UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL POLITÉCNICA
“ANTONIO JOSE DE SUCRE”
VICERRECTORADO PUERTO ORDAZ
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
TRABAJO DE GRADO

OPTIMIZACIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE DE ÁNODOS DE CARBÓN C.V.G. CARBONORCA

Autora: Andrade, Rhina
Tutor Académico: Ing. Blanco, Andrés Eloy
Tutor Industrial: Ing. Rodríguez, Jesús
Fecha: Febrero 2004

RESUMEN

En el siguiente trabajo se determinó como optimizar el servicio de transporte para mantener o mejorar los niveles en la entrega de los ánodos de carbón a las empresas del sector aluminio. El estudio fue de tipo investigativo, descriptivo y evaluativo, se realizaron entrevistas además de un estudio de tiempos de los equipos. Se planteo como objetivo Determinar mediante un estudio de métodos como optimizar el servicio de transporte de ánodos y realizar las evaluaciones económicas de las alternativas planteadas, para determinar la más conveniente para el servicio de transporte de ánodos de carbón de C.V.G. CARBONORCA e identificar las demoras que inciden o afectan los tiempos de ejecución de la entrega a las empresas Reductoras de Aluminio. Los resultados muestran que se debe optimizar el uso de los montacargas en las áreas para evitar tiempos prolongados de los ciclos de transporte, asignar las labores de carga y descarga de ánodos a un Operador Integral al inicio de la jornada de trabajo, en las evaluaciones se pudó constatar que la alternativa “A” comprar un Camión Mack Nuevo es donde se perciben más ganancias, seguida de la “D” que es repotenciar el equipo, en caso de que el valor de la inversión de la “A” cambie considerablemente (Bs. 324.380.151,00) se debe elegir la “D”; repotenciar el Camión Mack HC-008.

INTRODUCCIÓN

En la empresa C.V.G. Carbones del Orinoco C.A. (C.V.G. CARBONORCA) existe la necesidad de realizar un estudio de métodos para optimizar el servicio de transporte de ánodos de carbón, el propósito de este estudio es el de reducir los tiempos de ciclo del transporte a fin de poder garantizar el cumplimiento del plan de ventas de los ánodos a las empresas reductoras del sector aluminio de la región, esto amerita también realizar un estudio económico, es decir, determinar que opción económica es más conveniente en cuanto al servicio de transporte de ánodos de carbón para CARBONORCA. La finalidad de este trabajo es evaluar las alternativas:

A. Vender los equipos y comprar un lote nuevo de gandolas para el transporte

B. Vender los equipos y alquilar un servicio de gandolas externas a la empresa para realizar el traslado de los Ánodos de Carbón

C. Vender los equipos y evaluar la forma de pago por concepto de préstamo de servicios a CARBONORCA.

D. Mantener la flota actual de Equipos Móviles (gandolas) para el servicio de transporte de Ánodos de Carbón.

E. Repotenciar Camión Mack HC-008, Vender Camión Mack HC-006 y Comprar Tractor D7R para Transporte Interno.

El servicio de gandolas es administrado por el área de Hornos de Cocción, ya que de aquí sale el ánodo cocido para ser transportado a las empresas reductoras del sector aluminio.

Para el estudio de tiempos realizado es indispensable tomar los tiempos del ciclo de traslado de ánodos; esto comprende carga de ánodos, salida de la gandola de CARBONORCA a su destino final (C.V.G ALCASA O C.V.G VENALUM), descarga, y regreso de la gandola hasta la empresa para realizar nuevamente el ciclo, para el análisis de las alternativas es necesario

recopilar toda la información concerniente a cada alternativa en función de inversiones o los costos de capital de cada activo, interés, vida útil de los equipos, materiales y repuestos, mano de obra de mantenimiento y operación, entre otros, además de los costos de inventario de materiales y suministro.

Para realizar el estudio de tiempos se utilizaron técnicas de Ingeniería de Métodos; esto permitirá calcular el requerimiento de equipos, rendimiento, disponibilidad, entre otros aspectos necesarios para la optimización del servicio de transporte. Para evaluar las propuestas planteadas se usaron las técnicas de Ingeniería Económica lo cual facilita determinar la alternativa más conveniente desde el punto de vista financiero o económico con la ayuda de premisas e indicadores económicos para poder tomar la decisión de seleccionar la alternativa más conveniente para los intereses de la empresa C.V.G. CARBONORCA.

El trabajo se encuentra estructurado mediante la realización de capítulos, de la siguiente forma: Capítulo I: Planteamiento del Problema, Capitulo II: Generalidades de la Empresa, Capítulo III: Marco Teórico, Capítulo IV: Marco Metodológico, Capitulo V: Situación Actual de la Empresa, Capítulo VI: Análisis y Resultados, Capítulo VII: Situación Propuesta, Conclusiones y Recomendaciones

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 ANTECEDENTES

La empresa C.V.G. Carbones del Orinoco C.A. (C.V.G. CARBONORCA) produce los requerimientos de ánodos de carbón en calidad y cantidad exigida por sus principales clientes C.V.G VENALUM, y C.V.G. ALCASA, también produce para la empresa ORMET en calidad de exportación.

Los equipos utilizados para el traslado de los ánodos nacionales son dos (2) gandolas o chutos, los cuales fueron adquiridos por C.V.G. CARBONORCA, en diciembre de 1989 con un costo de Bs. 5.549.842,00; cada una, a los cuales se le estimó una vida útil de ocho (8) años o noventa y seis (96) meses; los equipos están asignados al área Hornos de Cocción por ser responsable del despacho de los ánodos cocidos.

Una vez que el ánodo es cocido se procede a ser cargados en la plataforma de las gandolas, inmediatamente después de ser completado el lote de ánodos de carbón de 50 u 80 unidades, la gandola parte a su destino final ya sea C.V.G. VENALUM, o C.V.G ALCASA.

El tiempo de ciclo de viaje que se realiza con la gandola varía en función de la disponibilidad del equipo y montacargas, esto debido a que cuando se efectúan las cargas o descargas de ánodos sobre la batea (plataforma de la gandola), los montacargas se encuentran ocupados en otras actividades asignadas por el Supervisor del Área al iniciar la Jornada de Trabajo, también afecta los retrasos causados por paradas de las gandolas, ya sea por mantenimiento programado o por fallas no esperadas por el equipo.

Una de las causas de la duración del ciclo de viaje entre muchos factores es que los equipos móviles llevan prestando el servicio de traslado de ánodos por más de trece (13) años; causa posible de la indisponibilidad de los mismos (baja eficiencia al presentar fallas constantes), en vista de esto la empresa se ha planteado entre muchas interrogantes realizar un estudio para la optimización del servicio de transporte de ánodos de carbón dentro de la empresa, para así aumentar el rendimiento del servicio y satisfacer cada una de las necesidades de las empresas que solicitan el servicio de transporte de ánodos, verificar la cantidad de quipos necesarios para atender la demanda de traslado de los mismos; es decir, si es necesario el empleo de dos (2) gandolas o solo se requiere de una; esta interrogante viene dada debido a que mientras uno de los equipos es usado para el traslado externo, la otra se encuentra ociosa causando pérdidas a la empresa, además de esto requiere un estudio económico para establecer la alternativa más conveniente para el servicio, analizando todos los aspectos que influyen en el costo del mismo, con el objeto de determinar el grado de eficiencia y rentabilidad de los equipos para C.V.G CARBONORCA.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa C.V.G. CARBONORCA cuenta con una coordinación encargada de realizar estudios de métodos para incrementar la eficiencia de todas las

operaciones que se realizan dentro de la empresa así como también realizan las evaluaciones económicas de los activos que forman parte de la misma, hoy en día la empresa quiere responder a una interrogante relacionada con los dos (2) chutos Mack y bateas con las que cuenta para el traslado interno de ánodos de carbón cocidos y verdes, el transporte externo de ánodos cocidos, así como el traslado de ánodos verdes y cocidos rechazados y de cabos de celda.

Dicha interrogante esta relacionada con la duración del ciclo de traslado de ánodos, el cual se ve afectado por varias razones como los son:

- Los dos activos han cumplido con su vida útil y todavía prestan el servicio de transporte a la empresa.
- La poca disponibilidad por parte de los montacargas para realizar la carga y descarga de ánodos de la plataforma de la gandola.
- Paradas de los equipos, bien sea por usar repuestos de mala calidad o simplemente porque la vida de servicio que llevan prestando a la empresa sobrepasa su vida útil.
- Bajo rendimiento o normal funcionamiento del servicio, por paradas.

Con lo anteriormente expuesto la Coordinación de Ingeniería Industrial precisa optimizar el servicio de transporte de ánodos de carbón en la plataforma de los chutos Mack, así como evaluar las alternativas y determinar cual es la más conveniente para el servicio de traslado de ánodos de carbón en gandolas para la empresa C.V.G. CARBONORCA.

