a través de la publicidad estática. Para ello se está implementando cuadros de manejo de costos por cantidad de consumo a fin de que los precios de venta reducidos se justifiquen por una mayor demanda del producto.

Mejorar la eficiencia y reducir costos de los procesos dentro de la cadena productiva a fin de que el costo de producción se vea reducido. Ello a fin de poder reducir aún más los precios de venta a través de un manejo adecuado, según el comportamiento del mercado y su tendencia.



Muchos de estos factores, como la venta del producto directamente en las zonas de demanda, la publicidad estática diversa y el manejo de costos y promociones; se viene implementado en la fábrica actualmente con resultados, aunque inicialmente lentos, pero positivos. Se requiere hacer un análisis cualitativo del plan piloto, para lo cual es necesario un mayor tiempo de monitoreo del avance e implementaciones realizadas.

Parte de las acciones antes indicadas se pueden apreciar en la figura N° 29 y en las fotos a continuación mostradas.



FOTO N° 11: PUBLICIDAD ESTÁTICA EN LAS UNIDADES DE VENTA

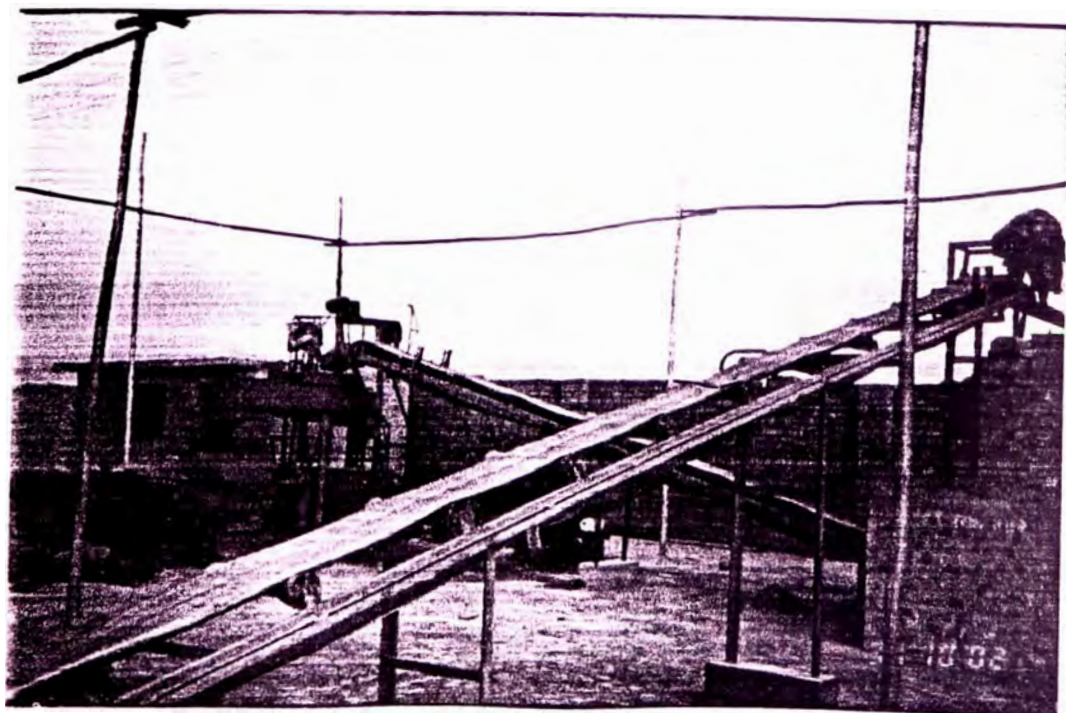
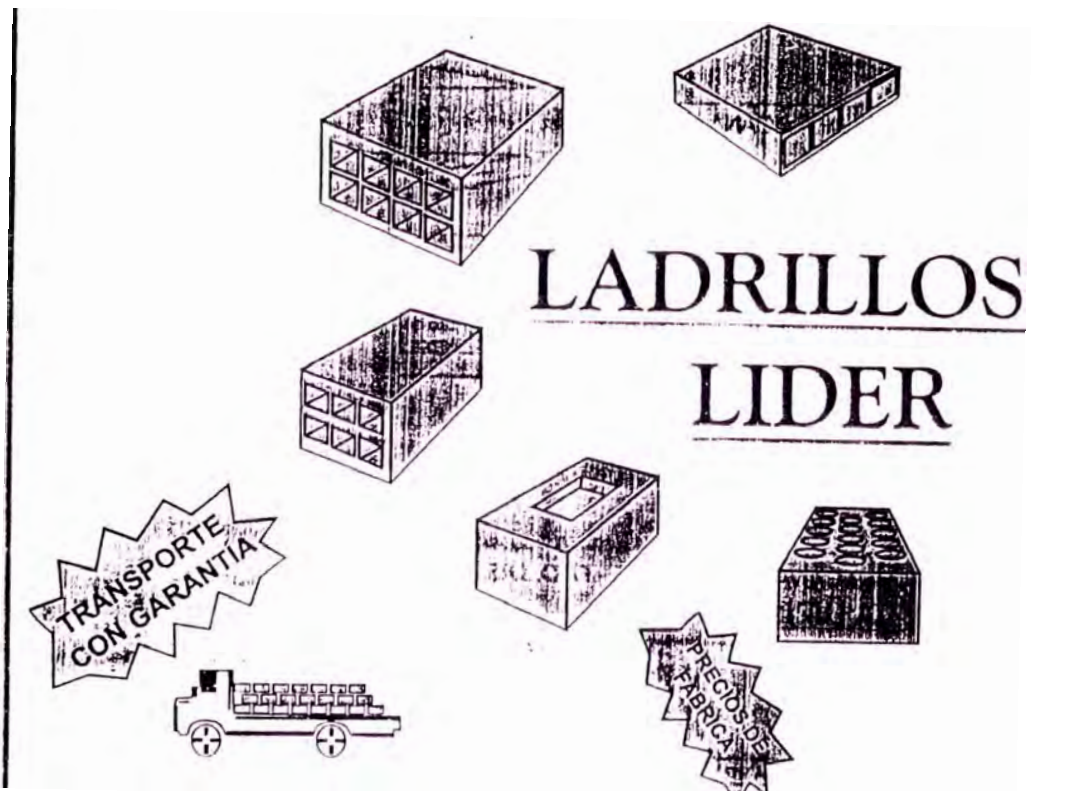


FOTO N° 12: ZARANDA VIBRATORIA – PLANTA N°1 LYDER

FIGURA Nº 29 PUBLICIDAD DINAMICA



**! SIENTASE SEGURO EN CASA, CONSTRUYA  
CON LIDER, CALIDAD QUE SE IMPONE ... !**

**\*AHORRO :** DIMENSIONES UNIFORMES Y PAREJAS, PESOS EXACTOS

**\*CALIDAD GARANTIZADA :** NUESTRO ESTRICTO CONTROL DE CALIDAD GARANTIZA SU COMPRA

**\*CANTIDAD EXACTA, MINIMA MERMA :**

LA FORTALEZA DE NUESTROS LADRILLOS BRINDA LA MEJOR RESISTENCIA A LA MANIPULACION REDUCIENDO LAS PERDIDAS

**\*ENTREGA PUNTUAL, ATENCION ESMERADA**

NO SOLO LE BRINDAMOS CALIDAD, SINO PUNTUALIDAD EN LA ENTREGA Y ATENCION "COMO EN CASA"

## 7. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DE LOS CAMBIOS E INNOVACIONES REALIZADAS

### 7.1 Análisis de Costos de Inversión del Equipo Neumático de Transporte y Molienda

Se presentan a continuación los costos de operación antes y después de la fabricación del Sistema de Transporte y Molienda; así como los costos de inversión del mismo a fin de hacer el análisis respectivo. Se ha considerado como base de comparación y evaluación de tiempos una molienda de 90 t carbón y como tipo de cambio de moneda \$ 1 = S/. 3.45, luego:

#### 7.1.1 Costos de operación sin el sistema neumático.-

Debido a las condiciones contaminantes del proceso y características de operación, el pago del operario (2) era de S/. 30 hombre por turno de 12 horas.

El ritmo de producción era, procesando 3 toneladas de carbón por turno, de 90 toneladas de carbón en 30 turnos e igual a 360 h. El consumo de energía activa del molino de martillos, de potencia aparente 7.5 Kw y factor de potencia 0.8, funcionando a plena carga era de  $7.5 \times \text{f.p.} = 6 \text{ Kw}$

El consumo de energía reactiva con un factor de potencia de 0.8 de = 4.5 Kw

Considerando la Tarifa MT2 con costo de energía activa fuera de horas punta de = 0.1048 S./ Kw h y costo de energía reactiva de 0.0438 S./ Kw h

Pérdidas de producto por condiciones del medio del 5%

Costo del carbón incl. IGV = 130 S./t

Luego el resultado se presenta en la tabla 39

Tabla N° 39

	Costo del personal	Consumo de energía Activa	Consumo de energía Reactiva	Costo por Pérdidas
Costo unitario	S/. 30	S/. 0.1048	S/. 0.0438	S/. 130
Cálculo	30x2x30	0.1048x6.0x360	0.0438x4.5x360	130x0.05x90
Costo Total	S/. 1800.00	S/. 226.37	S/. 70.96	S/. 585.00
Costo Total de Operación = COp1				S/. 2682.33

### 7.1.2 Costos de Operación del Sistema Neumático.-

Las nuevas condiciones de operación (libres de contaminación propias del proceso) y las características del mismo redujeron el salario a 20S/.hombre por turno de 8 h y con un solo operario.

El ritmo de producción se incrementó a 5.6 t de carbón procesado por turno, 90 t de carbón procesados en 16 turnos e igual a 129 h en total.

El consumo de energía activa del molino y el extractor de aire con potencias aparentes de 7.5 kw y 5.6 Kw respectivamente funcionando a plena carga y con factor de potencia de 0.8 es para cada caso de 6 Kw y 4.48 Kw.

El consumo de energía reactiva con un factor de potencia de 0.8 es de 4.5 kw para el molino y de 3.36 kw para el extractor de aire.

Considerando una Tarifa MT2 con costo de Energía Activa fuera de horas punta de = 0.1048 S./ Kw h y costo de energía reactiva de 0.0438 S./ Kw h  
 Pérdidas de producto por condiciones del medio del 1.5%

Costo del carbón incl. IGV = 130 S./t

Luego el resultado se presenta en la siguiente tabla:

Tabla N° 40

	Costo del personal	Consumo de energía Activa	Consumo de energía Reactiva	Costo por Pérdidas
Costo unitario	S/. 20	S/. 0.1048	S/. 0.0438	S/. 130
Cálculo	20x1x16	0.1048x6.0x129+ 0.1048x4.5x129	0.0438x4.5x129 + 0.0438x3.36x129	130x0.015x90
Costo Total	S/. 320.00	S/. 141.9	S/. 44.41	S/. 175.50
Costo Total de Operación = COp2				S/. 681.81

### 7.1.3 Costos de Inversión.-

Considerando los costos netos de fabricación del sistema neumático, indicados en la tabla N° 10, gastos administrativos del 15% y una ganancia del 30% sobre los gastos totales, se tiene:

Tabla N° 41

	Costo de Fabricación	Costo de motor y Tablero electr	Gastos de Administrac.	Ganancia
Cálculo	\$ 2041.2	\$ 200 + \$150	0.15 x 2391.2	0.3 x 2749.88
Costo Total	\$ 2041.2	\$ 350.00	\$ 358.68	\$ 824.96
Costo Total de Inversión = Civ				\$ 3574.84

#### 7.1.4 Justificación Técnico – Económica.-

##### Análisis Beneficio – Costo

De los valores encontrados se tiene:

Costo de Operación COp1 = S/. 2682.33 (en 90 ton procesadas)

Costo de Operación COp2 = S/. 681.81 (en 90 ton procesadas)

El requerimiento mensual de producción es de 12.5 ton por horno con 150 millares de ladrillos procesados a un venta mínima de 100 millares semanales; entonces:

$COp1 = 2682.33 \times 12.5 \times 100 \times 4 \times 12 / (150 \times 90) \rightarrow COp1 = S/. 11921.47$  anuales

$COp2 = 681.81 \times 12.5 \times 100 \times 4 \times 12 / (150 \times 90) \rightarrow COp2 = S/. 3030.27$  anuales

Costo Operario =  $320 \times 12.5 \times 100 \times 4 \times 12 / (150 \times 90) \rightarrow CO = S/. 1422.2$  anuales

Beneficio (B) = S/. (11921.47 - 3030.27) = S/. 8891.2  $\rightarrow$  Ahorro anual generado

Considerando un tiempo de vida para el equipo igual a 3 años, luego:

Costo (C) = S/. 1422.2 operario/anual + 3574.84 x 3.45/3 = S/. 5533.27, luego:

Beneficio / Costo = B/C = 8891.2 / 5533.27  $\rightarrow$  B/C = 1.61

Se puede observar que el índice beneficio/costo es mayor que 1, lo cual indica la conveniencia de la implementación del nuevo sistema y la recuperación de la inversión en un tiempo menor a 2 años; más allá aún de los factores ambientales y reducción de tiempos generados que son igualmente importantes.

### **Cálculo de la T.I.R. de la Inversión**

A fin de justificar la inversión en el proyecto, evaluaremos la tasa de interés T.I.R. que se obtiene en el mismo, en comparación con la tasa de interés que ofrece el sistema bancario; para lo cual:

Inversión (P) = \$ 3574.84 (valor presente)

Anualidad (A) = S/. 8891.2 = \$ 2577.16 (utilidad anual – 3 años)

De fórmula de interés compuesto:  $P = A ( P/A, r, n)$

Luego, reemplazando:  $3574.84 = 2577.16 (r, 3)$

Factor (r,s) = 1,387

De tablas de interés compuesto (ver anexo) se obtiene  $r \gg 20\%$

Por lo tanto, es conveniente efectuar la inversión ya que la tasa interna de retorno, es decir el % de interés que tendría que ofrecer el banco para colocar el dinero en él y no invertirlo en el proyecto debería ser  $>20\%$ , siendo actualmente cerca del 10%.



## **7.2 Análisis de Costos de Fabricación del Extractor de Aire**

Para el análisis, es necesario considerar los costos reales de fabricación de los cuadros anteriores, el ahorro de energía, la disminución de los gastos por mantenimiento y el incremento en la velocidad del proceso de cocción.

### **7.2.1 Costos de operación con el extractor anterior.-**

El extractor anterior, de mayor envergadura e impulsado por medio de un motor de combustión interna, presentaba costos de operación considerablemente altos que involucraban los costos periódicos de combustible y aceite durante el proceso de cocción del ladrillo así como los debido al engrase de chumaceras entre otros.

Tomando como referencia 1 mes de producción continua, es decir 720 horas de servicio, se tiene:

Tabla N° 42

	Petróleo Diesel D2	Aceite de Motor Ursa-Texaco G40	Aceite de Caja Shell - G250	Grasa Arcanol L12V
Costo S./ gln	6.5	100.0	100.0	120 S/.1.5kg
Cant. X turno	12	1/4 gl.	1 gl	90 gr.
# de veces	60	60	1	2
Costo Parcial	4680.0	1500.00	100.0	15.0
	Costo Total		\$ 1800.0	S/. 6295.00

Además, el costo de mano de obra, repuestos y materiales por paradas de mantenimiento, considerando los tiempos empleados en general durante 1 mes de operación del conjunto, se tiene:

Tabla N° 43

	Motor Diesel Perkins			Extractor de Aire VRS 838-II		
	Cambio de aceite	Mantto. Parada	Rptos. e insumos	Engrase y Limpieza	Mantto. Parada	Rptos. e insumos
Tiempo	20 min	240 min	Cambio	60 min	480 min	Pernos
# veces	60	1	Aceite, fil	17	1	de unión,
Costo de personal	0.8 \$/hr	1.1 \$/hr	tros 1 y2 otros.	0.8 \$/hr	0.8 \$/hr	soldeo, otros
Cant .	1	2		1	3	
Costo Parcial	\$ 14.4	\$ 8.8	\$ 50.0	\$ 13.6	\$ 19.2	\$ 15.00
	Costo Total				121.0	423.5

-\*- Observar que no se están considerando los gastos por overhaul del motor de combustión interna cada 2 años de servicio en promedio.

