

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN DE UNA PLANTA
PROCESADORA DE MINERALES NO METÁLICOS DE
20 TON/DÍA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO**

MARCO TULIO SALAZAR MAGUIÑA

PROMOCIÓN 91-I

LIMA-PERU

2015

Agradecimiento

Las gracias le doy a Dios, por haber hecho posible todo, y por el cada día.

A mí señora madre, María Soledad.

A mi familia que me ha apoyado en todo momento, en especial, a mis hermanos Elena, Fernando , a mis tíos Caridad, Esperanza y Hugo

A mi alma mater la Universidad Nacional de Ingeniería, y todos sus miembros.

A Guillermo Quineche y Carlos Moya por su apoyo.

Dedico éste informe a mi hijo Franco a mi familia, a las personas que creen en mí, y las que aportaron de diversas formas a la culminación del mismo.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1:

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| 1.1 Antecedentes..... | 3 |
| 1.1.1 Cía. Minera abastecedora andina S.A.C. (CMAA SAC)..... | 3 |
| 1.2 Objetivos..... | 14 |
| 1.2.1 Objetivo principal..... | 14 |
| 1.2.2 Objetivos específicos..... | 14 |
| 1.3 Justificación..... | 14 |
| 1.4 Alcances..... | 15 |
| 1.5 Recursos empleados..... | 15 |
| 1.5.1 Infraestructura..... | 15 |
| 1.5.2 Recursos humanos..... | 15 |
| 1.5.3 Hardware..... | 15 |
| 1.5.4 Software..... | 15 |
| 1.5.6 Equipamiento..... | 16 |
| 1.5.5 Transporte..... | 16 |
| CAPÍTULO 2: FUNDAMENTO TEÓRICO..... | 17 |
| 2.1 Diseño de la distribución de una planta..... | 17 |
| 2.1.1 Objetivos de distribución de planta..... | 19 |

| | |
|------------------------------------------------|----|
| 2.1.2 Tipos de distribución de planta..... | 21 |
| 2.1.2.1 Distribución por producto..... | 21 |
| 2.1.2.2 Distribución por proceso..... | 23 |
| 2.1.2.3 Distribución por componente fijo..... | 26 |
| 2.1.2.4 Distribuciones híbridas..... | 27 |
| 2.2 Proceso de Molienda..... | 27 |
| 2.3 Chancadora de quijada..... | 29 |
| 2.3.1 Tipos de chancadora de quijada..... | 30 |
| 2.4 Molino de bolas..... | 32 |
| 2.4.1 Tipos de molinos de bolas..... | 32 |
| 2.5 Cribado..... | 37 |
| 2.5.1 Tipos de criba..... | 38 |
| 2.6 Clasificación Neumática..... | 41 |
| 2.6.1 Tipos de clasificadores neumáticos..... | 42 |
| 2.7 Alimentadores..... | 43 |
| 2.8 Equipos dosificadores..... | 44 |
| 2.9 Equipos de transporte..... | 44 |
| 2.9.1 Cintas transportadoras..... | 45 |
| 2.9.2 Elevadores verticales de cangilones..... | 45 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.9.3 Sistema de elevación con bandas de tacos transversales y perfiles longitudinales | 46 |
| 2.10 Equipos para captación de polvo..... | 49 |
| 2.10.1 Tipos de sistemas de captación de polvo..... | 50 |
| CAPÍTULO 3: IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA..... | 52 |
| 3.1 Características de la nueva planta..... | 52 |
| 3.2 Selección de equipos..... | 53 |
| 3.3 Diseño de la distribución de la nueva planta..... | 53 |
| 3.4 Situación actual..... | 53 |
| 3.4.1 Análisis operacional..... | 53 |
| 3.4.2 Análisis FODA..... | 55 |
| 3.4.3 Diagrama causa-efecto..... | 59 |
| 3.4.4 Diagrama del Proceso..... | 61 |
| CAPÍTULO 4: DESARROLLO DEL PROBLEMA..... | 62 |
| 4.1 Ubicación del terreno para la planta procesadora..... | 62 |
| 4.2 Selección de los equipos necesarios para la nueva planta procesadora..... | 62 |
| 4.2.1 Selección de la chancadora..... | 62 |
| 4.2.2 Selección del molino de martillos..... | 63 |
| 4.2.3 Selección del elevador de cangilones..... | 64 |

| | |
|------------------------------------------------------------|----|
| 4.2.4 Selección del molino de bola..... | 64 |
| 4.2.5 Selección del extractor..... | 64 |
| 4.3 Distribución de planta..... | 65 |
| 4.3.1 Criterios para el diseño de la distribución | 66 |
| 4.3.2 Principios para el manejo de materiales..... | 66 |
| 4.4 Mantenimiento de la planta..... | 67 |
| 4.4.1 Mantenimiento correctivo..... | 67 |
| 4.4.2 Selección de los equipos críticos..... | 69 |
| 4.5 Maquinaria necesaria a instalar a la nueva planta..... | 70 |
| CAPÍTULO 5: ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN..... | 73 |
| 5.1 Costo del inmueble..... | 73 |
| 5.2 Costo de la maquinaria..... | 73 |
| 5.3 Valor neto actual VAN..... | 77 |
| 5.4 Tasa interna de retorno TIR..... | 78 |
| 5.5 Relación beneficio/costo (B/C)..... | 81 |
| CONCLUSIONES..... | 82 |
| RECOMENDACIONES..... | 83 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | 84 |
| PLANOS..... | 85 |

| | |
|---------------|----|
| APÉNDICE..... | 86 |
|---------------|----|

RELACION DE FIGURAS Y GRÁFICOS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Ubicación de la compañía minera abastecedora andina S.A.C..... | 11 |
| Figura 1.2 Abastecimiento, proceso y destino del producto..... | 12 |
| Figura 2.1 Chancadora de quijada..... | 29 |
| Figura 2.2 Molino de bolas..... | 37 |
| Figura 2.3 Criba vibratoria..... | 41 |
| Figura 2.4 Planta procesadora de minerales..... | 49 |
| Figura 2.5 Colector de polvo..... | 51 |
| Grafico 1.1 Estructura orgánica de la Cia Minera abastecedora andina S.A.C... .. | 5 |
| Gráfico 4.1 Distribución de planta por producto o en línea..... | 65 |
| Grafico 5.1 Ventas anuales del 2007 al 2011..... | 75 |
| Gráfico 5.2 Ventas mensuales del 2006 al 2011..... | 76 |
| Gráfico 5.3 Ventas por producto año 2011..... | 76 |

RELACIÓN DE TABLAS

| | |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 4.1 Equipos críticos..... | 70 |
| Tabla 4.2 Relación de equipos motorizados a instalar..... | 72 |
| Tabla 4.3 Relación de equipos estacionarios a instalar..... | 72 |
| Tabla 5.1 Ventas de CMAA SAC del 2007 al 2011..... | 74 |
| Tabla 5.2 Producción mensual del 2006 al 2011..... | 77 |
| Tabla 5.3 Flujo de caja años 2006 al 2011 | 79 |

PRÓLOGO

El trabajo es de diseñar la distribución de una planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día teniendo en cuenta los conocimientos adquiridos en los cursos de actualización. Haciendo énfasis en los criterios importantes de la gestión integral de la calidad, gerencia de proyectos, gestión de mantenimiento y gerencia de recursos humanos.

El informe está estructurado en 5 capítulos.

Capítulo 1: Trata sobre los Antecedentes generales de la compañía minera Abastecedora Andina SAC, los productos que comercializa dentro del mercado nacional, su importancia dentro del negocio del carbonato de calcio y otros; indicando las bondades de nuestros productos, tecnología aplicada a la calidad, las tendencias futuras. El objetivo principal es el de diseñar la distribución de la nueva planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día, los objetivos específicos son de hallar un terreno o local en una zona industrial, con un área no menor de 2500m², seleccionar los equipos necesarios para la planta procesadora para la capacidad mencionada, diseñar la distribución de los equipos e instalaciones, según los estándares de calidad, seguridad y normas vigentes.

Capítulo 2: Se ocupa del Fundamento teórico del diseño de la distribución de una planta procesadora de minerales no metálicos (importancia, objetivos, ventajas), tipos de distribución de planta (por producto, por proceso, componente

fijo, híbrido); del proceso de molienda, los equipos (chancadoras, molinos, cribas, clasificadores neumáticos, alimentadores, equipos de transporte, equipos para la captación de polvo).

Capítulo 3: Trata de la Identificación del problema de busca un local o un terreno en una zona industrial con un área no menor de 2500 m², seleccionar los equipos necesarios, hallar la distribución adecuada para los mismos, mejorando las condiciones actuales de la planta "antigua", aplicando los métodos existentes.

Capítulo 4: Trata el Desarrollo del problema, el cual consiste en hallar un local que tenga una ubicación en la cual no presente inconvenientes (en una zona industrial); seleccionar las máquinas necesarias para la molienda del mineral no metálico con una capacidad de 20 ton/día. Elegir la distribución de planta que mejor convenga según la teoría mencionada en el capítulo anterior, cumpliendo con las normas y estándares internacionales existentes; implementar el mantenimiento correctivo.

Capítulo 5: Trata sobre Análisis económico de la inversión, éste contempla el costo del inmueble, los equipos para la molienda, costo de la instalación, el cálculo del VAN, TIR y B/C.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La compañía minera Abastecedora Andina S. A. C. tiene más de 20 años, dedicada al procesamiento de minerales no metálicos, el crecimiento poblacional, y la nueva vecindad cambio la situación de la empresa, los cuales se sienten afectados por la vibración, ruido y el polvo que emanan de la empresa, por lo cual debe ser reubicado de la zona donde se encuentra. Tiene que mudarse a una zona industrial, a un más amplio que tenga un área no menor de 2500 m², sin dejar de seguir produciendo, para lo cual necesitará equipos nuevos.

1.1.1 Cia. Minera Abastecedora Andina S.A.C. (C.M.A.A. S A C)

La empresa fue fundada el 1ro de julio de 1991, con la finalidad de dedicarse a la industria de la transformación, pulverización y comercialización de minerales no metálicos, para atender principalmente a las empresas fabricantes de pinturas (temple, látex, esmaltes, anticorrosivos y esmaltes), plásticos (laminados, PVC, aislantes), jebes, masillas (madera, y plásticos para automóviles), pegamentos (gomas, lacas, etc.) calzado, cerámicas, fundiciones, alimentos balanceados, productos agrícolas, papel, entre otros.

A.A. cuenta con una planta propia de molienda, ubicada en el distrito del Agustino, Lima Perú; además cuenta con equipos y procesos productivos de avanzada que garantizan la calidad de sus productos.

A.A. opera a nivel nacional e internacional en sus diferentes líneas de productos, para lo cual cuenta con una flota de camiones propios y de terceros para poder lograr el abastecimiento puntual a sus clientes.

Misión

Satisfacer a nuestros clientes, suministrando productos y servicios de alta calidad a precios competitivos, creando en nuestros accionistas, nuestros trabajadores y la sociedad en general, comprometidos con los cambios, la preservación del medio ambiente y el apoyo a la comunidad.

Visión

Ser una empresa exitosa, con buen posicionamiento en el mercado por sus precios y la alta calidad de sus productos, asociada estratégicamente para mejorar su competitividad y desarrollar nuevos proyectos, con recursos humanos y tecnológicos dedicados a satisfacer los requerimientos de sus clientes.

Valores

Ética, calidad y confianza para la realización de nuestros productos ofreciendo a nuestros clientes la garantía de nuestro perfeccionismo y experiencia, aunado a nuestros principios, buscando como resultado la satisfacción de nuestros clientes y colaboradores.

Estructura orgánica de la Cia. Minera Abastecedora Andina SAC.

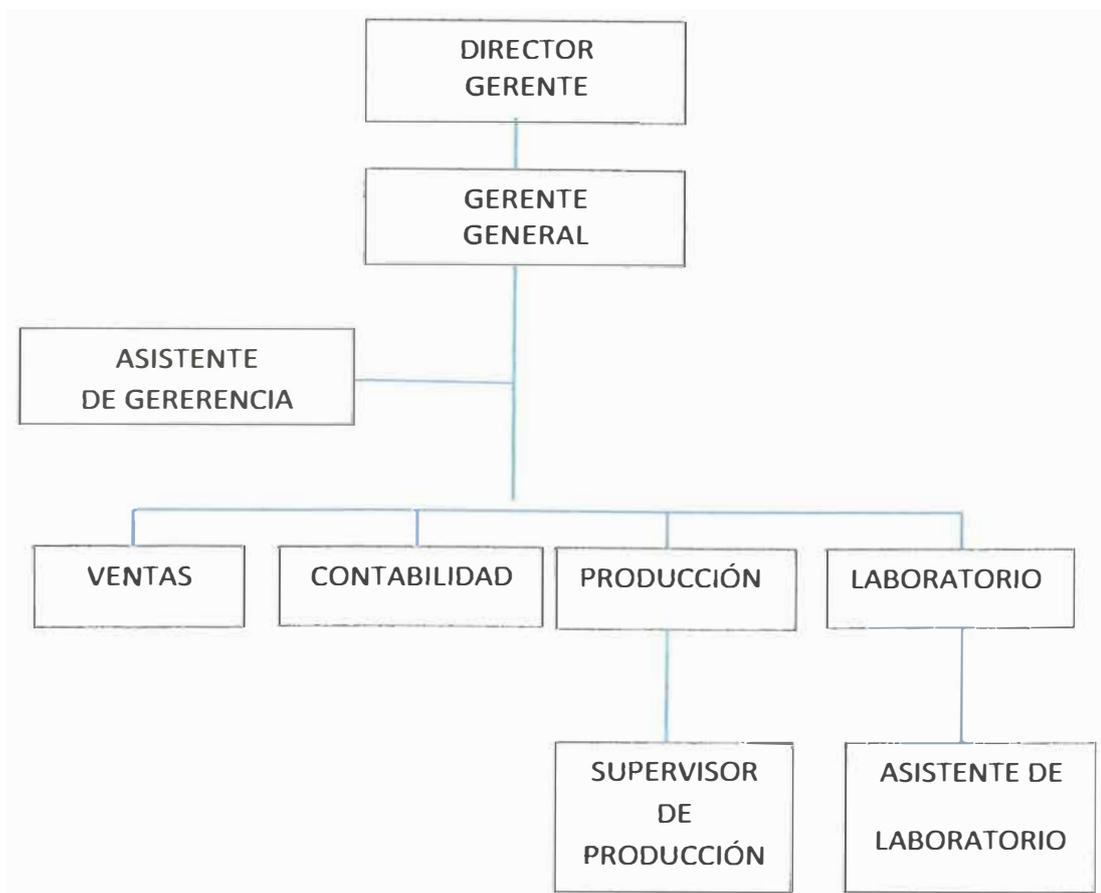


Grafico 1.1 Estructura orgánica de Cia. Minera Abastecedora Andina SAC

Nuestros servicios

Servicio de chancado (en diversos tamaños de granalla) y clasificado (por zaranda) de minerales.

Servicio de molienda (según programación de molienda).

Servicio de transporte y entrega de mercancía a nuestros clientes.

Recursos

A.A. cuenta con canteras propias, en asociaciones y de terceros para el aprovisionamiento de mineral, principalmente proveniente de la sierra del Perú, que cumple con las características y condiciones propias para la elaboración de sus productos.

A.A. cuenta con denuncios propios aún no explotados que aseguran el aprovisionamiento futuro del mineral y que su vez brindan seguridad a sus clientes para un constante y puntual abastecimiento de sus productos.

A.A. realiza estudios sistemáticos de búsqueda de yacimientos de minerales no metálicos o crea alianzas estratégicas con propietarios de yacimientos existentes con la finalidad de promover la extracción continua de minerales.

Procesos

A.A. desarrolla productos en diversos tipos de granulometría (mallas bajo normas ASTM E-11) y en colores especialmente desde súper blanco a cremas.

Además cuenta con una línea de productos especiales, procesados de acuerdo a cada necesidad.

A.A. mantiene un stock moderado en almacenes apilados y lotizados únicamente en parihuelas.

Nuestro proceso

La elaboración de los productos se lleva a cabo mediante sistemas de molienda a base de molino de bolas, conectados a sus respectivos sistemas de transporte neumático combinado.

El proceso de obtención de nuestros productos terminados, tiene una secuencia definida por subprocesos que preparan a los diversos minerales para ser pulverizados a la granulometría que el cliente demande y estos son:

1. Aprovechamiento
2. Trozado
3. Trituración o chancado
4. Molienda
5. Clasificación
6. Envasado
7. Apilado y lotizado
8. Embarque

Nuestra molienda no solo está definida por la calidad del mineral sino por un muy bien controlado proceso productivo, el cual nos ha demandado una evaluación permanente de nuestro sistema de molienda, mejorándolos, ampliándolos a las exigencias a las que siempre nos tienen sometidos nuestros clientes y que por ende nos llevan a lograr metas de desarrollo sostenido e innovación en este arduo trabajo.

Nuestra calidad

A.A: cuenta con un laboratorio de control de calidad preocupado en llevar a cabo una rigurosa y exhaustiva evaluación horaria de cada uno de los productos en los procesos de fabricación de tal modo de lograr el producto adecuado a las exigencias planteadas por nuestros distinguidos clientes.

El personal e instrumentación del laboratorio son de primera línea, los cuales le dan a la empresa la certeza de entregar productos que satisfagan plenamente a los procesos productivos de nuestros clientes, usuarios de los mismos.

La calidad de nuestros productos está garantizada por los análisis a los que son sometidos, bajo la aplicación estricta de normas internacionales de control de calidad.

El trabajo de control de calidad se ve reflejado día a día en los reportes y certificados de calidad que nuestro personal emite tras los procesos de control los cuales nos permiten lotizar cada uno de nuestros productos de tal modo de garantizar plenamente el uso de nuestros productos ante cualquier tipo de demanda técnica.

Nuestros productos

C.M.A.A. S A C. Cuenta con una lista de productos muy variados y de alta calidad que se ajustan a las necesidades de sus clientes:

-Carbonato de calcio súper 1000

-Carbonato de calcio M-325

-Carbonato de calcio M-400

-Talco micronizado

-Diatomita

-Barimic 20

-Carbotrans

-Caolín

-Bentonita

-Otros

Nuestros clientes

Contamos con clientes en los siguientes rubros empresariales:

-Cerámicos

-Calzados

-Pegamentos

-Pinturas

-Plásticos

-Fertilizantes

-Fundiciones

-Instalaciones eléctricas

-Aisladores

-Alimentos balanceados

-Vulcanizado

-Útiles escolares y de escritorios

Donde se encuentran las principales R.M.I.

-Fosfatos Bayóvar, Huancayo

| | |
|--------------|----------|
| -Calizas | Lima |
| -Travertinos | Jauja |
| -Boratos | Arequipa |
| -Granito | Macusi |

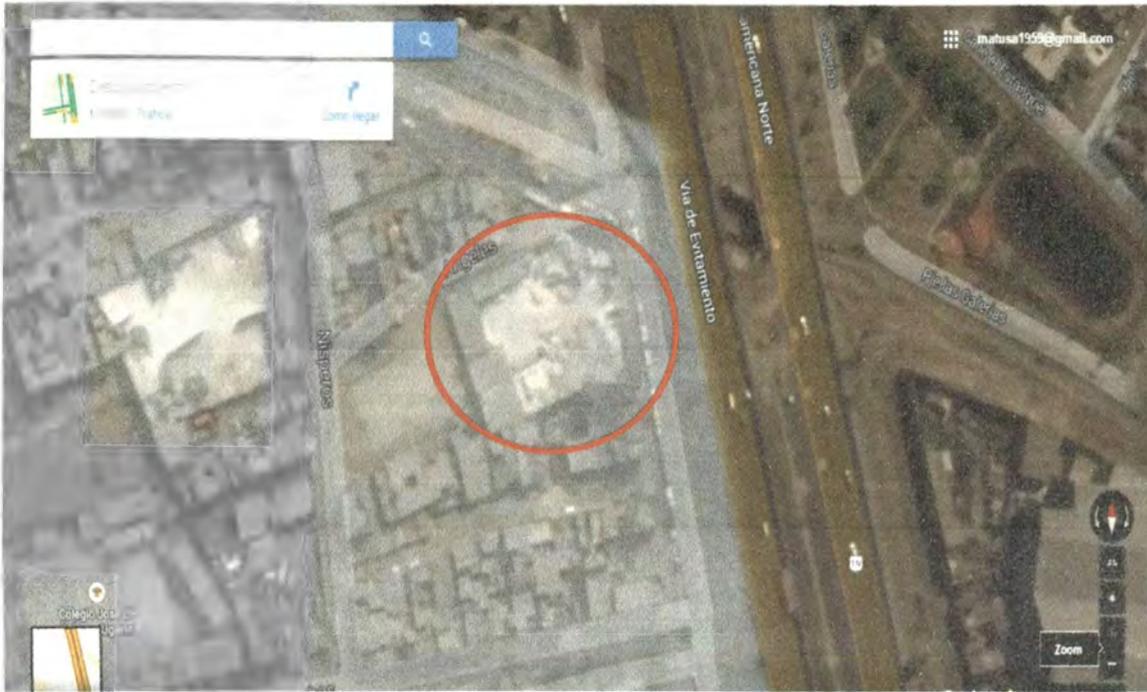


Figura 1.1 Ubicación de CMAA SAC

Nuestra planta cuenta con una infraestructura de molienda que consta de tres molinos de bolas; dos (2) de 4'x 10' y uno de 4'x 5'; todos con sus respectivos sistemas neumáticos combinados.

Presentación de Productos Terminados

Bolsas de polipropileno laminado micro perforado en pesos de 20, 25, 30 y 40 kg.
Aproximadamente o en BIG BAG de 1 a 1.5 Ton.