1.3 ALCANCE

Este estudio, esta destinado a evaluar las condiciones actuales del servicio de transporte de ánodos de carbón en las gandolas así como los aspectos económicos de las alternativas planteadas para el servicio de transporte de

ánodos de carbón de la empresa C.V.G. CARBONORCA, necesarios para el análisis económico.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La importancia de este estudio esta enfocada en la optimización del servicio de transporte y así mantener o mejorar los niveles en la entrega de los ánodos de carbón a las empresas del sector aluminio; de este forma verificar el rendimiento de las gandolas y así tomar la decisión de privatizar o no el servicio de transporte de ánodos de carbón, a fin de reducir los costos de la empresa.

1.5 DELIMITACIÓN

El estudio va dirigido a las actividades realizadas por la flota de gandolas que posee la empresa C.V.G. CARBONORCA para el servicio de transporte de los ánodos de carbón a las empresas C.V.G. VENALUM, y C.V.G. ALCASA, y las actividades de manejo interno de los ánodos cocidos rechazados desde los Hornos de Cocción hasta el patio de cabos en Molienda y Compactación, cuando la cantidad lo amerite.

1.6 OBJETIVO GENERAL

Determinar mediante un estudio de métodos como optimizar el servicio de transporte de ánodos y realizar las evaluaciones económicas de las alternativas planteadas, para determinar la más conveniente para el servicio de transporte de ánodos de carbón de C.V.G. CARBONORCA,

1.6.1 *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Recopilar la información referida a los costos operativos, costos de mantenimiento, costos de depreciación, costo por concepto de seguro de bienes y costos de inventarios de repuestos del servicio de transporte de ánodos.
- Realizar observaciones de las operaciones realizadas para el servicio de transporte de ánodos de carbón
- Efectuar el seguimiento de cada una de las actividades realizadas para el servicio de transporte para verificar la eficiencia de cada una de estas.
- Describir la situación actual del servicio de transporte de ánodos de carbón.
- Realizar un estudio técnico donde se verifique el requerimiento, rendimiento y disponibilidad del servicio de traslado de ánodos de carbón.
- Optimizar el servicio de transporte de ánodos de C.V.G. CARBONORCA.
- Establecer alternativas económicas para el servicio de transporte de ánodos de carbón.
- Determinar los costos generados por cada alternativa, y el avalúo de los equipos en las opciones donde se trate la venta de los activos.
- Evaluar las alternativas del servicio de transporte de ánodos de carbón, mediante el uso de técnicas económicas y escoger la de menor costo.
- Referir recomendaciones del estudio realizado.

CAPITULO II

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

2.1 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA:

C.V.G. Carbones del Orinoco C. A. (CARBONORCA), es una empresa del estado, tutelada por la **Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.)**, la cual es concebida como un auténtico soporte de la industria del aluminio Nacional e Internacional, en cuanto a la fabricación de ánodos de carbón. Esta empresa nació mediante un convenio firmado el 19 de Junio de 1.987 entre la **Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.)**, **Venezolana del Aluminio (VENALUM)** y **Aluminios del Caroní S. A. (ALCASA)**, quedando registrada oficialmente el 6 de noviembre de 1.987, con un capital social de cien millones de bolívares y distribuido de la siguiente manera: Un 45% aportado por VENALUM, otro 45% por ALCASA y el otro 10% restante por la C.V.G.

Sin embargo en agosto de 1.989 cuando C.V.G. CARBONORCA arranca con la producción de 140.000 toneladas (140.000 ton.) de ánodos cocidos actualmente tiene una capacidad de 140.000 ton./año de ánodos verdes y tres hornos de cocción, con una capacidad conjunta de 194.800 ton./año.

2.2 Visión

Empresa líder en producción de ánodos de carbón con un mercado global, explotando ventajas comparativas que permitan ofrecer su producto en condiciones competitivas, rentables y de calidad, oportunidad y precio dentro de la ley de privatización.

Figura 1. Vista Aérea de la Empresa C.V.G. CARBONORCA

2.3 Misión

Producir y comercializar ánodos de carbón, en términos de calidad, rentabilidad y oportunidad para la satisfacción de sus clientes.

2.4 Política de Calidad

En C.V.G. CARBONORCA, tiene como política de calidad producir y comercializar, de manera rentable, ánodos de carbón para plantas reductoras de aluminio, satisfaciendo los requerimientos de nuestros clientes, mediante el mejoramiento continuo de la eficacia del sistema de gestión de calidad.

2.5 Ubicación Geográfica

C.V.G. CARBONORCA, se encuentra ubicada en la ciudad de Puerto Ordaz, estado Bolívar, Zona Industrial Matanzas, en una parcela de 23 hectáreas en la Avenida Norte-Sur 7 del Municipio Autónomo Caroní. Norte: Fior de Venezuela; Sur: Equipetrol C. A., Este: ALCASA, Oeste: Av. Norte Sur 7. (ver Figura 2)

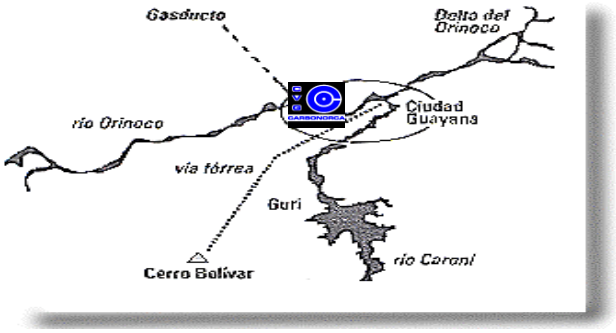


Figura 2. Ubicación Geográfica C.V.G. CARBONORCA

2.6 Reseña Histórica

Venezuela, cuenta con el parque industrial más grande de Sur-América, dedicado al aprovechamiento de un conjunto de recursos existentes en el país. Este complejo industrial conocido como **Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G.)**, está ubicado estratégicamente en la región de Guayana integrado por un conjunto de empresas llamadas también “Empresas Básicas de Guayana”, quien aun teniendo responsabilidades distintas poseen el objetivo común de contribuir al desarrollo industrial, socioeconómico y humano del país.

Dentro de este conglomerado industrial se presentan las empresas productoras de aluminio, metal ligero, producto de proceso de reducción electrolítica, cuya producción en su mayoría está destinada a la exportación.

Estas empresas llevan por nombre **C.V.G. Aluminios del Caroní S. A. (ALCASA)** y **C.V.G. Venezolana de Aluminio (VENALUM)**. Las cuales utilizan para su producción, ánodos de carbón, insumo que actúa como electrodo positivo en la reducción para la obtención de aluminio.

C.V.G. Aluminios del Caroní S. A. (ALCASA) y C.V.G. Venezolana de Aluminio (VENALUM), no producían la cantidad mínima requerida de ánodos para mantener su producción a niveles aceptables, en relación con su demanda, y por tal razón, este producto era hasta ahora importado desde Holanda, Noruega, Hamburgo y Estados Unidos. Es allí donde la creatividad y el deseo de desarrollo del personal de la Corporación Venezolana de Guayana, pone en marcha la idea de unir y ampliar las áreas de producción de ánodos de ALCASA y VENALUM, a fin de convertirlas en una sola empresa de tal magnitud que permita el ahorro de divisas y el suministro seguro de uno de los componentes principales de la industria del aluminio, como lo son los ánodos de carbón es así como nace **C.V.G. Carbones del Orinoco C. A. (CARBONORCA)**.

Esta empresa nace bajo un convenio firmado el 19 de junio de 1.987 entre C.V.G., C.V.G. ALCASA y C.V.G. VENALUM, quedando registrada oficialmente el 6 de noviembre de 1.987 con un capital social de cien millones de Bolívares (100.000.000,00 Bs.), distribuido de la siguiente manera: Un 45% aportado por VENALUM, otro 45% aportado por ALCASA y un 10% restante por la C.V.G.

Es importante señalar que para la creación de C.V.G. CARBONORCA, se contó con un elemento importante llamado proyecto ACAY, el cual fue aprobado por PDVSA, dándose un paso adelante en cuanto a la adquisición de materia prima nacional, para la elaboración de ánodos (coque de petróleo verde). C.V.G. CARBONORCA, es una planta joven y altamente

especializada que se agiganta como un auténtico soporte tecnológico de la industria del aluminio.

Podemos decir que C.V.G. CARBONORCA, es una planta centralizada para la fabricación de ánodos de carbón, destinada a cubrir los requerimientos de ALCASA y VENALUM y los nuevos proyectos de la zona. Los ánodos se comportan como el polo positivo del proceso electrolítico para la obtención de la alúmina. Esta es una planta que usa una tecnología de punta (BUSS) de “mezclado continuo”, a diferencia de las tecnologías existentes del mezclado manual. La planta se opera a través de un sistema centralizado de control totalmente automatizado de las más modernas del mundo en la fabricación de ánodos. Esto le permite obtener un producto con alta conductividad eléctrica, alta resistencia mecánica, baja reactividad al aire y al oxígeno, para llegar a una configuración homogénea representando condiciones ideales al ser usadas como electrodos en procesos de reducción para la producción del aluminio primario.