Luego de ambos cuadros, el costo total asciende a:

$$\text{Costo Total} = \text{CT1} = \$ 1800.00 + \$ 121.00 \rightarrow \text{CT1} = \$ 1921.00$$

### 7.2.2 Costos de inversión y Operación del nuevo extractor.-

Del cuadro de tiempos y costos reales antes mostrado para este extractor modelo VRS 838-II, se tiene una inversión inicial de: \$ 1824.90

El consumo de la potencia activa del extractor (el cual tiene un motor de potencia aparente de 25 Hp = 33.5 Kw al 80% y f.p = 0.72) es de 24.12 Kw

El consumo de la potencia reactiva del motor eléctrico, considerando un factor de potencia de 0.72, es de 23.25 kw

Considerando una Tarifa MT2 con costo de energía activa fuera de horas punta de = 0.1048 S./ Kw h y costo de energía reactiva de 0.0438 S./ Kw h

Entonces, los costos actuales de operación del conjunto extractor - motor eléctrico, considerando 1 mes de servicio, vienen a ser:

Tabla N° 44

	Consumo de Energía Activa	Consumo de Energía Reactiva	Grasa Arcanol L12V
Costo unitario	S/. 0.1048	S/. 0.0438	120 S/. 1.5kg
Total horas, gr.	712 hrs	712 hrs	100 gr.
Potencia (kw)	24.12 kw	23.25 kw	
Costo Parcial	S/. 1800.00	S/. 725.06	8.0
	Costo Total		\$ 734.2 S/. 2533.0

Además, el costo de mano de obra, repuestos y materiales por paradas de mantenimiento, durante 1 mes de operación del conjunto, se tiene:

Tabla N° 45

	Motor Eléctrico Delcrosa			Extractor de Aire VRS 838-II		
	Inspecc. y medición	Mantto. Parada	Rptos. e insumos	Engrase y Limpieza	Mantto. Parada	Rptos. e insumos
Tiempo	10 min	120 min	cambio de	60 min	300 min	Pernos
# veces	60	1	carbones,	8	1	de unión,
Costo de personal	1.1 \$/hr	1.1 \$/hr	cableado y otros	0.8 \$/hr	0.8 \$/hr	soldeo y otros
Cant .	1	2		1	2	
Costo Parcial	\$ 11.0	\$ 4.4	\$ 15.00	\$ 6.4	\$ 8.0	\$ 12.00
	Costo Total				\$ 56.8	S/. 198.8

Finalmente el costo de operación y mantenimiento asciende a:

$$\text{Costo Total} = \text{CT2} = \$ 734.20 + \$ 27 \rightarrow \text{CT2} = \$ 761.2 \text{ y;}$$

El costo de mano de obra viene a ser:

$$\text{Cmo} = \$ 11.0 + \$ 4.4 + \$ 6.4 + \$ 8.0 \rightarrow \text{Cmo} = \$ 29.8$$

### 7.2.3 Justificación Técnico – Económica.-

#### Análisis Beneficio – Costo de la inversión

Del análisis anterior mostrado se tiene:

Costo Total del proceso anterior = CT1 = \$ 1921.00, en un mes de operación; considerando un costo anual, entonces CT1 = \$ 23 052.00 anuales.

Costo total del nuevo proceso (actual) = CT2 = \$ 761.2, en un mes de operación; considerando un tiempo de 1 año, luego CT2 = \$ 9134.4 anuales.

Además el costo de mano de obra para el extractor de aire actual es de =  $29.8 \times 12$  meses  $\rightarrow$  Cmo = \$ 357.6 anuales.

Entonces, de los datos anteriores se tiene:

Beneficio= B = \$ (23 052.0 – 9134.4) = \$ 13917.6  $\rightarrow$  Ahorro anual generado

Considerando que a un ritmo de operación continua, el extractor de aire tiene un tiempo de vida de 1 año, luego:

Costo (C) = \$ 357.6 operario/anual + 1824.9 / 1 = \$ 2182.5, luego:

Beneficio / Costo = B/C = 13917.6 / 2182.5  $\rightarrow$  B/C = 6.37

Claramente se puede observar que el índice B/ C calculado es mucho mayor a 1, es decir el beneficio obtenido por la inversión efectuada en relación al costo de su implementación es superior, conveniente y acertada desde el punto de vista económico.

### **Cálculo de la Tasa interna de Retorno**

En términos de inversión, calcularemos la T.I.R. a fin de evaluar la rentabilidad del proyecto. Se tiene:

Inversión (P) = \$ 1824.90 (valor presente)

Anualidad (A) = \$ 13917.6 (utilidad anual – 1 año)

De fórmula de interés compuesto:  $P = A ( P/A, r, n)$

Luego, reemplazando:  $1824.90 = 13917.60 \times (r, 1)$

Factor (r,s) = 0.1311

De tablas de interés compuesto (ver anexo) se obtiene  $r \gg 40\%$

Por lo tanto, según se puede observar claramente, es conveniente realizar la inversión ya que la tasa interna de retorno, es decir el % de interés que tendría que ofrecer el banco para colocar el dinero en él y no invertirlo en el proyecto debería ser  $> 40\%$  (que es la que se da en el proyecto) , siendo actualmente cerca del 10%.

Cabe resaltar que no han sido considerados en el análisis, ya que el fin de éste es el de justificar la innovación; el ahorro por personal e insumos en el proceso de cocción debido al incremento real de la velocidad de procesamiento del ladrillo así como el gasto debido al overhaul cada 2 años del motor de combustión; factores con los que la relación beneficio / costo y la T.I.R. serían aún mayores.

### **7.3 Análisis de Costos de la Red de Tuberías de Succión**

#### **7.3.1 Cálculo de Costos y Parámetros de la red inicial.-**

##### **Costo de energía eléctrica**

La ubicación inicial del extractor de aire generaba una pérdida de potencia adicional por el tendido del cableado eléctrico a lo largo del horno. Las características del tendido se indican a continuación:

Tabla N° 46

Long.Horno	Tipo cable	Sección	Suministro	Corriente
170 mts	NYN unipolar	Ø 25mm <sup>2</sup>	MT2	Ca trifásica

Además consideremos para el cálculo, la lectura de amperaje promedio indicada en el equipo durante su operación que es de 35 amp., luego de la fórmula siguiente:

$R = K \times r \times L / S$  <ohms> donde: R = resistencia eléctrica del conductor

K = constante = 1 para conductores trifásicos

L = 155 mts. ; S = sección conductor = 25mm<sup>2</sup>

r = densidad Cu = 0.018 (ohm<sup>2</sup>/mm<sup>2</sup>/mt.)

Entonces:  $R = 1 \times 0.018 \times 170 / 25 \rightarrow R = 0.1224$  ohms

Además:  $AV = I \times R$  donde: AV = caída de tensión (v) ; I = 35 amp;

Luego:  $AV = 35 \times 0.1224 \rightarrow AV = 4.28$  voltios

Como:  $P = AV \times I$ ; donde: P = Potencia de pérdida (watts)

Finalmente:  $P = 4.28 \times 35 \rightarrow P = 149.8$  watts = 0.15 kw

Por otro lado, se sabe que el costo de la energía para MT2 es de:

Energía activa=EA=0.1048 S./ Kw h Energía reactiva=ER=0.0438 S./ Kw h

Considerando un factor de potencia de 0.85, (del transformador ppl ), luego:

Consumo EA=0.1048x0.15=0.016; Consumo ER=0.0438x0.15x 0.619=0.004

Tomando como referencia un mes de consumo de 720 horas, se tiene:

Costo EA = 0.016x720 = S/. 11.52; Costo ER = 0.004x720 = S/. 2.88

Finalmente el costo adicional de energía por cableado es de:

Costo Adicional x Cableado = CAC = 11.52 + 2.88 → CAC = S/. 14.4

Además, el costo del cableado NYY unipolar de 25mm<sup>2</sup> de sección es de 1.4 \$/, luego para este tramo adicional de 170x3 = 510 mts el costo total del tendido sería:

Costo cableado NYY = 1.4 x 510 → Costo Cableado = \$ 714

### Parámetros de medición preliminar

De las mediciones de campo efectuadas en el equipo en su ubicación inicial:

Tabla N° 47

Caudal (Q)	Presión (P)	R.P.M.	Amperaje	Voltaje
17100 cfm	4"	1200	32 – 35	220 v

Con la modificación a realizar, la disminución en las pérdidas se reflejará en un menor consumo de amperaje y por ende en la reducción de costos.

### 7.3.2 Costos de la implementación de la red actual.-

La fabricación de la red de tuberías, su protección interna, el montaje y las pruebas de operación respectivas implicaron diversos factores como mano de obra, tiempos, materiales empleados y los costos ligados, los cuales se indican a continuación en el siguiente cuadro:

Tabla N° 48

MATERIALES					
	Plancha Fe 3/16"x4'x8'	Plancha Fe 3/8"x4'x8'	Varilla de Fe 1/2"x1/2"x6mt	EjeSAE1020 Ø1"x6mt	Tubo Fe Ø6"x1mt
Costo Unit.	\$ 37.60	\$ 84.90	\$ 5.96	\$ 12.00	\$ 23.30
Cantidad	30	1	2	0.25	4
Costo Total	\$ 1128.0	\$ 84.9	\$ 11.92	\$ 3.0	\$ 93.2
					\$1321

Tabla N° 49

CONSUMIBLES							
	BronceØ2" Ø1"x2"long	Soldadur a E6011	Soldadur a E7018	Oxicort O2/m3	Brea (kg)	Pintur (gln.)	Emp, Otros
Costo Unit.	6.2 \$/Kg	1.9 \$/kg	2.2 \$/kg	2.7\$/kg	\$0.86	\$ 7.3	
Cantidad	0.61*6	32	26	18	135	4	
Costo Total	\$ 22.7	\$ 60.8	\$ 57.2	\$ 66.1	\$ 116	\$29.2	\$58.5
							\$410.5

Tabla N° 50

MANO DE OBRA – PROCESOS				
	Operación (2 persona)	Rolado	Montaje (4 pers.)	Prueba-Medic (3 personas)
Costo Unit.	1.0 \$/hr	0.12\$/kg	1.0 \$/hr	1.1 \$/hr
Cantidad	8x15x2	101x30	8x9x4	5x3
Costo Total	\$ 240.0	\$ 363.6	\$ 288.8	\$ 16.5
				\$ 908.9

Resumiendo los cuadros anteriores, el costo de operación y montaje es de:

$$\text{Costo Operación} = \text{CF} = 1321 + 410.5 + 908.9 \rightarrow \text{CF} = \$ 2640.4$$



Además, se deben agregar un factor de 15% por gastos administrativos y de dirección así como la ganancia propia del proyecto que se considera para este caso del 30%. Entonces el costo total del proyecto es de:

$$\text{Costo Total} = \text{CT} = 1.3 \times (1.15 \times 2640.4) \rightarrow \text{CT} = \$ 3947.4$$

Por otro lado, los parámetros medidos durante las pruebas de operación de la nueva red ya instalada son:

Tabla N° 51

Caudal (Q)	Presión (P)	R.P.M.	Amperaje	Voltaje
15 230 Cfm	2.8 " agua	1200	24-26 amp	224

Estos valores serán importantes tener en consideración para el análisis de la inversión a continuación indicada.

### 7.3.3 Análisis de Costos de inversión.-

Para efectuar este análisis es necesario observar que existen diversos factores de costos, los cuales a continuación se indican:

#### **Ahorro de costos por disminución de caída de presión en el sistema:**

De los cuadros arriba mostrados de las mediciones efectuadas antes y después de la implementación de la nueva red se tiene:

$$\text{Presión inicial} = 4" \text{ agua}; \quad \text{Presión actual} = 2.8" \text{ agua} \quad \rightarrow \text{AP} = 1.2" \text{ agua}$$

Además Caudal actual  $Q_2 = 15230 \text{ cfm} = 7.186 \text{ m}^3/\text{s}$ , luego:

$$\text{Pot} = Q_2 \times \text{AP} / (6346 \times \text{nb}) \quad \text{donde:} \quad \begin{aligned} \text{Pot} &= \text{Potencia ahorrada en HP} \\ \text{AP} &= \text{presión en pulg de agua} \\ \text{nb} &= \text{eficiencia extractor} = 60 \% \end{aligned}$$

Entonces:  $\text{Pot} = 15230 \times 1.2 / (6346 \times 0.6) \rightarrow \text{Pot} = 4.8 \text{ Hp} = 3.58 \text{ kw}$

Como el costo de energía eléctrica para un suministro del tipo MT2 es de:

$$\text{Energía activa} = \text{EA} = 0.1048 \text{ S./Kw h}; \quad \text{Energía reactiva} = \text{ER} = 0.0438 \text{ S./Kw h}$$

Considerando un factor de potencia de 0.8, luego:

$$\text{Ahorro energía activa} = \text{AEA} = \text{Pot} \times \text{EA} = 3.58 \times 0.1048 \rightarrow \text{AEA} = 0.375 \text{ S./h}$$

$$\text{Ahorro energía reactiva} = \text{AER} = \text{Pot} \times \text{ER} = 3.58 \times 0.75 \times 0.0438 \rightarrow \text{AER} = 117 \text{ S./h}$$

Para un consumo anual, es decir,  $360 \times 24 = 8640 \text{ h}$ ; los valores serían de:

$$\text{Ahorro Anual EA} = 0.375 \times 8640 = \text{S/} 3240.0; \quad \text{Ahorro Anual}$$

$$\text{R} = 0.117 \times 8640 = \text{S/} 1010.9$$

Finalmente se obtiene:

$$\text{Ahorro Costos x Presión} = \text{ACP} = 3240 + 1010.9 \rightarrow \text{ACP} = \text{S/} 4250.9 = \$ 1232.15$$

### **Ahorro debido al cableado eléctrico y consumo de corriente:**

Del cálculo de costos de la red inicial se obtuvo:

$$\text{Ahorro energía por cableado} = \text{S/} 14.4 \quad \text{y} \quad \text{Costo del cableado} = \$ 714.0$$

Considerando un consumo anual, el ahorro de energía por cableado eléctrico sería de  $14.4 \times 12 = S/. 172.8 = \$ 48.8$

Como el costo del cableado no se altera finalmente:

$$\text{Ahorro debido al cableado} = AC = \$ 48.8 + \$ 714.0 \rightarrow AC = \$ 762.8$$

#### **7.3.4 Justificación Técnico – Económica.-**

##### **Análisis Beneficio – Costo de la inversión:**

Haciendo el análisis para un año de operación de la red, entonces:

$$\text{Beneficio} = \$ ( 762.8 + 1232.15) = \$ 1994.9 \text{ Ahorro anual}$$

$$\text{Costo} = 3947.4 / 2.5 = \$ 1578.9 \text{ Costo anual de la nueva inversión}$$

$$\text{Beneficio / Costo} = 1994.9 / 1578.9 = 1.26$$

Observar que para el cálculo no se ha considerado el ahorro significativo que trae consigo el aumento del caudal en el proceso de cocción de los ladrillos, ya que la velocidad de la misma se acelera, lo cual redundaría en un menor tiempo y por ende menor costo de personal y de insumos y/o un incremento en el ritmo de producción.