Figura 1.2 Abastecimiento, proceso y destino del producto

Conceptos Clave de la Política de Empresa

- Protagonistas
- Fases del proceso
- Valores
- Misión
- Concepto del negocio
- Objetivos
- Estrategia
- Políticas

Factores que afectan la demanda de nuestros productos terminados

- Fineza
- Color
- Poder cubriente
- Absorción de aceite
- Precio
- Crédito
- Competencia
- Niveles de producción de nuestros clientes

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo principal

Diseñar la distribución de una nueva planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día, con equipos nuevos, en otro local en una zona industrial.

1.2.2 Objetivos específicos

-Hallar un terreno en una zona industrial, con área no menor de 2500 m².

-Seleccionar los equipos necesarios para la planta procesadora, con una capacidad de 20 ton /día.

-Diseñar la distribución de los equipos e instalaciones de la nueva planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día.

1.3 Justificación

-Reubicar la planta en una zona industrial.

-Mejorar la política de calidad.

-Cumplir con los estándares de protección del medio ambiente.

-Modernizar los equipos y aumentar su capacidad.

-Ampliar área de la planta.

-Agilizar la recepción y el despacho.

1.4 Alcances

-Ubicar un terreno o local en una zona industrial con un área no menor de 2500m².

-Seleccionar los equipos necesarios para la planta procesadora con una capacidad de 20 ton/día.

- Distribuir los equipos e instalaciones en la planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día.

-Contempla desde la recepción, selección, trozado, chancado, molienda, ensacado y almacenamiento.

-Contempla la instalación eléctrica.

1.5 Recursos empleados

1.5.1 Infraestructura

Terreno de 2500 m².

1.5.2 Recursos humanos

Gerencia, jefe de planta, ingenieros, mecánicos, soldadores, albañiles, electricistas, ayudantes.

1.5.3 Hardware

Servidores, terminales, portátiles.

1.5.4 Software

PLC, Word, Access, AutoCAD.

1.5.5 Equipamiento

Equipos de medición, cinta métrica, vernier, multítester.

1.5.6 Transporte

Transporte urbano.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 Diseño de la distribución de una planta

El diseño de la distribución de una planta es una de las etapas más importantes en el proceso de proyectar una nueva industria. Este estudio implica el análisis de las necesidades de espacio para cada centro de trabajo, el espacio total disponible, las relaciones lógicas dentro del proceso productivo y los costos de desplazamiento de materiales generados por la distribución. Además, es muy difícil y costoso replantear el diseño una vez implantado, ya que implicaría el desplazamiento de maquinaria y equipos y la alteración del proceso productivo general.

Es de gran importancia conocer la problemática de la distribución de planta, ya que la misma será la base para implementar nuevos procedimientos y técnicas en la ejecución de los procesos productivos. Asimismo, una distribución adecuada facilita la obtención de un beneficio óptimo para el mejoramiento continuo de las empresas industriales como de servicio.

Desde un punto de vista teórico, la distribución en planta es útil porque es necesario tener un conocimiento claro y profundo de conceptos y técnicas manejados dentro del contexto de la ingeniería de distribución de planta y que contribuyen al éxito de la gestión empresarial.

Desde un punto de vista práctico, la distribución de planta es de vital importancia ya que por medio de ella se logra un adecuado orden y manejo de las áreas de trabajo y equipos, orientando la planificación, organización y dirección de las actividades a seguir y señalando los peligros que se deben evitar en la producción.

La distribución del equipo (máquinas, instalaciones, etc.) y de las áreas de trabajo es un problema ineludible para todas las empresas, por lo tanto no es posible evitarlo. El solo hecho de colocar un equipo en el interior de un edificio ya representa un problema de disposición.

La distribución de planta (también denominada layout) es el proceso de ordenamiento físico de los elementos de producción de modo que constituyan un sistema productivo capaz de alcanzar los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente posible. Este ordenamiento (ya sea el que está en práctica o en proyecto), incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal.

La importancia de estudiar la distribución de planta en una empresa o proyecto radica en que:

- a) Facilita el correcto funcionamiento de las instalaciones.
- b) Es aplicable a todos aquellos casos en los que sea necesaria la disposición de unos medios físicos en un espacio determinado (prefijado o no).
- c) Es aplicable tanto a procesos industriales como de servicios.

- d) Determina la eficiencia y en algunas ocasiones la supervivencia de una empresa.
- e) Contribuye a reducir los costos de operación.

El estudio de la distribución de planta es aplicable ante alguna de las siguientes situaciones:

- Proyecto de una planta completamente nueva.
- Expansión o traslado de una planta existente.
- Reordenamiento de una distribución ya existente.
- Ajustes menores en distribuciones ya existentes.

2.1.1 Objetivos de la distribución de planta

Con el layout se busca ordenar y organizar las áreas de trabajo y el equipo, para que la manera más económica para el trabajo sea también la más segura y satisfactoria para los empleados.

Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en una reducción del costo de operación, como resultado de los siguientes puntos:

- a) Reducción del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- b) Elevación de la moral y la satisfacción del obrero.
- c) Incremento de la producción.
- d) Disminución de los retrasos en la producción.
- e) Ahorro de área ocupada.
- f) Reducción del manejo de materiales.
- g) Mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.

- h) Reducción del material en proceso.
- i) Acortamiento del tiempo de producción.
- j) Reducción del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.
- k) Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- l) Disminución de la congestión y confusión.
- m) Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- n) Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Los objetivos básicos que persigue un analista de la distribución en planta son:

- a) Unidad: Alcanzar la integración de todos los elementos o factores implicados en la unidad productiva, para que funcione como una unidad de objetivos.
- b) Circulación mínima: Procurar que los recorridos efectuados por los materiales y hombres, de operación a operación y entre departamentos sean óptimos lo cual requiere economía de movimientos, de equipos, de espacio.
- c) Seguridad: Garantizar la seguridad, satisfacción y comodidad del personal, procurando una disminución en el índice de accidentes y una mejora en el ambiente de trabajo.
- d) Flexibilidad: La distribución en planta necesitará, con mayor o menor frecuencia adaptarse a los cambios en las circunstancias bajo las que se realizan las operaciones, las que hacen aconsejable la adopción de distribuciones flexibles.

2.1.2 Tipos de distribución de planta

Generalmente existe consenso para reconocer que la forma de organización del proceso productivo resulta determinante para la elección del tipo de distribución de planta. Suelen identificarse tres formas básicas de distribución de planta y una mezcla de ellas:

- Distribución por producto: Orientadas al producto y asociadas a configuraciones continuas o repetitivas.
- Distribución por proceso: Orientadas al proceso y asociadas a configuraciones por lotes.
- Distribuciones por componente fijo: Correspondiente a las configuraciones por proyecto.
- Distribución híbrida.

2.1.2.1 Distribución por producto

La distribución de planta por producto también es conocida como producción en línea o en cadena. Este tipo de layout es adoptado cuando la producción está organizada en forma continua (refinerías, centrales eléctricas, etc.), o repetitivas (electrodomésticos, ensamble de automóviles, enlatado de conservas, etc.).

Si se considera en exclusiva la secuencia de operaciones, la distribución por producto es relativamente sencilla, pues se trata de colocar cada operación tan cerca como sea posible de su predecesora. Las máquinas se sitúan unas junto a otras a lo largo de una línea en la secuencia en que cada una de ellas ha de ser utilizada; el producto sobre el que se trabaja recorre la línea de producción de una estación a otra a medida que sufre las operaciones necesarias.

Ventajas:

- a) El trabajo se mueve siguiendo rutas mecánicas directas, lo que hace que sean menores los retrasos en la fabricación.
- b) Estrecha coordinación en la fabricación debido al orden definido de las operaciones sobre las máquinas contiguas. Menos probabilidades de que se pierdan materiales o que se produzcan retrasos de fabricación.
- c) Tiempo total de producción menor. Se evitan las demoras entre máquinas.
- d) Menores cantidades de trabajo en curso, poca acumulación de materiales en las diferentes operaciones y en el tránsito entre éstas.
- e) Se obtiene una mejor utilización de la mano de obra debido a que existe mayor especialización del trabajo. Que se tiene mayor afluencia de mano de obra ya que se pueden emplear trabajadores especializados y no especializados.

Desventajas:

- a) Elevada inversión en máquinas debido a sus duplicidades en diversas líneas de producción.
- b) Menos pericia en los operarios. Cada uno aprende un trabajo en una máquina determinada o en un puesto que a menudo consiste en máquinas automáticas que el operario solo tiene que alimentar.
- c) Peligro que se pare toda la línea de producción si una máquina sufre una avería. A menos que haya varias máquinas de una misma clase; son necesarias reservas de máquinas de reemplazo o que se hagan reparaciones urgentes inmediatas para que el trabajo no se interrumpa.
- d) Los costos de fabricación pueden mostrar tendencias a ser más altos, aunque los de mano de obra por unidad, quizás sean más bajos debido a los gastos generales elevados en la línea de producción. Gastos

especialmente altos por unidad cuando las líneas trabajan con poca carga o están ocasionalmente ociosas.

Se recomienda cuando:

- a) Se fabrique una pequeña variedad de piezas o productos.
- b) Difícilmente se varía el diseño del producto.
- c) La demanda es constante y se tiene altos volúmenes.
- d) Es fácil balancear las operaciones.

2.1.2.2 Distribución por proceso

También llamada taller de empleos o distribución funcional. Agrupa máquinas similares en departamentos o centros de trabajo según el proceso o la función que desempeñan. Por ejemplo, la organización de los grandes almacenes responde a este esquema.

El enfoque más común para desarrollar una distribución por procesos es de arreglar los departamentos que tengan procesos semejantes, de tal manera que optimicen su colocación relativa.

Este sistema de disposición se utiliza generalmente cuando se fabrica una amplia gama de productos que requieren la misma maquinaria y se produce un volumen relativamente pequeño de cada producto.

Ejemplo:

Fábrica de hilados y tejidos, talleres de mantenimiento e industrias de confección.

Características:

- a) Esta distribución es común en las operaciones en las que se pretende satisfacer necesidades diversas muy diferentes entre sí.
- b) El tamaño de cada pedido es pequeño, y la secuencia de operaciones necesarias para fabricarlo varía considerablemente de uno a otro.
- c) Las máquinas en una distribución por proceso son de uso general y los trabajadores están muy calificados para poder trabajar en ellas.

Ventajas:

- a) Menor inversión en máquinas debido a que es menor la duplicidad. Sólo se necesitan las máquinas suficientes de cada clase para manejar la carga máxima normal. Las sobre cargas se resolverán por lo general, trabajando horas extraordinarias.
- b) Pueden mantenerse ocupadas las máquinas la mayor parte del tiempo porque el número de ellas (de cada tipo) es generalmente el necesario para la producción normal.
- c) Una gran flexibilidad para ejecutar los trabajos. Es posible asignar tareas a cualquier máquina de la misma clase que esté disponible en ese momento.
- d) Adaptación fácil a la gran variedad de productos. Cambios fáciles cuando hay variación frecuente en los productos o en el orden que se ejecuten las operaciones. Fácilmente adaptable a demandas intermitentes.
- e) Los operarios son mucho más hábiles, porque tienen que saber manejar cualquier máquina (grande o pequeña) del grupo, como preparar la labor, ejecutar operaciones especiales, calibrar el trabajo, y en realidad tienen que ser mecánicos más que simple operarios, lo que proporciona mayores incentivos individuales.

- f) Los supervisores y los instructores, adquieren pericia y eficiencia, en manejo de sus respectivas calases de máquinas y pueden dirigir la preparación y ejecución de todas las tareas en éstas máquinas.
- g) Los costos de fabricación pueden mantenerse bajos. Es posible que los costos de mano de obra sean más altos por unidad cuando la carga sea máxima, pero serán menores que en una disposición por producto, cuando la producción sea baja. Los costos unitarios por gastos generales serán más bajos con una fábrica moderna. Por consiguiente, los costos totales pueden ser inferiores cuando la instalación no está fabricando a su máxima capacidad o cerca de ella.
- h) Las averías en las máquinas no interrumpen toda la serie de operaciones. Basta trasladar el trabajo a otra máquina, si está disponible o altera ligeramente el programa, si la tarea en cuestión es urgente y no hay ninguna máquina ociosa en ese momento.

Desventajas:

- a) Falta de eficiencia, los lotes no fluyen a través del sistema productivo de una manera ordenada.
- b) Es frecuente que se produzcan retrocesos.
- c) El movimiento de unos departamentos a otros pueden consumir periodos grandes de tiempos, y tienden a formarse colas.
- d) Cada vez que llega un lote a un nuevo centro de trabajo, suele ser necesario configurar las máquinas para adaptarlas a los requerimientos del proceso particular.

- e) La carga de trabajo de los operarios fluctúa con frecuencia, oscilando entre colas que se forman en algunas ocasiones y el tiempo de espera que se produce en otras.
- f) Sistema de control de mucho más complicados y falta de control visual.
- g) Se necesitan más instrucciones y entrenamientos para acoplar a los operarios a sus respectivas tareas. A menudo hay que instruir a los operarios en un oficio determinado.

Se recomienda cuando:

- a) La maquinaria es costosa y no puede moverse fácilmente.
- b) Se fabrican productos similares pero no idénticos.
- c) Varían notablemente los tiempos de las distintas operaciones.
- d) Se tiene una demanda pequeña o intermitente.

2.1.2.3 Distribución por componente fijo

Este tipo de distribución es apropiado cuando no es posible mover el producto debido al peso, tamaño, forma, volumen o alguna característica particular que lo impida.

Ejemplo:

La construcción de un edificio, fabricación de un barco, la explotación de un yacimiento de minerales, etc.

Características:

- a) El producto permanece estático durante el proceso de producción.
- b) Los trabajadores, las máquinas, los materiales o cualquier otro recurso productivo son llevados hacia el lugar de producción.

- c) La intensidad de utilización de los equipos es baja porque a menudo resulta menos pesado abandonar el equipo en un lugar determinado. Donde será necesario de nuevo en pocos días, que trasladarlo de un sitio a otro.
- d) Con frecuencia las máquinas solo se utilizan durante un periodo limitado de tiempo, se alquilan o se subcontrata.
- e) Los trabajadores están especialmente calificados para desempeñar las tareas, que de ellos esperan, por este motivo cobran salarios elevados.

2.1.2.4 Distribuciones híbridas

Las formas híbridas de distribución en planta intentan combinar los tres tipos básicos que acabamos de señalar, para aprovechar las ventajas que ofrece cada uno de ellos. La distribución híbrida busca poder favorecerse simultáneamente de las ventajas que puedan nacer de las distribuciones por producto principalmente su eficiencia; y de la distribución por proceso su particular flexibilidad.

2.2 Proceso de molienda

El proceso comienza con la denominada cominución o desintegración en términos comunes a la reducción de trozos grandes a fragmentos pequeños de roca. La cominución usualmente se lleva a cabo en dos pasos relacionados pero separados, los cuales son trituración o chancado y molienda.

El objeto de la operación de desintegración no consiste solamente en obtener "pequeños trozos a partir de los grandes", en cuyo caso la efectividad de la operación se mediría por la finura del material obtenido, sino que también persigue la consecución de un producto que posea un determinado tamaño granular, comprendido entre límites preestablecidos.

Las exigencias de tamaño para diversos productos pueden variar, y de ahí que se empleen diferentes máquinas y procedimientos.

En nuestro caso, para procesar los minerales no metálicos, provenientes de las canteras es el siguiente:

El material proveniente de la sierra central (Lima, jauja, Huancayo) mayormente, es pesado por terceros, luego una vez en planta descargado con monta cargas, seleccionado y limpiado manualmente.

Una vez seleccionado el material se procede al machacado, que consiste en partir el material al tamaño que puede ser triturado por la chancadora de quijadas, cuyo tamaño debe ser menor de 6", luego el material que sale de la chancadora tiene un tamaño de 3/8"-1/2" (10-13mm), este material es trasladado a través del elevador de cangilones al molino de martillos, el cual muele el material, el cual queda de un tamaño aproximado de 0.7-1.4mm que corresponde a un número de malla 10-20, el material transportado al silo de almacenamiento, del silo es transportado al molino de bolas por medio de un tornillo sin fin; en el molino de bolas además de moler el mineral no metálico es también secado por medio de aire caliente, saliendo de este proceso un material seco y con un tamaño requerido por que es seleccionado por el clasificador dinámico y separado el producto del polvo a través del ciclón (en la figura 2.4 se muestra una planta procesadora de minerales).

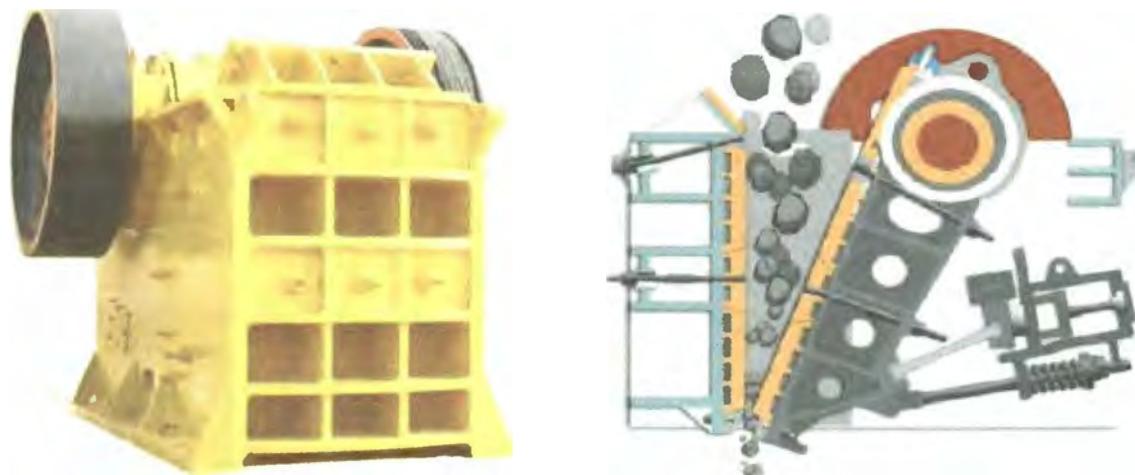


Figura 2.1 Chancadora de mandíbulas

2.3 Chancadora de quijadas

También conocidas como trituradoras de mandíbulas, quebrantadoras de mandíbulas y chancadora de quijadas, (se muestra en la figura 2.1), están formadas por dos mandíbulas dispuestas una frente a la otra en forma de V, una de las cuales es fija y la otra está animada por un movimiento de oscilación alrededor de un eje horizontal generado por medio de un sistema de biela excéntrica y de placas de articulación. El material introducido por la parte superior, es fragmentado debido al acercamiento de la mandíbula móvil y va descendiendo por la cámara de trituración con el alejamiento de dicha mandíbula. Este retroceso de la mandíbula móvil permite a los fragmentos generados descender hacia la parte más estrecha, donde se someterá a una nueva compresión al avanzar la mandíbula. Finalmente, los materiales machacados salen de la machacadora por la abertura inferior.

Estos movimientos de acercamientos-alejamientos de la mandíbula móvil son los responsables de la trituración por compresión y del avance de los materiales en la cámara de trituración.

2.3.1 Tipos de chancadora de quijadas

Existen tres tipos básicos de chancadoras de quijadas; el tipo Dodge, el tipo Blake y el tipo biela simple.

2.3.1.1 Tipo Dodge

Las chancadoras tipo Dodge son las más simples mecánicamente hablando. La mandíbula móvil es accionada por una excéntrica unida directamente a la prolongación de esta mandíbula. El eje de oscilación se encuentra en la base de la mandíbula móvil. Por tanto, la carrera es máxima a la entrada y va disminuyendo a medida que el material desciende. De esta manera se pueden adoptarse reglajes muy finos.

2.3.1.2 Tipo Blake o de doble efecto

Las machacadoras del tipo Blake, también llamadas erróneamente de doble efecto por una mala traducción del inglés (double toggle = articulación doble) se caracteriza por ser de simple efecto al tener lugar en ellas únicamente fenómenos de compresión. Están formadas por una mandíbula fija y una móvil apoyada esta última en un balancín articulado en su parte superior. La mandíbula móvil tiene un movimiento de vaivén sobre la mandíbula fija tanto más acusado a medida que se desciende al extremo inferior de la mandíbula móvil.

Este tipo de chancadoras, al tener dos placas de articulación, son alrededor de entre un 20% y un 30% más pesada que las de simple efecto y, por lo tanto, más caras. Sin embargo, el desgaste es menor en los blindajes de las mandíbulas.

Se diferencian de las de simple efecto en que la producción es menor, el sentido de giro de excéntrica es indiferente y el riesgo de apelmazamiento de la cámara de trituración es mayor.

2.3.1.3 Tipo simple efecto

Llamada así erróneamente por una mala traducción del inglés (single toggle = articulación única) cuando en este tipo de machacadoras el efecto de trituración es doble debido a los fenómenos de compresión y fricción.

En las chancadoras de simple efecto la zona de la mandíbula móvil próxima a la excéntrica describe un círculo de radio igual a la excentricidad del eje. Según va descendiendo por la cámara de trituración las zonas inferiores de la mandíbula móvil van convirtiendo esta trayectoria circular en elíptica, cuyo eje menor va disminuyendo cuando más próximo está a la boca de salida de la cámara de trituración.

La velocidad de las chancadoras es inversamente proporcional al tamaño, que viene a ser determinado por el tamaño de la boca de alimentación; por ejemplo para el caso de las machacadoras de simple efecto de 800 mm x 600mm, tienen una velocidad de 300-350 rev/min; y una de 1600 mm x 1200 mm tiene una velocidad excéntrica de 180-220 rev/min.

2.4 Molinos de Bolas

Los molinos de bolas están formados por cámaras cilíndricas revestidas internamente a las que se les hace girar, dispuestas horizontalmente, con el fin de producir una molienda a tamaños comprendido entre 0-30 micras y 0-200 micras.