Actualmente la empresa **C.V.G CARBONORCA** esta certificada bajo la norma ISO 9001-2000, que le abrirá nuevas perspectivas en los mercados nacionales e internacionales. La empresa atiende actualmente a las reductoras Venalum y Alcasa tuteladas por la C.V.G, y a la compañía norteamericana ORMET, y que busca consolidar nuevas relaciones comerciales para colocar un excedente de 40 mil TM al año. Para la empresa lograr la certificación ISO 9001-2000 cumplió con varias etapas empezando con la etapa correspondiente a la documentación para el logro de esta meta. También cumplió con una segunda etapa, correspondiente con el proceso de auditoria interna, a objeto de evaluar la implementación de la norma, la empresa contrato una auditoria interna, obteniéndose resultados satisfactorios, permitiendo así que la empresa iniciara los tramites de solicitud formal ante el ente certificador. Durante este año incorporo el

manual de gestión de la calidad, que sirve de fundamento para la auditoria de certificación que fue la ultima etapa cumplida por la empresa para la certificación de la norma, en esta auditoria se verificaron los aspectos conformes a la solicitud, que involucra las áreas medulares de la empresa como lo son producción, ventas, ingeniería de procesos y la alta dirección que fija las políticas y los objetivos de la calidad.

En la actualidad C.V.G. CARBONORCA, produce los requerimientos de sus principales clientes internos ALCASA y VENALUM. A fin de aumentar la utilización de las instalaciones y el flujo de caja, actualmente negocia con las empresas VENCO y ORMET un contrato a tiempo determinado para el suministro de ánodos con la calidad y en la oportunidad requerida, tanto con clientes Nacionales como Internacionales. Además de obtener divisas y fomentar el desarrollo industrial de la región, generar beneficios socio-económicos a sus trabajadores y favorecer al incremento de nuevas fuentes de empleo.

a.

2.7 Instalaciones de la Empresa

Las Instalaciones existentes en C.V.G. CARBONORCA son:

- ✓ Una Planta de Molienda y Compactación con una capacidad de 140.000 toneladas por año. (ver Figura 3)

Figura 3. Planta de Molienda y Compactación

- ✓ Un almacén para ánodos verdes y cocidos.
- ✓ Un almacén general de suministros.
- ✓ Planta de Compresores.
- ✓ Sub-Estación de Gas Natural.
- ✓ Sub-Estación Eléctrica.
- ✓ Planta de suministros de combustible.
- ✓ Infraestructura Vial.
- ✓ Área Administrativa.
- ✓ Área de Servicios Médicos.
- ✓ Infraestructura de Protección Integral.
- ✓ Infraestructura de Operaciones.
- ✓ Planta de Tratamiento de humos (Sistema LURGI).
- ✓ Tres (3) hornos de cocción tipo cerrado donde los ánodos son cocidos para mejorar sus propiedades mecánicas y de

conductividad eléctrica, descritos de la siguientes manera: dos hornos HC 1.1 / HC 2.1 de 48 secciones y un horno HC 1.2 de 32 secciones, le confieren una capacidad conjunta de 194.800 toneladas / año de ánodos cocidos. (ver Figura 4 y 5)

Nave de hornos tipo cerrado de flujo vertical

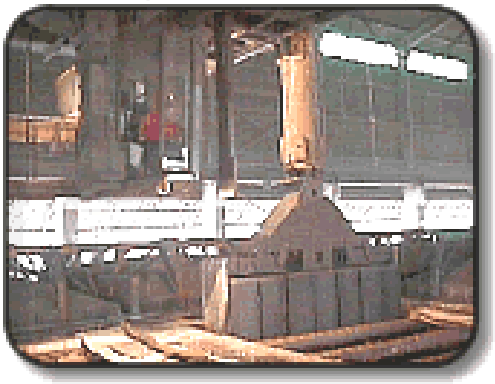


Figura 4. Hornos de Cocción (Naves, Fosas y Planta de Tratamiento de Humos del Horno)

Vista de las fosas que contiene Planta de Tratamiento de Humos cada una de las secciones

Figura 5. Hornos de Cocción (Naves, Fosas y Planta de Tratamiento de Humos del Horno)

Toda la infraestructura de operaciones y servicios permite soportar una producción de 550.000 toneladas / año de ánodos cocidos.

2.8 DESCRIPCIÓN DE PROCESO PRODUCTIVO DE C.V.G. CARBONORCA

En el proceso de producción del aluminio, los ánodos constituyen uno de los principales insumos después de la alúmina y representan un componente en el orden de 17% de los costos de producción por cada tonelada de aluminio primario producido en las empresas reductoras del Aluminio.

En líneas generales el proceso neurálgico de C.V.G. CARBONORCA es fabricar y vender ánodos los cuales produce siguiendo un escrupuloso proceso que inicia en el Subsistema de Molienda y Compactación, en donde tiene lugar la conminución y luego continúa en el Subsistema de Hornos de Cocción, como se muestra a continuación esquemáticamente:

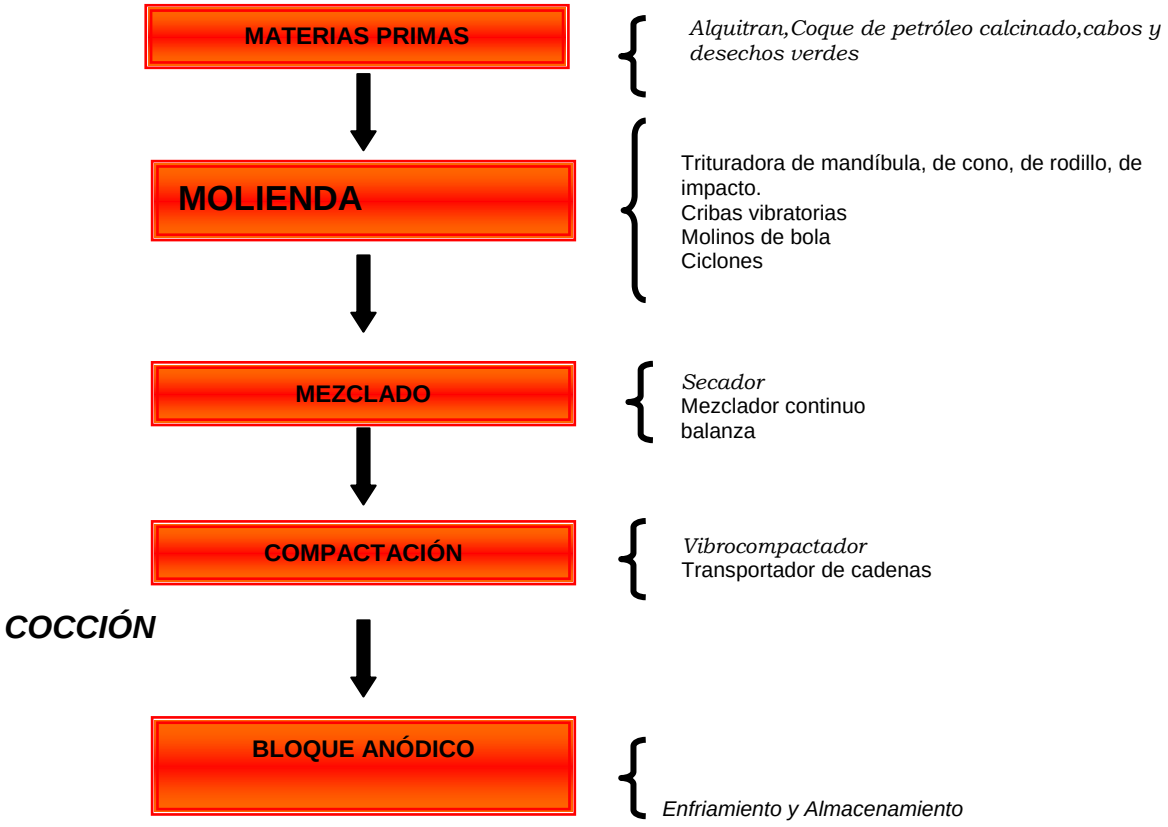


Figura 6. Proceso Tecnológico de la Fabricación de Bloques Anódicos

2.8.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE MOLIENDA Y COMPACTACIÓN, DETALLADO POR CADENAS DE TRABAJO:

Cuando hablamos del proceso de fabricación para la empresa, se dice que los ánodos son fabricados en la Planta de “Molienda y Compactación”. Ésta planta que recibe las materias primas: coque de petróleo calcinado y el alquitrán de carbón. En las celdas quedan los restos de ánodos utilizados, las cuales una vez concluida su vida útil son reciclados y forman así otra materia prima en los ánodos. A estos restos de ánodos se les denomina “cabos”.