## CONCLUSIONES

- Orientar el mantenimiento a la administración del tiempo de vida de las máquinas y equipos, terciarizando su reparación cuando esta debe ser especializada o a criterio del área responsable; pero capacitando en forma progresiva al operario a fin de que realice tareas básicas de mantenimiento.
- La implementación del plan de calidad y la filosofía de la mejora continua en el personal y la empresa en general, es un factor estratégico que permite conseguir avances más sostenibles en el tiempo.
- Se considera trascendente el aporte realizado en la innovación de los procesos y equipos, ya que ello genera reducción de costos y tiempos de operación, factores importantes para la competitividad de la empresa.
- Las paradas generadas en los vehículos por fallas intempestivas ocasionando pérdidas ó retrasos en la producción, se han reducido a tiempos menores a 24 horas por unidad de transporte, siendo muchas de ellas programadas gracias al seguimiento dado al equipo en su mantenimiento, lo cual permite tener una mayor disponibilidad de equipos.

### **Cálculo de la Tasa interna de Retorno:**

Considerando un período de 2 años para la vida útil del sistema ende, las utilidades del proyecto, se tiene:

Inversión (P) = \$ 3947.40 (valor presente)

Anualidad (A) = \$ 1994.90 (utilidad anual – 2 años)

De fórmula de interés compuesto:  $P = A ( P/A, r, n)$

Luego, reemplazando:  $3947.4 = 1994.9 (r, 2)$

Factor (r, 2) = 1,98

De tablas de interés compuesto (ver anexo) se obtiene  $r > 20\%$

Por lo tanto, desde el punto de vista de inversión, fue conveniente realizar el proyecto ya que la tasa interna de retorno, es decir el % de interés que tendría que ofrecer el banco para colocar el dinero en él y no invertirlo en el proyecto debería ser  $>20\%$ , siendo actualmente cerca del 10%.

- Los costos de mantenimiento correctivo que representaban alrededor del 20% del costo de producción se han reducido en promedio al 5% debido a los programas pilotos de mantenimiento preventivo, disminuyendo así los gastos y tiempos, generándose mayor confiabilidad por mínimos fallas.

- La mejora del nivel técnico del personal, su aporte e identificación con la empresa y el cambio progresivo de ideología son aspectos importantes que representan mayor competitividad y consecuentes con los objetivos trazados

- El mercado de la empresa se ha visto ampliado significativamente con las estrategias de promoción y difusión. Es cierto, que aún es necesario incidir sobre puntos como la mayor penetración de las unidades de venta en las zonas de demanda y formar alianzas estratégicas con clientes importantes, pero se está trabajando en ello, de acuerdo al diagrama árbol trazado.

- Es importante obtener la certificación de nuestros productos ya que ello significará una ventaja competitiva y posicionamiento estratégico. Se está proyectando, a través de un control de calidad más minucioso en las etapas de fabricación, a conseguir certificaciones progresivas en los productos.

- Se deberá incidir aún más en la innovación de las etapas de fabricación y la tecnología empleada en los mismos a fin de reducir tiempos y costos de producción. El proceso de cocción se está proyectado a efectuarlo en horno cerrado y con alimentación de carbón en la parte superior, todo ello a fin de minimizar gastos de combustibles y tiempos de procesamientos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Design of Industrial Ventilation, J. Alden y M. Kane, Mc Graw Hill - 1982
2. Fundamentos del Transporte Neumático, A. Valderrama, Sem. CIP - 1980
3. Transporte Neumático de materiales pulverulentos, Edit. Barcelona - 1974
4. Curso de Turbomáquinas DEM, Coz A.F., P.U.C.P.
5. Catálogo de Selección de Ventiladores, Airtec S.A. - 1994
6. Gestión de la Calidad Total, Paul Jones, Prentice Hall - 2000
7. Administración Estratégica: Enfoque Integral, Mc Graw Hill - 1996
8. Manual de aceros especiales, Aceros Bohler del Perú - 2002
9. Pensamiento Lateral, Edward de Bono, Prentice Hall - 2002
10. Diseño en Ingeniería Mecánica, Shigley J. Edward, Mc Graw Hill - 1998
11. Catálogo de Selección de Equipos de transporte y molienda, Denver
12. Exhaust System Design - Industrial Ventilation, Mc Graw Hill - 1998

## APENDICE

### GUIA DE SECUENCIA

1. Planos de Taller y catálogos de selección.
2. Hojas de cálculo y Tablas de referencia.
3. Informes y Registros de Mantenimiento



## APÉNDICE 1:

### PLANOS DE TALLER Y CATÁLOGOS DE SELECCIÓN



## FIGURA N°1

# VENTILADORES CENTRIFUGOS

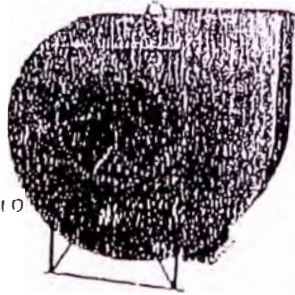
### SERIE VRI - TIPO I, II, III y IV

Modelos  
Estándar y Heavy Duty

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 3,000 a 70,000 cfm  
Presión Estática : 1" a 20" de H<sub>2</sub>O  
Velocidad : 129 a 3,450 rpm  
Nivel de Ruido : 50 a 80 db

Tipo I : Aire limpio  
Tipo II : Aire contaminado con pequeñas partículas  
Tipo III : Aire contaminado con partículas mayores  
Tipo IV : Aire contaminado con grandes trozos  
Fabricaciones especiales para temperaturas hasta 650°C y para extraer gases corrosivos o abrasivos. De amplia aplicación en la industria.



### SERIE TURBO " R "

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 140 a 5,400 cfm  
Presión Estática : 10" a 83" de H<sub>2</sub>O

Velocidad : 3,450 rpm  
Transmisión : Directa

Nivel de Ruido : 50 a 80 db



Turbo ventilador fabricado especialmente para obtener muy altas presiones, se utiliza en los sistemas de transporte neumático, celdas de flotación, quemadores de petróleo o cualquier aplicación donde se requiera alta presión y bajo caudal.

### SERIE VRS - CLASE I, II y III

Modelos  
Estándar y Heavy Duty

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 516 a 253,000 cfm  
Presión Estática : 1/2" a 12" de H<sub>2</sub>O  
Velocidad : 114 a 5,400 rpm  
Nivel de Ruido : 50 a 80 db



Ventilador radial industrial, mediana presión y alto caudal, bajo nivel de ruido para trabajar con aire ligeramente contaminado, temperaturas hasta 300°C y gases corrosivos o abrasivos con recubrimientos especiales.

### SERIE TURBO " T "

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 300 a 17,500 cfm  
Presión Estática : 7" a 70" de H<sub>2</sub>O

Velocidad : 2,900 a 3,600 rpm  
Transmisión : Directa ó Faja

Nivel de Ruido : 50 a 80 db



Ventilador similar al tipo Turbo " R ", pero con mayor caudal.

### SERIE VRSS - SIROCCO

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 420 a 26,000 cfm  
Presión Estática : 1/8" a 2" de H<sub>2</sub>O

Velocidad : 112 a 2,070 rpm  
Nivel de Ruido : 50 a 70 db



Ventilador Centrifugo se utiliza principalmente en los sistemas de baja presión, gran caudal y bajo nivel de ruido, tanto en extracción o ventilación de oficinas, comedores, salas de conferencia, aire acondicionado, uso doméstico e industrial.

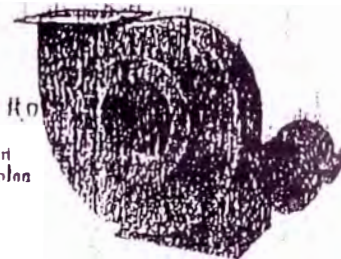
### SERIE VRI-G

Material  
Impulsor : Fe, Ne o Especial  
Carcasa : Fe, Ne o Especial

Caudal : de 60 a 8,000 cfm  
Presión Estática : 1/2" a 34" de H<sub>2</sub>O

Velocidad : de 1200 a 3,450 rpm  
Transmisión : Directa o Faja/palan

Nivel de Ruido : 70 a 100 db



Ventilador centrifugo muy versátil y económico, bastante liviano y se aplica en todo tipo de industria donde se requiere medianas presiones y caudales. A su mismo se realiza recubrimientos especiales para aplicaciones con gases corrosivos o abrasivos.

FIG

ORIGINAL

VRP LG - 350

Impulsor hasta 3540 RPM

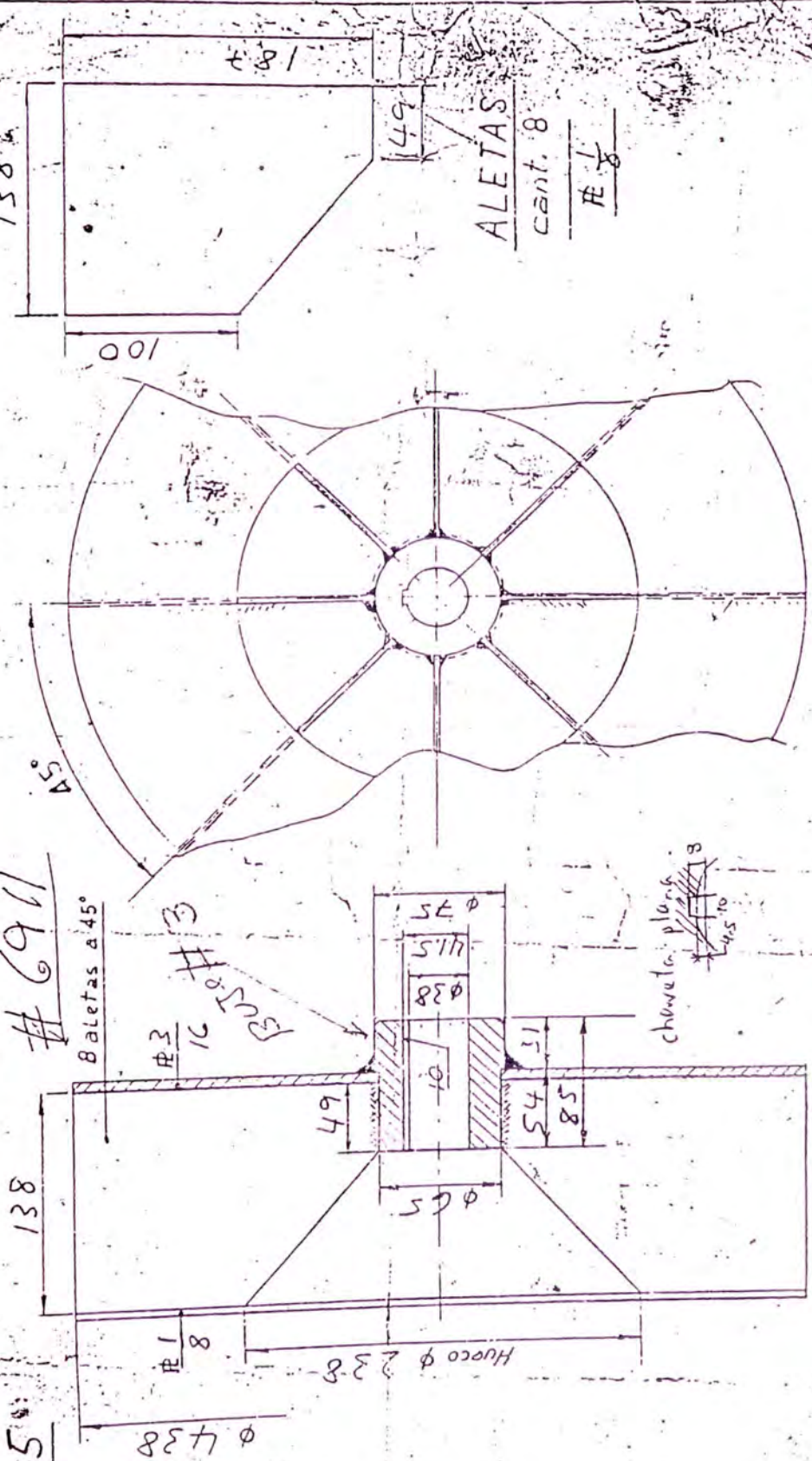
M.V. - 132 - M.T. 15 - 3470  
132 - S. - 12 - 3540

1125

#6911

Baletas a 45°

ESTR #3  
R 3/16



NOTAS:

- 1 - COMPLETOR: dimensiones (Factor x VRLE - 350)
- 2 - Dimensiones de óleas, según Factor y dimensiones masa.

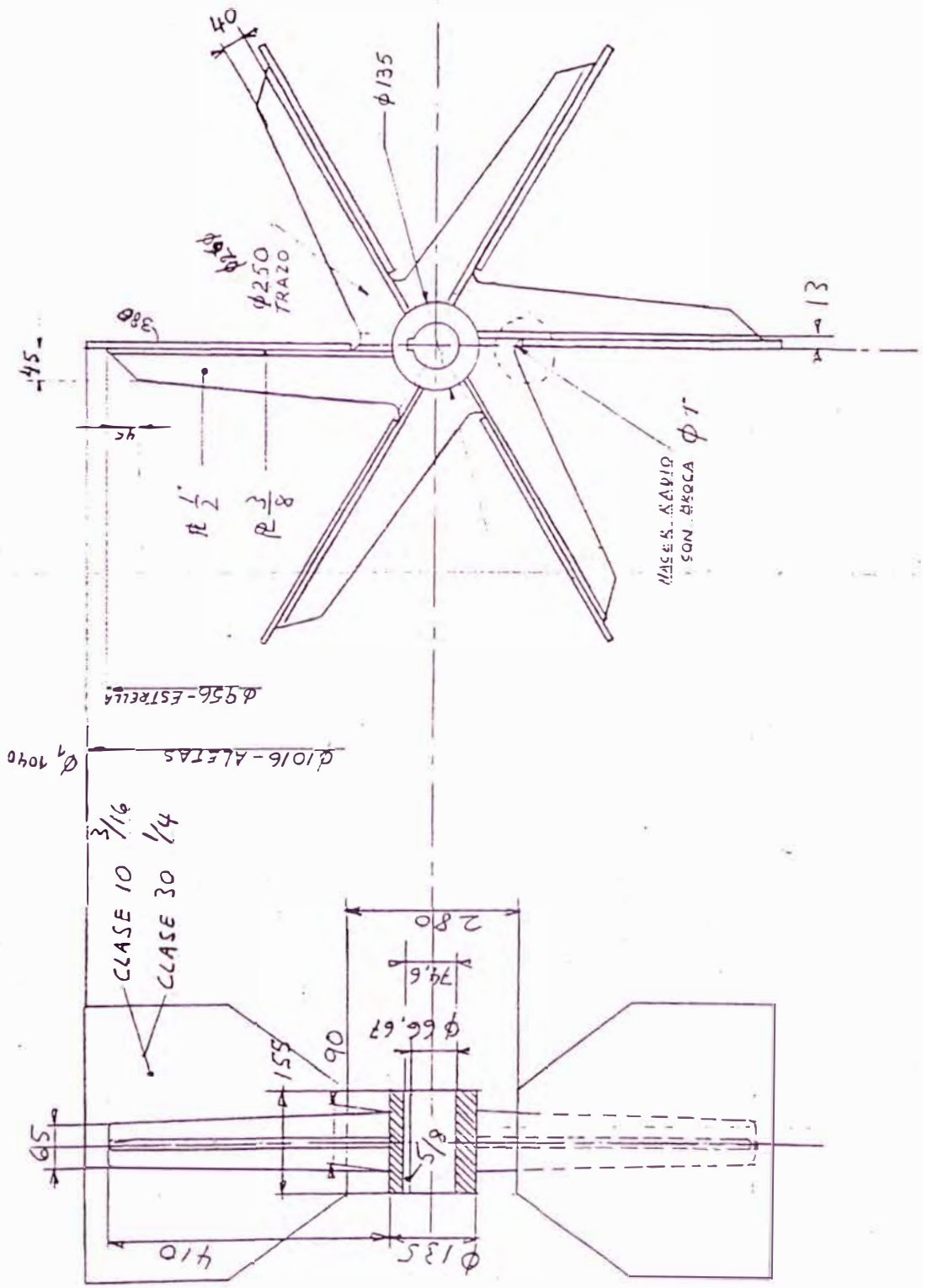
3 - dimensiones de masa según eje motor. (6060e-RL)