Los molinos están formados por cuerpos cilíndricos o cilíndricos-cónicos cuyas paredes están recubiertas con revestimientos que soportan el desgaste producido por el material moledor.

Este material moledor está formado por bolas de diferentes diámetros en función de los materiales a moler, que bajo el efecto de rotación del propio molino son arrastradas a lo largo de las paredes, ruedan y luego vuelven a caer unas sobre otras, lo que provocan unos choques y una fricción que producen la mayor o menor molienda en función del tiempo que permanezca dentro del molino (se puede apreciar en la figura 2.2).

2.4.1 Tipos de molinos de bolas

2.4.1.1 Clasificación en función de la marcha

2.4.1.1.1 Molinos de bolas de marcha discontinua

Son molinos que se compone de una virola sellada en los extremos, en los cuales para empezar la molienda se carga el material por una compuerta, con el molino detenido, una vez realizada se detiene para descargar el material molido, a través de la misma.

2.4.1.1.2 Molinos de bolas de marcha continúa

Para tratamiento de grandes cantidades de material se utilizan molinos de marcha continua. Estos se cargan por un extremo y descargan por el otro extremo por rebose, generalmente por vía húmeda, aunque también se utiliza en vía seca.

2.4.1.2 Clasificación en función del tipo de circuito

2.4.1.2.1 Circuito abierto

Es cuando el material molido pasa a la siguiente etapa directamente sin ningún tipo de selección, por lo tanto ninguna fracción o parte vuelve al interior del molino.

2.4.1.2.2 Circuito cerrado

En este caso, que suele a ser el más utilizado, el material que sale del molino de bolas pasa por un proceso de selección; el material con el tamaño deseado sigue el proceso y aquel con tamaño superior retorna al molino para una nueva molienda.

2.4.1.3 Clasificación en función del tipo de accionamiento

2.4.1.3.1 Accionamiento lateral por fricción directa sobre la pared del cilindro o sobre llantas de rodadura solidarias al cilindro

Este tipo accionamiento solamente se da en molinos de laboratorio y tamaños no superiores a 2 m, el accionamiento se genera por neumáticos o por ruedas macizas.

2.4.1.3.2 Accionamiento lateral por piñón-corona y motor rápido con transmisión por polea

La corona dentada que engrana con el piñón de ataque está fijada contra uno de los fondos del molino o alrededor de éste. El eje del piñón es accionado por un motor de velocidad normal a través de una transmisión de poleas. Este sistema de accionamiento se emplea en molinos con potencias máximas de hasta 150 kW.

2.4.1.3.3 Accionamiento lateral por piñón-corona y motor de velocidad normal y reductor

Son los molinos convencionales y por lo tanto los más usados para potencias bajas. Se utilizan motores asíncronos de velocidad normal acoplados directamente a reductores de velocidad, cuyo eje se une directamente al eje que soporta el piñón de ataque del molino. A partir de los 200 kW, entre el motor y el piñón se instala un embrague neumático. Se utiliza en molinos con potencias de hasta 500 kW.

2.4.1.3.4 Accionamiento lateral por piñón-corona y motor de velocidad lenta

Este sistema de accionamiento consiste en el ataque directo de la corona dentada por un piñón acoplado directamente en el extremo del eje de un motor eléctrico de velocidad lenta. Este sistema de accionamiento se utiliza en molinos con potencias comprendidas entre los 300 kW y los 6000 kW. Es el tipo de accionamiento más empleado para potencias elevadas. Como ocurre en los molinos de velocidad normal y reductor, estos llevan instalados entre el motor y el piñón un embrague neumático.

2.4.1.3.5 Accionamiento sin engranajes

Para potencias superiores comprendidas por encima de los 1000 kW la transmisión por engranajes ha planteado problemas. Para solucionar el problema se ha optado por un accionamiento mediante motor eléctrico de velocidad muy lenta, cuyo rotor es el propio molino.

2.4.1.4 Clasificación en función del sistema de carga del molino

2.4.1.4.1 Molinos con alimentación por gravedad directamente en el buje

2.4.1.4.2 Molinos con alimentador de espiral

2.4.1.4.3 Molinos con alimentación por canal vibrante

2.4.1.4.4 Molinos con alimentación por cuchara giratoria

2.4.1.5 Clasificación en función del sistema de descarga

2.4.1.5.1 Molinos de descarga por rebose "overflow"

Generalmente la descarga se realiza por el lado opuesto al de la alimentación y su utilización está extendida para procesos en vía húmeda. El lado de la descarga suele estar protegido con una virola cilíndrica o tronco-cónica perforada cuya función es la de retener los fragmentos de partículas por encima del tamaño deseado o los fragmentos de bolas. Se caracteriza por la producción elevada de elementos finos.

2.4.1.5.2 Molinos con parrillas colocadas sobre la periferia

Este sistema se caracteriza porque facilita la circulación del producto molido y por su producción de elementos de tamaños medianos. Se usa principalmente por vía seca.

2.4.1.5.3 Molinos con parrillas colocadas a lo largo de toda la extremidad opuesta a la entrada

Este sistema en muchas ocasiones está protegido por nervios radiales entre los cuales se encuentran las perforaciones. En la parte posterior de la pared perforada unos cangilones suben la pulpa o la materia seca hasta el eje central a través del cual es evacuada.

2.4.1.5.4 Molinos de evacuación a lo largo del cilindro

La evacuación se puede realizar a mitad del cilindro o en la periferia de éste a través de orificios alojados entre dos tabiques perforados.

2.4.1.5.5 Molinos de evacuación por corrientes de aire

En estos molinos, como su nombre indica, la evacuación se realiza mediante corrientes de aire, a través del eje de salida.

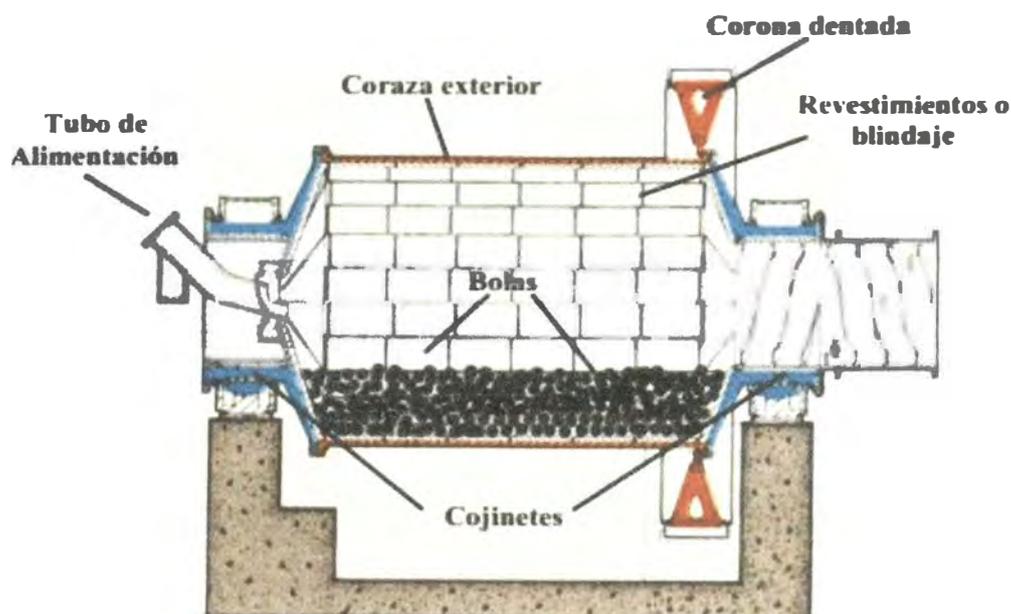


Figura 2.2 Molino de Bolas

2.5 Cribado

El cribado es el proceso mecánico de clasificación dimensional de materiales de forma y dimensiones variadas, mediante la presencia de estos materiales sobre unas superficies con aberturas que dejan pasar los granos de dimensiones inferiores a las dimensiones de las aberturas, mientras que los granos de medidas superiores son retenidos y evacuados separadamente. Resumiendo, se puede decir que el arte del cribado se basa en el principio de separación de los materiales en grupos de tamaños predeterminados.

Este proceso se debe a que los materiales procedentes de la trituración o molienda no se ajustan a los tamaños requeridos y por lo tanto hay que hacer una separación por dimensiones en función de su uso final (en la figura 2.3 se muestra una criba vibratoria)

2.5.1 Tipo de cribas

La mayoría de los equipos de cribado se usan en la industria y trabajan bien por vibración o resonancia para impartir un movimiento a la cama del material. En este informe únicamente se van a describir las cribas que funcionan por vía seca.

2.5.1.1 Cribas y precribadores estáticos

2.5.1.1.1 Parrillas planas inclinadas

Están formadas por barras de acero de gran grosor de sección rectangular o trapezoidal dispuestas en el sentido de la pendiente.

2.5.1.2 Cribas y precribadores mecánicos

2.5.1.2.1 Precribadores de barras móviles

Estos precribadores están formados por dos juegos de barras longitudinales alternadas, de los que una extremidad se encuentra sobre unos soportes movidos por vibradores de amplitud variable que les proporciona un movimiento unidireccional, y el otro extremo oscila libremente. Con este mecanismo, las barra pares se elevan mientras que las impares describen el movimiento inverso. De esta manera se consigue que los fragmentos sean transportados a lo largo del precribador mientras que los elementos más pequeños van pasando entre las barras. Se emplean para la alimentación de chancadoras y molinos de tamaño mediano a pequeño.

2.5.1.2.2 Precribadores de rodillos elípticos

Los precibadores de rodillos se sección elíptica han revolucionado a partir de los rodillos cilindro acanalados prácticamente hoy ya en desuso. Están formados por rodillos de sección elíptica de acero resistente estriados fabricados de acero resistente al desgaste que pueden tener entre 1000 mm y 2500 mm. Se encuentran dispuestos según una pendiente de 10° a 20° y accionaos todos en el mismo sentido, con la misma velocidad y sincronización, de forma que dos rodillos sucesivos engranan en cierto modo el uno sobre el otro, manteniendo entre ellos unos intervalos constantes. Entre los rodillos suelen instalarse unos peines para la limpieza de las piedras que se queden encajadas.

No son precibadores recomendados para materiales duros y abrasivos y se utilizan habitualmente para materiales pegajosos de todo tipo de tamaño con mucha presencia de arcilla.

2.5.1.2.3 Precibadores de disco

Los pecribadores de disco están formados por un eje de acero sobre el que van colocados los discos destinados a realizar el trabajo de separación. Estos discos son de acero al carbono, con una separación entre ellos a determinar según el tamaño de los rechazos que se quieran eliminar. Un sistema de peines limpiadores o cuchillas situados en la parte inferior y colocados entre los discos empujan a los fragmentos de piedra u otros materiales que tienen tendencia a quedarse entre los discos. Estos peines limpiadores van colocados sobre un eje transversal.

La separación de los dientes varía entre los 50 mm y 120 mm y su diámetro va entre los 750 mm y los 2000 mm. Un precibador de discos accionado por un motor de 11 kW puede tratar desde 600 t/h a 800 t/h.

Estos aparatos son, sin embargo, pesados y de dimensiones relativamente grandes. Por su simplicidad y su robustez los hacen aconsejables delante de las grandes chancadoras primarias. Se pueden emplear con gran éxito también con productos húmedos y pegajosos.

2.5.1.3 Trómeles

Son cribas cilíndricas o cónicas, ligeramente inclinadas sobre la horizontal, que giran sobre su eje y va provisto en su interior de unos elementos que provocan el movimiento y volteo de los áridos.

El producto a tratar es introducido por un extremo o boca de entrada y tras un tiempo de permanencia dentro del cilindro sale por la boca de evacuación clocada en el lado opuesto y de mayor diámetro que la boca de entrada.

2.5.1.4 Cribas y precribadores vibrantes

2.5.1.4.1 Precribadores vibrantes

Los precribadores vibrantes o separadores de barras, especialmente diseñados para el precribado y la alimentación de trituradoras primarias, están formados por una estructura soporte que monta dos o más series de superficies cribantes

2.5.1.4.2 Criba de probabilidades

2.5.1.4.3 Cribas vibrantes de movimiento circular

2.5.1.4.4 Cribas vibrantes horizontales o ligeramente inclinadas

2.5.1.4.5 Cribas vibrantes circulares.

2.5.1.5 Cribas de resonancia

2.5.1.6 Cribas de ondas lineales

2.5.1.7 Equipos para la clasificación opto-electrónica

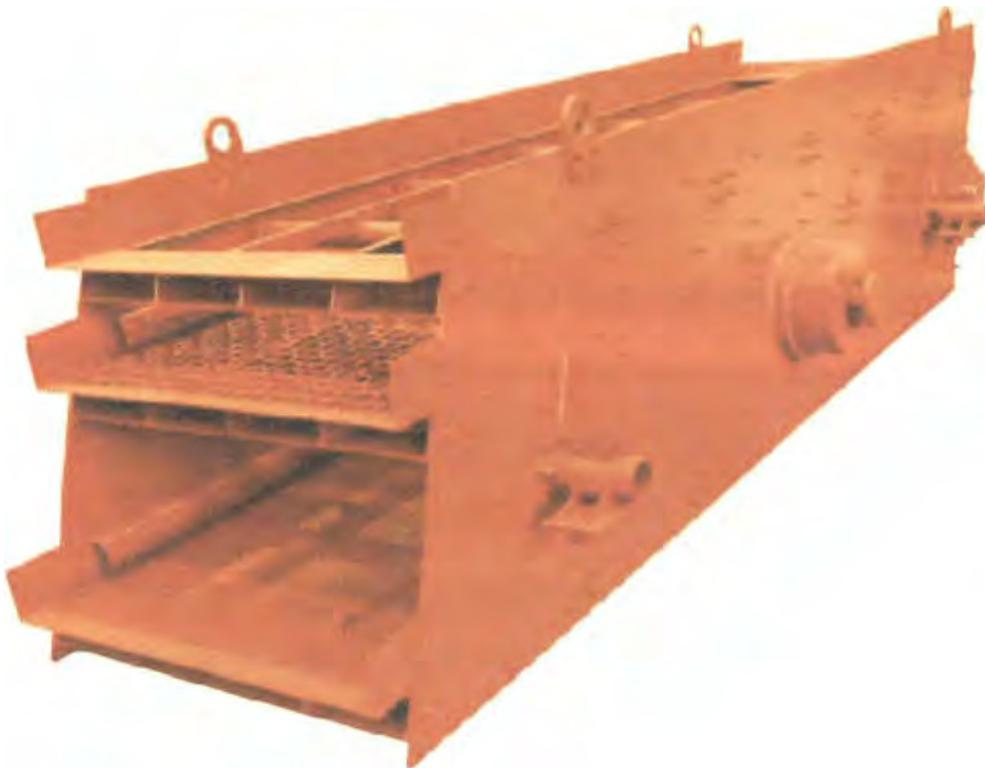


Figura 2.3 Criba Vibratoria

2.6 Clasificación neumática

La clasificación de las partículas en el seno de un fluido gaseoso se realiza según los mismos principios generales utilizados en la clasificación hidráulica, con

la salvedad de que las diferencias de densidad entre las materias sólidas y el fluido portador o de arrastre aquí son mucho más grandes.

Este tipo de clasificación se utiliza tanto en circuito abierto como en circuito cerrado o incluso en cascada. En circuito cerrado se utiliza para regular la finura de un producto molido o para realizar una clasificación previa a la molienda de un producto fino, con el objeto de moler únicamente las partículas de tamaño superior al necesitado. En circuito abierto se utiliza para la extracción de impurezas perjudiciales bajo la forma de partículas ultra finas de productos naturales como, por ejemplo, las arenas. Por último, en cascada, con un segundo clasificador, se utilizan para obtener fracciones granulométricas sucesivas del producto e incluso un mayor rendimiento de extracción.

Los separadores de aire pueden trabajar por gravimetría, por efecto centrífugo o bien por una mezcla de los dos como en la mayoría de los aparatos. Esto permite hacer la siguiente clasificación de los equipos: separadores estáticos, separadores centrífugos, y separadores mecánicos.

2.6.1 Tipos de clasificadores

2.6.1.1 Separadores o clasificadores de corriente vertical (estáticos)

2.6.1.1.1 Clasificadores simples de corriente ascendente

2.6.1.1.2 Clasificadores de doble cono

2.6.1.1.3 Clasificadores multiciclones

2.6.1.1.4 Clasificadores de rueda

2.6.1.1.5 Clasificadores de ruedas múltiples

2.6.1.1.6 Clasificadores en zig-zag

2.6.1.2 Separadores o clasificadores que actúan por centrifugación

2.6.1.2.1 Ciclones desempolvadores

2.6.1.2.2 Clasificadores por aire en espiral

2.6.1.3 Separadores o clasificadores mecánicos

2.6.1.3.1 Clasificadores dinámicos de tipo Whizzer

2.6.1.3.2 Clasificadores dinámicos para productos ultra finos

2.5 Alimentadores

El empleo de alimentadores tiene como objeto la preservación de los equipos primarios. Téngase en cuenta que el todo-uno procedente de la mina o cantera se presenta en bloques grandes mezclados con bloques fragmentados que al caer directamente sobre los equipos primarios puede producir daños. Por otra parte, el alimentador también asegura una alimentación más uniforme durante el proceso, mientras que si es alimentado a través de la cargadora o el dúmper la alimentación se hace de manera más brusca y desigual correspondiendo con los ciclos de la máquina.

La elección del alimentador será en función del grado de homogeneidad de los materiales. Factores como la granulometría, el contenido de humedad de los finos y la presentación de materiales arcillosos que producen obstrucciones durante la trituración, son los condicionantes a la hora de elegir un tipo de alimentador u otro.

Tipos de alimentadores

- a) Alimentadores de cadenas colgantes
- b) Alimentadores de bandeja de vaivén
- c) Alimentadores vibrantes
- d) Alimentadores de tablero metálico
- e) Alimentadores-extractores de cadenas de racletas.

- f) Alimentadores de tablero-parrilla de barrotes basculantes.

2.8 Equipos dosificadores.

Los aparatos dosificadores tienen la función de asegurar la extracción bajo la tolva y la alimentación con flujo constante y uniforme del producto a los aparatos de trituración secundaria, terciaria y cribas.

a) Dosificadores de vaivén.

b) Dosificadores vibrantes.

-Accionamiento electromagnético.

-Accionamiento mediante dos vibradores electromagnéticos.

-Accionamiento mediante vibradores mecánicos.

c) Dosificadores volumétricos.

2.9 Equipos de transporte

Para la extracción de materiales procedentes de un primario o para el transporte de dichos materiales entre los distintos equipos de la planta, se emplean habitualmente cintas transportadoras, elevadores de cangilones, equipos de elevación con bandas de tacos transversales, apiladoras, etc., mientras que para

los materiales ya tratados y almacenados en tolvas o en silos en los que se pretende un recorrido limitado, los aparatos mediante vibración con motores de masa excéntricas son ampliamente utilizados. Estos aparatos son las canaletas de extracción de tolva, las canaletas de transporte y los tubos de transporte.

Los aparatos de vibración trabajan con vibraciones lineales producidas por dos motores de masas desequilibradas que giran uno en sentido contrario al otro. Las fuerzas de excentricidad se regulan con los motores parados variando los pesos excéntricos.

2.9.1 Cintas transportadoras

Las cintas transportadoras o transportadores de banda son correas sin fin que se mueven alrededor de unos tambores y su misión es transportar el material entre los equipos primarios y secundarios o entre el secundario y los silos y, en general, son las tienen la misión de transportar el material entre los distintos equipos de la planta hasta que el material queda almacenado en los silos o stocks.

Por lo tanto, como se observa, tiene que haber un dispositivo de alimentación y otro de descarga.

2.9.2 Elevadores verticales de cangilones

Este tipo de transportadores se utilizan para el transporte en vertical o con inclinaciones próximas a la vertical de materiales a granel que son recogidos en la parte inferior del elevador y descargados por gravedad en la parte superior. En

función de la presencia o no de una carcasa exterior, pueden ser abiertos o cerrados.

Se utilizan habitualmente en la industria del cemento así como en las plantas de tratamiento de carbón, aluminio, cal, acero, etc.

Los materiales pueden ser elevados a velocidades de hasta 2 m/s y alturas de 70 m, los cangilones pueden estar unidos por medio de cadenas o faja, el material de la cadena se caracteriza por su alta resistencia a la fatiga, el material de las fajas pueden ser de varios tipos incluyendo poliéster/nylon.

Los cangilones se fabrican en gran variedad de formas dependiendo del producto a ser transportado y de la zona de carga, y pueden estar hechos de acero mecano-soldado, acero troquelado e incluso materiales poliméricos. Los cangilones varían sus anchos entre los 170 mm y los 1150 mm, su altura entre los 160 mm y los 450 mm y su profundidad entre los 100 mm y los 360 mm, lo que permite producciones horarias que varían de los 13 m³/h a los casi 400 m³/h.

2.9.3 Sistema de elevación con bandas de tacos transversales y perfiles longitudinales

Diseñadas con una alta capacidad de transporte, las bandas de los tacos transversales originarias de la marca Flexowell, del grupo Metso, están diseñadas para transporte horizontal, inclinado y vertical de todo tipo de materiales a granel, desde carbón, minerales, arena o roca hasta fertilizantes y grano. El tamaño del material a transportar puede ser desde pequeñas partículas hasta 400 mm, pudiendo variar la capacidad desde 1 m³/h a 6000 m³/h.

La banda consta de tres componentes básicos:

- Bandas de base rígida transversal con tejido horizontal o refuerzo de cable de acero.
- Perfiles longitudinales corrugados de goma vulcanizada reforzada.
- Tacos transversales que evitan que el material se deslice hacia atrás.