El coque de petróleo calcinado y los “cabos” pulverizados, son reducidos a la granulometría adecuada y precalentados a unos 120 °C. Por vías diferentes y paralelas, ambos componentes son sometidos a procesos de transporte, trituración, pesaje y almacenamiento; este almacenamiento se realiza en tolvas o tanques para su inmediata utilización en el ánodo.

El alquitrán por su parte, es recibido de manera sólida y después de ser triturado, es fundido a 180 °C. Se añade como un aglutinante de la mezcla, a su vez representando a un 15% de la misma; posterior al sistema de fusión, es almacenado en forma líquida en otra tolva. Almacenadas en sus tolvas, las materias primas se encuentran listas para participar en la formación del ánodo; los cabos y el coque son alimentados a un precalentador con una temperatura prefijada, donde son mezclados y calentados. Mientras tanto el alquitrán se encuentra en su tolva. A su salida del precalentador, los cabos y el coque son alimentados simultáneamente con el alquitrán al equipo que es clave en la planta: “Mezclador Continuo”. Éste homogeneiza los materiales y conforma la llamada “pasta catódica”, que posteriormente vaciada en los moldes, se produce el ánodo con la forma geométrica seleccionada

previamente. El ánodo finalmente es pasado por un sistema de enfriamiento con agua, concluyendo así su etapa de fabricación, lo que significa que se ha obtenido el Ánodo Verde.

La Planta de Molienda y Compactación se encuentra localizada en la parte norte de la parcela y es la encargada de procesar la materia prima necesaria para la fabricación de ánodos verdes (Coque, Alquitrán, Desechos Verdes y cabo), elementos indispensables para la producción de aluminio primario.

Producción de Ánodos Verdes. La Planta de Molienda y Compactación se encuentra estructurada por cadenas de funcionamiento que simplifican el proceso productivo en varias etapas: Cadena A, Cadena B, Cadena C, Cadena D, Cadena E, Cadena F, Cadena G, Cadena H, Cadena J, Cadena K, Cadena M, Cadena N, Cadena R.

Estas cadenas en conjunto conforman el ciclo del proceso productivo, dentro de estas hay unas que son críticas y otras que no lo son, se les confiere esta condición ya que si una de estas cadenas se detiene, también se detiene el proceso productivo de ánodos verdes.

La materia prima (Alquitrán, Coque de Petróleo y Cabos) una vez almacenada en los silos y tolvas correspondientes, es transportada, clasificada, triturada, fundida y dosificada respectivamente, según la fracción (gruesa, medio, fino y súper fino) requerida, acorde con la curva granulométrica de cada fracción exigida por el proceso de Molienda y Compactación, luego el material es transportado hacia el precalentador con la finalidad que éste sea calentado hasta un rango de temperatura entre (120-130)°C para reducir la humedad a un porcentaje menor a 0,1% y

expandir los poros del agregado seco a fin de facilitar la penetración de la brea de alquitrán.

Posteriormente el agregado seco (Coque de Petróleo Calcinado y Cabos), Desechos Verdes y el agregado líquido (Brea de Alquitrán), son alimentados separadamente a la mezcladora continua, la cual se encarga de unir y alimentar separadamente a la mezcladora continua, la cual se encarga de unir y combinar los materiales secos y la Brea de Alquitrán, mediante la acción de rotación de 65 r.p.m. máximo y traslación de 160 mm del tornillo de amasado, que garantiza la homogeneidad de la pasta anódica.

Luego será transportada hasta el almacenamiento K-005 y posteriormente a la tolva de transferencia, la cual, permite el pesaje requerido, pasando posteriormente la pasta anódica, a ser descargada en los moldes de la vibrocompactadora para la formación del ánodo verde. Para finalizar el proceso de Molienda y Compactación, los ánodos pasan por la piscina para reducir su temperatura y luego depositarlos en el almacén de ánodos verdes.

Los ánodos provenientes de la piscina de enfriamiento se trasladan al entrecierre, el cual es el área que une a ambas Plantas de Producción. Posteriormente los ánodos son inspeccionados bajo unos parámetros de calidad en el que los aceptados, se pasan a una mesa de rodillos y los rechazados siguen mediante la cadena R a otra inspección, en la Planta de Molienda.

En la mesa de rodillos, los ánodos verdes se ordenan hasta que con un dispositivo que posee la misma avisa a los Operadores de la Grúa Júnior ECL para que los coloque en el almacén y de allí, transcurrido un mínimo de dos días, pasarlos a las vagonetas que los trasladan a los Hornos de Cocción para llevar a cabo la cocción de los ánodos.

- ✓ ***CADENA "A":***

  <u>Recepción y almacenamiento de Coque:</u> Su función es transportar el coque de petróleo calcinado desde el patio de recepción hasta el silo de almacenamiento. (ver Figura 7 y 10)

- ✓ ***CADENA "B":***

  <u>Transporte, trituración y almacenamiento de cabo:</u> Es la encargada del procesamiento de cabos. Además del transporte y almacenamiento de desechos verdes

De la misma manera como es procesado el cabo, el desecho verde es almacenado. (ver Figura 7, 8 y 10)

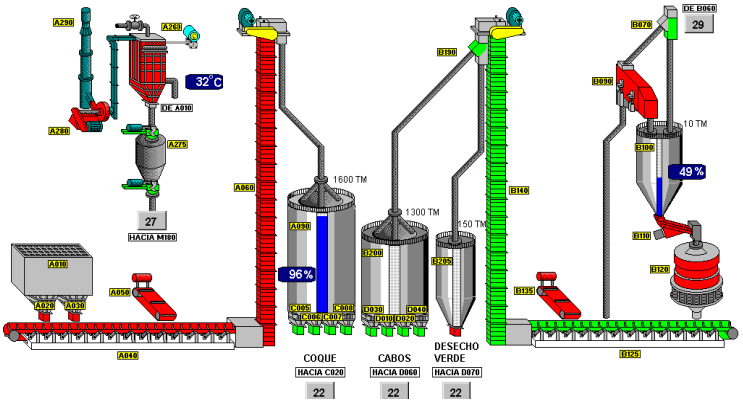


Figura 7 Cadena A y B Alimentación de Coque, Cabo y Desecho Verde

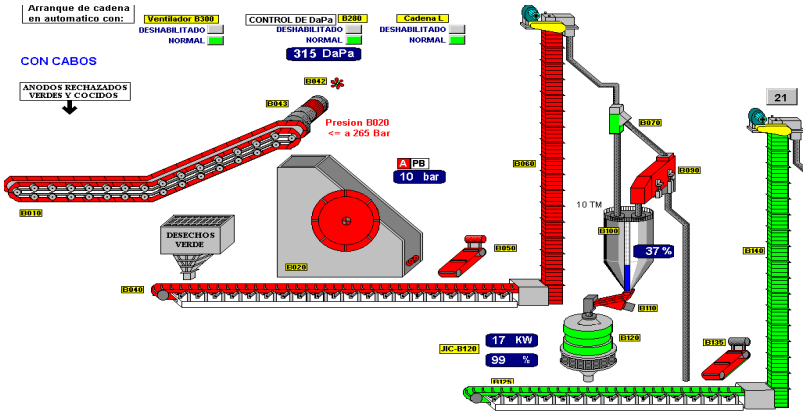


Figura 8 Cadena B Recepción de Cabo y Desecho Verde

- ✓ ***CADENA "C":***

Se encarga de clasificar el coque de petróleo calcinado en las diferentes fracciones de agregado seco: gruesa, media y fina. (ver Figura 9 y 10)