Figura 4

LS-2023 - VRS-III - 838

2 de 4





UCP-5111

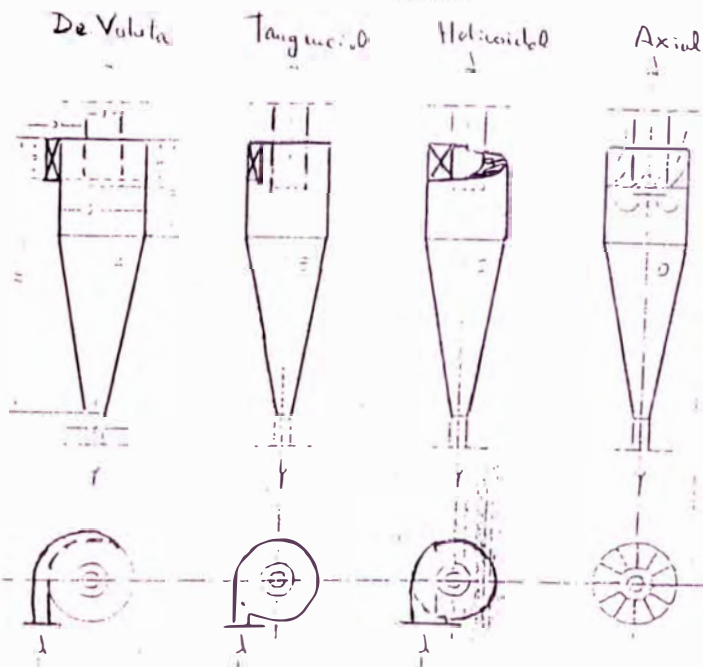
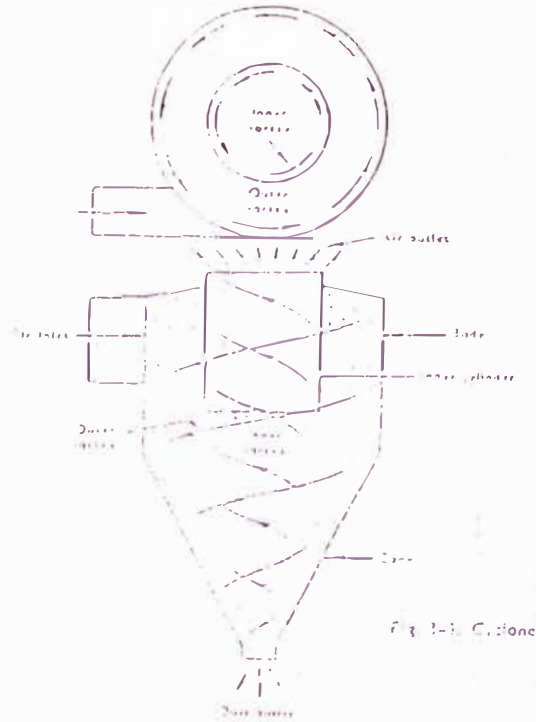


Bild 22. Verschiedene Bauarten von Fliehkraftschneidern.  
Diferentes tipos de ciclones

FIGURA N°6: Tipos de Ciclones

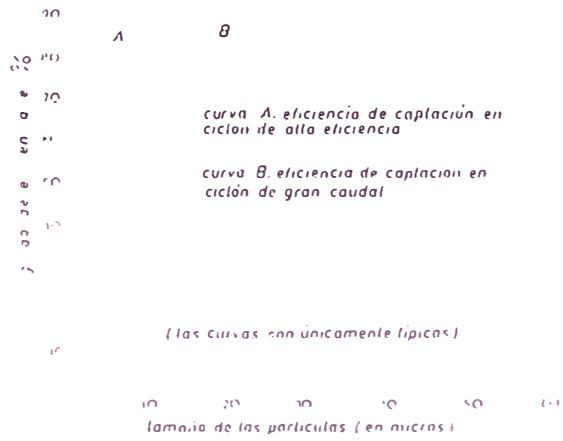


FIG. 3.33. Curvas típicas de eficiencia de separadores ciclónicos.

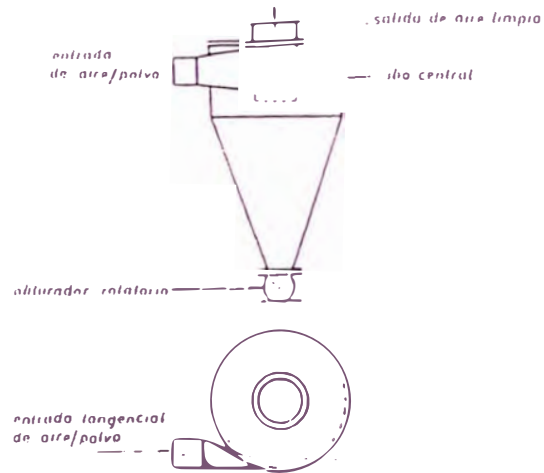


FIG. 3.34. Ciclón simple.

Quando se usa un ciclón de gran eficiencia (de 60 a 90 cm  $\phi$ ) para captar polvos finos, pueden lograrse ventajas si la mayoría de las partículas más gruesas arrojadas contra la pared de la porción paralela pueden eliminarse lo más rápidamente posible. Esto puede hacerse dotando la sec-

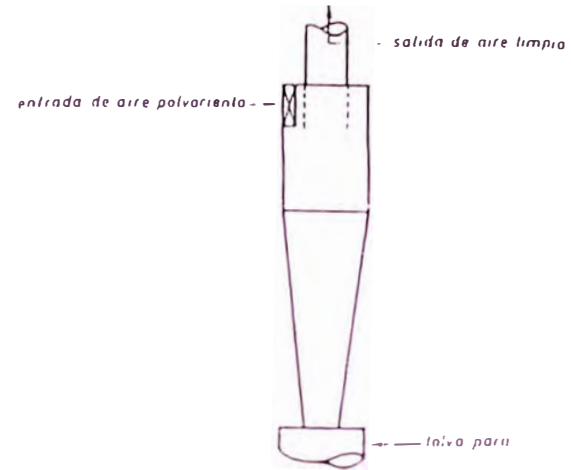


FIG. 3.35. Separador ciclónico de alta eficiencia.

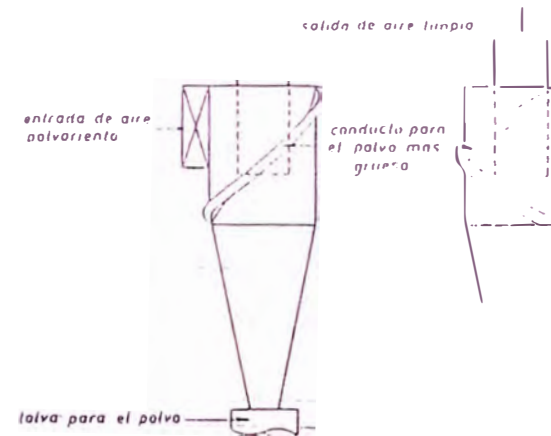


FIG. 3.36. Separador ciclónico con conducto especial.

## FIGURA N°7: Eficiencia de Captura



## APÉNDICE 2:

HOJAS DE CALCULO Y TABLAS DE REFERENCIA

TORNILLOS TRANSPORTADORES

J.G.H.



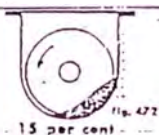
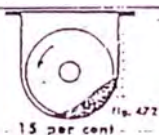
TABLA N° 1

CARACTERISTICAS DEL MATERIAL		CLASE
TAMANO	Muy fina malla 100 o mas	A
	Fina malla 1/8" o menos	B
	Granular 1/2" o menos	C
	Terrones sobre 1/2"	D
	Irregular, forma fibrosa, filamentos o parecida	H
FLUJO	De flujo muy libre (ángulo reposo hasta 30°)	1
	De flujo libre (ángulo reposo entre 30° y 45°)	2
	De flujo lento (ángulo reposo 45° o mas)	3
ABRASION	No abrasivo	6
	Medio abrasivo	7
	Muy abrasivo	8
OTRAS CARACTERISTICAS	Contaminable (de uso afectable)	K
	Microscópico	L
	Altamente corrosivo	N
	Medio corrosivo	P
	Produce polvos nocivos	R
	Contiene polvos explosivos	S
	Degradable (perder cualidades)	T
	Muy ligero o laciloso	
	Compacto (	X
	Se aglomera y se hace fluido (cemento)	Y
El material tiende a compactarse	Z	

TABLE N°2

Selection

Table 2 Capacities and speeds of horizontal screw conveyors

Material class ▲	Screw diameter, inches	Maximum lump size, inches ■	Maximum recommended speed, RPM ⊙	Capacity at maximum recommended speed		Trough loading CARGA CHAN
				Cubic feet per hour		
				Capacity at maximum recommended speed	Capacity at 1 RPM	
A16 B16 C16 <i>válida para todo los valores</i>	6	3/4	165	375	2.27	 45 per cent
	9	1 1/4	150	1200	3.0	
	12	2	140	2700	12.3	
	14	2 1/4	130	4000	30.8	
	16	3	120	5600	46.6	
	18	3	115	7600	65.1	
20	3 1/2	105	9975	95.0		
D16, H16 A26, A36 B26, B36 C26, C36 D26, D36 H26, H36	6	3/4	120	180	1.5	 30 per cent
	9	1 1/4	100	560	5.6	
	12	2	90	1200	13.3	
	14	2 1/4	85	1790	21.1	
	16	3	80	2510	31.4	
	18	3	75	3400	45.4	
20	3 1/2	70	4340	62.1		
A17, A27, A37 B17, B27, B37 C17, C27, C37 D17, D27, D37 H17, H27, H37	6	3/4	60	90	1.5	 15 per cent
	9	1 1/4	50	280	5.6	
	12	2	50	665	13.3	
	14	2 1/4	45	950	21.1	
	16	3	45	1410	31.4	
	18	3	40	1850	45.4	
20	3 1/2	40	2485	62.1		
A18, A28, A38 B18, B28, B38 C18, C28, C38 D18, D28, D38 H18, H28, H38	6	3/4	60	45	1.5	 15 per cent
	9	1 1/4	50	140	2.8	
	12	2	50	335	6.7	
	14	2 1/4	45	470	10.5	
	16	3	45	705	15.7	
	18	3	40	910	22.7	
20	3 1/2	40	1240	31.1		

▲ Consider only the classifications shown when selecting screw diameters and speeds.  
■ Unmixed material consisting of coarse and fines where 25% of volume does not exceed maximum lump size and average size of balance dust

⊙ not exceed one-half of the maximum lump size. When lumps exceed 25% of volume or material contains non-unbreakable lumps, consult LMA, Belt.  
⊙ Speeds higher than those recommended will result in accelerated wear on hanger bearings and couplings.

TABLE N°3

Table 3 Component groups, conveyor lengths and horsepower factors

Material class	Component group, Table 4	Weight of material, pounds per cubic foot	Maximum length of conveyor in feet ▲														Horsepower factor K							
			Screw diameter, inches														Screw diameter, inches							
			Covering diameter, inches																					
			6	9	12	14	16	18	20	6	9	12	14	16	18	20	6	9	12	14	16	18	20	
A16 B16 C16	A, B, C F, G, N	1 to 10	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	18	10	9	8	8	7	7	
		10 to 20	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	22	14	13	12	12	11	11	
		20 to 30	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	26	18	17	16	16	15	15	
		30 to 40	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	30	22	21	20	20	19	19	
		40 to 50	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	250	34	26	25	24	24	23	23	
		50 to 60	100	100	150	150	200	250	170	250	190	150	105	130	38	30	29	28	28	28	27	27	27	
		60 to 70	100	100	150	150	200	250	150	250	170	130	90	115	42	34	33	32	32	31	31	31		
		70 to 80	100	100	150	150	200	250	130	225	150	110	80	100	46	38	37	36	36	35	35	35		
		80 to 90	100	100	150	150	185	250	120	205	135	100	70	90	50	42	41	40	40	39	39	39		
		90 to 100	100	100	150	140	170	250	110	185	125	95	65	80	51	45	45	44	44	43	43	43		
A26 B26 C26	A, B, C F, G, N	1 to 10	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	28	15	13	12	12	11	10		
		10 to 20	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	34	21	19	18	18	17	16		
		20 to 30	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	40	27	25	24	24	23	22		
		30 to 40	100	100	150	150	200	250	200	250	250	250	250	250	250	46	33	31	30	30	29	28		
		40 to 50	100	100	150	150	200	250	195	250	220	165	120	155	52	39	37	36	36	35	34	34		
		50 to 60	100	100	150	150	200	250	165	250	190	140	105	135	58	45	43	42	43	41	40	40		
		60 to 70	100	100	150	150	200	250	145	245	165	120	90	115	64	51	49	48	48	47	46	46		
		70 to 80	100	100	150	150	200	250	130	220	145	110	80	105	70	57	55	54	54	53	52	52		
		80 to 90	100	100	150	150	180	250	115	195	130	100	70	90	76	63	61	60	60	59	58	58		
		90 to 100	100	100	150	135	165	250	105	180	120	90	65	85	82	69	67	66	66	65	64	64		