Las bandas se fabrican en caucho resistente a la abrasión, a la temperatura, a los aceites y retardantes de llamas.

Las ventajas de estas bandas, que pueden ser integradas en sistemas de transporte completos y/o sistemas complejos de elevación, se caracterizan por el menor espacio requerido para su colocación, instalación rápida, menor consumo de energía, la ausencia de puntos de transferencia, un menor coste de mantenimiento, así como mínimo tiempo de inactividad.

Estos sistemas de limpieza, así como las cámaras de laberintos, al eliminar únicamente las partículas más gruesas, se suelen utilizar como procesos preliminares a equipos más eficientes, como pueden ser un captador de filtro de manga.

La corriente de aire es puesta en rotación en el interior del ciclón. El polvo proyectado hacia la pared del ciclón cae hacia abajo llegando a la tolva de recepción de polvo, mientras que el aire o gas depurado sale por un tubo central a la parte superior del ciclón. La velocidad tangencial de entrada de la corriente de aire en el ciclón varía de 8 m/s a 20 m/s.

Los ciclones se construyen con diámetros de 0.3 m hasta varios metros, alcanzándose su máxima eficiencia cuando la velocidad centrífuga en la parte recta de la boca de salida es muy alta. Los valores entre 2.5 y 3 veces la velocidad de entrada de la corriente ofrecen una gran eficacia.

Este tipo de aparatos ofrece una separación relativamente buena a partir de las 30 micras. Sin embargo, el ciclón simple es insuficiente para la recuperación de la mayoría de los polvos industriales. Para solucionar este problema se hace pasar la corriente, no por uno, sino por una gran cantidad de ciclones de pequeño diámetro agrupados en paralelo con una única cámara de admisión y una sola tolva de evacuación del polvo.

En los multiciclones las corrientes de torbellino en el interior de cada ciclón son creadas por unas orejetas helicoidales o mediante unas coronas de alabes helicoidales fijas.

Estos equipos, formados por varios ciclones, consiguen mejorar la recuperación a dimensiones de partículas superiores a 5 micras.



Figura 2.4 Planta procesadora de minerales

2.10 Equipos para la captación de polvo

La captación de polvo es la recuperación de partículas finas sólidas que se encuentran en suspensión en un medio gaseoso. Su objeto principal es la recuperación, bajo forma pulverulenta o en forma de lodo, de un producto sólido de valor en el mercado o la depuración del aire o de los gases antes de ser lanzados de nuevo a la atmosfera.

Existen dos tipos de técnicas para la eliminación del polvo. Una de ellas es mediante sistemas de captación utilizando maquinaria por la que se hace pasar el flujo de aire y la otra es la supresión mediante la pulverización de agua o elementos

tenso activos sobre los focos de polvo (en la figura 2.5 se muestra un colector de polvo).

2.10.1 Tipos de sistemas de captación de polvo

2.10.1.1 Por aspiración

2.10.1.1.1 Por gravedad e inercia

2.10.1.1.2 Cámaras de laberintos

2.10.1.1.3 Ciclones y multiciclones

2.10.1.1.4 Filtros de mangas

2.10.1.1.5 Captadores por vía húmeda o "Scrubbers"

2.10.1.1.6 Captación electroestática

2.10.1.2 Por pulverización

2.10.1.2.1 Mediante flujos fijos

2.10.1.2.2 Mediante cañones móviles



Figura 2.5 Colector de polvo

CAPÍTULO 3

IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa minera Abastecedora Andina S.A.C., presenta el problema que muchas empresas, hoy se ven envueltas, que la población creció y lo que antes era una zona rural, hoy es una zona urbana.

Como consecuencia existen condiciones de la empresa, que los vecinos consideran nocivas o que atentan contra su tranquilidad, llámese ruido, vibración, polución, etc.

Esto implica establecer otra planta procesadora de minerales no metálicos de 20 ton/día, en una zona industrial, con un funcionamiento acorde con las normas de calidad, seguridad y conservando el medio ambiente.

Todo esto paralelamente al funcionamiento de la actual planta, por cuanto no se puede dejar de atender a los clientes.

El área con que cuenta actualmente la planta, es pequeña para el requerimiento el cual es 1850 m².

3.1 Las características de la nueva planta

Ubicación: Zona industrial.

Área: No menor de 2500 m²

La capacidad de producción: Debe de ser de 20 ton/día

3.2 Selección equipos

Seleccionar los equipos necesarios para la nueva planta procesadora de minerales no metálicos con una capacidad de molienda de 20 ton/día.

3.3 Diseño de la distribución de la nueva planta

Diseño de la distribución de la nueva planta procesadora de minerales de 20 ton/día (equipos, instalaciones civiles, instalaciones eléctricas)

3.4 Situación actual

Para realizar el diagnóstico general de la empresa fueron aplicadas las siguientes herramientas:

3.4.1 Análisis operacional

3.4.2 Análisis FODA

3.4.3 Diagrama Causa –Efecto

3.4.4 Diagrama del proceso

3.4.5 Diagrama de Flujo-recorrido

3.4.1 Análisis Operacional (Situación Actual)

La operación tiene como propósito el trozado, triturado, molienda, pulverizado.

3.4.1.1 Tolerancia y especificaciones

La maquinaria está diseñada para procesar el producto y lograr la granulometría deseada que es de 400 a 635 número de malla (38-20 μm).

3.4.1.2 Proceso de manufactura

El proceso de manufactura es en gran parte mecánico, lo cual lo hace muy dinámico con necesidad de pocos operarios.

3.4.1.3 Materiales

La calidad del material o materia prima puede no ser la deseada, por lo que la selección y separación debe ser altamente efectiva. Necesita mucha inspección.

3.4.1.4 Manejo de materiales

El manejo de materiales es poco eficiente debido a que se encuentran en distintos lugares, el espacio es reducido para almacenar y seleccionar.

3.4.1.5 Preparación de herramental

Las herramientas se encuentran en el lugar de trabajo.

No existe actualmente control del stock de herramientas.

El estado de las herramientas no tiene supervisión.

3.4.1.6 Condiciones de trabajo

Las condiciones de temperatura, ventilación e iluminación no están controladas lo que puede repercutir en la salud de los operarios.

Los operarios se encuentran expuestos a vibración y ruidos, a niveles tolerables y no perjudiciales.

3.4.1.7 Distribución de plantas y equipos

La maquinaria se encuentra en una zona con limitación de espacio, lo que genera que los espacios operativos sean estrechos.

3.4.2 Análisis FODA (situación actual)

3.3.2.1 Fortalezas

- Personal calificado.
- Maquinaria adecuada, para el tipo de proceso.
- Disposición al cambio por parte del personal.
- Buen control financiero.
- Gerencia comprometida con el desarrollo del proceso.
- Capacidad de manejar cambios estratégicos.

3.4.2.2 Oportunidades

- Precio y composición del material.
- Demanda de los productos tanto como nacionales y extranjeros.
- Facilidad para la comercialización nacional e internacional de sus productos.
- Explorar nuevos segmentos del mercado.
- Personal del departamento técnico altamente calificado.
- Ampliar el negocio en mercados extranjeros.

3.4.2.3 Debilidades

- Distribución poco óptima de la planta.
- Personal no está comprometido con la misión, visión, valores y código de conducta que debe existir en una empresa.

- Falta de manuales (organización, normas y procedimientos, entre otros).
- No posee planes de mantenimiento.
- No cuenta con un amplio stock de repuestos.
- No cuenta con un amplio stock de materiales de oficina.
- No tiene una estrategia corporativa bien desarrollada.

3.4.2.4 Amenazas

- Carreteras en mal estado en las zonas de extracción del mineral
- Interrupción de vías de comunicación en épocas de lluvia, en la ruta de la cantera a la planta (huaycos).
- Incremento de la competencia.
- Disminución de crecimiento en la construcción.

3.4.2.5 Estrategias FO

- Diseñar una estrategia de mercado que permita la ampliación de la cartera de clientes tanto nacionales como internacionales. Basados en la calidad de los productos, precios razonables y entrega en los plazos establecidos.
- Aprovechar la demanda por parte de los compradores para penetrar de manera más eficiente en el mercado.
Renovar la tecnología actual, con el personal calificado y la buena administración financiera.

3.4.2.6 Estrategias FA

- Contrarrestar la contracción económica del país, a través de la buena gestión financiera y la necesidad del producto.
- Desarrollar un plan de marketing que genere un mayor conocimiento público de la compañía, con el objetivo de penetrar en nuevos consumidores y ampliar el mercado.
- Establecerse como una empresa confiable y con experiencia en el proceso productivo, estableciendo de esta manera límites para el ingreso de nuevos competidores y el incremento de la rivalidad industrial.

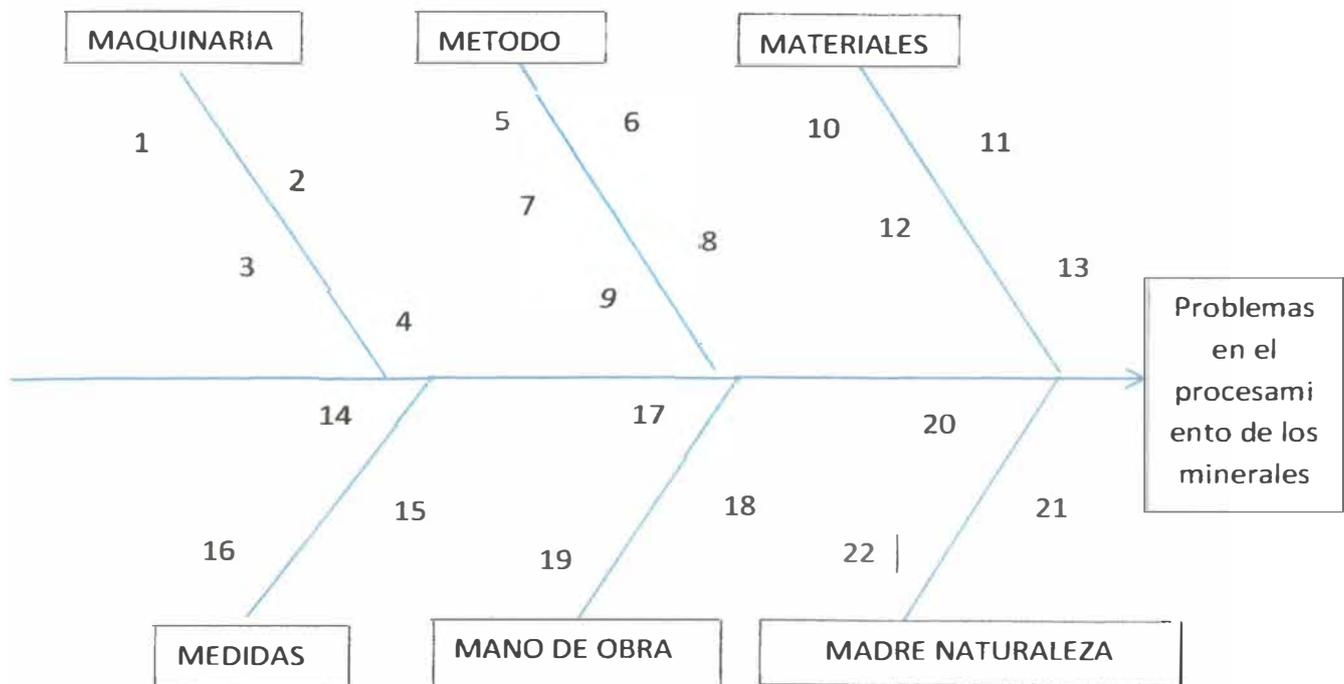
3.4.2.7 Estrategias DO

- Ampliar la cobertura en el mercado, basándose en el precio y calidad del producto en comparación de sus competidores y la alta necesidad por parte de los compradores.
- Desarrollar estudios y manuales, que permitan un mejor desarrollo empresarial, tales como un manual de organización, estudio de las condiciones de calidad, entre otros.
- Adquirir un soporte técnico y comunicacional, con el objetivo de ser una empresa más competitiva en el mercado y ofrecer a sus clientes la mejor calidad posible en sus productos.

3.4.2.8 Estrategias DA

- Realizar una planificación estratégica enfocada en el desarrollo interno de la empresa, con el objetivo ser la más competitiva del mercado y reducir el potencial de amenaza por parte de la competencia y las caídas de las barreras para el ingreso de competidores posicionando a la empresa como líder del mercado.
- Desarrollar un plan de acción para solucionar la falta de materia prima en época de lluvia.

3.4.3 Diagrama causa y efecto (situación actual)

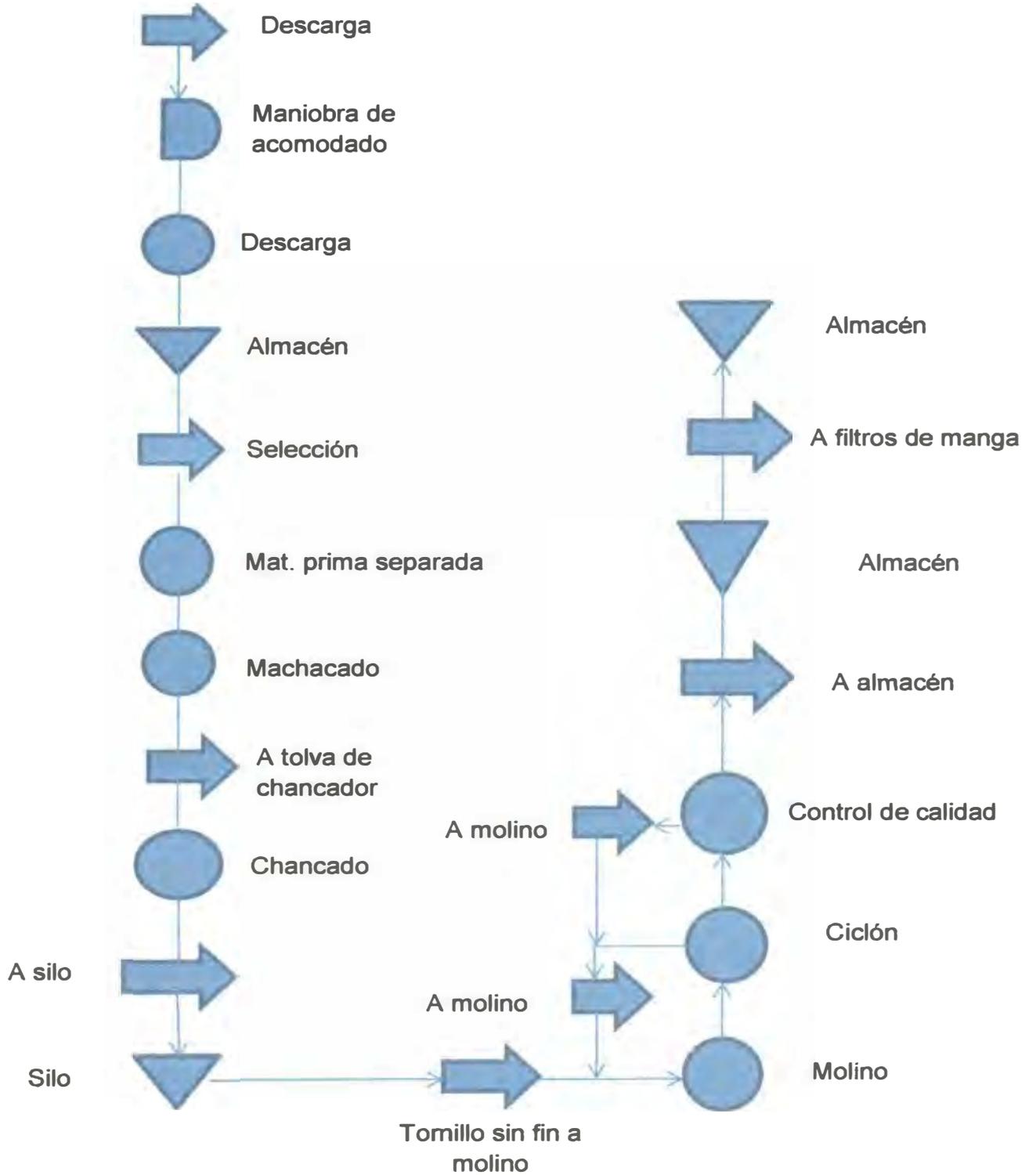


- 1) No posee plan de mantenimiento.
- 2) Equipos usados.
- 3) Maquinaria de gran tamaño en proporción al espacio disponible.
- 4) Proceso de adquisición de una nueva maquinaria.
- 5) No posee certificación SGS.
- 6) No posee descripción de cargos.
- 7) Los lineamientos empresariales no se encuentran claramente definidos.
- 8) Faltan manuales y planos.
- 9) Extenso recorrido del material para la caga de material.
- 10) Soporte técnico y comunicación deficiente.
- 11) No cuenta con suficiente stock de repuestos.
- 12) No existe distribución o identificación adecuada de los materiales.

- 13) No hay espacio suficiente para el almacenamiento de materia prima y producto terminado.
- 14) Zona no apta para que opere una planta procesadora.
- 15) Áreas aún no acondicionadas (polvo).
- 16) Área de operaciones pequeña.
- 17) Desconocimiento de los lineamientos empresariales.
- 18) Descripción de cargos no establecida.
- 19) Fuerza laboral insuficiente.
- 20) Materiales y operarios expuestos al clima por falta de techado.
- 21) Derrumbes, deslizamientos en carreteras, interrumpiendo el abastecimiento de materia prima.
- 22) En época de invierno el material llega con exceso de humedad, demorando el proceso por el secado de la materia prima.

3.4.4 Diagrama del proceso (situación inicial)

Materia prima



CAPÍTULO 4

DESARROLLO DEL PROBLEMA

4.1 Ubicación de terreno para la planta procesadora

Se ubicó un terreno en el distrito Lurigancho-Chosica, provincia de Lima, departamento de Lima cuya ubicación es parcelación rustica Cajamarquilla, parcela 93, 2da etapa, Cajamarquilla, según la zonificación asignada por ordenanza 1099-2007-MML, le corresponde los siguientes parámetros urbanísticos y edificatorios:

- Zonificación: I3 (zona de gran industria)
- Área de estructura urbana: IV (área de características especiales)
- Usos del suelo: Establecimientos industriales de producción a gran escala
- Especificaciones normativas: El área libre debe ser tratada con cobertura verde y arborización
- Área de lote normativo: 2500 m²- frente 30 m
- Altura de edificación máxima: Según proyecto y/o 15 m

4.2 Selección de los equipos necesarios para la nueva planta procesadora

4.2.1 Selección de la chancadora

La nueva planta a diseñar debe de tener la capacidad de producir 20 ton/día de carbonato de calcio, tomando éste producto por ser de mayor demanda en el mercado.

El proceso de chancado se efectúa para reducir las piedras de 5" a 3/8"-1/2" operando 3 horas diarias con una eficiencia del 75%, la capacidad de la chancadora será de 20x3/8 ton/día o sea de 7.5 ton/día.

Tomando en cuenta las condiciones dadas, la chancadora a considerar deberá tener las siguientes características:

- Capacidad: 7.5 ton/día
- Alimentación eléctrica: 220- 440 volt
- Entrada de material: 5"
- Salida de producto: 3/8"- 1/2"

Según éstos datos busco la chancadora en la tabla del proveedor MAQUISUR E.I.R.L., que cumpla con las características dadas y elijo éste:

- Tipo: Denver
- Tamaño: 10" x 24"
- Capacidad: 7 ton/día
- Potencia de motor: 40 h/p
- Voltaje: 220-440 volt
- RPM (motor): 1200
- RPM (chancadora): 225-275
- Peso: 4200 kg

4.2.2 Selección del molino de martillos

Para la selección del molino de martillos seguiremos la secuencia determinado por el tamaño de producto de la chancadora de quijadas que es de 3/8"- 1/2", que será el tamaño de entrada para luego de pasar por molino de martillos salga del tamaño de 0.7-1.4 mm, con una capacidad de 20 ton/día.

4.2.3 Selección del elevador de cangilones

Para seleccionar el elevador de cangilones tiene que ser de una capacidad de transporte de material de 20 ton/día.

4.2.4 Selección del molino de bolas

Para la selección del molino de bolas tendremos que el material a tratar tiene un tamaño de 0.7-1.4mm y un flujo de 20 ton/día que luego de procesado el material el tamaño de grano debe ser de 20-45 μ (malla Nro. 325-625).

Entonces nuestro molino a seleccionar deberá tener las siguientes características:

- Tamaño de ingreso: 0.7-1.4 mm
- Capacidad: 2.5 ton/h
- Tamaño de salida: 20-40 μ (malla Nro. 325-625)
- Voltaje: 220-440 volt

Según éstos datos busco el molino de bolas en la tabla del proveedor MAQUISUR E.I.R.L. que cumpla con las características dadas y elijo el siguiente:

- Tamaño D x L: 6' x 10'
- Capacidad: 2.5 ton/h
- Velocidad: 22 RPM
- Peso: 31.2 ton

4.2.5 Selección del extractor

Para la nueva planta procesadora de minerales no metálicos seleccionaremos el tipo de transporte neumático cerrado por dos razones :

- Por el manejo de polvo de carbonato de calcio, con el fin de no contaminar el ambiente.
- Por no tener gran capacidad de material a transportar, solo 2.5 ton/h.

4.3 Distribución de planta

Por las características del proceso elegimos la distribución por producto o en línea, conocida comúnmente como cadena de montaje, organiza los elementos en una línea de acuerdo a la secuencia de operaciones que hay que realizar para llevar a cabo la elaboración o transformación de un producto concreto.