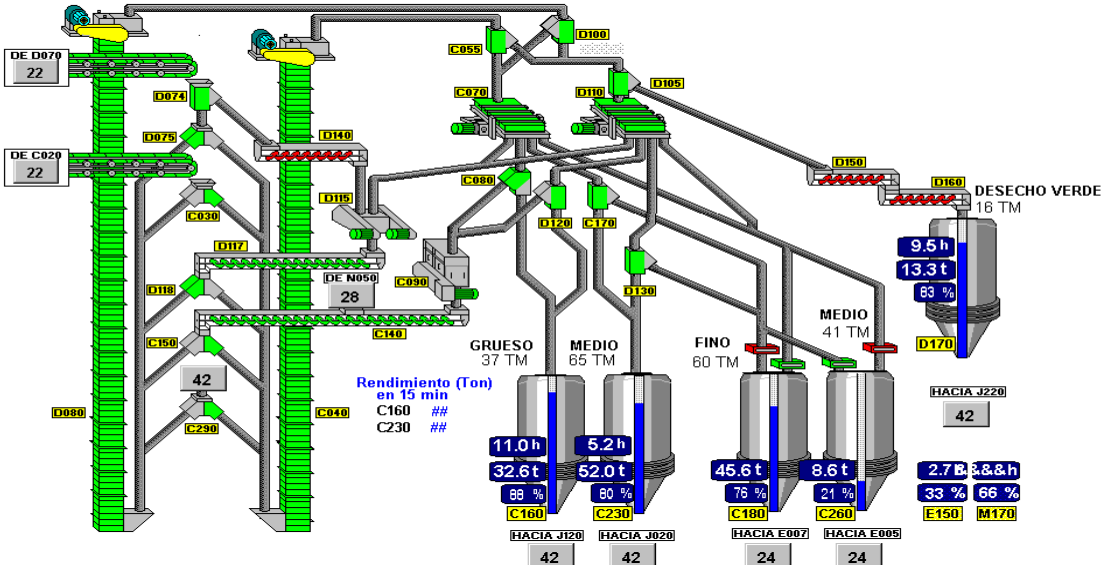


Figura 9 Cadena C Trituración y Cribado

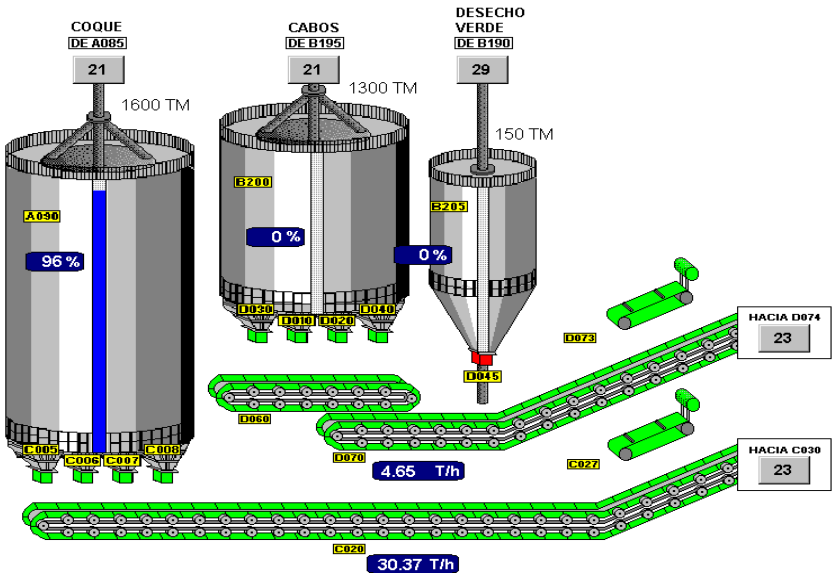


Figura 10 Cadena A, B y C Alimentación General de la Planta

✓ ***CADENA "D":***

<u>Transporte, clasificación y trituración de cabo</u>*:* Clasifica el cabo en las diferentes fracciones (Sobremedida, Gruesa, Media y Fina) requerida por la planta.

✓ ***CADENA "E":***

<u>Procesamiento de material medio y fin:</u> Esta cadena efectúa el proceso de molienda fina, la cual se encarga de reducir el material hasta dimensiones < 200 mesh. (ver Figura 11)

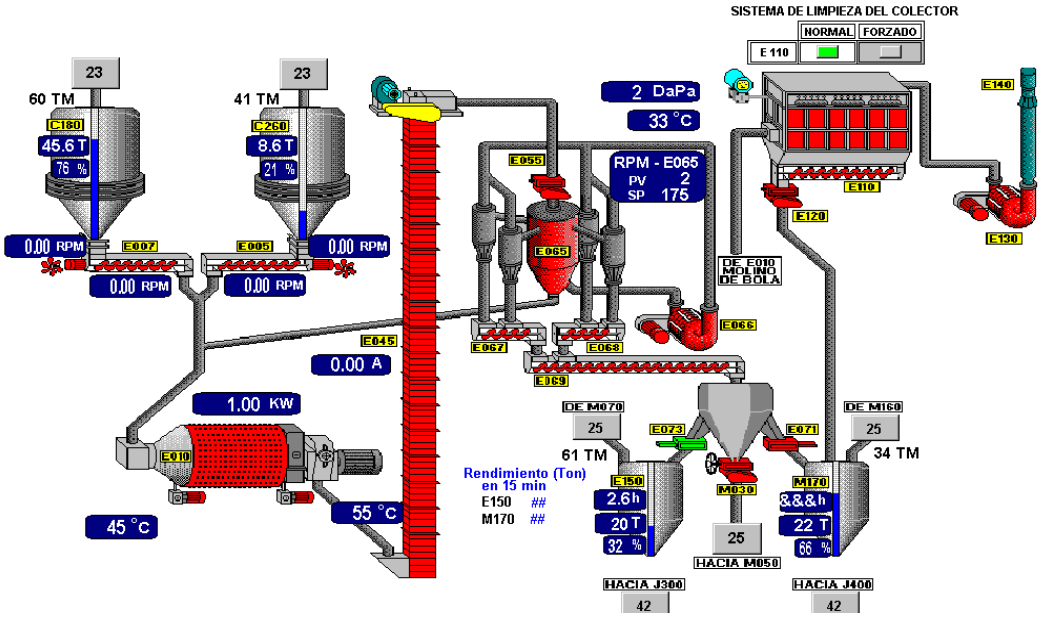


Figura 11 Cadena E Molienda Fina

✓ ***CADENA "F":***

<u>Recepción y Procesamiento del alquitrán:</u> Esta cadena es la encargada del procesamiento del alquitrán sólido. (ver Figura 12)

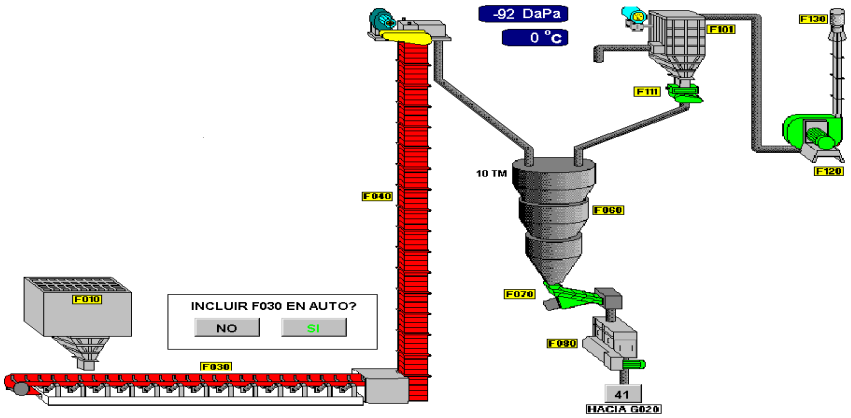


Figura 12 Cadena F Alquitrán Sólido

✓ ***CADENA "G":***

<u>Proceso de fusión del alquitrán:</u> Esta cadena realiza el proceso de fusión de alquitrán sólido. (ver Figura 13)

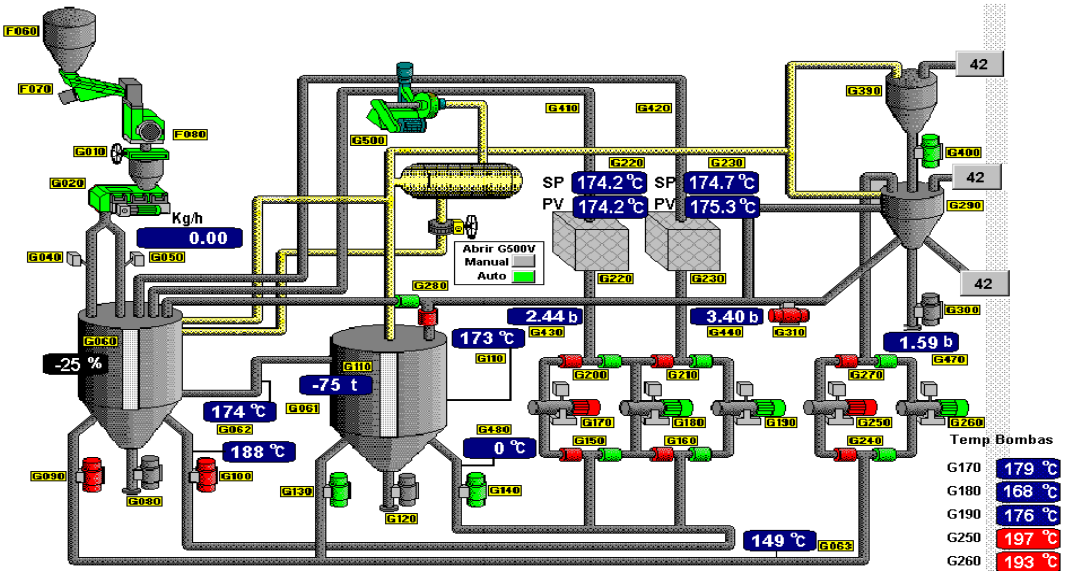


Figura 13 Cadena G Licuefacción de Alquitrán

✓ ***CADENA "H":***

<u>Sistemas de transferencia de calor:</u> Esta cadena produce la energía térmica necesaria para la planta de producción de pasta anódica y la planta de licuefacción de alquitrán, por medio del termofluido Therminol 66, el cual circula por un sistema cerrado. (ver Figura 14).