TABLA N<sup>o</sup>4

**Selection**

Table 4 • Component group specifications

Screw diameter, inches	Coupling diameter, inches	Screw number		Trough thickness	Cover thickness	Screw diameter, inches	Coupling diameter, inches	Screw number		Trough thickness	Cover thickness
		Helicoid flight	Sectional flight					Helicoid flight	Sectional flight		
<b>Component group A</b> • babbitted bearing hangers <b>Component group B</b> • wood bearing hangers <b>Component group C</b> • bronze bearing hangers <b>Component group N</b> • ball bearing hangers regular trough regular flights cold rolled steel couplings						<b>Component group F</b> • babbitted bearing hangers extra-heavy trough extra-heavy flights cold rolled steel couplings					
4	1	4H 204	.....	16 ga.	16 ga.	4	1	4H 205	.....	10 ga.	16 ga.
6	1 1/2	6H 304	6S 304	16 ga.	16 ga.	6	1 1/2	6H 312	6S 312	1/2 in.	14 ga.
9	1 1/2	9H 306	9S 305	14 ga.	16 ga.	9	2	9H 312	9S 312	1/2 in.	14 ga.
		9H 406	9S 405	14 ga.	16 ga.			9H 416	9S 416	1/2 in.	14 ga.
12	2	12H 408	12S 407	12 ga.	14 ga.	12	2 1/2	12H 412	12S 416	1/2 in.	14 ga.
	2 1/2	12H 508	12S 507	12 ga.	14 ga.			12H 512	12S 512	1/2 in.	14 ga.
	3	12H 616	12S 612	12 ga.	14 ga.			12H 616	12S 616	1/2 in.	14 ga.
14	2 1/2	14H 508	14S 507	12 ga.	14 ga.	14	3	14H 508	14S 512	1/2 in.	14 ga.
		14H 614	14S 612	12 ga.	14 ga.			14H 614	14S 616	1/2 in.	14 ga.
16	3	16H 610	16S 612	12 ga.	14 ga.	16	3	16H 616	16S 616	1/2 in.	14 ga.
<b>Component group D</b> • hard iron bearing hangers heavy trough heavy flights hardened steel couplings						<b>Component group G</b> • wood bearing hangers <b>Component group H</b> • babbitted bearing hangers <b>Component group J</b> • bronze bearing hangers heavy trough heavy flights cold rolled steel couplings					
4	1	4H 206	.....	14 ga.	16 ga.	4	1	4H 206	.....	14 ga.	16 ga.
6	1 1/2	6H 308	6S 309	12 ga.	14 ga.	6	1 1/2	6H 308	6S 309	12 ga.	14 ga.
9	1 1/2	9H 312	9S 309	10 ga.	14 ga.	9	2	9H 312	9S 309	10 ga.	14 ga.
		9H 412	9S 412	10 ga.	14 ga.			9H 412	9S 412	10 ga.	14 ga.
12	2	12H 412	12S 412	1/2 in.	14 ga.	12	2 1/2	12H 412	12S 412	1/2 in.	14 ga.
	2 1/2	12H 512	12S 512	1/2 in.	14 ga.			12H 512	12S 512	1/2 in.	14 ga.
	3	12H 616	12S 616	1/2 in.	14 ga.			12H 616	12S 616	1/2 in.	14 ga.
14	2 1/2	14H 508	14S 512	1/2 in.	14 ga.	14	3	14H 508	14S 512	1/2 in.	14 ga.
		14H 614	14S 616	1/2 in.	14 ga.			14H 614	14S 616	1/2 in.	14 ga.
16	3	16H 616	16S 616	1/2 in.	14 ga.	16	3	16H 616	16S 616	1/2 in.	14 ga.
<b>Component group E</b> • hard iron bearing hangers extra-heavy trough extra-heavy flights hardened steel couplings						<b>Component group M</b> • hard iron bearing hangers heavy trough extra-heavy flights hardened steel couplings					
4	1	4H 206	.....	10 ga.	16 ga.	4	1	4H 206	.....	14 ga.	16 ga.
6	1 1/2	6H 312	6S 312	1/2 in.	14 ga.	6	1 1/2	6H 312	6S 312	12 ga.	14 ga.
9	1 1/2	9H 312	9S 312	1/2 in.	14 ga.	9	2	9H 312	9S 312	10 ga.	14 ga.
		9H 416	9S 416	1/2 in.	14 ga.			9H 416	9S 416	10 ga.	14 ga.
12	2	12H 412	12S 416	1/2 in.	14 ga.	12	2 1/2	12H 412	12S 416	1/2 in.	14 ga.
	2 1/2	12H 512	12S 512	1/2 in.	14 ga.			12H 512	12S 512	1/2 in.	14 ga.
	3	12H 616	12S 616	1/2 in.	14 ga.			12H 616	12S 616	1/2 in.	14 ga.
14	2 1/2	14H 508	14S 512	1/2 in.	14 ga.	14	3	14H 508	14S 512	1/2 in.	14 ga.
		14H 614	14S 616	1/2 in.	14 ga.			14H 614	14S 616	1/2 in.	14 ga.
16	3	16H 616	16S 616	1/2 in.	14 ga.	16	3	16H 616	16S 616	1/2 in.	14 ga.

TABLA N<sup>o</sup> 5

Selection

Table 5 • Factor G

Equivalent horsepower A	Factor G													
	Percentage of maximum recommended speed A													
	4	5	6	7	8	9	10	11-12	13-14	15-16	17-18	19-22	23-24	
.20		1.14	1.26	1.35	1.43	1.50	1.57	1.68	1.77	1.86	1.93	2.0	2.12	
.21-.25			1.11	1.21	1.29	1.36	1.43	1.54	1.64	1.72	1.79	1.87	1.97	
.26-.30				1.09	1.18	1.25	1.32	1.43	1.52	1.61	1.68	1.75	1.86	
.31-.35					1.08	1.16	1.22	1.29	1.43	1.51	1.59	1.65	1.77	
.36-.40						1.07	1.14	1.26	1.35	1.43	1.53	1.57	1.69	
.41-.45							1.07	1.18	1.27	1.35	1.43	1.49	1.61	
.46-.50								1.12	1.21	1.29	1.37	1.43	1.54	
.51-.60									1.09	1.18	1.25	1.32	1.43	
.61-.70										1.08	1.15	1.22	1.33	
.71-.80		1.00 in this area										1.07	1.13	1.25
.91-.90												1.06	1.18	
91-1.0													1.12	
1.1-1.2														

Equivalent horsepower A	Factor G												
	Percentage of maximum recommended speed A												
	25-28	29-32	33-36	37-40	41-46	47-52	53-58	59-64	65-72	73-80	81-90	91-100	
.20	2.21	2.29	2.37	2.43	2.52	2.59	2.66	2.72	2.80	2.86	2.94	3.00	
.21-.25	2.07	2.15	2.23	2.29	2.38	2.45	2.52	2.58	2.65	2.72	2.79	2.86	
.26-.30	1.96	2.04	2.12	2.18	2.24	2.34	2.41	2.47	2.54	2.61	2.67	2.75	
.31-.35	1.86	1.95	2.02	2.00	2.17	2.25	2.32	2.38	2.45	2.52	2.58	2.65	
.36-.40	1.78	1.86	1.94	2.0	2.08	2.17	2.23	2.29	2.36	2.43	2.50	2.57	
.41-.45	1.70	1.79	1.86	1.93	2.02	2.09	2.16	2.22	2.29	2.36	2.43	2.49	
.46-.50	1.64	1.72	1.80	1.87	1.96	2.03	2.10	2.16	2.23	2.30	2.36	2.43	
.51-.60	1.53	1.61	1.68	1.75	1.84	1.91	1.98	2.04	2.12	2.18	2.26	2.32	
.61-.70	1.43	1.51	1.59	1.65	1.73	1.82	1.88	1.94	2.02	2.08	2.15	2.22	
.71-.80	1.34	1.43	1.50	1.57	1.65	1.73	1.80	1.87	1.93	2.00	2.07	2.14	
.81-.90	1.27	1.35	1.43	1.49	1.58	1.66	1.73	1.81	1.87	1.93	2.00	2.06	
91-1.0	1.21	1.29	1.36	1.43	1.52	1.60	1.67	1.73	1.80	1.86	1.94	2.00	
1.1-1.2	1.09	1.18	1.26	1.32	1.40	1.48	1.55	1.61	1.68	1.75	1.82	1.88	
1.3-1.4		1.08	1.16	1.22	1.31	1.39	1.45	1.51	1.59	1.65	1.72	1.79	
1.5-1.6			1.08	1.14	1.23	1.31	1.37	1.43	1.50	1.57	1.64	1.70	
1.7-1.8				1.07	1.16	1.23	1.30	1.36	1.43	1.49	1.57	1.63	
1.9-2.0					1.09	1.17	1.23	1.30	1.37	1.43	1.50	1.57	
2.1-2.3						1.08	1.15	1.21	1.28	1.34	1.42	1.48	
2.4-2.6							1.07	1.13	1.20	1.27	1.34	1.40	
2.7-2.9								1.06	1.13	1.20	1.28	1.34	
3.0-3.2									1.07	1.13	1.21	1.28	
3.3-3.6		1.00 in this area									1.07	1.13	1.20
3.7-4.0												1.00	
4.1-4.5													
4.6-5.0													

A Percentage =  $\frac{\text{required screw speed}}{\text{maximum recommended screw speed, Table 2}} \times 100$

TABLA N°6

# VRS-0838

AIRTEC S.A. TELEFAX 4655165-4690890-4651908

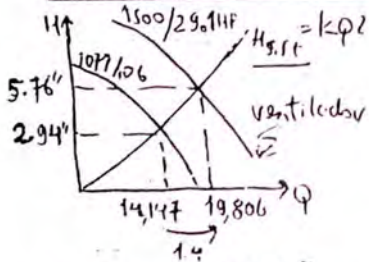
INLET 34-7/8" Outside Diameter  
Area—6.490 sq. ft. Insidé

OUTLET 35-1/2" x 25-3/4"—O/D  
Area—6.260 sq. ft. Inside.

WHEEL 33" Diameter  
8.639" Circumference

VEL		1/4" SP		3/8" SP		1/2" SP		5/8" SP		3/4" SP		1" SP		1-1/2" SP		2" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
4553	727	322	0.28	355	0.39	386	0.49	416	0.59	446	0.70	506	0.95				
5691	909	370	0.41	399	0.53	426	0.66	452	0.79	477	0.92	525	1.18	621	1.77		
5829	1091	421	0.58	447	0.72	471	0.87	495	1.03	517	1.18	559	1.50	639	2.12	719	2.82
7967	1273	476	0.79	498	0.96	520	1.13	541	1.31	561	1.49	600	1.85	671	2.58	740	3.31
9105	1455	531	1.07	551	1.26	571	1.45	590	1.64	609	1.84	644	2.25	710	3.08	772	3.92
10244	1636	588	1.41	606	1.62	624	1.83	641	2.05	658	2.27	691	2.72	753	3.64	810	4.58
11382	1619	645	1.83	662	2.06	678	2.29	694	2.53	710	2.77	740	3.26	798	4.27	852	5.30
12520	2000	703	2.32	719	2.58	734	2.84	748	3.09	762	3.36	791	3.88	845	4.98	897	6.10
13658	2182	762	2.91	776	3.19	790	3.47	804	3.75	817	4.03	843	4.60	894	5.77	943	6.99
14796	2364	820	3.60	834	3.90	847	4.20	860	4.50	872	4.81	897	5.42	945	6.67	991	7.96
15935	2545	879	4.40	892	4.71	904	5.04	916	5.36	928	5.69	951	6.35	996	7.68	1040	9.05
17073	2727	939	5.3	951	5.6	962	6.0	974	6.3	985	6.7	1007	7.4	1048	8.8	1090	10.3
18211	2909	998	6.3	1009	6.7	1020	7.1	1031	7.4	1042	7.8	1062	8.6	1102	10.1	1142	11.6

VEL		2-1/2" SP		3" SP		3-1/2" SP		4" SP		4-1/2" SP		5" SP		6" SP		7" SP	
CFM	FPM	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP	RPM	BHP
9105	1455	833	4.75	891	5.62	952	6.57	1012	7.60	1069	8.68						
10244	1636	866	5.5	919	6.5	972	7.4	1024	8.4	1079	9.5	1132	10.7				
11382	1818	903	6.3	953	7.4	1002	8.4	1050	9.5	1097	10.6	1144	11.7	1241	14.23	1333	16.9
12520	2000	945	7.2	991	8.4	1037	9.5	1081	10.7	1125	11.8	1168	13.0	1254	15.74	1342	18.19
13658	2182	989	8.2	1033	9.5	1075	10.7	1118	12.0	1159	13.2	1199	14.5	1278	17.03	1356	19.6
14796	2364	1034	9.3	1077	10.6	1117	12.0	1157	13.3	1196	14.7	1234	16.1	1309	18.8	1382	21.5
15935	2545	1082	10.5	1122	11.9	1162	13.3	1199	14.8	1236	16.2	1272	17.7	1343	20.6	1412	23.8
17073	2727	1130	11.7	1169	13.3	1206	14.6	1243	16.3	1278	17.9	1313	19.4	1380	22.6	1448	25.7
18211	2909	1180	13.2	1217	14.7	1253	16.4	1288	18.0	1323	19.6	1356	21.3	1420	24.6	1483	28.0
19349	3091	1231	14.7	1266	16.4	1301	18.1	1334	19.8	1368	21.6	1400	23.3	1462	26.8	1522	30.4
20487	3273	1282	16.4	1317	18.1	1350	19.9	1382	21.7	1414	23.6	1445	25.4	1499	29.1		
21625	3455	1334	18.3	1368	20.1	1400	21.9	1431	23.8	1462	25.7	1492	27.7				
22764	3636	1387	20.3	1413	22.2	1450	24.1	1481	26.1	1510	28.1	1540	30.1				



$Q' = 1.4 \times Q = 19,806 \text{ cfm}$   
 $H' = 2.94' \times 1.96 \rightarrow H' = 5.76' \text{ c.a.}$   
 De tablas: 6" SP / 20' 18" cfm  
 Homologando:  $N' \approx 20' / 0.2N$

HEAVY LINES IN TABLES INDICATE  
 AREAS OF MAXIMUM OPERATING EFFICIENCY  
 Shaded Areas indicate AMCA Classes

CLASS	AMCA	MAX. SPEEDS ALLOWABLE
I		1182 rpm
II		1542 rpm
III		1943 rpm
IV		Consult factory

**Tabla N° 7: Cálculo de Costos Preliminares del Sistema de Transporte y Molienda**

**EXTRACTOR DE AIRE**

MATERIALES	
Planchas de Fe Negro:	
PI 1/8" FeNegro (4'x8') = 0.75	
PI 3/16" FeNegro (4'x8') = 1.0 (+estruct)	
Soldadura 1/8" E 6011	
Considerando: 1 electrodo <> 20cm	
Aletas:	552cm
Eje:	94.3cm
Envuelta:	1092.4cm
Total Soldar:	1739cm
Cant. Electr:	87cm electrodo 1/8"
Se necesita:	2.3 Kg de soldad.

PERSONAL
1 Soldador -Oxiginista
1 Mecánico(1/2 tiempo)

TIEMPOS: (Horas)
Limpieza
Soldeo (1elect.2min): 0,5+
Trazado componente: 5.0+2 4.5
Corte(1/2mt. 1 min)1+0.5+0,5 1.5
Maniobras:(0.5+0,5+0..5, 2.5
Tomo(maquin.de eje):1+1.5
Taladro (agujeros). 1.5
Cepillo(de alabas): 1
Montaje Componente: 2
Total Hors: (2Días) 17.5

COSTOS:				
	Caract.	C. Unit. (\$ - día	Cant	C. Total (\$)
Material	PI 1/8"	30.12	0.75	22.59
	PI 3/16"	45.22	1.00	45.22
Personal	Soldad.	8.50	2.20	18.70
	Mecán.	8.50	1.00	8.50
Rolado	xunidad	8.50	3.00	25.50
Soldad.	elec 1/8"	2.00	2.30	4.60
Oxigeno	xhora	6.00	1.00	6.00
EjeSAE		30.00	1.00	30.00
TOTAL				\$ 162.00

**CICLON**

MATERIALES	
Planchas de Fe Negro:	
PI 1/8" FeNegro (4'x8') = 0.75	
PI 3/16" FeNegro (4'x8') = 1.0 (+estruct)	
Soldadura 1/8" E 6011	
Considerando: 1 electrodo <> 20cm	
Disco /Cuerpo	408.5 cm
Disco /Succ.:	281.4 cm
Cuerpo-Cono	616.5 cm
Cono-Desc.:	373.7 cm
Entr.-Cuerpo:	135 cm
Total Soldar:	1815.1 cm
Int. Electr:	91 electrodo 1/8"
Se necesita :	2.4 Kg. De soldad.