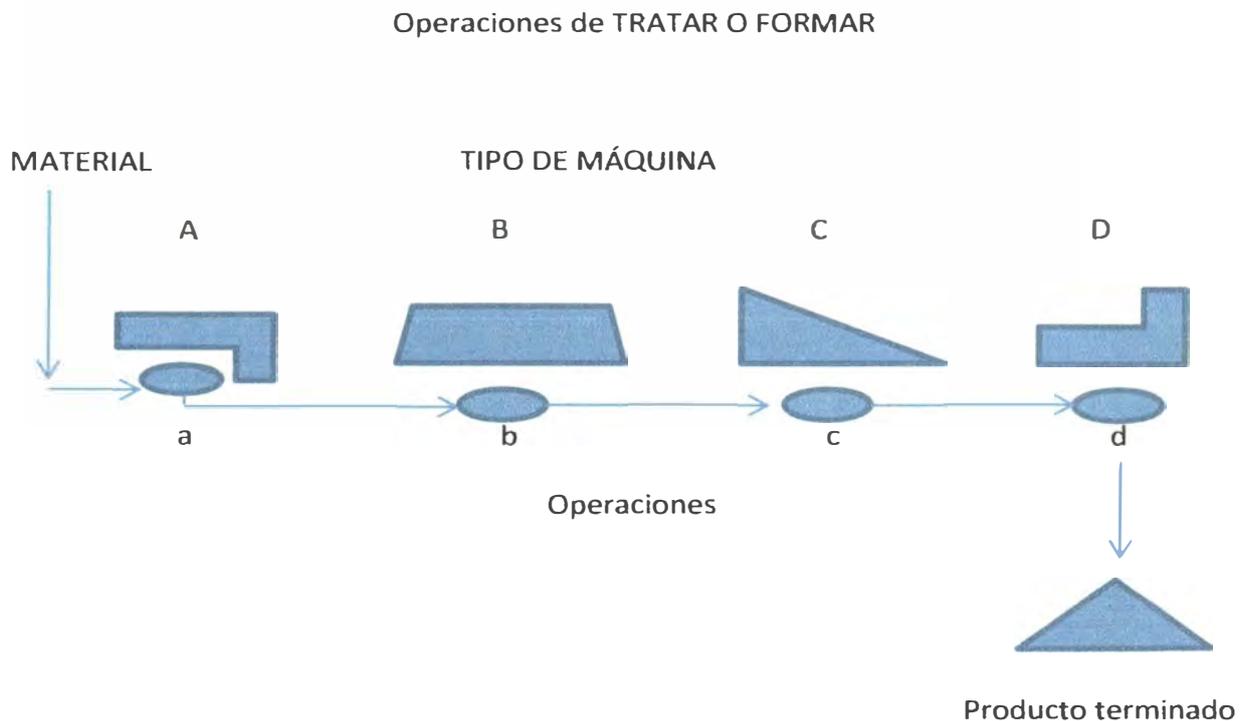


Grafico 4.1 Distribución por producto o en línea

4.3.1 Criterios para el diseño de la distribución

La aplicación de la teoría de manual de distribución en plantas industriales se debe de tener en cuenta los siguientes criterios para diseñar sistemas de trabajo.

4.3.1.1 Seguridad y salud

4.3.1.2 Desempeño

4.3.1.3 Comodidad

4.3.1.4 Necesidades mayores

4.3.2 Principios para el manejo de materiales

4.3.2.1 Principio de orientación

4.3.2.2 Principio de planeación

4.3.2.3 Principio de sistemas

4.3.2.4 Principio de carga unitaria

4.3.2.5 Principio de aprovechamiento del espacio

4.3.2.6 Principio de estandarización

4.3.2.7 Principio ergonómico

4.3.2.8 Principio de energía

4.3.2.9 Principio ecológico

4.3.2.10 Principio de mecanización

4.3.2.11 Principio de flexibilidad

4.3.2.12 Principio de simplificación

4.3.2.13 Principio de gravedad

4.3.2.14 Principio de seguridad

4.3.2.15 Principio de computación

4.3.2.16 Principio de flujo del sistema

4.3.2.17 Principio de distribución de la planta

4.3.2.18 Principio de costo

4.3.2.19 Principio de mantenimiento

4.3.2.20 Principio de obsolescencia

4.5 Mantenimiento de la planta

La planta procesadora en referencia trabaja sin un sistema organizado de mantenimiento, realizando solo actividades de reparaciones y atenciones de emergencia cuando ellas ocurren; siendo atendidas las menores por el personal de planta, las mayores por terceros, por ello se aplica un mantenimiento correctivo.

Esta reparación se centra exclusivamente en la corrección de las fallas o defectos que se presenten o se aprecien en el funcionamiento de los equipos e instalaciones, atendiéndolas lo más pronto posible.

4.5.1 Mantenimiento correctivo

Se entiende por mantenimiento correctivo la corrección de las averías o fallas, cuando éstas se presentan. Es la habitual reparación tras una avería que obligó a detener la instalación o máquina afectada por el fallo.

Existen dos formas diferenciadas de mantenimiento correctivo: el programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que mientras el no programado supone la reparación de la falla inmediatamente después de presentarse, el mantenimiento correctivo programado o planificado supone la corrección de la falla cuando se cuenta con el personal, las herramientas, la información y los materiales necesarios y además el momento de realizar la reparación se adapta a las necesidades de producción.

Las empresas deciden tercerizar el mantenimiento correctivo (alquiler de servicios), por la necesidad de mejorar su productividad, ahorrar costos o para optimizar los recursos, y ésta se convierte en una fuente de ventaja competitiva; para una mejora continua de manera sistemática, o se encuentren dentro de los siguientes cinco casos:

- Cuando está incluido en el contrato: El servicio está incluido dentro de un contrato de gran alcance, como un contrato integral o un contrato de operación y mantenimiento, por ejemplo.
- Cuando no existe un departamento de mantenimiento: No se dispone de ningún tipo de estructura de mantenimiento. En estos casos, cualquier problema que no sea sencillo ha de ser contratado a una empresa de mantenimiento.

- Cuando supone una carga inadmisibles de trabajo adicional: Disponiendo de una estructura de mantenimiento esta está infra dimensionada, está desbordada de trabajo o cuando supone un aumento puntual de la carga de trabajo insostenible.

- Cuando no se tienen los medios o los conocimientos necesarios: No se dispone de conocimientos o medios técnicos suficientes para abordar la reparación, por ser tecnologías novedosas y desconocidas en la planta o por haber recibido la formación y entrenamiento necesario.

- Cuando el equipo está en garantía: En el caso de equipos en garantía se prefiere contar con el servicio técnico del suministrador para evitar conflictos de responsabilidad.

4.5.2 Selección de equipos críticos

Para determinar el grado de criticidad de una máquina o equipo, se toman en cuenta los siguientes principios o normas: El costo del equipo, importancia dentro del proceso y la complejidad del mantenimiento. Además de estos, se consideran otros parámetros como: costos de reparación, costos de pérdida de producción y, el más importante, el potencial daño a las máquinas del resto del proceso. Es muy importante resaltar que en algunos casos las normas de criticidad no se pueden estimar en dinero, pues muchas veces son por los daños al personal o al medio ambiente.

Tabla 4.1 Equipos críticos

| EQUIPO | DESCRIPCIÓN | CATEGORÍA |
|---------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| MOLINO DE BOLAS | UNO DE LOS MÁS CAROS Y DE VITAL IMPORTANCIA | CRÍTICO, COSTOSO |
| CHANCADORA | EQUIPO DE MEDIANO COSTO, CUYA FALLA PRODUCIRÁ UN PARO EN EL PROCESO | CRÍTICO, MEDIANAMENTE COSTOSO |
| MOLINO DE MARTILLOS | EQUIPO INDISPENSABLE PARA EL PROCESO PRODUCTIVO | CRÍTICO, RELATIVAMENTE COSTOSO |

4.6 Maquinaria necesaria a instalar en la nueva planta

La maquinaria necesaria a instalar en la nueva planta es la siguiente

- a) Alimentador vibratorio de dimensiones 400mm x 1200mm. Capacidad aproximada de 12 m³/h.
- b) Chancadora de quijadas dimensiones 10" x 24", entrada de material 5"-7", salida de material 1/2"-3/4".
- c) Molino de martillos pulverizador dimensiones 24" x 20", entrada de material 1/2"-3/4", salida de material 0.85 mm-1.7 mm.
- d) Elevador de cangilones 8" x 5" x 51/2" de 11 metros de altura.
- e) Tolva de almacenamiento sección circular con descarga regulable, capacidad aproximada de 10 m³.
- f) Tornillo transportador longitud de 4 metros diámetro de la hélice 12" paso 12".

- g) Molino de bolas, dimensiones 6' x 10', entrada de material 0.85-1.7 mm, salida de material 20-45 micrones (0.020 – 0.045 mm).
- h) Clasificador de finos tipo canastilla regulable, de barras de acero inoxidable.
- i) Ciclones para separar finos, fabricado de plancha estructural, con descarga a través de una válvula rotativa.
- j) Extractores centrífugos para transporte neumático, fabricado con plancha estructural, rotor tipo turbina balanceado.
- k) Filtros de mangas, constituida por 48 mangas de lona, que se encuentra colgado de unos bastidores móviles vibratorios y en la parte inferior fuertemente amarrados a la cámara de decantación de polvos.
- l) Estructuras soporte del ciclón-clasificador, plataforma de mantenimiento barandas de seguridad y escalera de acceso. Fabricado con vigas U de 4", tuberías de 2" SCH 40, ángulos, planchas estriadas en acero estructural.

Tabla 4.2 Relación de equipos motorizados a instalar

| CANTIDAD | NOMBRE | DIMENSIONES | POTENCIA | VOLTAJE | RPM | COSTO UNITARIO | COSTO US \$ |
|----------|-----------------------------|------------------------------------------------------|----------|---------|------|----------------|-------------|
| 01 | Alimentador tipo vibratorio | 400mmx1200mm | 7.5hp | 440v | 1750 | 17800 | 17800 |
| 01 | Chancadora de quijadas | 24" x 10" | 40hp | 220/440 | 1200 | 28500 | 28500 |
| 01 | Molino de martillos | 24" X 20" | 50hp | 220/440 | 1770 | 116650 | 16650 |
| 02 | Elevadores de cangilones | 8"x5"x5 ¹ / ₂ " de 11m de alto | 5hp | 220/440 | 1750 | 15800 | 31600 |
| 01 | Tornillo transportador | Dia12" paso12" Longitud 11m | 2.7hp | 220/440 | | 5800 | 5800 |
| 01 | Molino de bolas | 6' x 10' | 200hp | 220/440 | 1200 | 151000 | 151000 |
| 02 | Clasificador de finos | | 9hp | 220/440 | 1760 | 5800 | 11600 |
| 02 | Extractor centrifugo | | 40hp | 220/440 | 1200 | 4700 | 9400 |

Sub total= 272350

Tabla 4.3 Relación de equipos estacionarios a instalar

| CANTIDAD | NOMBRE | DIMENSIONES/ CAPACIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO US \$ |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------|-------------|
| 01 | Tolva de almacenamiento | 10m ³ | 9800 | 9800 |
| 02 | Ciclón para separar fino, con descarga manual | | 4800 | 9600 |
| 02 | Filtro de mangas | 48 mangas | 5800 | 11600 |
| 02 | Tuberías de transporte | | 3900 | 7800 |
| 02 | Estructura soporte ciclón plataforma de mantenimiento, barandas de seguridad y escalera | | 4400 | 8800 |

Sub total= 47600

Total= 272350 + 47600 = 319950 US \$

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA INVERSIÓN

En la parte económica veremos los costos del terreno o local, obra civil, maquinaria, instalación de la misma, instalaciones eléctricas.

5.1 Costo del inmueble

Costo del inmueble, en este caso es el terreno ubicado en Cajamarquilla, tiene un área de 2500m², con 30m de frente con un costo de 420 dólares americanos el metro cuadrado, haciendo un total de 1.050.000,00 dólares.

La obra civil contempla, cerco perimétrico de 220m lineales, con una altura de 5m, ambientes varios (oficinas, almacén, laboratorios, depósitos, sub estación, vigilancia, otros).

Estructura metálica, de 6m de altura, para cubrir las máquinas y equipos.

5.2 Costo de la maquinaria

Costo de la maquinaria dado por la tabla 4.1 y 4.2 es de 319,950.00 dólares americanos.

Instalación de las máquinas y equipos, considerando un peso aproximado de 150 toneladas, y el costo de los trabajos mecánicos por instalación de 0.75\$/kg tendremos un costo por mano de obra mecánica de 112.500 dólares americanos.

Entonces el costo total de la inversión es de US\$ 432,450.00

La instalación eléctrica comprende los transformadores, tableros de control, distribución a cada máquina y equipo, aterramiento.

Por otra parte veremos el balance de la industria, proporcionado por Abastecedora Andina S. A.

Tabla 5.1 Ventas de CMAA SAC 2007 al 2011

Ventas Comparadas del 2007 al 2011 (Nuevos Soles)

| | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | FACTURADO NETO |
| ENERO | 111.957,99 | 190.359,38 | 143.817,58 | 171.518,07 | 123.885,08 | 274.033,80 |
| FEBRERO | 116.458,88 | 178.431,73 | 156.918,08 | 156.933,88 | 183.629,28 | 300.336,61 |
| MARZO | 129.102,61 | 153.497,45 | 121.281,84 | 160.673,70 | 195.719,81 | 463.547,42 |
| ABRIL | 104.728,98 | 141.286,63 | 157.345,83 | 121.152,34 | 187.265,85 | 313.586,72 |
| MAYO | 117.710,73 | 110.067,53 | 171.033,14 | 124.326,64 | 208.858,04 | 378.226,42 |
| AGOSTO | 145.822,17 | 106.053,57 | 129.101,38 | 119.652,68 | 191.099,42 | 230.181,38 |
| JUNIO | 129.390,28 | 171.237,98 | 111.950,58 | 148.692,10 | 116.401,74 | 163.924,74 |
| AGOSTO | 171.900,60 | 101.913,27 | 126.575,65 | 158.141,38 | 151.026,58 | 240.991,34 |
| SEPTIEMBRE | 150.000,42 | 103.420,95 | 163.090,50 | 219.755,12 | 294.375,95 | |
| OCTUBRE | 157.470,34 | 150.471,28 | 143.954,08 | 177.640,40 | 389.237,24 | |
| NOVIEMBRE | 133.236,14 | 160.494,38 | 155.216,50 | 247.897,31 | 361.305,18 | |
| DICIEMBRE | 190.410,31 | 130.815,48 | 174.639,24 | 186.196,68 | 268.590,60 | |
| | 1.882.784,67 | 1.848.828,38 | 1.718.182,98 | 1.891.436,24 | 2.610.230,31 | 2.382.378,67 |

Ventas Anuales



Gráfico 5.1 Ventas anuales del 2006 al 2011 en nuevos soles

Ventas Anuales

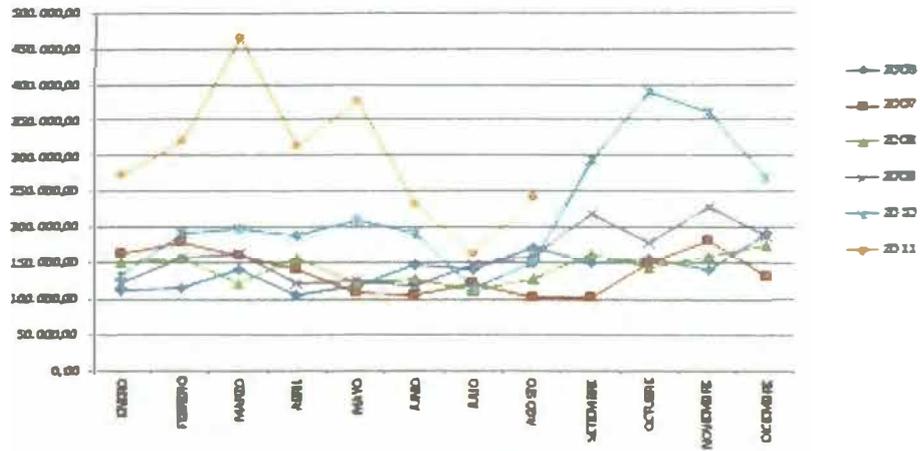


Gráfico 5.2 Ventas mensuales del 2006 al 2011 en nuevos soles

Ventas por Producto Acumuladas 2011

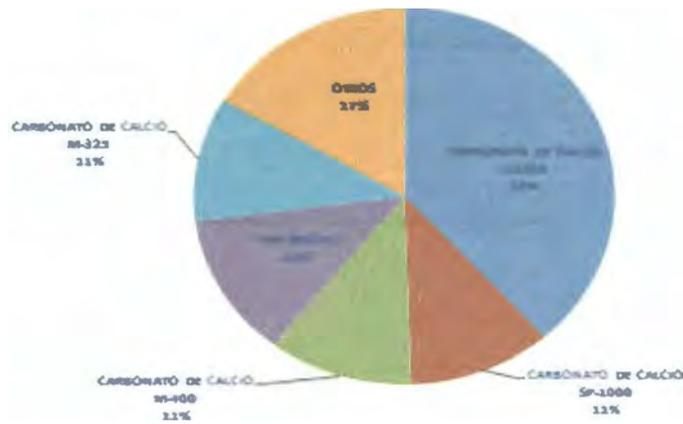


Gráfico 5.3 Ventas por producto año 2011

Tabla 5.2 Producción mensual del 2006 al 2011

Producciones Comparadas

| | PRODUCCION 2006 | PRODUCCION 2007 | PRODUCCION 2008 | PRODUCCION 2009 | PRODUCCION 2010 | PRODUCCION 2011 |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Toneladas | Toneladas | Toneladas | Toneladas | Toneladas | Toneladas |
| ENE | 364.220 | 375.720 | 355.300 | 374.350 | 498.530 | 703.260 |
| FEB | 455.745 | 523.870 | 341.580 | 288.320 | 411.820 | 783.207 |
| MAR | 517.955 | 488.345 | 389.200 | 327.300 | 558.520 | 845.455 |
| ABR | 352.855 | 412.160 | 383.100 | 282.720 | 485.320 | 1.121.282 |
| MAY | 412.805 | 387.820 | 385.520 | 357.380 | 508.280 | 857.784 |
| JUN | 478.880 | 318.485 | 340.410 | 234.020 | 533.050 | 842.204 |
| JUL | 379.340 | 354.160 | 281.850 | 345.850 | 358.120 | 484.828 |
| AGO | 473.885 | 388.755 | 321.520 | 383.820 | 273.710 | 578.022 |
| SET | 484.145 | 308.715 | 428.880 | 450.540 | 383.225 | |
| OCT | 418.820 | 355.840 | 411.180 | 482.480 | 913.512 | |
| NOV | 374.185 | 457.015 | 350.770 | 503.820 | 853.805 | |
| DIC | 499.220 | 325.260 | 383.880 | 498.770 | 782.024 | |
| TOTAL ANUAL | 5.892.805 | 4.884.715 | 4.588.718 | 4.897.890 | 6.288.118 | 8.184.215 |
| PROMEDIO A AGOSTO 2011 | 422.289 | 404.553 | 381.188 | 351.744 | 448.411 | 783.850 |

5.3 Valor neto actual (V.A.N)

Es uno de los parámetros necesarios para el análisis de la viabilidad de un proyecto. Consiste en determinar la equivalencia en el tiempo 0 (cero) de los flujos de efectivo futuros que genera un proyecto y comparar esta equivalencia con el desembolso inicial. Cuando dicha equivalencia es mayor que el desembolso inicial, entonces es recomendable y el proyecto podría ser aceptado.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+k)^t} - I_0$$

Dónde:

VAN: Valor actual neto

Vt: Flujo de caja en cada periodo t

Io: Valor de desembolso inicial de la inversión

5.4 Tasa interna de retorno (T.I.R.)

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello el T.I.R. se compara con una tasa mínima o tasa de corte, al coste de oportunidad de la inversión. Dicha tasa se calcula cuando el V.A.N. es igual a cero (0).

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

Dónde:

VAN: Valor neto actual

Vt: Flujo de caja en cada periodo t

I₀: Valor de desembolso inicial de la inversión

n: Número de periodos considerado

TIR: Tasa interna de retorno (%)

5.5 Relación beneficio- costo (B/C)

La relación beneficio/costo es un indicador que mide el grado de desarrollo y bienestar que un proyecto puede generar. Si el resultado es mayor que uno (1) significa que los ingresos son superiores a los egresos netos.

$$B/C = \frac{VAN \text{ beneficios}}{VAN \text{ costos}}$$

Dónde:

VAN beneficios: Valor neto de los beneficios

VAN costos: Valor neto actual de los costos

De la tabla 5.1 obtenemos los valores de las ventas anuales, a dicha cantidad tomamos el 16.73% que es la utilidad o ganancia en nuevos soles, luego lo llevamos a moneda norte americana a un cambio de 2.80 soles por dólar, así obtenemos la tabla siguiente.