Dicha cadena está formada principalmente por tres (3) calentadores que funcionan de la siguiente manera:

- Dos (2) calentadores principal: este funciona con gas y oxígeno y es el encargado de suministrar el calor necesario para el proceso.
- Un calentador auxiliar electrónico: cuya función es mantener la temperatura del alquitrán líquido cuando los dos anteriores fallan.

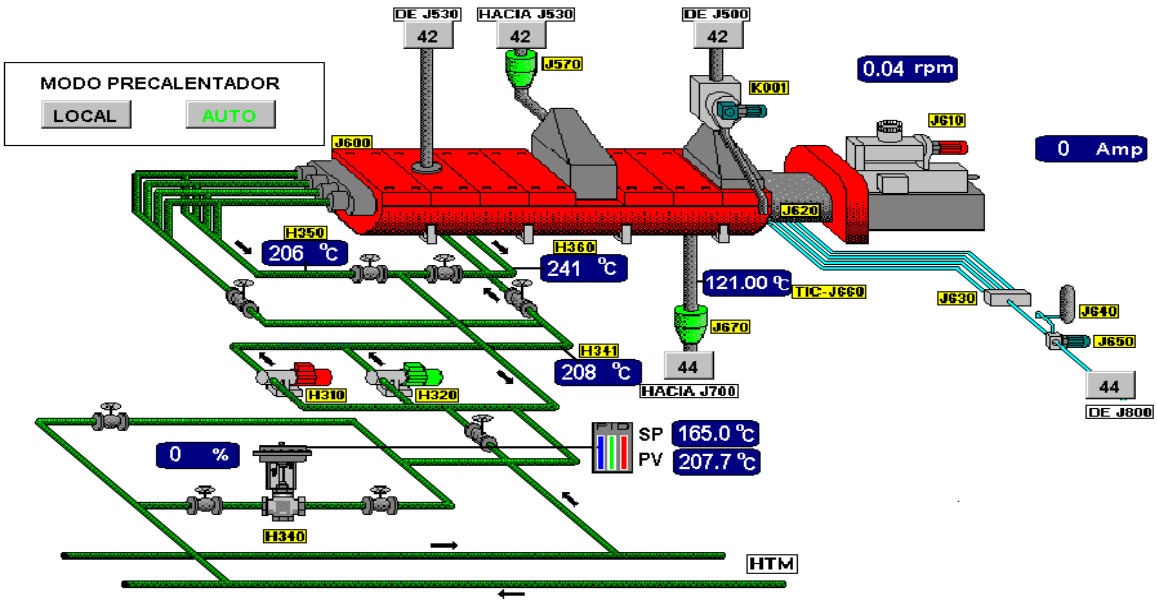


Figura 14 Cadena H Precalentador J-600

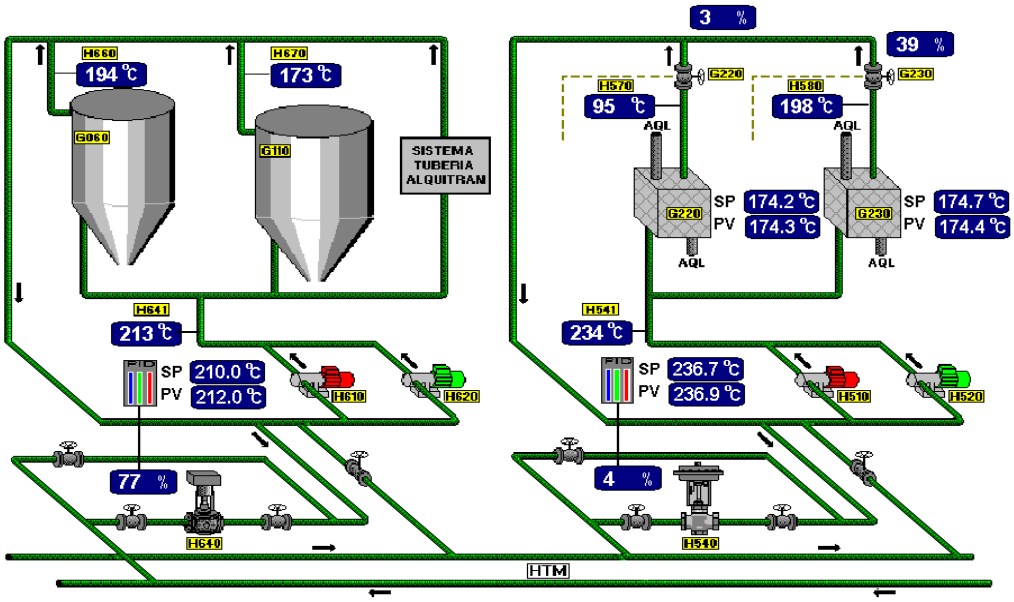


Figura 15 Calentamiento de Licuefacción de Alquitrán

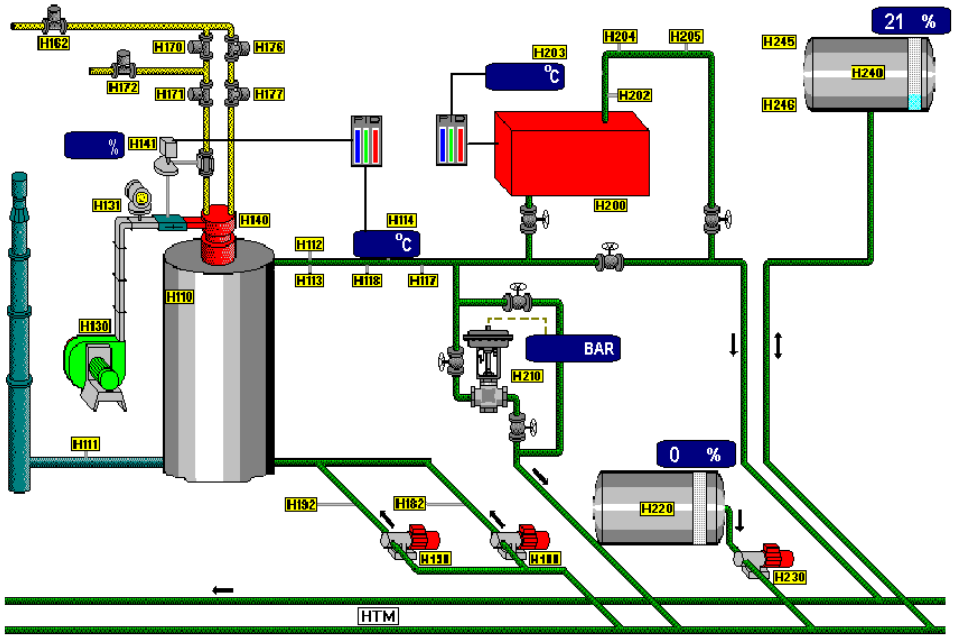


Figura 16 Calentador (H-110)

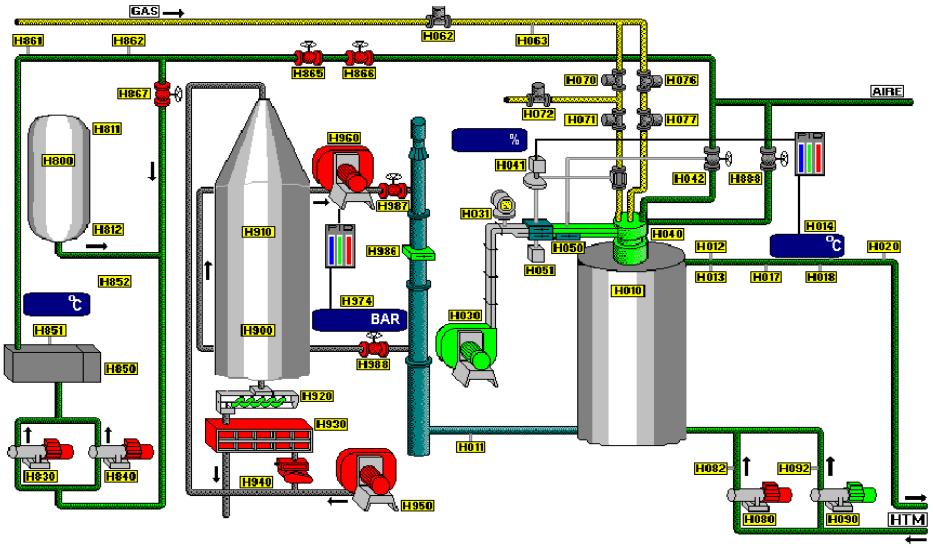


Figura 17 Calentador (H-010)