PERSONAL
1 Soldador -Oxiginista
1 Mecánico(1/2 tiempo)

TIEMPOS: (Horas)
Soldeo (1elect.2min): 1 3
Trazado componente: 0.5+ 3.5
Corte(1/2mt. 1 min)1+ 0,5+0,5 1.5
Maniobras:0,5+0,5 2
Montaje Componente: 1
Total Horas: 11
(1día 3hrs)

COSTOS:				
	Caract.	C. Unit. (\$ - día	Cant	C. Total (\$)
Material	PI 1/8"	30.12	1.25	37.65
	PI 3/16"	0.00	1.00	0.00
Personal	Soldad.	8.50	1.40	11.90
	Calder.	8.50	0.70	5.95
Rolado	xKg	0.40	80.8	40.80
Soldad.	elec 1/8"	2.00	2.40	4.80
Oxigeno	xhora	6.00	1.00	6.00
TOTAL				\$ 107.00

**RED DE TUBERIAS**

MATERIALES	
Planchas de Fe Negro:	
PI 1/8" FeNegro (4'x8') = 2.4	
PI 3/16" FeNegro (4'x8') = 0	
Soldadura 1/8" E 6011	
Considerando: 1 electrodo <> 20cm	
Ancho Tubo:	48.8 cm
Largo de Red	1269 cm
En PI 4'x8'	50 unidades
Ancho Soldar	1630 cm 2831
Largo Soldar	1269 cm 1624
Total Soldar:	2950 cm 4445
Cant. Electr:	148 cm
Se necesita	3.9 Kg de soldad.

PERSONAL
1 Soldador -Oxiginista

TIEMPOS: (Horas)
Soldeo (1elect.2min): 1+1+2x5
Trazado componente 1.5+1.10
Corte(1/2mt. 1 min)1+ 0.5+1 +1.4
Maniobras:0,5+0,5+0,5 2
Montaje Componente: 1
Total Horas: 13
( 1día 3hrs)

COSTOS:				
	Caract.	C. Unit. (\$ - día	Cant	C. Total (\$)
Material	PI 1/8"	30.12	2	60.24
	PI 3/16"	0	1	0
Personal	Soldad.	8.5	1.6	13.6
		0	0	0
Rolado	xKg	163	13	66.9
Soldad.	elec 1/8"	3.9	2.40	7.8
Oxigeno	xhora	1	1.00	6
TOTAL				\$ 155

COSTO TOTAL DEL PROYECTO (en\$)	
Extractor + Ciclón + Tubenas	424.00

A-2 Apéndice A Tablas matemáticas

Cuadro A-1 Valor presente de \$1 pagadero al final de n periodos:

La notación  $P/F, r, n$

Equación:  $PV = \frac{F}{(1+r)^n}$

Teclas de la calculadora financiera:  $P/F, r, n$

VALOR DEL CUADRO

Periodo	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1	.9901	.9804	.9709	.9615	.9524	.9434	.9346	.9259	.9174	.9091
2	.9803	.9612	.9426	.9246	.9070	.8900	.8734	.8573	.8417	.8264
3	.9706	.9423	.9151	.8890	.8638	.8396	.8165	.7948	.7732	.7520
4	.9610	.9238	.8885	.8548	.8227	.7921	.7629	.7350	.7084	.6830
5	.9515	.9057	.8626	.8219	.7835	.7473	.7130	.6806	.6499	.6209
6	.9420	.8880	.8375	.7903	.7462	.7050	.6663	.6302	.5963	.5645
7	.9327	.8706	.8131	.7599	.7107	.6651	.6227	.5835	.5470	.5132
8	.9235	.8535	.7904	.7307	.6763	.6274	.5820	.5403	.5019	.4665
9	.9143	.8368	.7664	.7026	.6446	.5919	.5439	.5002	.4604	.4241
10	.9053	.8203	.7441	.6756	.6139	.5584	.5083	.4632	.4224	.3855
11	.8963	.8043	.7224	.6496	.5847	.5268	.4751	.4289	.3873	.3503
12	.8874	.7885	.7014	.6246	.5568	.4970	.4440	.3971	.3555	.3186
13	.8787	.7730	.6810	.6006	.5303	.4688	.4150	.3677	.3262	.2897
14	.8700	.7579	.6611	.5775	.5051	.4423	.3878	.3405	.2992	.2633
15	.8613	.7430	.6419	.5553	.4810	.4173	.3624	.3152	.2745	.2394
16	.8528	.7284	.6232	.5339	.4581	.3936	.3387	.2919	.2519	.2176
17	.8444	.7142	.6050	.5134	.4363	.3714	.3166	.2703	.2311	.1978
18	.8360	.7002	.5874	.4936	.4155	.3503	.2959	.2502	.2120	.1799
19	.8277	.6864	.5703	.4746	.3957	.3305	.2765	.2317	.1945	.1635
20	.8195	.6730	.5537	.4564	.3769	.3118	.2584	.2145	.1784	.1485
21	.8114	.6598	.5375	.4388	.3589	.2942	.2415	.1987	.1637	.1351
22	.8034	.6468	.5219	.4220	.3418	.2775	.2257	.1839	.1502	.1229
23	.7954	.6342	.5067	.4057	.3256	.2618	.2109	.1703	.1376	.1117
24	.7876	.6217	.4919	.3901	.3101	.2470	.1971	.1577	.1264	.1015
25	.7798	.6095	.4776	.3751	.2953	.2330	.1842	.1460	.1160	.0923
26	.7720	.5976	.4637	.3607	.2812	.2198	.1722	.1352	.1064	.0839
27	.7644	.5859	.4502	.3468	.2678	.2074	.1609	.1252	.0976	.0763
28	.7568	.5744	.4371	.3335	.2551	.1956	.1504	.1159	.0895	.0693
29	.7493	.5631	.4243	.3207	.2429	.1846	.1406	.1073	.0822	.0630
30	.7419	.5521	.4120	.3083	.2314	.1741	.1314	.0994	.0754	.0573
35	.7059	.5000	.3554	.2534	.1813	.1301	.0937	.0676	.0490	.0356
40	.6717	.4529	.3066	.2083	.1420	.0972	.0668	.0460	.0319	.0221
45	.6391	.4102	.2544	.1712	.1113	.0727	.0476	.0313	.0207	.0137
50	.6080	.3715	.2281	.1407	.0872	.0543	.0339	.0213	.0134	.0085
55	.5785	.3365	.1968	.1157	.0683	.0406	.0242	.0145	.0082	.0052



Cuadro A-1 (continúa)

Período	12%	14%	15%	16%	18%	20%	24%	28%	32%	∞
	.3919	.3772	.3696	.3621	.3475	.3333	.3065	.2813	.2576	.2353
3	.7972	.7695	.7561	.7432	.7182	.6944	.6504	.6104	.5739	.5407
4	.6355	.5921	.5718	.5523	.5158	.4823	.4230	.3725	.3294	.2923
5	.5074	.4594	.4472	.4361	.4071	.4019	.3411	.2910	.2495	.2149
6	.4066	.3556	.3423	.3304	.3004	.3349	.2751	.2274	.1890	.1560
7	.3253	.2756	.2659	.2538	.2239	.2791	.2218	.1776	.1432	.1162
8	.2609	.2106	.2029	.1950	.1660	.2326	.1759	.1358	.1055	.0854
	.2066	.1575	.1513	.1420	.1255	.1938	.1443	.1067	.0817	.0625
10	.1620	.1297	.1242	.1157	.1011	.1615	.1164	.0823	.0623	.0462
11	.1275	.1066	.1019	.0954	.0819	.1346	.0938	.0662	.0472	.0340
12	.1067	.0906	.0869	.0825	.0707	.1122	.0757	.0517	.0357	.0250
13	.0929	.0791	.0762	.0728	.0623	.0935	.0610	.0404	.0271	.0184
14	.0816	.0707	.0685	.0652	.0558	.0779	.0492	.0316	.0205	.0135
15	.0727	.0634	.0619	.0587	.0503	.0649	.0397	.0247	.0155	.0099
16	.0651	.0572	.0564	.0533	.0458	.0541	.0320	.0193	.0118	.0073
17	.0586	.0518	.0516	.0486	.0420	.0451	.0258	.0150	.0089	.0054
18	.0530	.0472	.0476	.0447	.0390	.0376	.0208	.0115	.0063	.0039
19	.0481	.0432	.0441	.0413	.0365	.0313	.0163	.0092	.0051	.0029
20	.0437	.0397	.0411	.0384	.0345	.0261	.0135	.0072	.0039	.0021
21	.0396	.0363	.0381	.0355	.0325	.0217	.0109	.0056	.0029	.0016
22	.0357	.0330	.0351	.0326	.0296	.0181	.0088	.0044	.0022	.0012
23	.0320	.0301	.0324	.0299	.0270	.0151	.0071	.0034	.0017	.0008
24	.0285	.0271	.0295	.0271	.0243	.0126	.0057	.0027	.0013	.0006
25	.0252	.0243	.0268	.0245	.0218	.0105	.0046	.0021	.0010	.0005
26	.0220	.0215	.0241	.0219	.0193	.0087	.0037	.0016	.0007	.0003
27	.0190	.0188	.0215	.0194	.0169	.0073	.0030	.0013	.0006	.0002
28	.0161	.0161	.0189	.0169	.0145	.0061	.0024	.0010	.0004	.0002
29	.0134	.0135	.0163	.0144	.0121	.0051	.0020	.0008	.0003	.0001
30	.0108	.0110	.0138	.0120	.0098	.0042	.0016	.0006	.0002	.0001
35	.0089	.0092	.0119	.0102	.0080	.0037	.0005	.0002	.0001	
40	.0073	.0076	.0099	.0083	.0062	.0027	.0002	.0001		
45	.0061	.0064	.0083	.0068	.0049	.0023	.0001			
50	.0052	.0054	.0069	.0056	.0039	.0018				
55	.0044	.0045	.0056	.0045	.0030					

\* El factor es cero para cuatro decimales.

Cuadro A-2 Valor presente de una anualidad de \$1 por periodo durante n periodos:

$$PVFA_n = \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t} = \frac{1}{i} \left[ 1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] = \frac{1}{i} \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n} \right]$$

Teclas de la calculadora financiera:  $n$   $1$   $1.0$   $0$   
 VALOR DEL CUADRO  $\frac{P}{A} = \sum_{t=1}^n (P/A)_t$

Número de periodos	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
1	0.9901	0.9804	0.9707	0.9615	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174
2	1.9704	1.9416	1.9135	1.8861	1.8594	1.8334	1.8080	1.7833	1.7591
3	2.9410	2.8939	2.8486	2.7751	2.7232	2.6730	2.6243	2.5771	2.5313
4	3.9020	3.8077	3.7171	3.6299	3.5460	3.4651	3.3872	3.3121	3.2397
5	4.8534	4.7135	4.5797	4.4518	4.3295	4.2124	4.1002	3.9927	3.8897
6	5.7955	5.6014	5.4172	5.2421	5.0757	4.9173	4.7665	4.6227	4.4857
7	6.7282	6.4720	6.2303	6.0021	5.7864	5.5824	5.3893	5.2064	5.0320
8	7.6517	7.3255	7.0197	6.7327	6.4632	6.2098	5.9713	5.7466	5.5345
9	8.5660	8.1622	7.7861	7.4353	7.1078	6.8017	6.5152	6.2469	6.0052
10	9.4713	8.9826	8.5202	8.1109	7.7217	7.3601	7.0236	6.7101	6.4177
11	10.3676	9.7863	9.2526	8.7605	8.3064	7.8867	7.4987	7.1390	6.8052
12	11.2551	10.5753	9.9540	9.3851	8.8633	8.3838	7.9427	7.5361	7.1607
13	12.1337	11.3484	10.6350	9.9856	9.3936	8.8527	8.3577	7.9038	7.4869
14	13.0037	12.1062	11.2961	10.5631	9.8986	9.2950	8.7455	8.2442	7.7862
15	13.8651	12.8493	11.9379	11.1184	10.3797	9.7122	9.1077	8.5595	8.0607
16	14.7179	13.5777	12.5611	11.6523	10.8378	10.1059	9.4466	8.8514	8.3126
17	15.5623	14.2919	13.1661	12.1637	11.2741	10.4773	9.7632	9.1216	8.5436
18	16.3983	14.9920	13.7535	12.6593	11.6896	10.8276	10.0591	9.3719	8.7556
19	17.2260	15.6785	14.3235	13.1339	12.0853	11.1531	10.3356	9.6036	8.9501
20	18.0456	16.3514	14.8775	13.5903	12.4622	11.4699	10.5940	9.8181	9.1285
21	18.8570	17.0112	15.4150	14.0292	12.8212	11.7641	10.8355	10.0163	9.2922
22	19.6604	17.6580	15.9369	14.4511	13.1630	12.0416	11.0612	10.2007	9.4421
23	20.4558	18.2922	16.4436	14.8568	13.4886	12.3034	11.2722	10.3711	9.5802
24	21.2434	18.9139	16.9355	15.2470	13.7986	12.5504	11.4693	10.5288	9.7056
25	22.0232	19.5235	17.4131	15.6221	14.0939	12.7834	11.6536	10.6748	9.8226
26	22.7952	20.1210	17.8763	15.9828	14.3752	13.0032	11.8258	10.8100	9.9293
27	23.5596	20.7069	18.3270	16.3296	14.6430	13.2105	11.9867	10.9352	10.0266
28	24.3164	21.2813	18.7641	16.6631	14.8981	13.4062	12.1371	11.0511	10.1161
29	25.0658	21.8444	19.1885	16.9837	15.1411	13.5907	12.2777	11.1584	10.1983
30	25.8077	22.3965	19.6004	17.2920	15.3725	13.7648	12.4090	11.2578	10.2737
35	29.4086	24.9986	21.4872	18.6646	16.3742	14.4982	12.9477	11.6546	10.5663
40	32.8347	27.3555	23.1148	19.7928	17.1591	15.0463	13.3317	11.9246	10.7574
45	36.0745	29.4902	24.5187	20.7200	17.7741	15.4558	13.6055	12.1084	10.8312
50	39.1961	31.4236	25.7278	21.4822	18.2559	15.7619	13.8007	12.2335	10.9617
55	42.1472	33.1748	26.7744	22.1086	18.6335	15.9905	13.9399	12.3186	11.0440

Cuadro A-2 Valor presente de una anualidad de \$1 por periodo durante n periodos:

Ecuación:

$$PVIFA_n = \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+i)^t} = \frac{1 - \frac{1}{(1+i)^n}}{i} = \frac{1}{i} - \frac{1}{i(1+i)^n}$$