Tabla 5.3 Flujo de caja años 2006-2011

| AÑO | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|----------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| VENTAS S/ | 1683784.43 | 1644689.03 | 1713101.92 | 1921480.6 | 2683218.0 | 2383378.4 |
| UTILIDAD S/ | 281697.13 | 275156.47 | 286601.95 | 321463.71 | 448902.38 | 398739.20 |
| UTILIDAD US \$ | 100606.12 | 98270.17 | 102357.84 | 114808.47 | 160322.28 | 142406.86 |

Calculando el VAN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

$$VAN = \frac{V_{t_1}}{(1+k)} + \frac{V_{t_2}}{(1+k)^2} + \frac{V_{t_3}}{(1+k)^3} \dots - I_0$$

Considerando una tasa del 10%, para el periodo (2006-2011) en dólares

$$VAN = \frac{100606.12}{(1+0.10)} + \frac{98270.17}{(1+0.10)^2} + \frac{102357.84}{(1+0.10)^3} + \frac{114808}{(1+0.10)^4} + \frac{160322.28}{(1+0.10)^5} + \frac{142406.86}{(1+0.10)^6} - 432450.00$$

$$VAN = 507926.30 - 432450.00 = 75506.16$$

$$VAN = 75476.3$$

Ahora calculamos el VAN para una tasa del 11% para el mismo periodo

$$VAN = \frac{100606.12}{(1+0.11)^1} + \frac{98270.17}{(1+0.11)^2} + \frac{102357.84}{(1+0.11)^3} + \frac{114808.47}{(1+0.11)^4} + \frac{160322.28}{(1+0.11)^5} + \frac{142406.86}{(1+0.11)^6} - 432450.00$$

$$VAN = 492145.48 - 432450.00$$

$$VAN = 59695.48$$

Calculando la tasa interna de retorno TIR

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

Para los flujos de caja en los seis periodos (2006-2011):

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0$$

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} = I_0$$

$$\frac{100606.12}{(1+TIR)^1} + \frac{98270.17}{(1+TIR)^2} + \frac{102357.84}{(1+TIR)^3} + \frac{114808.47}{(1+TIR)^4} + \frac{160322.28}{(1+TIR)^5} + \frac{142406.86}{(1+TIR)^6} = 432450.0$$

Del que resulta

$$TIR = 15.28\%$$

Calculando el beneficio/costo:

$$\text{Para una tasa del 10\% se tiene } B/C = \frac{507926.30}{432450} = 1.17$$

$$\text{Para una tasa del 11\% se tiene } B/C = \frac{492145.48}{432450} = 1.13$$

CONCLUSIONES

- 1 El terreno ubicado se ajusta a los requerimientos, está ubicado en una zona industrial de Cajamarquilla distrito Lurigancho-Chosica, clasificación I3 (gran industria) el área es de 2500 m², zona cercana a la carretera central.
- 2 La adquisición de nueva maquinaria, reducirá el tiempo de molienda, los costos por mantenimiento, aumentando la rentabilidad, disminuyendo las pérdidas de material o fugas que existen por falta de hermeticidad en las juntas.
- 3 Con el diseño de la nueva planta procesadora se mejorará las condiciones para los trabajadores, el trabajador se sentirá motivado, y se verá reflejado en su rendimiento.

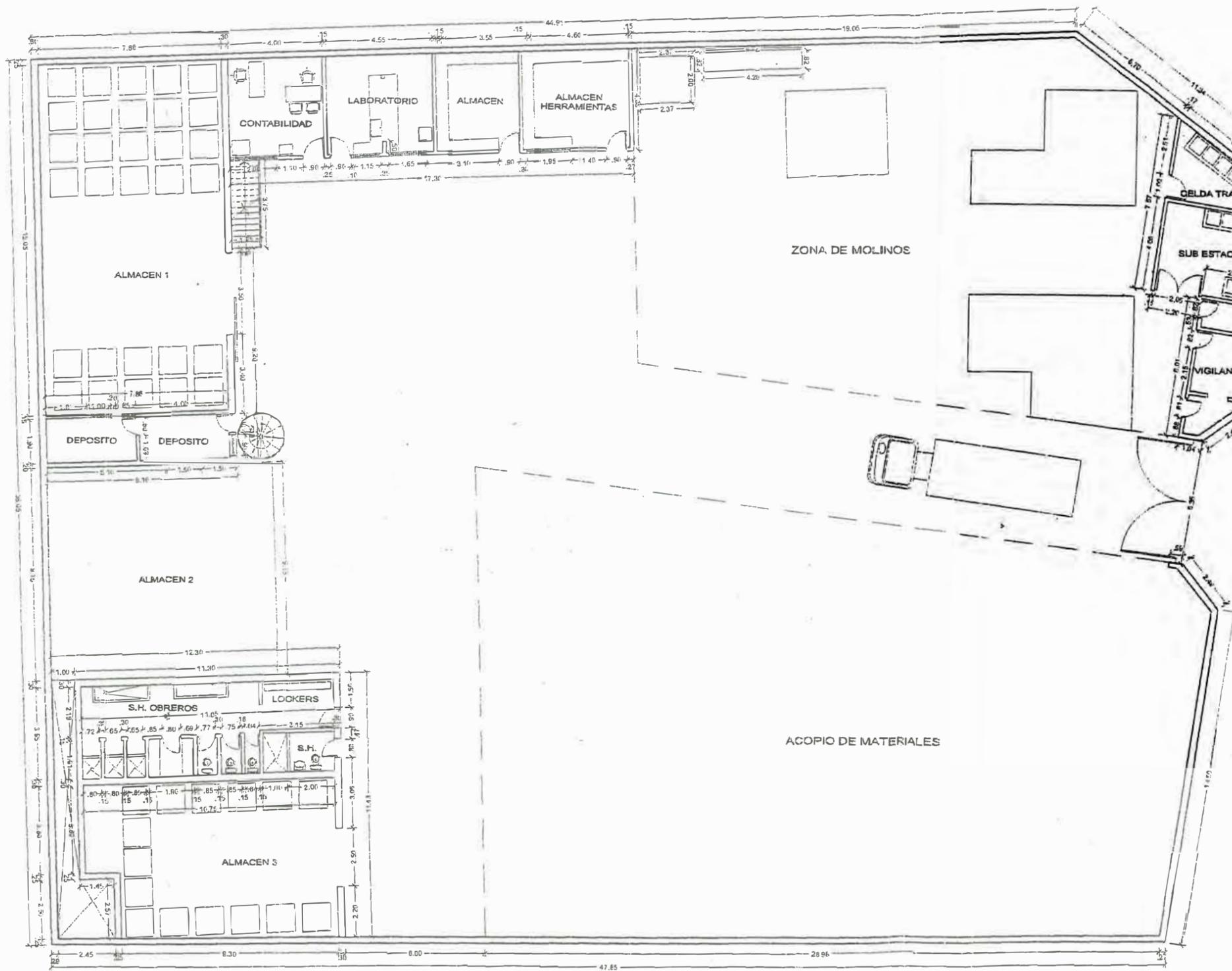
RECOMENDACIONES

- 1 El cableado eléctrico instalarlo subterráneamente, esto disminuye los peligros y riesgos.
- 2 Colocar los lock-out en cada máquina y equipo en sitios estratégicos a la altura normalizada.
- 3 Aislar, hermetizar o encapsular la zonas o partes de los equipos para evitar la contaminación, sónica o ambiental (polvo).
- 4 El tablero de control principal que desconecta toda la energía eléctrica, debe tener un fácil acceso, estar señalizado de modo sencillo, comprensible, y puede ser de accionado por cualquier operario de planta en caso de emergencia.

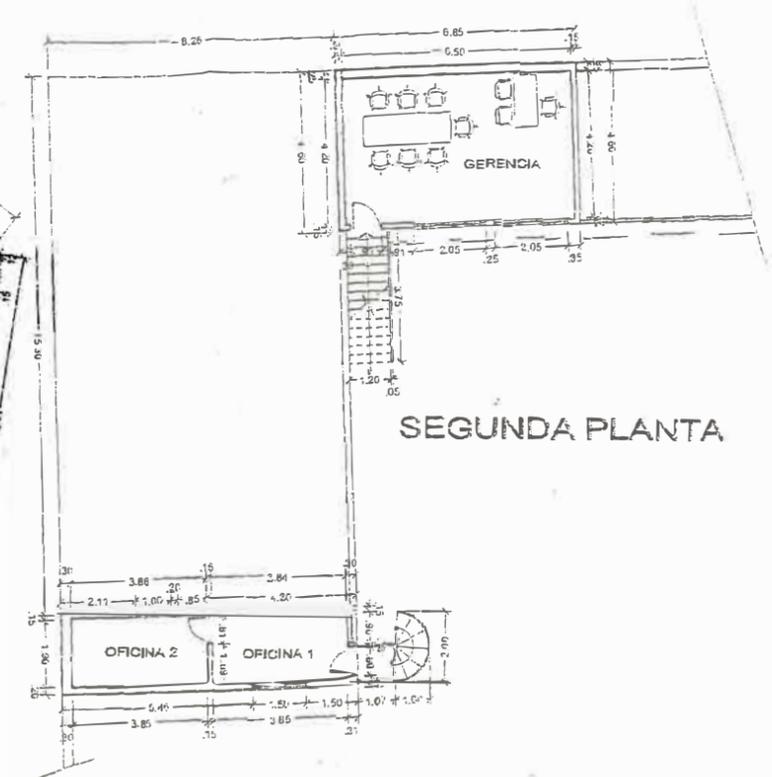
BIBLIOGRAFÍA

- Konz, S. (1992). Manual de distribución de plantas Industriales (1ra edición). Mexico: Limusa, S.A.
- Fueyo, L. (1999). Equipos de trituración, molienda y clasificación (2da edición).Madrid: Rocas y Minerales.
- Semyraz, D. (2006). Preparación y Evaluación de Proyectos de Inversión (1ra edición). Buenos Aires: Osmar B. Duyatti.

PLANOS



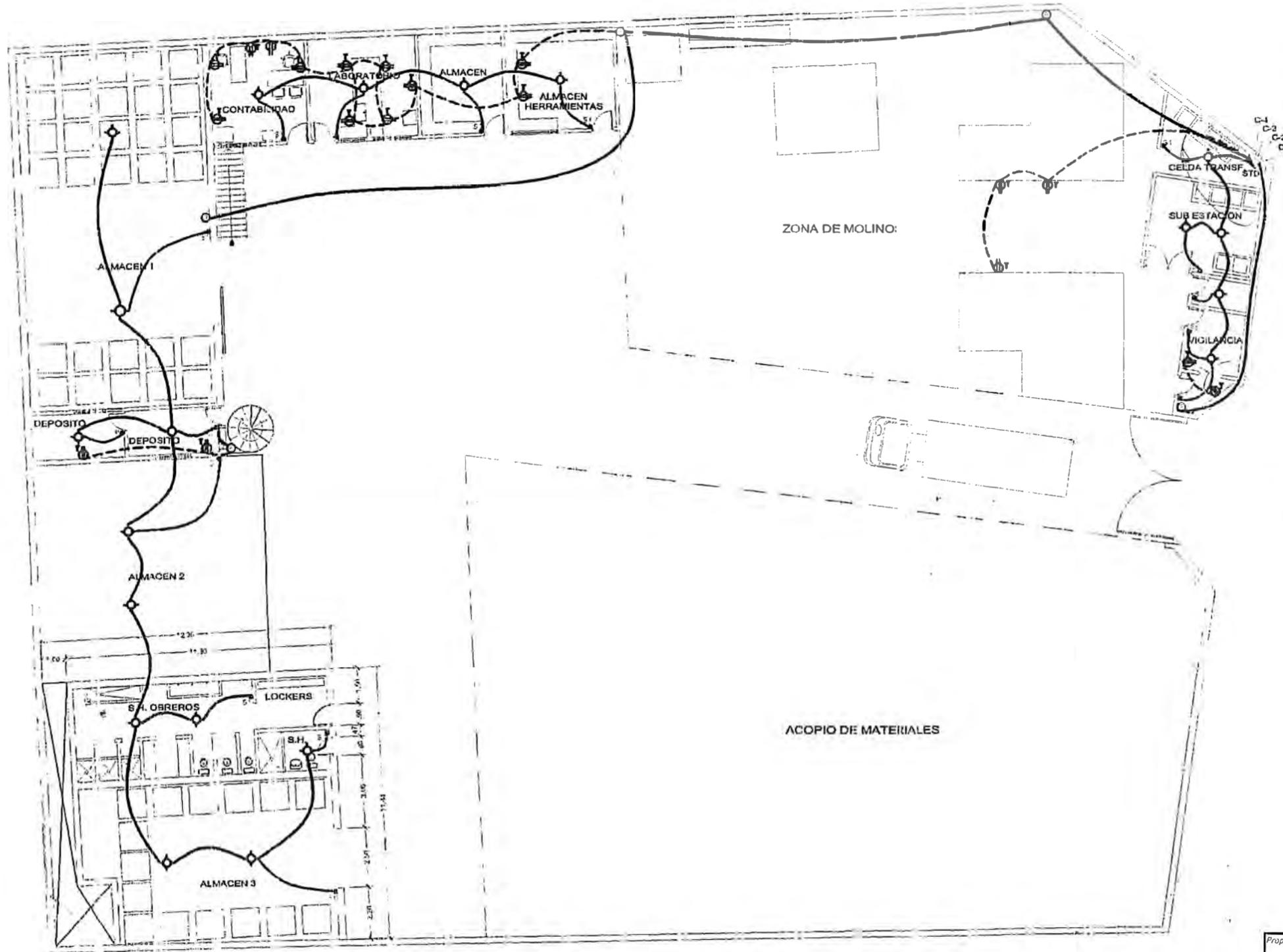
PRIMERA PLANTA



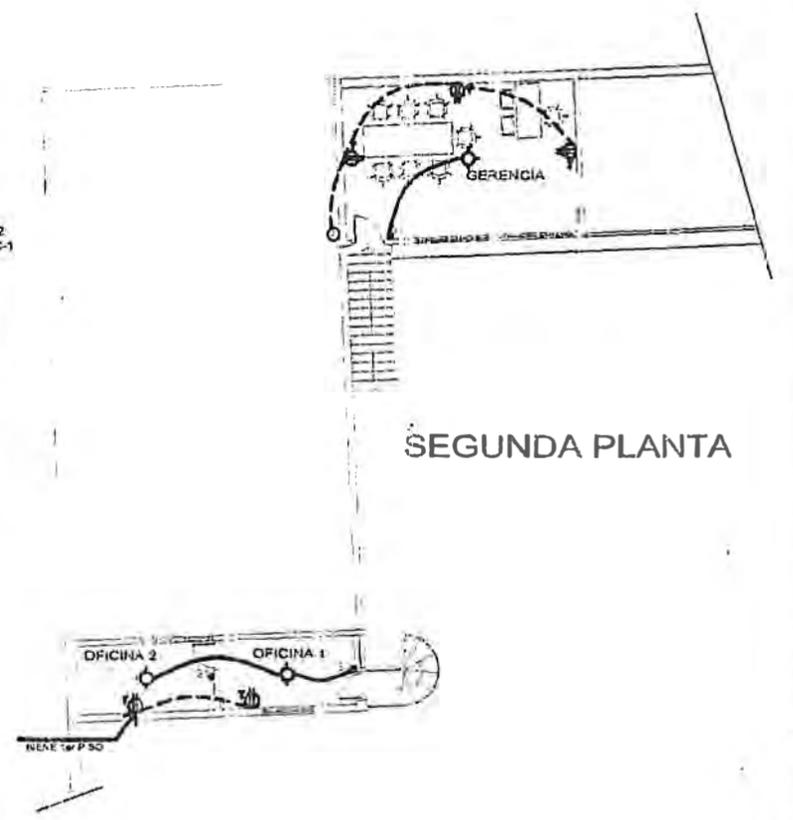
SEGUNDA PLANTA

| | | | | |
|--------------------------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------|---------------|
| Propietario: | | | | |
| CIA. MINERA ABASTECEDORA ANDINA S.A | | | | |
| Profesional Responsable: | | Proyecto: | | |
| ARQUITECTO JESSICA PALACIOS PACHERRES CAP. 10656 | | ARQUITECTURA | | |
| | | ARQUITECTURA - LAYOUT DISTRIBUCIÓN | | |
| Diseñado: | | Revisado: | Dibujado: | Escala: |
| | | J.J.P.P | J.LLA | 1:100 |
| Fecha: | | Fecha: | | |
| | | NOV. 2008 | | |
| REVISIÓN N°1: | | REVISIÓN N°2: | REVISIÓN N°3: | REVISIÓN N°4: |
| | | | | |

L6mín:
A-01

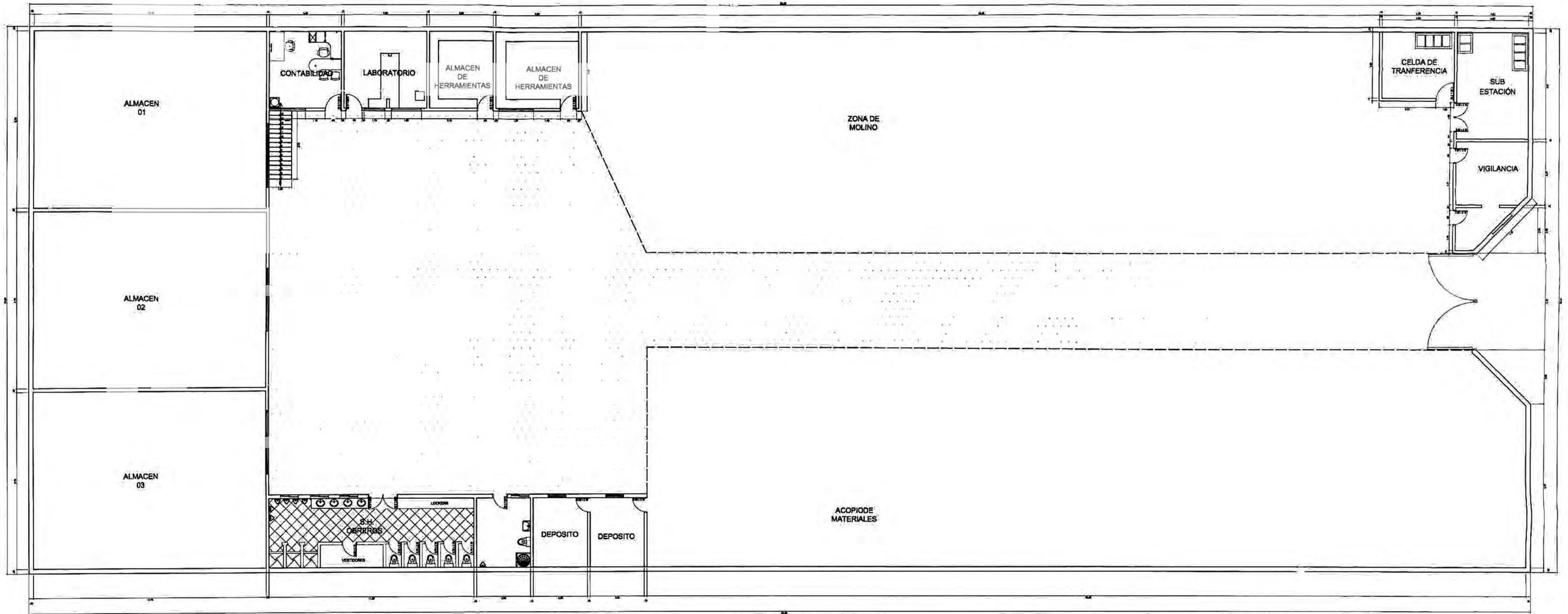


PRIMERA PLANTA



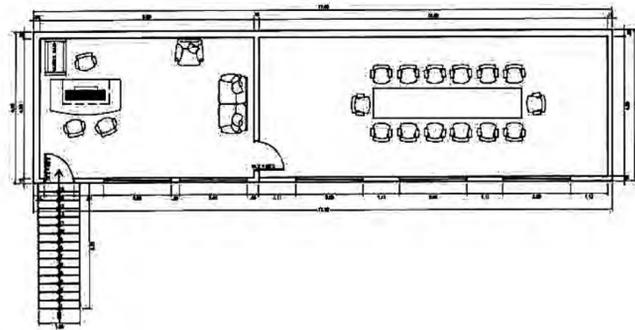
SEGUNDA PLANTA

| | | | | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|--------------------------|---------------|--------------------------|
| Propietario: | | | | | |
| CIA. MINERA ABASTECEDORA ANDINA S.A | | | | | |
| Profesional Responsable: | Servicio: | | | | |
| | INSTALACIONES ELECTRICAS | | | | |
| Plano: | Título: | | | Código: | |
| | INSTALACIONES ELECTRICAS ALUMBRADO Y TOMACORRIENTES | | | IE-01 | |
| Usado: | Revisado: | Dibujado: | Escala: | Fecha: | |
| | J.P.P | J.L.L.A | 1:100 | NOV. 2009 | |
| REVISIÓN N°1: | <input type="checkbox"/> | REVISIÓN N°2: | <input type="checkbox"/> | REVISIÓN N°3: | <input type="checkbox"/> |
| | | | | REVISIÓN N°4: | <input type="checkbox"/> |