✓ ***CADENA "J":***

<u>Sistema de dosificación, precalentamiento y mezclado de la materia prima</u>: La cadena J es la encargada de efectuar la dosificación de la materia prima, también la de realizar el precalentamiento y luego la mezcla para así obtener la pasta verde. (ver Figura 18 y 19)

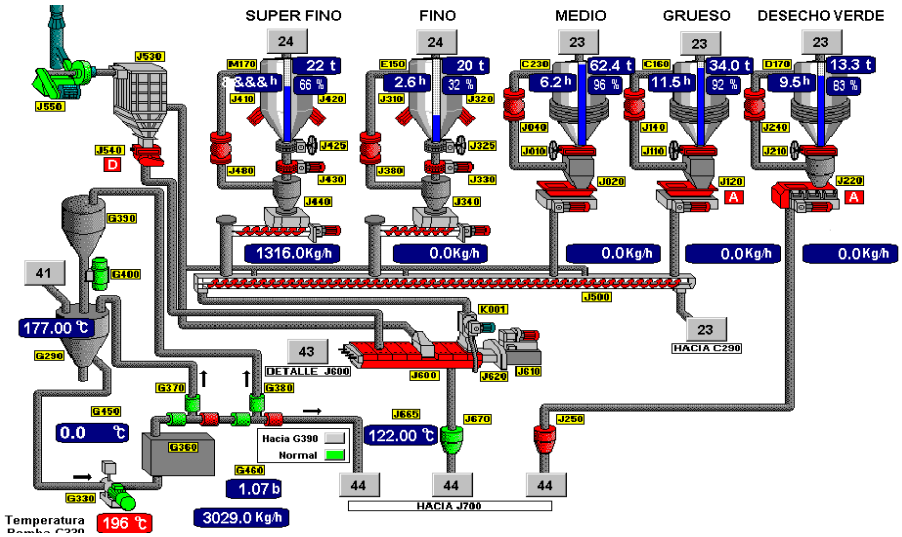


Figura 18 Cadena J Dosificación y Mezclado

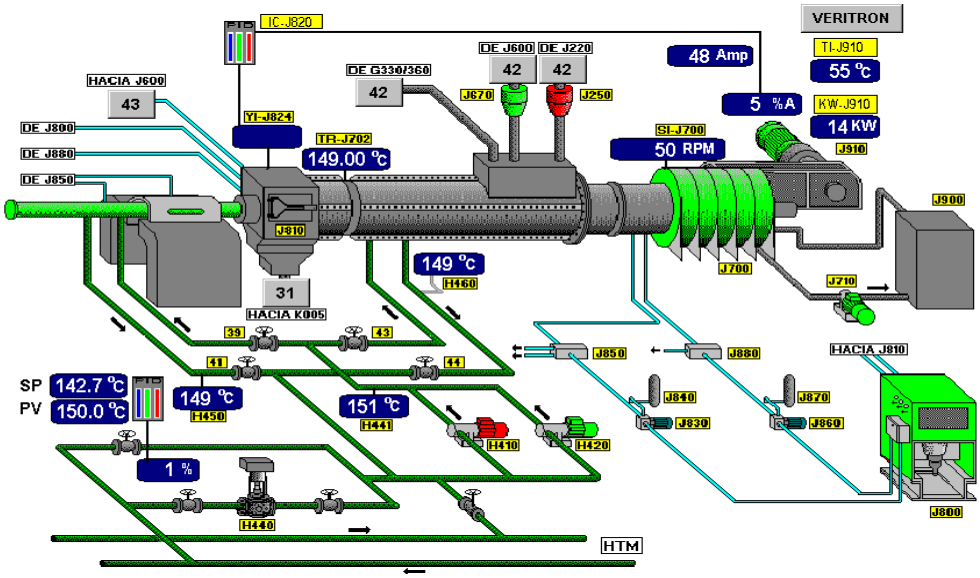


Figura 19 Cadena J Mezcladora J-700

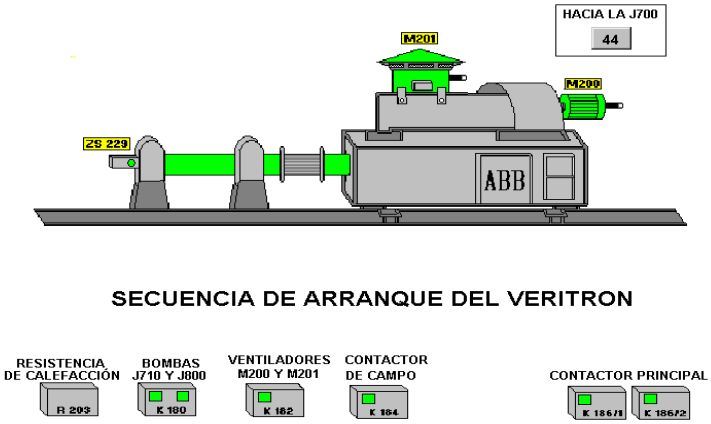


Figura 20 VERTIRON Mezclador J-700

✓ ***CADENA "K":***

<u>Obtención del ánodo verde:</u> La cadena K es la encargada de la formación de los ánodos. (ver Figuras 21 y 22)

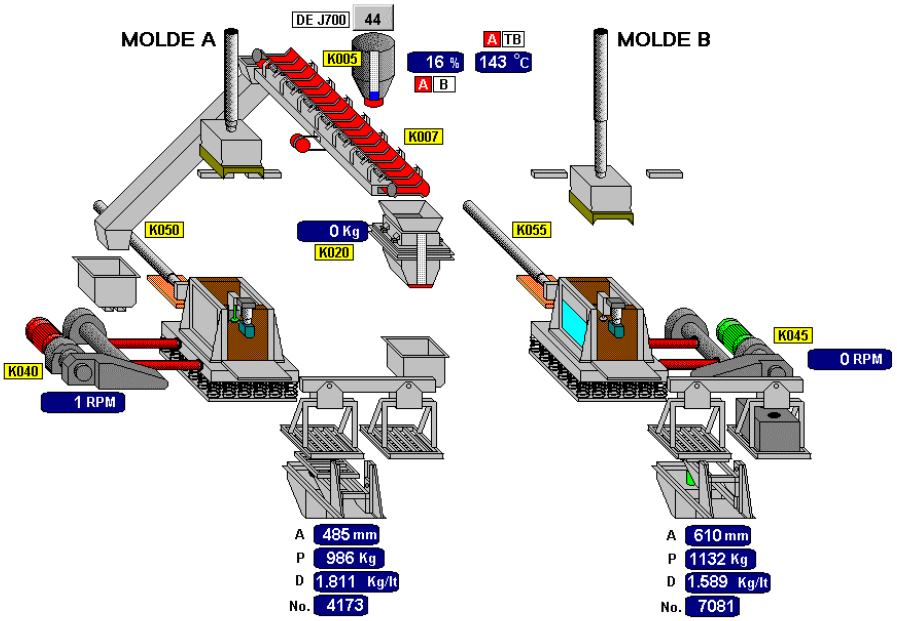


Figura 21 Cadena K Vibrocompactadoras

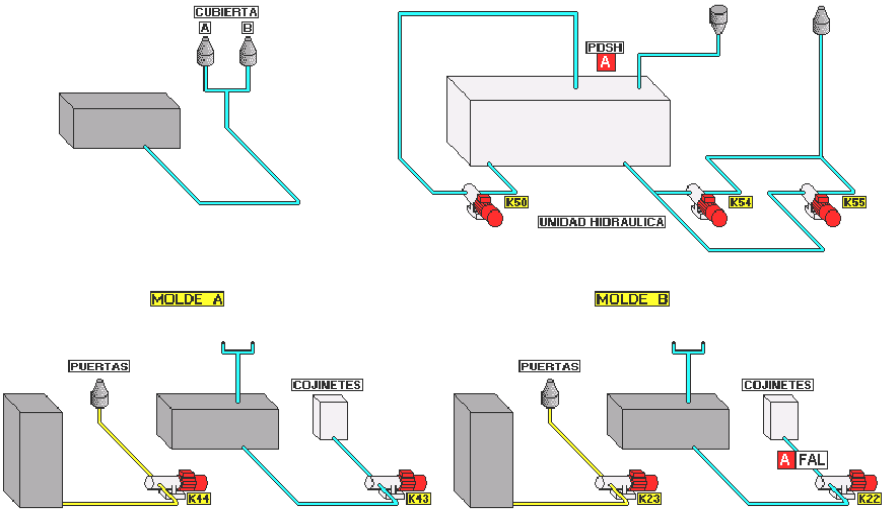


Figura 22 Cadena K Auxiliares de Vibrocompactadoras

✓ ***CADENA "R":***

<u>Sistema de transporte, enfriamiento y precalentamiento de ánodos:</u> Esta cadena está destinada a transportar el ánodo en un carro denominado también como balancela doble. (ver Figura 23)