Teclas de la calculadora financiera:

n I/Y 1.0 0  
 2004 412 1005 1017 802

VALOR DEL CUADRO

Número de periodos	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%
1	0.9901	0.9804	0.9709	0.9615	0.9524	0.9434	0.9346	0.9259	0.9174
2	1.9704	1.9416	1.9135	1.8861	1.8594	1.8334	1.8080	1.7833	1.7591
3	2.9410	2.8939	2.8286	2.7751	2.7232	2.6730	2.6243	2.5771	2.5313
4	3.9020	3.8077	3.7171	3.6299	3.5460	3.4651	3.3872	3.3121	3.2397
5	4.8534	4.7135	4.5797	4.4518	4.3295	4.2124	4.1002	3.9927	3.8897
6	5.7955	5.6014	5.4172	5.2421	5.0757	4.9173	4.7665	4.6229	4.4859
7	6.7282	6.4720	6.2203	6.0021	5.7864	5.5824	5.3893	5.2064	5.0330
8	7.6517	7.3255	7.0197	6.7327	6.4632	6.2098	5.9713	5.7466	5.5348
9	8.5660	8.1622	7.7861	7.4353	7.1078	6.8017	6.5152	6.2469	5.9952
10	9.4713	8.9826	8.5302	8.1109	7.7217	7.3601	7.0236	6.7101	6.4177
11	10.3676	9.7868	9.2526	8.7605	8.3064	7.8869	7.4987	7.1390	6.8052
12	11.2551	10.5753	9.9540	9.3851	8.8633	8.3838	7.9427	7.5361	7.1607
13	12.1337	11.3484	10.6350	9.9877	9.3936	8.8527	8.3577	7.9038	7.4869
14	13.0037	12.1062	11.2961	10.5631	9.8986	9.2950	8.7455	8.2442	7.7862
15	13.8651	12.8493	11.9379	11.1184	10.3797	9.7122	9.1079	8.5595	8.0607
16	14.7179	13.5777	12.5611	11.6523	10.8378	10.1059	9.4466	8.8514	8.3126
17	15.5623	14.2919	13.1661	12.1657	11.2741	10.4773	9.7632	9.1216	8.5436
18	16.3983	14.9920	13.7535	12.6593	11.6396	10.8276	10.0591	9.3717	8.7556
19	17.2260	15.6785	14.3238	13.1339	12.0353	11.1581	10.3356	9.6036	8.9501
20	18.0456	16.3514	14.8775	13.5903	12.4622	11.4699	10.5940	9.8181	9.1285
21	18.8570	17.0112	15.4150	14.0292	12.8212	11.7641	10.8355	10.0163	9.2922
22	19.6594	17.6580	15.9369	14.4511	13.1630	12.0416	11.0612	10.2007	9.4424
23	20.4533	18.2922	16.4436	14.8568	13.4886	12.3034	11.2722	10.3711	9.5802
24	21.2434	18.9139	16.9355	15.2470	13.7986	12.5504	11.4693	10.5288	9.7066
25	22.0232	19.5235	17.4131	15.6221	14.0939	12.7834	11.6536	10.6748	9.8226
26	22.7952	20.1210	17.8768	15.9828	14.3752	13.0032	11.8258	10.8100	9.9290
27	23.5596	20.7069	18.3270	16.3296	14.6430	13.2105	11.9867	10.9352	10.0266
28	24.3164	21.2813	18.7641	16.6631	14.8981	13.4062	12.1371	11.0511	10.1161
29	25.0659	21.8444	19.1885	16.9837	15.1411	13.5907	12.2777	11.1584	10.1983
30	25.8077	22.3965	19.6004	17.2920	15.3725	13.7648	12.4090	11.2578	10.2737
35	29.4086	24.9986	21.4872	18.6646	16.3742	14.4982	12.9477	11.6546	10.5563
40	32.8347	27.3555	23.1148	19.7928	17.1591	15.0463	13.3317	11.9246	10.7574
45	36.0945	29.4902	24.5187	20.7200	17.7741	15.4558	13.6055	12.1084	10.8812
50	39.1761	31.4236	25.7298	21.4822	18.2559	15.7619	13.8007	12.2335	10.9617
55	42.1472	33.1748	26.7744	22.1086	18.6335	15.9805	13.9349	12.3186	11.0140

10%

Compound Interest Factors

10%

n	Single Payment		Uniform Payment Series				Arithmetic Gradient		n
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Gradient Uniform Series	Gradient Present Worth	
	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find A Given F A/F	Find A Given P A/P	Find F Given A F/A	Find P Given A P/A	Find A Given G A/G	Find P Given G P/G	
1	1.100	.9091	1.0000	1.1000	1.000	0.909	0	0	1
2	1.210	.8264	.4762	.5762	2.100	1.736	0.476	0.826	2
3	1.331	.7513	.3021	.4021	3.310	2.487	0.937	2.329	3
4	1.464	.6830	.2155	.3155	4.641	3.170	1.381	4.378	4
5	1.611	.6209	.1638	.2638	6.105	3.791	1.810	6.862	5
6	1.772	.5645	.1296	.2296	7.716	4.355	2.224	9.684	6
7	1.949	.5132	.1054	.2054	9.487	4.868	2.622	12.763	7
8	2.144	.4665	.0874	.1874	11.436	5.335	3.004	16.029	8
9	2.358	.4241	.0736	.1736	13.579	5.759	3.372	19.421	9
10	2.594	.3855	.0627	.1627	15.937	6.145	3.725	22.891	10
11	2.853	.3505	.0540	.1540	18.531	6.495	4.064	26.596	11
12	3.138	.3186	.0468	.1468	21.384	6.814	4.388	29.901	12
13	3.452	.2897	.0408	.1408	24.523	7.103	4.699	33.377	13
14	3.797	.2633	.0357	.1357	27.975	7.367	4.996	36.801	14
15	4.177	.2394	.0315	.1315	31.772	7.606	5.279	40.152	15
16	4.595	.2176	.0278	.1278	35.950	7.824	5.549	43.416	16
17	5.054	.1978	.0247	.1247	40.545	8.022	5.807	46.582	17
18	5.560	.1799	.0219	.1219	45.599	8.201	6.053	49.640	18
19	6.116	.1635	.0195	.1195	51.159	8.365	6.286	52.583	19
20	6.728	.1486	.0175	.1175	57.275	8.514	6.508	55.407	20
21	7.400	.1351	.0156	.1156	64.003	8.649	6.719	58.110	21
22	8.140	.1228	.0140	.1140	71.403	8.772	6.919	60.689	22
23	8.954	.1117	.0126	.1126	79.543	8.883	7.108	63.146	23
24	9.850	.1015	.0113	.1113	88.497	8.985	7.288	65.481	24
25	10.835	.0923	.0102	.1102	98.347	9.077	7.458	67.696	25
26	11.918	.0839	.00916	.1092	109.182	9.161	7.619	69.794	26
27	13.110	.0763	.00826	.1083	121.100	9.237	7.770	71.777	27
28	14.421	.0693	.00745	.1075	134.210	9.307	7.914	73.650	28
29	15.863	.0630	.00673	.1067	148.631	9.370	8.049	75.415	29
30	17.449	.0573	.00608	.1061	164.494	9.427	8.176	77.077	30
31	19.194	.0521	.00550	.1055	181.944	9.479	8.296	78.610	31
32	21.114	.0474	.00497	.1050	201.138	9.526	8.409	80.108	32
33	23.225	.0431	.00450	.1045	222.252	9.569	8.515	81.486	33
34	25.548	.0391	.00407	.1041	245.477	9.609	8.615	82.777	34
35	28.102	.0356	.00369	.1037	271.025	9.644	8.709	83.987	35
40	45.259	.0221	.00226	.1023	442.593	9.779	9.096	88.953	40
45	72.891	.0137	.00139	.1014	718.905	9.863	9.374	92.454	45
50	117.391	.00852	.00086	.1009	1163.9	9.915	9.570	94.889	50
55	189.059	.00529	.00053	.1005	1880.6	9.947	9.708	96.562	55
60	304.482	.00328	.00033	.1003	3034.8	9.967	9.802	97.701	60
65	490.371	.00204	.00020	.1002	4893.7	9.980	9.867	98.471	65
70	789.748	.00127	.00013	.1001	7887.5	9.987	9.911	98.987	70
75	1271.9	.00079	.00008	.1001	12709.0	9.992	9.941	99.332	75
80	2048.4	.00049	.00005	.1000	20474.0	9.995	9.961	99.561	80
85	3299.0	.00030	.00003	.1000	32979.7	9.997	9.974	99.712	85
90	5313.0	.00019	.00002	.1000	53120.3	9.998	9.983	99.812	90
95	8556.7	.00012	.00001	.1000	85556.9	9.999	9.989	99.877	95
100	13780.6	.00007	.00001	.1000	137796.3	9.999	9.993	99.920	100

12%

Compound Interest Factors

12%

n	Single Payment		Uniform Payment Series				Arithmetic Gradient		n
	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Sinking Fund Factor	Capital Recovery Factor	Compound Amount Factor	Present Worth Factor	Gradient Uniform Series	Gradient Present Worth	
	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find A Given F A/F	Find A Given P A/P	Find F Given A F/A	Find P Given A P/A	Find A Given G A/G	Find P Given G P/G	
1	1.120	.8929	1.0000	1.1200	1.000	0.893	0	0	1
2	1.254	.7972	.4717	.5917	2.120	1.690	0.472	0.797	2
3	1.405	.7118	.2963	.4163	3.374	2.402	0.925	2.221	3
4	1.574	.6355	.2092	.3292	4.779	3.037	1.359	4.127	4
5	1.762	.5674	.1574	.2774	6.353	3.605	1.775	6.397	5
6	1.974	.5066	.1232	.2432	8.115	4.111	2.172	8.930	6
7	2.211	.4523	.0991	.2191	10.089	4.564	2.551	11.644	7
8	2.476	.4039	.0813	.2013	12.300	4.968	2.913	14.471	8
9	2.773	.3606	.0677	.1877	14.776	5.328	3.257	17.356	9
10	3.106	.3220	.0570	.1770	17.549	5.650	3.585	20.254	10
11	3.479	.2875	.0484	.1684	20.655	5.938	3.895	23.129	11
12	3.896	.2567	.0414	.1614	24.133	6.194	4.190	25.952	12
13	4.363	.2292	.0357	.1557	28.029	6.424	4.468	28.702	13
14	4.887	.2046	.0309	.1509	32.393	6.628	4.732	31.362	14
15	5.474	.1827	.0268	.1468	37.280	6.811	4.980	33.920	15
16	6.130	.1631	.0234	.1434	42.753	6.974	5.215	36.367	16
17	6.866	.1456	.0205	.1405	48.884	7.120	5.435	38.697	17
18	7.690	.1300	.0179	.1379	55.750	7.250	5.643	40.908	18
19	8.613	.1161	.0158	.1358	63.440	7.366	5.838	42.998	19
20	9.646	.1037	.0139	.1339	72.052	7.469	6.020	44.968	20
21	10.804	.0926	.0122	.1322	81.699	7.562	6.191	46.819	21
22	12.100	.0826	.0108	.1308	92.503	7.645	6.351	48.554	22
23	13.552	.0738	.00956	.1296	104.603	7.718	6.501	50.178	23
24	15.179	.0659	.00846	.1285	118.155	7.784	6.641	51.693	24
25	17.000	.0588	.00750	.1275	133.334	7.843	6.771	53.105	25
26	19.040	.0525	.00665	.1267	150.334	7.896	6.892	54.418	26
27	21.325	.0469	.00590	.1259	169.374	7.943	7.005	55.637	27
28	23.884	.0419	.00524	.1252	190.699	7.984	7.110	56.767	28
29	26.750	.0374	.00466	.1247	214.583	8.022	7.207	57.814	29
30	29.960	.0334	.00414	.1241	241.333	8.055	7.297	58.782	30
31	33.555	.0298	.00369	.1237	271.293	8.085	7.381	59.676	31
32	37.582	.0266	.00328	.1233	304.848	8.112	7.459	60.501	32
33	42.092	.0238	.00292	.1229	342.429	8.135	7.530	61.261	33
34	47.143	.0212	.00260	.1226	384.521	8.157	7.596	61.961	34
35	52.800	.0189	.00232	.1223	431.663	8.176	7.658	62.605	35
40	93.051	.0107	.00130	.1213	767.091	8.244	7.899	65.116	40
45	163.988	.00610	.00074	.1207	1358.2	8.283	8.057	66.734	45
50	289.002	.00346	.00042	.1204	2400.0	8.304	8.160	67.762	50
55	509.321	.00196	.00024	.1202	4236.0	8.317	8.225	68.408	55
60	897.597	.00111	.00013	.1201	7471.6	8.324	8.266	68.810	60
65	1581.9	.00063	.00008	.1201	13173.9	8.328	8.292	69.058	65
70	2787.8	.00036	.00004	.1200	23223.3	8.330	8.308	69.210	70
75	4913.1	.00020	.00002	.1200	40933.8	8.332	8.318	69.303	75
80	8658.5	.00012	.00001	.1200	72145.7	8.332	8.324	69.359	80
85	15259.2	.00007	.00001	.1200	127151.7	8.333	8.328	69.393	85
90	26891.9	.00004	.00000	.1200	224091.1	8.333	8.330	69.414	90
95	47392.8	.00002	.00000	.1200	394931.4	8.333	8.331	69.426	95
100	83322.3	.00001	.00000	.1200	696010.5	8.333	8.332	69.434	100

15%

Compound Interest Factors

15%

n	Single Payment				Uniform Payment Series				Arithmetic Gradient			
	Compound Amount		Present Worth Factor		Sinking Fund Factor		Capital Recovery Factor		Gradient Uniform Series		Gradient Present Worth	
	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find F Given A F/A	Find A Given F A/F	Find F Given G F/G	Find G Given F G/F	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find F Given G F/G	Find G Given F G/F	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F
1	1.150	.8696	1.0000	1.1500	1.0000	0.8700	0	0.465	0.736	1	1	
2	1.322	.7561	.4651	.6151	2.150	1.626	0.465	0.907	2.071	2	2	
3	1.521	.6575	.2880	.4380	3.472	2.283	0.907	1.326	3.786	3	3	
4	1.749	.5718	.2003	.3303	4.993	2.855	1.326	1.723	5.775	4	4	
5	2.011	.4972	.1483	.2983	6.742	3.352	1.723	2.097	7.937	5	5	
6	2.312	.4323	.1142	.2642	8.754	3.784	2.097	2.450	10.192	6	6	
7	2.660	.3759	.0890	.2404	11.067	4.160	2.450	2.781	12.481	7	7	
8	3.059	.3268	.0729	.2229	13.727	4.487	2.781	3.092	14.755	8	8	
9	3.513	.2843	.0636	.2096	16.786	4.772	3.092	3.383	16.979	9	9	
10	4.046	.2472	.0593	.1993	20.304	5.019	3.383	3.655	19.129	10	10	
11	4.652	.2149	.0511	.1911	24.349	5.234	3.655	3.908	21.185	11	11	
12	5.350	.1869	.0445	.1845	29.002	5.421	3.908	4.144	23.156	12	12	
13	6.153	.1623	.0391	.1791	34.352	5.583	4.144	4.362	24.972	13	13	
14	7.076	.1413	.0347	.1747	40.505	5.724	4.362	4.565	26.693	14	14	
15	8.132	.1229	.0310	.1710	47.586	5.847	4.565	4.752	28.296	15	15	
16	9.358	.1069	.0279	.1679	55.717	5.954	4.752	4.925	29.783	16	16	
17	10.761	.0929	.0254	.1654	65.075	6.047	4.925	5.084	31.156	17	17	
18	12.375	.0808	.0232	.1632	75.836	6.128	5.084	5.231	32.421	18	18	
19	14.232	.0703	.0213	.1613	88.212	6.198	5.231	5.365	33.582	19	19	
20	16.367	.0611	.0196	.1596	102.444	6.259	5.365	5.488	34.645	20	20	
21	18.822	.0531	.0182	.1584	118.810	6.312	5.488	5.601	35.615	21	21	
22	21.645	.0463	.0170	.1573	137.632	6.359	5.601	5.704	36.499	22	22	
23	24.891	.0403	.0160	.1563	159.276	6.399	5.704	5.798	37.302	23	23	
24	28.625	.0349	.0151	.1554	184.168	6.434	5.798	5.883	38.031	24	24	
25	32.919	.0304	.0143	.1547	212.793	6.464	5.883	5.961	38.692	25	25	
26	37.857	.0264	.0136	.1541	245.712	6.491	5.961	6.032	39.289	26	26	
27	43.535	.0230	.0130	.1535	283.569	6.514	6.032	6.096	39.828	27	27	
28	50.066	.0200	.0124	.1531	327.104	6.534	6.096	6.154	40.315	28	28	
29	57.575	.0174	.0119	.1527	377.170	6.551	6.154	6.207	40.753	29	29	
30	66.212	.0151	.0113	.1523	434.745	6.566	6.207	6.255	41.147	30	30	
31	76.144	.0131	.0108	.1520	500.957	6.579	6.255	6.300	41.500	31	31	
32	87.565	.0114	.0103	.1517	577.100	6.591	6.299	6.342	41.818	32	32	
33	100.700	.00993	.0100	.1515	664.666	6.600	6.342	6.381	42.100	33	33	
34	115.805	.00864	.00984	.1513	765.365	6.609	6.371	6.416	42.359	34	34	
35	133.176	.00751	.00913	.1511	881.170	6.617	6.402	6.448	42.599	35	35	
40	267.864	.00373	.00356	.1506	1779.1	6.642	6.517	6.571	43.283	40	40	
45	508.769	.00186	.00188	.1503	3585.1	6.654	6.583	6.620	43.805	45	45	
50	1087.0	.00092	.00094	.1501	7217.7	6.661	6.620	6.641	44.096	50	50	
55	2179.0	.00046	.00046	.1501	14524.1	6.665	6.641	6.653	44.256	55	55	
60	4384.0	.00023	.00023	.1500	29220.0	6.665	6.653	6.659	44.343	60	60	
65	8817.8	.00011	.00011	.1500	58778.6	6.666	6.659	6.663	44.390	65	65	
70	17735.7	.00006	.00006	.1500	118231.3	6.666	6.663	6.665	44.416	70	70	
75	35672.9	.00003	.00003	.1500	237812.3	6.666	6.665	6.666	44.429	75	75	
80	71750.9	.00001	.00001	.1500	478332.6	6.667	6.666	6.666	44.436	80	80	
85	144316.7	.00001	.00001	.1500	962104.4	6.667	6.666	6.666	44.440	85	85	