PRIMERA PLANTA

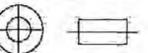
ESC: 1/75

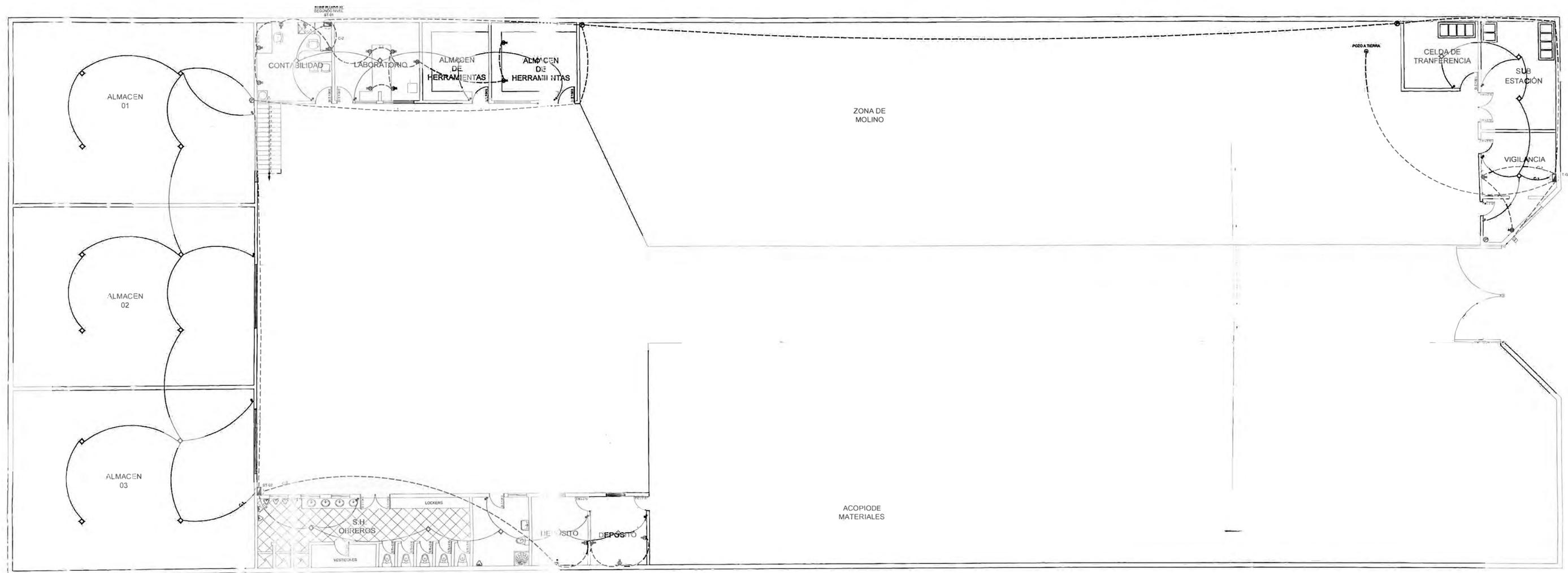


SEGUNDA PLANTA

ESC: 1/75

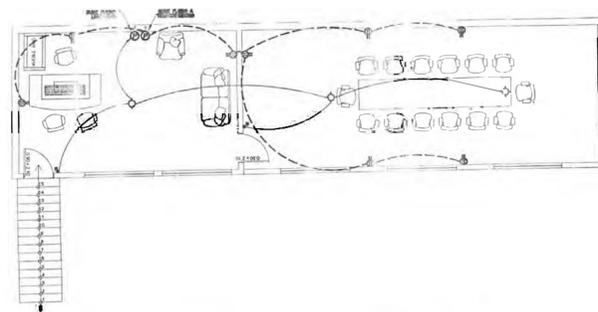
| | | | | |
|-------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------------|
| DISEÑO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | PLANO N° | ARQUITECTURA - DISTRIBUCIÓN |
| DIBUJO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | | ESCALA: | 1/75 |
| APROB: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | | FECHA: | 30/04/15 |





PRIMERA PLANTA

ESC: 1/75



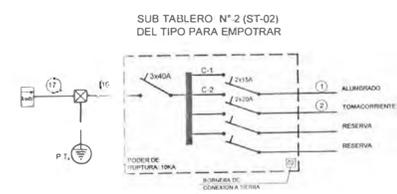
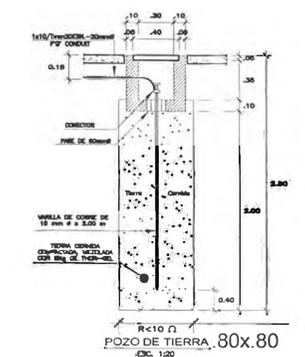
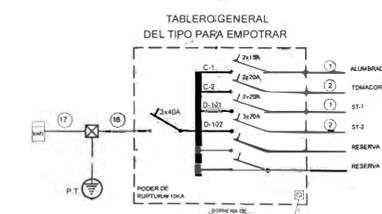
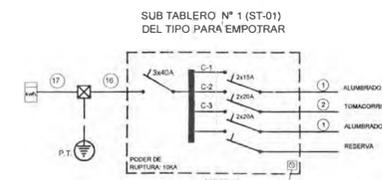
SEGUNDA PLANTA

ESC: 1/75

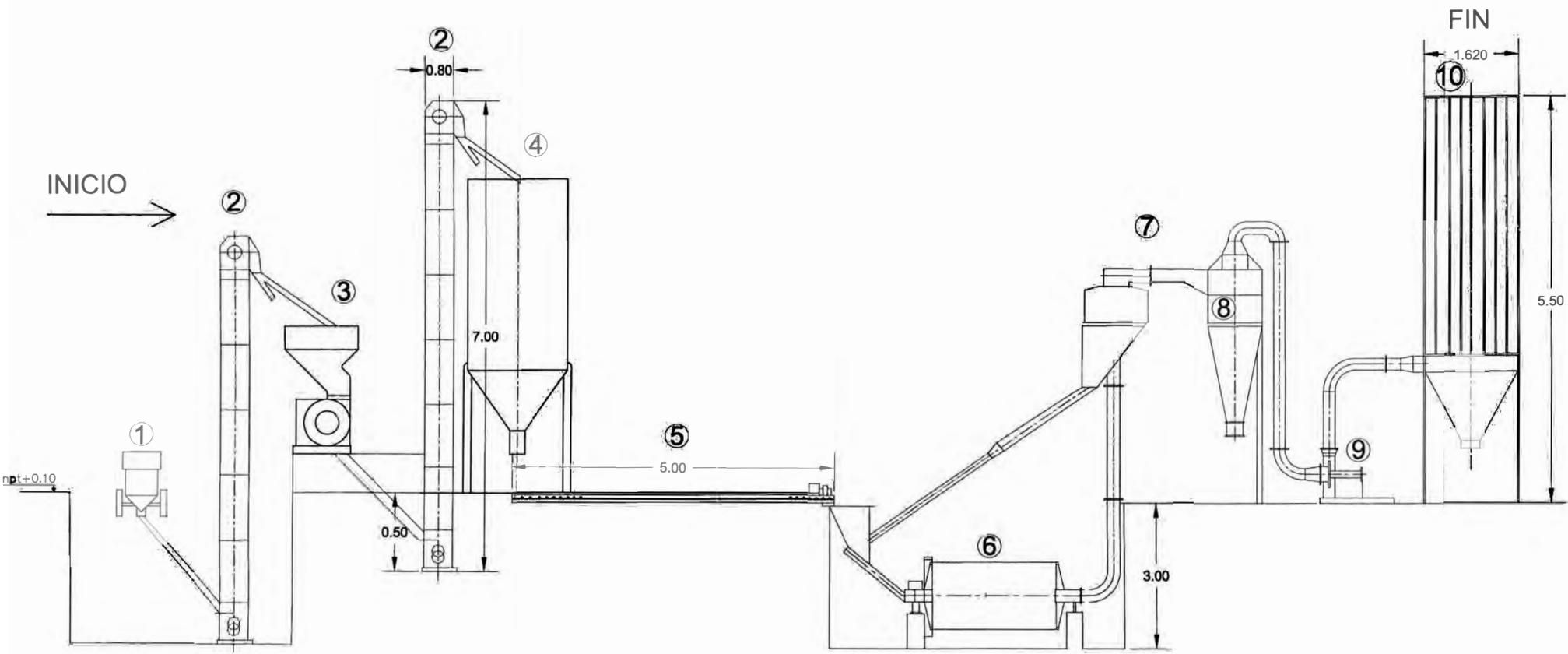
| LEYENDA | | | |
|---------|---------------------------------------------------------|-----------|-------------------|
| SIMBOLO | DESCRIPCION | ALTURA m | TIPO DE CAJA (cm) |
| ⊕ | 1.1. PARA ALUMBRADO DE TECHO | 1.20 | OCT-100x40 |
| ⊕ | 1.2. INTERRUPTOR DE 1, 2 Y 3 TIEMPOS | 1.20 | 100x50x50mm |
| ⊕ | 1.3. INTERRUPTOR DOBLE TIPO UNIVERSAL | 0.30 | 100x50x50mm |
| ⊕ | 1.4. CAY. DE PABO CON TAPA CIEGA | 0.30/2.10 | OCT-100x40 |
| ⊕ | 1.5. TABLERO DE DISTRIBUCION ELECTRICA | 1.80 | ESPECIAL |
| ⊕ | 1.6. INTERRUPTOR AUTOMATICO TERMOMAGNETICO | 1.80 | ESPECIAL |
| ⊕ | 1.7. TOR. KM-H | ESPECIAL | ESPECIAL |
| ⊕ | 1.8. DE TOMA A TIERRA | --- | --- |
| ⊕ | 1.9. TUBA EMPOTRADO EN TECHO O PARED 2-1x25mm | --- | --- |
| ⊕ | 1.10. TUBA PVC. 1x1/2" INCH | --- | --- |
| ⊕ | 1.11. TUBA EMPOTRADO EN PISO 2-1x1x1x1mm 2" 4-1x4 mm 2" | --- | --- |
| ⊕ | 1.12. TUBA PVC-P. SALVO INDICACION | --- | --- |

| CIRCUITOS DERIVADOS, ALIMENTADORES Y CAJAS | | |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------|
| CLAVE | DESCRIPCION | |
| 1 | 2x2.5mm ² TW | 20mm# PVC-P |
| 2 | 2x2.5mm ² TW + 2.5mm ² (T) | 20mm# PVC-P |
| 3 | 3x16mm ² THW + 10mm ² (T) | 35mm# PVC-P |
| 4 | 3x16mm ² THW | 35mm# PVC-P |

- ### ESPECIFICACIONES TECNICAS
1. LAS TUBERIAS SERAN DE PLASTICO PESADO (PVC-P) SALVO INDICACION, EL DIAMETRO MINIMO SERA DE 15mm#
 2. LOS CONDUCTORES SERAN DE COBRE ELECTROLITICO CON AISLAMIENTO TW Y SECCION EN mm², LA MINIMA SECCION A INSTALAR SERA DE 2.5mm²
 3. LAS CAJAS SERAN DE FIERRO GALVANIZADO DEL TIPO PESADO
 4. LOS TABLEROS DE DISTRIBUCION ELECTRICA T.D. Y T.S.G. SERAN PARA EMPOTRAR EN GABINETES METALICO CON INTERRUPTORES AUTOMATICOS TERMOMAGNETICOS SIN FUSIBLES.
 5. LOS ACCESORIOS DE CONEXION SERAN IGUALES O SIMILARES A LOS DE LA SERIE MAGIC DE TICONO.
 6. LAS CAJAS SERAN DE FIERRO GALVANIZADO DEL TIPO PESADO
-RECTANGULAR 100x50x50mm.
-OCTOGONAL 100x40mm.
 7. LAS CAJAS QUE TENGAN MAS DE DOS TUBOS SE REEMPLAZARAN POR CAJA CUADRADA CON TAPA UN GAN.



| | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------|
| DISEÑO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | PLANO N° | INSTALACIONES ELECTRICAS |
| DIBUJO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | | ESCALA: | 1/75 |
| APROB: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | | | FECHA: | 30/04/15 |



LEYENDA

- 1: CHANCADORA DE QUIJADA
- 2: ELEVADOR DE CANGILONES
- 3: MOLINA DE MARTILLO
- 4: SILO
- 5: TRANSPOTADOR DE TORNILLO
- 6: MOLINO DE BOLAS
- 7: CLASIFICADOR DINÁMICO
- 8: CICLON
- 9: VENTILADOR CENTRÍFUGO
- 10: FILTRO DE MANGAS

| | |
|---------------------------------------|---------------------|
| DISEÑO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | |
| DIBUJO: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | |
| APROB: MARCO SALAZAR MAGUIÑA | |
| UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA | |
| FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA | |
| PLANO N° | PROCESO DE MOLIENDA |
| ESCALA: | S/E |
| FECHA: | 30/04/11 |

APÉNDICE

MOLINO DE BOLAS

| DIMENSION DIAMETRO x LONGITUD | CAPACIDAD TON./HORA | | | | | RPM | | Motor Trifásico 60 HZ 120 RPM HP | PESO BLINDAJES (Kgs.) | Carga (Kgs.) | | PESO MOLINO Completo (Kgs.) sin carga de bolas |
|-------------------------------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|-------|--------|-------------------------------------------|-----------------------------|--------------|--------|---------------------------------------------------------|
| | 2" a Malla 35 | 1" a Malla 48 | 1/2" a Malla 65 | 1/2" a Malla 100 | 1/4" a Malla 200 | Bolas | Barras | | | Bolas | Barras | |
| | 3' x 2' | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.2 | --- | 33 | | | | 12 | |
| 3' x 4' | 1.1 | 0.8 | 0.7 | 0.5 | 0.2 | 33 | | 18 | 1400 | 1550 | | 4400 |
| 3' x 6' | 1.9 | 1.3 | 1.2 | 0.7 | 0.3 | 33 | 28 | 24 | 1700 | 2360 | 2497 | 4900 |
| 3' x 9' | 2.1 | 1.9 | 1.8 | 1.1 | 0.5 | 33 | 28 | 28 | 1900 | 3730 | 3860 | 5000 |
| 4' x 3' | 1.7 | 1.4 | 1.2 | 0.9 | 0.5 | 28 | | 24 | 2000 | 1950 | | 6842 |
| 4' x 4' | 2.2 | 1.8 | 1.6 | 1.1 | 0.6 | 28 | | 28 | 2100 | 2625 | | 7540 |
| 4' x 6' | 3.1 | 2.7 | 2.5 | 1.5 | 0.7 | 28 | 23 | 48 | 2400 | 4130 | 4450 | 9300 |
| 4' x 8' | 3.9 | 3.6 | 3.4 | 2.1 | 0.9 | 28 | 23 | 60 | 2900 | 5580 | 6085 | 10800 |
| 5' x 4' | 3.9 | 3.3 | 3 | 1.8 | 1 | 26 | | 60 | 3100 | 4180 | | 10200 |
| 5' x 5' | 4.7 | 4.1 | 3.7 | 2.3 | 1.2 | 26 | | 70 | 3600 | 5310 | | 11850 |
| 5' x 8' | 7.1 | 6.5 | 6.2 | 3.7 | 1.6 | 26 | 20 | 90 | 5200 | 8760 | 9500 | 16200 |
| 5' x 10' | 46 | | 8.2 | | | | 20 | 75 | | | 13000 | |
| 6' x 4' | 7.2 | 6.2 | 5.8 | 3.4 | 1.6 | 22 | | 90 | 4400 | 5950 | | 19000 |
| 6' x 6' | 10.1 | 9.4 | 8.7 | 5.2 | 2.5 | 22 | | 150 | 6000 | 9280 | | 21975 |
| 6' x 8' | 23.8 | 11.5 | 10.8 | 6.3 | 3.1 | 22 | 18 | 160 | 7500 | | 1362 | 24970 |
| 6' x 10' | 28 | | 12.2 | | | | 18 | 110 | | | 20000 | |
| 7' x 8' | | | | | | 23 | | 200 | 10200 | 14545 | | 38182 |
| 7' x 12' | 40 | | 21 | | | | 15 | 179 | | | 33500 | 52727 |
| 8' x 8' | | | | | | 20 | | 300 | 14100 | 21364 | | 54692 |
| 8' x 10' | | | | | | 21 | | 375 | | 26364 | | 67000 |
| 8' x 12' | 66 | | 29 | | | | 13 | 230 | | | 45000 | |
| 9' x 8' | | | | | | 19 | | 375 | | 27273 | | 67500 |

Especificaciones de Chancadora de Quijada

| TAMAÑO | MOTOR | | CAPACIDAD TON POR HORA DESCARGA REGULADA A: PULG | | | | | | | | | PESO KG. |
|---------|-------|---------|-----------------------------------------------------|------|------|--------|--------|---------|---------|---------|----------|-------------|
| | HP | RPM | 1/8" | 1/4" | 1/2" | 3/4" | 1" | 1 1/2" | 2" | 2 1/2" | 3" | |
| 3 X 4 | 3 | 330-390 | 0.06 | 0.12 | 0.2 | 0.3 | - | - | - | - | - | 165 |
| 5 X 6 | 6 | 325-375 | - | 0.3 | 0.6 | 0.8 | 1 | - | - | - | - | 350 |
| 8X 10 | 12 | 280-320 | - | - | 1.2 | 2 | 4 | 7 | 8 | 10 | 12 | 1400 |
| 10 X 16 | 24 | 250-300 | - | - | 3 | 5 a 7 | 7 a 9 | 10 a 15 | 16 a 20 | 20 a 25 | 30 a 35 | 2400 |
| 10 X 20 | 30 | 225-276 | - | - | 6 | 7 a 10 | 9 a 16 | 12 a 20 | 25 a 32 | 30 a 45 | 35 a 52 | 3200 |
| 10X 24 | 40 | 225-275 | - | - | 7 | 12 | 18 | 25 | 35 | 40 a 45 | 60 | 4200 |
| 10 X 30 | 40 | 225-275 | - | - | - | 15 | 25 | 30 | 40 | 40 a 50 | 70 | 4800 |
| 15 X 24 | 50 | 225-275 | - | - | - | - | - | 20 a 33 | 30 a 45 | 40 a 60 | 55 a 80 | 6800 |
| 15X36 | 60 | 225-250 | - | - | - | - | - | 30 a 45 | 45 a 68 | 60 a 70 | 75 a 120 | 7800 |

EQUIVALENCIA INTERNACIONAL DE TAMICES

INTERNACIONAL
ISO 565 (TLB2):1983

EE.UU.
ASTM E 11-87

TYLER
Standard screen 1910

BRITANICO BS 410: 1986

Apertura Nomina
milímetros/micrones

Equivalente Malla N°

Equivalente Malla N°

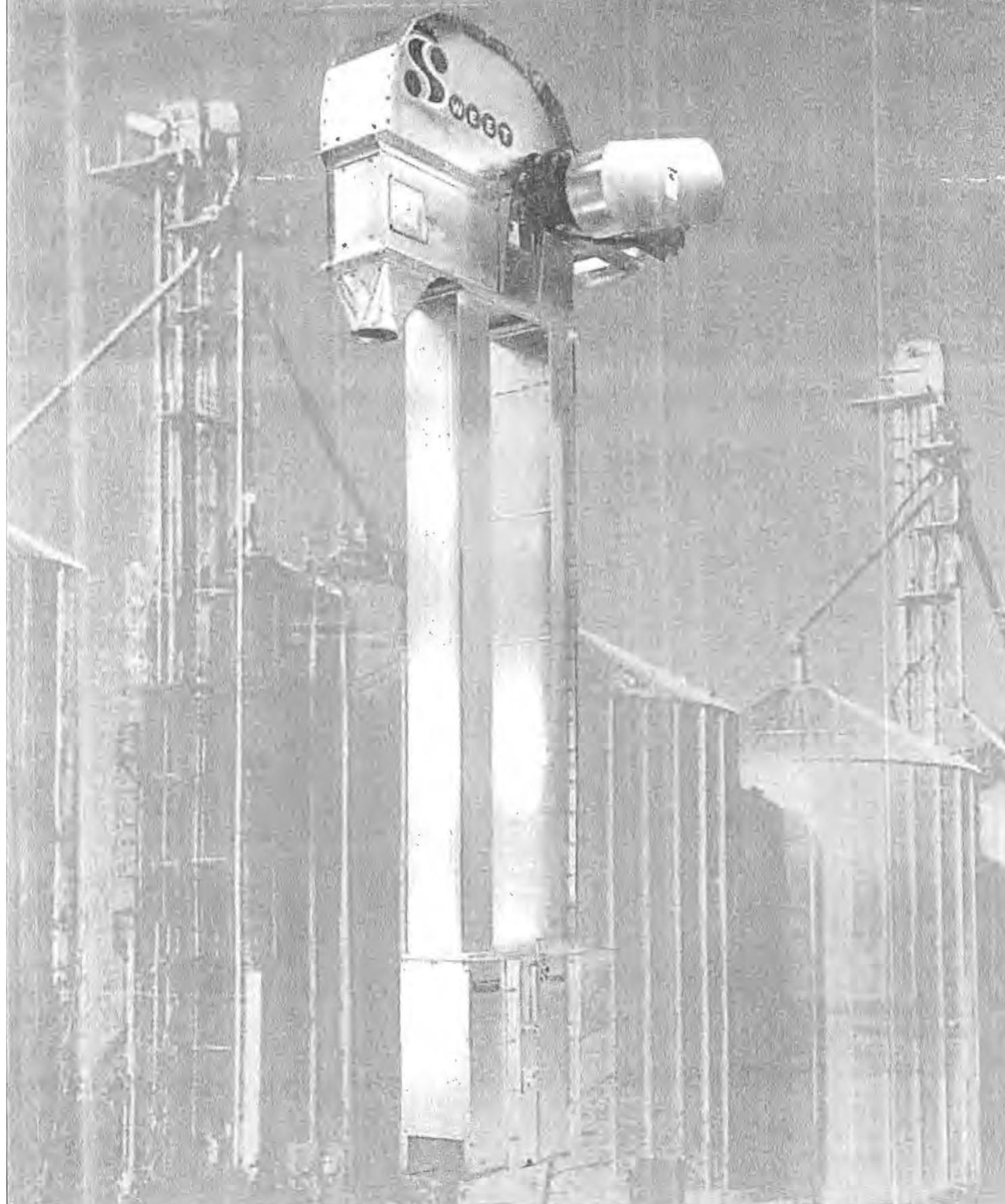
Equivalente Malla N°

| | | | |
|--------|-------|-------|-------|
| 8,00 | | 2 1/2 | |
| 6,70 | | 3 | |
| 6,30 | 3 | | |
| 5,60 | 3 1/2 | 3 1/2 | 3 |
| 4,75 | 4 | 4 | 3 1/2 |
| 4,00 | 5 | 5 | 4 |
| 3,35 | 6 | 6 | 5 |
| 2,80 | 7 | 7 | 6 |
| 2,36 | 8 | 8 | 7 |
| 2,00 | 10 | 9 | 8 |
| 1,70 | 12 | 10 | 10 |
| 1,40 | 14 | 12 | 12 |
| 1,18 | 16 | 14 | 14 |
| 1,00 | 18 | 16 | 16 |
| 850 µm | 20 | 20 | 18 |
| 710 | 25 | 24 | 22 |
| 600 | 30 | 28 | 25 |
| 500 | 35 | 32 | 30 |
| 425 | 40 | 35 | 36 |
| 355 | 45 | 42 | 44 |
| 300 | 50 | 48 | 52 |
| 250 | 60 | 60 | 60 |
| 212 | 70 | 65 | 72 |
| 180 | 80 | 80 | 85 |
| 150 | 100 | 100 | 100 |
| 125 | 120 | 115 | 120 |
| 106 | 140 | 150 | 150 |
| 90 | 170 | 170 | 170 |

| Apertura Nomina milímetros/micrones | Equivalente Malla N° | Equivalente Malla N° | Equivalente Malla N° |
|----------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 75 | 200 | 200 | 200 |
| 63 | 230 | 250 | 240 |
| 53 | 270 | 270 | 300 |
| 45 | 325 | 325 | 350 |
| 38 | 400 | 400 | 400 |
| 32 | 450 | - | 440 |
| 25 | 500 | - | - |
| 20 | 635 | - | - |