15%

Compound Interest Factors

n	Single Payment				Uniform Payment Series				Arithmetic Gradient			
	Compound Amount		Present Worth Factor		Sinking Fund Factor		Capital Recovery Factor		Gradient Uniform Series		Gradient Present Worth	
	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find F Given A F/A	Find A Given F A/F	Find F Given G F/G	Find G Given F G/F	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F	Find F Given G F/G	Find G Given F G/F	Find F Given P F/P	Find P Given F P/F
1	1.070	.9346	1.0000	1.0700	1.0000	0.935	0	0.483	0.873	1	1	
2	1.145	.8734	.4831	.5531	2.070	1.808	0.483	0.955	2.506	2	2	
3	1.225	.8163	.3111	.3811	3.215	2.624	0.955	1.416	4.795	3	3	
4	1.311	.7629	.2252	.2952	4.440	3.387	1.416	1.865	7.647	4	4	
5	1.403	.7130	.1739	.2439	5.751	4.100	1.865	2.301	10.978	5	5	
6	1.501	.6663	.1398	.2098	7.153	4.767	2.301	2.730	14.715	6	6	
7	1.606	.6227	.1156	.1856	8.654	5.389	2.730	3.147	18.789	7	7	
8	1.718	.5820	.0975	.1675	10.260	5.971	3.147	3.552	23.140	8	8	
9	1.838	.5439	.0835	.1535	11.978	6.515	3.552	3.946	27.716	9	9	
10	1.967	.5083	.0724	.1424	13.816	7.024	3.946	4.330	32.467	10	10	
11	2.105	.4751	.0634	.1334	15.784	7.499	4.330	4.703	37.351	11	11	
12	2.252	.4440	.0559	.1259	17.888	7.940	4.703	5.065	42.330	12	12	
13	2.410	.4150	.0497	.1197	20.141	8.358	5.065	5.417	47.372	13	13	
14	2.579	.3878	.0443	.1143	22.551	8.745	5.417	5.758	52.446	14	14	
15	2.759	.3624	.0398	.1098	25.129	9.108	5.758	6.090	57.527	15	15	
16	2.952	.3387	.0359	.1059	27.884	9.447	6.090	6.411	62.592	16	16	
17	3.159	.3166	.0324	.1024	30.840	9.763	6.411	6.722	67.622	17	17	
18	3.380	.2959	.0294	.0994	33.999	10.059	6.722	7.024	72.599	18	18	
19	3.617	.2765	.0268	.0968	37.379	10.336	7.024	7.316	77.509	19	19	
20	3.870	.2584	.0244	.0944	40.996	10.594	7.316	7.599	82.339	20	20	
21	4.141	.2415	.0223	.0923	44.865	10.836	7.599	7.872	87.079	21	21	
22	4.430	.2257	.0204	.0904	49.006	11.061	7.872	8.137	91.730	22	22	
23	4.741	.2109	.0187	.0887	53.436	11.272	8.137	8.392	96.255	23	23	
24	5.072	.1971	.0172	.0872	58.177	11.469	8.392	8.639	100.677	24	24	
25	5.427	.1842	.0158	.0858	63.249	11.654	8.639	8.877	104.981	25	25	
26	5.807	.1722	.0146	.0846	68.677	11.826	8.877	9.107	109.166	26	26	
27	6.214	.1609	.0134	.0834	74.484	11.987	9.107	9.329	113.227	27	27	
28	6.649	.1504	.0124	.0824	80.698	12.137	9.329	9.543	117.162	28	28	
29	7.114	.1406	.0114	.0814	87.347	12.278	9.543	9.749	120.972	29	29	
30	7.612	.1314	.0106	.0806	94.461	12.409	9.749	9.947	124.635	30	30	
31	8.145	.1228	.00980	.0798	102.073	12.532	9.947	10.138	128.151	31	31	
32	8.715	.1147	.00907	.0791	110.218	12.647	10.138	10.322	131.524	32	32	
33	9.325	.1072	.00841	.0784	118.934	12.754	10.322	10.499	134.754	33	33	
34	9.978	.1002	.00780	.0778	128.259	12.854	10.499	10.669	137.851	34	34	
35	10.677	.0937	.00723	.0772	138.237	12.948	10.669	10.833	140.824	35	35	
40	14.974	.0668	.00501	.0750	199.636	13.332	11.423	12.036	163.756	40	40	
45	21.002	.0476	.00350	.0735	285.750	13.606	12.036	12.529	172.905	45	45	
50	29.457	.0339	.00246	.0735	406.530	13.801	12.529	12.931	180.124	50	50	
55	41.315	.0232	.00174	.0717	575.930	13.940	12.931	13.232	185.768	55	55	
60	57.947	.0173	.00123	.0712	813.533	14.039	13.232	13.476	190.145	60	60	
65	81.273	.0123	.00087	.0709	1146.8	14.110	13.476	13.666	193.519	65	65	
70	113.990	.00877	.00062	.0706	1614.1	14.160	13.666	13.814	196.104	70	70	
75	159.877	.00625	.00044	.0704	2269.7	14.196	13.814	13.927	198.075	75	75	
80	224.235	.00446	.00031	.0703	3189.1	14.222	13.927	14.015	199.572	80	80	
85	314.502	.00318	.00022	.0702	4478.6	14.240	14.015	14.081	200.704	85	85	
90	441.105	.00227	.00016	.0702	6287.2	14.251	14.081	14.132	201.558	90	90	
95	618.673	.00162	.00011	.0701	8823.9	14.263	14.132	14.170	202.200	95	95	
100	867.720	.00115	.00008	.0701	12381.7	14.269	14.170			100	100	

APÉNDICE 3:

INFORMES Y REGISTROS DE MANTENIMIENTO

Motor eléctrico #3.  
Parte eléctrica 106220-1830 20-11-01. Hoja 1

Pot = Amp. Vacío = 48/4.5/4.9 ✓  
 R.P.M. = 1800 ✓ # Años = 04 ✓ # Cable = 0.5 mm.  
 Volt. = 220 ✓ # RANURAS = 36 ✓

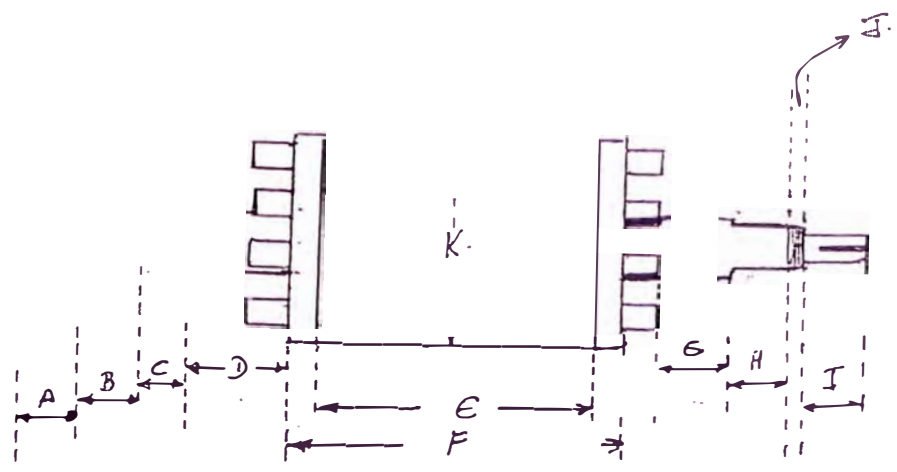
MEDIDAS

- \* - N → 189 mm.
- \* - O → 72 mm.
- \* - P → 100 mm.
- \* - BA → 59 mm.
- \* - φ tapa Ventil. → 266 mm.
- \* - φ 1 " Polea → 230 mm.
- \* - Q2 → 103 mm.
- \* - S → 320 mm.
- \* - A → 216 mm.
- \* - AB → 265 mm.
- \* - HD → 314 mm.
- \* - HA → 18 mm.
- L = 49,5
- S = 13,8
- BAS = 21,1

DIAMETROS:

- \* - A → 27 mm.
- \* - B → 31.85.
- \* - C → 35.
- \* - K → 139.85
- \* - I → 35.4.
- \* - G → 46.9
- \* - H → 40
- \* - J → 39.4.

\* - φ de cable → 0.5 mm  
 Circunferencia 132 mm  
 POT: 11 kW



Ladrillos y Derivados Lyde  
 Tco. eléctrico: Cesar Narrocho

## LONGITUDES

- \* - F  $\rightarrow$  88.25 m.m.
- \* - E  $\rightarrow$  64.7 m.m.
- \* - G  $\rightarrow$  42.8 m.m.
- \* - H  $\rightarrow$  28 m.m.
- \* - LONG. ESTATOR  $\rightarrow$  64.1
- \* - CHAVETA. del Ventilador  $\rightarrow$  7 x 12 m.m. (media luna).
- \* - RANURAS # 36. ✓
- \* - # Polos  $\rightarrow$  64. ✓
- \* - I  $\rightarrow$  87.2 m.m.
- \* - J  $\rightarrow$  13 m.m.
- \* - A  $\rightarrow$  40 m.m.
- \* - B  $\rightarrow$  38 m.m.
- \* - C  $\rightarrow$  19.55 m.m.
- \* - D  $\rightarrow$  69 m.m.
- \* - tiene 09 bobinas x GRUPO

20-11-01 Hoja 2

## CONEXIONES :

- \* - 4-5-6  $\rightarrow$  N.
- \* - 1-7 / 2-8 / 3-9.
- ↓            ↓            ↓
- \*    L1        L2        L3.

MANTTO REALIZADO - Al realizar el desmontaje se observo lo siguiente:

- \* - Ventilador flojo, no tiene prisioneros de seguridad, chaveta de media luna en mal estado. Se colocaron prisioneros y chaveta en buen estado. (chuchizos).
- \* - Se a precio rudo a los rodamientos, de los cuales se cambio el Rodaje. (#6208 Parte de la Polea) nuevo. y el Rodaje. (#6207 Parte del Ventilador) solo fue engrasado.
- \* - Bobinado interno del estator en buen estado, se pulverizo y lavo con solvente dielectrico, luego se seco a temperatura y se barnizo.

## MONTAJE y PRUEBA:

- - se llevo a cabo el montaje, se verifico ajustes correspondientes. internos y externos de las tapas y rodamientos.
- - se hizo la prueba quedando como cargas en vacio:

L1  $\rightarrow$  4.8 Amp. L2  $\rightarrow$  4.5 Amp. L3  $\rightarrow$  4.9 Amp.

R.P.M  $\rightarrow$  1,800.

- \* - Quedo listo para su funcionamiento ✓

Lr de

Tco. Cesar Namuco



12-06-02 / MANTTO PREVENTIVO D/MOTOR eléctrico  
"EXTRACTOR." "LURIN." (MOLIENDA)

DATOS TÉCNICOS: CODIGO: 111220 553460  
Voltaje = 440/220. Hertz.: 60. 10  
H.P. = 5.5 R.P.M. : 3460  
Amp. = 9/18.

### TRABAJO Realizado:

- \* - se hizo desmontaje del motor, para luego verificar estado de retenes y anillos que se adaptaron para evitar se le penetre el carbón en su interior.
- \* - se retiraron los Rodamientos; observando que el que se encuentra al lado del extractor tiene juego interior (desgaste) #6308. El Rodamiento del ventilador del motor se encuentra en buen estado. #6308.
- \* - se procede a la limpieza interna de las bobinas y pulverizado con solvente dieléctrico SS-25.
- \* - se engrasa Rodamientos y cambia de ubicación de los rodamientos, para una mejor función y duración.
- \* - se le acondiciono un presetopa en la salida de la caja (cableado) para evitar el ingreso mínimo de carbón.
- \* - se lleva a cabo el montaje y la prueba correspondiente del motor, con una carga de 6 Amp. en vacío.
- \* - extractor queda listo para su instalación.

### Pruebas en Vacío:

amp = 6.2/6.3/6.0  
volt = 220  
RPM = 3460

Técnico: Ernesto Naruck  
electricista

SAN PEDRO S.A.

Dpto. Ingeniería / Eléctrica



LYDER E.I.R.L.  
DPTO.MANTENIMIENTO

ORMPC- 04

ORDEN RUTINARIA DE MANTENIMIENTO  
PROCESO DE COCCION

AREA : FABRICACION  
PLANTA : PROCESO DE COCCION  
SECCION : RED DE TUBERIAS Y VALVULAS COMPUERTAS

FREC.SEM.: 1  
HOMBRES: 1  
HORAS: 0.5

EQUIPOS		ACTIVIDADES A REALIZAR
TUBERIAS DE SUCCION, CAIDAS		-REVISAR ESTADO DE HORQUILLAS DE SOPORTE DE TUBERIAS Y AJUSTE DE
TUBO PANTALON DE ENTRADA		PERNOS DE ANCLAJE.
A EXTRACTORES DE AIRE		-VERIFICAR SOLDADURA EN UNION DE TUBOS, PROTECCION INTERNA Y EXTERNA
		(CORREGIR POSIBLES FUGAS Y RAJADURAS EN LA SUPERFICIE DE LOS TUBOS)
		-CHEQUEAR SELLADO CORRECTO DE BRIDAS DE TUBO PANTALON CON CONECTOR
		SUCCION DE EXTRACTORES DE AIRE. USO DE FLASH
VÁLVULAS COMPUERTA		-VERIFICAR ALINEAMIENTO CORRECTO DEL VÁSTAGO EN BOCINAS DE APOYO
		-REVISAR LINEALIDAD (CURVATURA) Y DESGASTE SUPERFICIAL DEL VÁSTAGO
		-CHEQUEAR ESTADO DE BOCINAS DE BRONCE Y EFECTUAR LIMPIEZA
		-VERIFICAR SELLADO CORRECTO DEL ASIENTO DE VÁLVULAS Y CORREGIR POSIBLES
		FUGAS QUE SE PRESENTASEN. REPORTAR
		-CHEQUEAR ESTADO DE DISCO DE VALVULA Y POSIBLE DESGASTE. REPORTAR
		-VERIFICAR QUE LOS REGULADORES DE AIRE OPEREN EN FORMA CORRECTA
		SIN RESTRICCIONES
REPUESTOS		
CODIGO	DESCRIPCION	INSTALACION