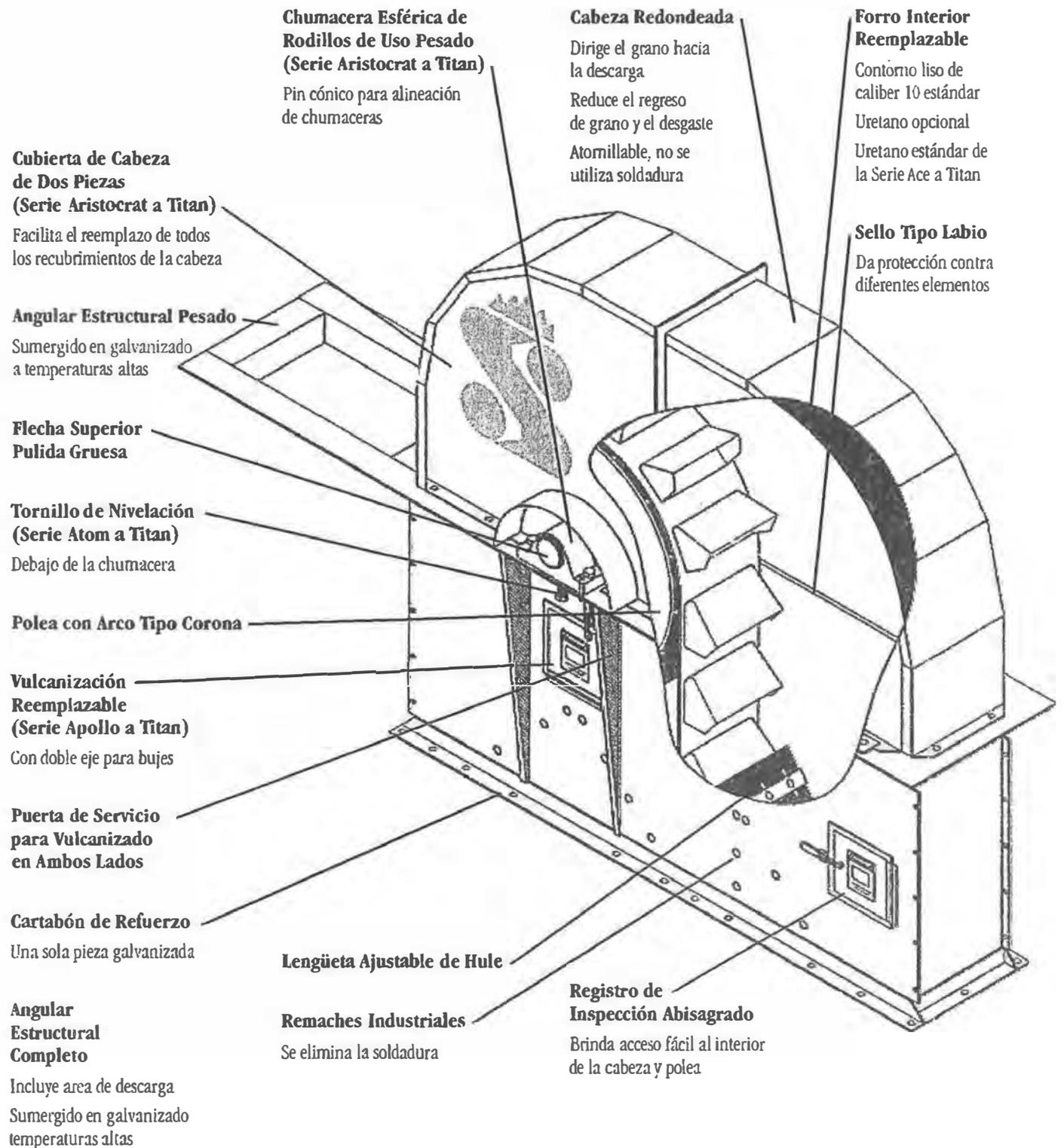
www.sabo.es - P.E. Abra Industrial Parcela 2.2.1 - 48500 Abanto y Ciervana
Tel.: (+34) 94 411 21 21 - Fax: (+34) 94 412 10 22
E-mail: javier.irizar@sabo.es

ELEVADORES DE CANGILONES



Por Qué Preferir los Elevadores Galvanizados Silver-Sweet

Compare las Características





Más Características de Sweet®

Banda de Hule

Diseñada exactamente para capacidad requerida (PIW)

Conductibilidad estática, resistente a fuego y aceite

Banda de PVC opcional

Piernas de Calibre Grueso

Asegura una robustez a cualquier altura de descarga

Engargolado continuo brinda rigidez y sella contra condiciones ambientales

Construcción atornillable opcional

Polea con Corona Tipo Tambor en la Bota del Elevador

Ranuras tipo ala y con poleas auto limpiantes opcional

Tensores de Tornillo

Para ajuste fácil (tensores de gravedad en Serie Titan estándar y opcional en todos los demás modelos)

Chumaceras de Servicio Pesado

Ningún sello expuesto al interior de la bota

Chumaceras de piso de cuerpo dividido

Chumaceras esféricas de baleros en Serie Titan

Sello en UHMW para la Chumacera

Caras de Bota Reforzadas

Bridas de las Piernas Galvanizadas

Soldadas en un marco preciso asegurando ahorros en el montaje
Pierna perfectamente a escuadra

Etiquetas de Seguridad

Colocadas apropiadamente en todo el elevador

Cangilones Sweetheart™ de Acero Troquelado o de Polietileno de Alta Densidad o de nylon y/o Poliuretano disponibles

La capacidad teórica es exacta

Puerta de Servicio Seccionada (Serie Atom a Ace II)

Permite acceso autorizado para mantenimiento de banda y cangilones

Cuatro paneles modulares de 2', parte delantera y trasera

Tolva Grande de Alimentación

Dirige el flujo apropiadamente hacia el cangilón para su llenado con protector de acero galvanizado de calibre 10GA u otros protectores opcionales

Páneles de Limpieza en la Bota

Acceso fácil para limpieza

“La Línea de Calidad”

Siempre el Mejor Valor

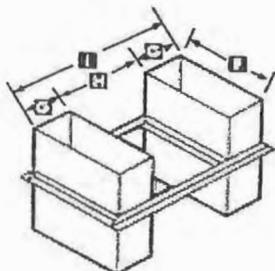
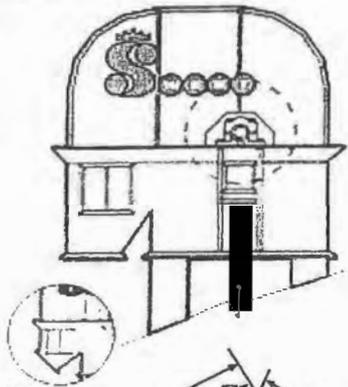
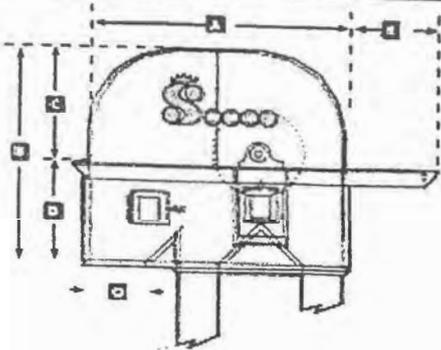
Especificaciones Estándar — Elevadores de Cangilones Silver-Sweet®

| Modelo | Clase | Piernas | Cajón | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | O | P | Q |
|-----------|-------|---------|---------|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|----|----|----|----|
| BANTAM I | 0 | 8 x 16 | | 27 | 24 | 12 | 12 | 11 | 8 | | | 16 | 24 | 11 | 6.5 | 14 | 8 | 8 | 6 |
| ATOM I | I | 9 x 26 | 9 x 8 | 44 | 38 | 24 | 14 | 20 | 9 | 8 | 10 | 26 | 32 | 12 | 7 | 20 | 9 | 13 | 9 |
| ATOM II | I | 9 x 26 | 9 x 8 | 44 | 38 | 24 | 14 | 20 | 9 | 8 | 10 | 26 | 32 | 12 | 7 | 20 | 9 | 13 | 9 |
| BANTAM II | I | 12 x 26 | 12 x 8 | 46 | 42 | 23 | 19 | 22 | 12 | 8 | 10 | 26 | 32 | 14 | 10 | 20 | 12 | 14 | 8 |
| APOLLO I | II | 12 x 34 | 12 x 9 | 55 | 47 | 28 | 19 | 24 | 12 | 9 | 16 | 34 | 39 | 15 | 10 | 24 | 12 | 15 | 8 |
| APOLLO II | II | 12 x 34 | 12 x 9 | 55 | 47 | 28 | 19 | 24 | 12 | 9 | 16 | 34 | 39 | 15 | 10 | 24 | 12 | 15 | 8 |
| DUKE II | III | 16 x 41 | 16 x 10 | 66 | 59 | 36 | 27 | 35 | 18 | 10 | 22 | 41 | 49 | 16 | 10 | 28 | 10 | 19 | 10 |
| PRINCE | IV | 14 x 48 | 14 x 10 | 75 | 69 | 37 | 32 | 32 | 14 | 10 | 28 | 48 | 48 | 18 | 10 | 30 | 14 | 20 | 10 |
| QUEEN | IV | 14 x 48 | 14 x 10 | 75 | 69 | 37 | 32 | 32 | 14 | 10 | 28 | 48 | 48 | 18 | 11 | 30 | 14 | 20 | 10 |
| KING | IV | 17 x 48 | 17 x 10 | 75 | 69 | 37 | 32 | 32 | 17 | 10 | 28 | 48 | 48 | 18 | 13 | 30 | 17 | 18 | 10 |
| KING II | IV | 17 x 48 | 17 x 10 | 75 | 69 | 37 | 32 | 32 | 17 | 10 | 28 | 48 | 48 | 18 | 13 | 30 | 17 | 18 | 10 |
| ACE I | V | 17 x 56 | 17 x 11 | 87 | 99 | 52 | 47 | 32 | 17 | 11 | 34 | 56 | 56 | 20 | 13 | 36 | 17 | 22 | 10 |
| ACE II | V | 20 x 56 | 20 x 11 | 87 | 99 | 52 | 47 | 32 | 20 | 11 | 34 | 56 | 56 | 20 | 16 | 36 | 17 | 22 | 10 |
| MONARCH | VI | 20 x 68 | 20 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 20 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 15 | 54 | 20 | 22 | 12 |
| TITAN 10 | VI | 20 x 68 | 20 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 20 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 15 | 54 | 20 | 22 | 12 |
| TITAN 15 | VI | 28 x 68 | 28 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 28 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 22 | 54 | 20 | 22 | 12 |
| TITAN 20 | VI | 34 x 68 | 34 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 34 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 28 | 54 | 20 | 22 | 11 |
| TITAN 25 | VI | 40 x 68 | 40 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 40 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 34 | 54 | 20 | 22 | 11 |
| TITAN 30 | VI | 52 x 68 | 52 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 52 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 44 | 54 | 20 | 22 | 11 |
| TITAN 40 | VI | 66 x 68 | 66 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 66 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 58 | 54 | 20 | 22 | 11 |
| TITAN 50 | VI | 80 x 68 | 80 x 14 | 100 | 102 | 57 | 45 | - | 80 | 14 | 40 | 68 | 76 | 20 | 72 | 54 | 20 | 22 | 11 |

Un Vistazo a las Capacidades

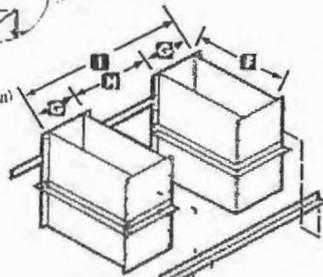
| Serie | Modelo | Dia. Polea | Espacio Cangilón | Espacio (N) | Cap. bu/hr | Cap. pies ³ /hr | TMPH | Vel. Banda pies/min | RPM Polea | Calibre Cobertor Cabeza | Calibre Cabeza | Calibre Bota | Calibre Piernas |
|------------|-----------|------------|------------------|-------------|---------------|----------------------------|-----------|---------------------|-----------|-------------------------|----------------|--------------|-----------------|
| BANTAM | BANTAM I | 4.5" | 6 x 4 | 5 | 350-700 | 435-875 | 9-18 | 110-220 | 80-160 | na | 12 | 12 | 16* |
| | BANTAM II | 11" | 9 x 5 | 6 | 1000-2000 | 1250-2480 | 25-51 | 155-310 | 54-108 | 12 | 12 | 12 | 16** |
| ATOM | ATOM I | 11" | 6 x 4 | 6 | 800-1000 | 1000-1250 | 20-25 | 326 | 113 | 12 | 14 | 12 | 16*** |
| | ATOM II | 11" | 6 x 5 | 6 | 1200-1500 | 1500-1875 | 30-38 | 326 | 113 | 12 | 14 | 12 | 16*** |
| APOLLO | APOLLO I | 18" | 9 x 5 | 9 | 1000-1600 | 1250-2000 | 36-41 | 448 | 95 | 10 | 12 | 12 | 14† |
| | APOLLO II | 18" | 9 x 5 | 9 | 2000-2200 | 2500-2750 | 51-56 | 448 | 95 | 10 | 12 | 12 | 14† |
| ARISTOCRAT | DUKE II | 24" | 9 x 6 | 8 | 3000-3500 | 3750-4375 | 76-89 | 458 | 71 | | | | |
| | PRINCE | 30" | 9 x 6 | 8 | 3500-4000 | 4375-5000 | 89-102 | 518 | 66 | 10 | 12 | 10 | 14† |
| | QUEEN | 30" | 10 x 6 | 8 | 4000-4500 | 5000-5625 | 102-114 | 518 | 66 | 10 | 12 | 10 | 14† |
| | KING | 30" | 12 x 6 | 8 | 5000-5500 | 6250-6875 | 127-140 | 518 | 66 | 10 | 12 | 10 | 14† |
| | KING II | 30" | 15 x 6 | 8 | 5800-6900 | 7200-8600 | 146-175 | 518 | 66 | 10 | 12 | 10 | 14† |
| | ACE I | 36" | 12 x 7 | 9 | 6000-7000 | 7500-8750 | 152-178 | 565 | 60 | 1/4" poly | 12 | 10 | 14† |
| ACE II | 36" | 15 x 7 | 9 | 7500-8500 | 9375-10,625 | 190-216 | 565 | 60 | 1/4" poly | 10 | 10 | 14† | |
| TITAN | MONARCH | 42" | 14 x 9 | 10 | 10,000-12,000 | 12,500-15,600 | 254-309 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 10 | 14† |
| | TITAN 10 | 42" | 14 x 9 | 10 | 10,000-12,000 | 12,500-15,600 | 254-305 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 15 | 42" | 10 x 9 (2) | 10 | 15,000-17,000 | 18,750-21,250 | 381-432 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 20 | 42" | 13 x 9 (2) | 10 | 20,000-23,000 | 25,000-28,750 | 508-584 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 25 | 42" | 16 x 9 (2) | 10 | 25,000-28,000 | 31,250-35,000 | 635-711 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 30 | 42" | 14 x 9 (3) | 10 | 30,000-35,000 | 37,500-43,750 | 672-889 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 40 | 42" | 14 x 9 (4) | 10 | 40,000-45,000 | 50,000-56,250 | 1016-1143 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |
| | TITAN 50 | 42" | 14 x 9 (5) | 10 | 50,000-55,000 | 62,500-68,750 | 1270-1397 | 630 | 56 | 1/4" poly | 10 | 1/4" | 12† |

*Calibre 14 después de 50' (15.2 m). **Calibre 14 después de 80' (24.4 m). ***Calibre 14 después de 100' (30.5 m). †Calibre más pesado opcional
 Capacidades basadas en cangilones llenos entre 75% y 90%. Capacidades basadas usando Cangilones de Acero Sweetheart™ ‡ 60 lbs/pi

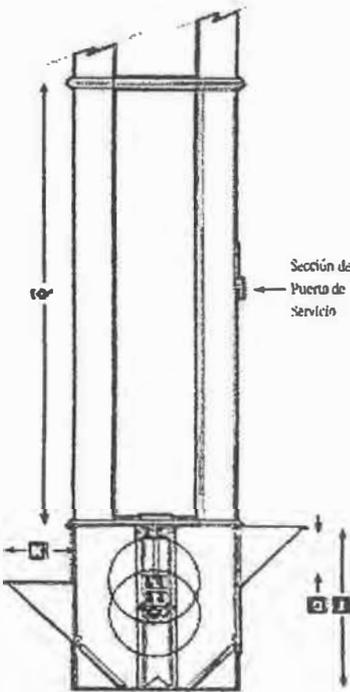


Serie Bantam II a Ace II

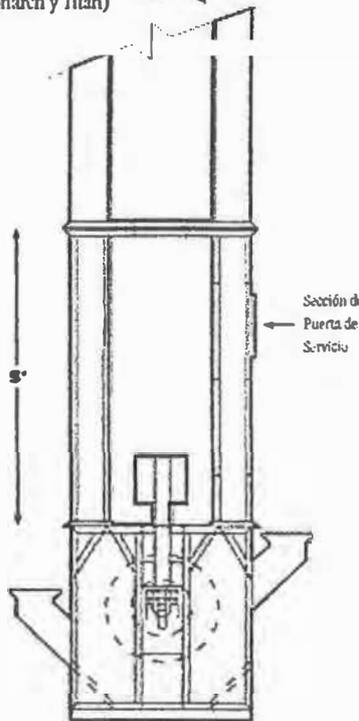
Descarga Alterná
(Descarga de 45°
estándar en Serie Titan)



(Monarch y Titan)



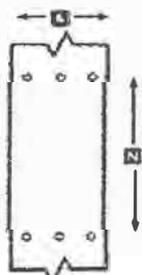
Sección de
Puerta de
Servicio



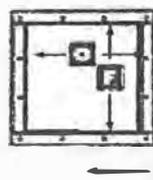
Sección de
Puerta de
Servicio

Dimensiones aproximadas a la pulgada más cercana
y sujetas a cambios sin previo aviso.

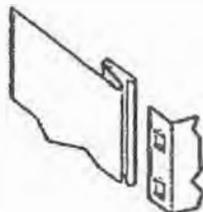
Tensor de Gravedad en la Bota
(Serie Titan)



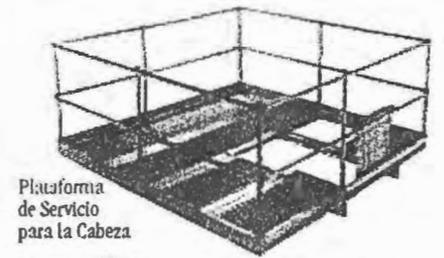
Dimensiones de la Banda
y Espacio de Cangilones



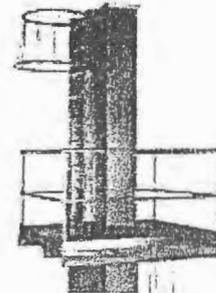
Brida de Descarga



Cajón Prensable de
Calibre 16 y 14



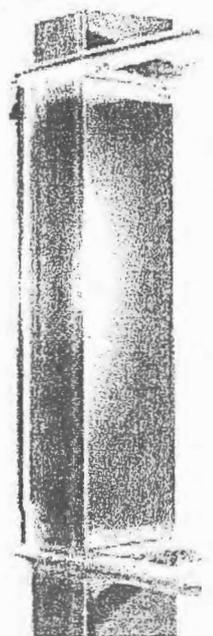
Plataforma
de Servicio
para la Cabeza



Escalera y Protección



Páneles de acceso
atornillables de 2.4 m



Pánel de
Explosión-Cajón

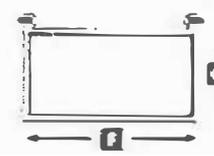


Pánel de
Explosión-Cabeza

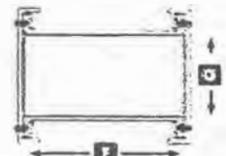


Tensor de
Gravedad
en la Bota

Alternativa de Construcción Para Piernas de Elevadores



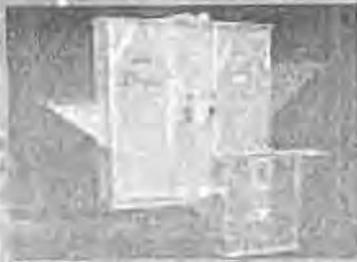
Cajón Atornillable,
Serie Aristocrat



Cajón Atornillable,
Serie Titan

AVANZAMOS CON LA NUEVA GENERACION

ELEVADORES DE CANGILONES



WEST
MANUFACTURING COMPANY

Teléfono 937-322-1100
Fax 937-322-1102
Toll Free 1-800-541-1100

Website: www.westmfg.com
E-mail: sales@westmfg.com



Member of
IAEM

P.O. Box 1087
Spring Hill, TN 37074