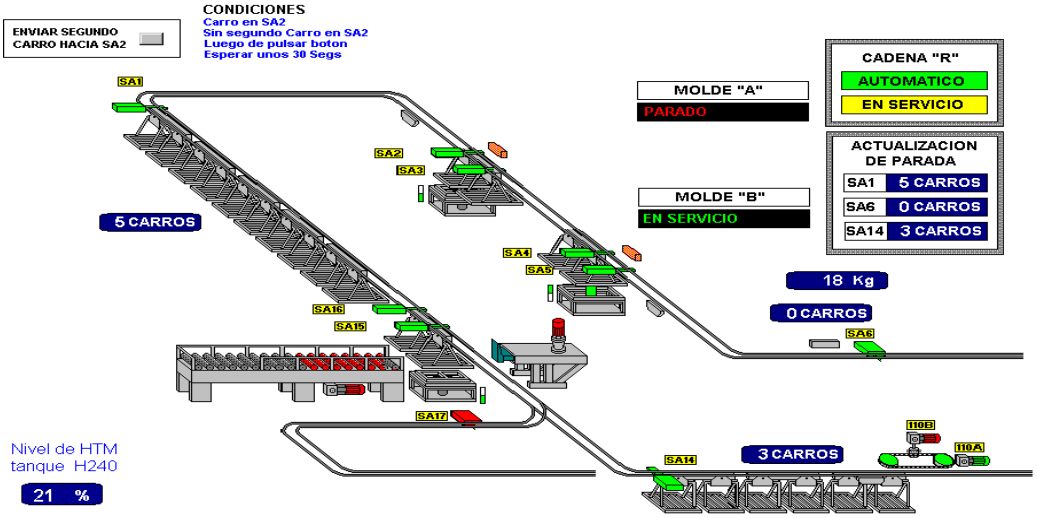


Figura 23 Cadena R Manejo de Ánodos (Entrada)

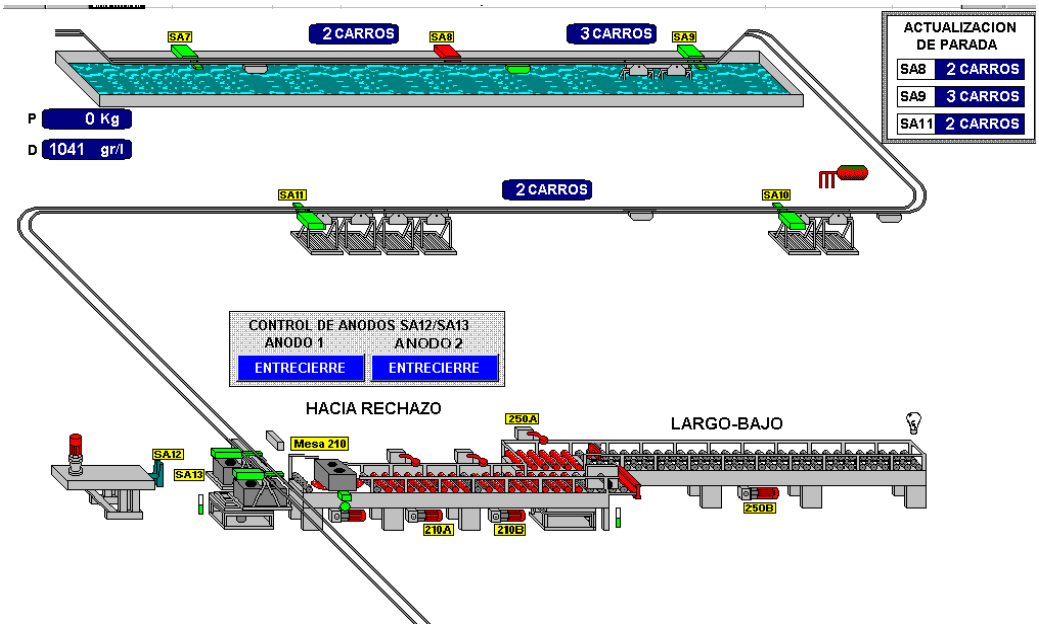


Figura 24 Manejo de Ánodos (Salida y Entrecierre)

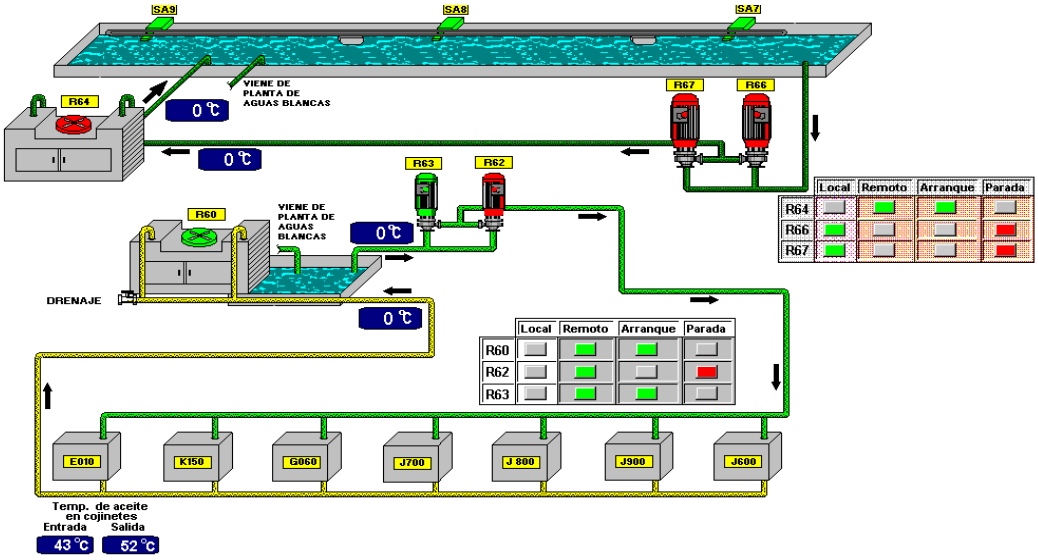


Figura 25 Sistema de Enfriamiento

✓ ***CADENA "M":***

<u>Sistema de succión de polvillo:</u> La cadena M es la encargada de recolectar los polvos que se producen en el proceso. (ver Figura 26)

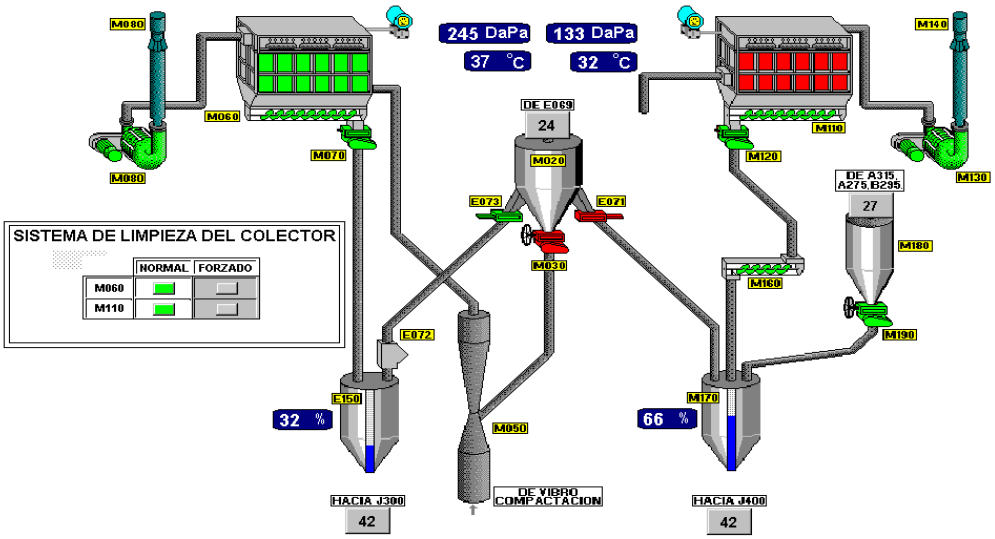


Figura 26 Cadena M Desempolvadora y Vapores de Alquitrán

✓ ***CADENA "N":***

<u>Sistema de limpieza de la planta:</u> Esta cadena se utiliza para la limpieza general de la planta. (ver Figura 27)

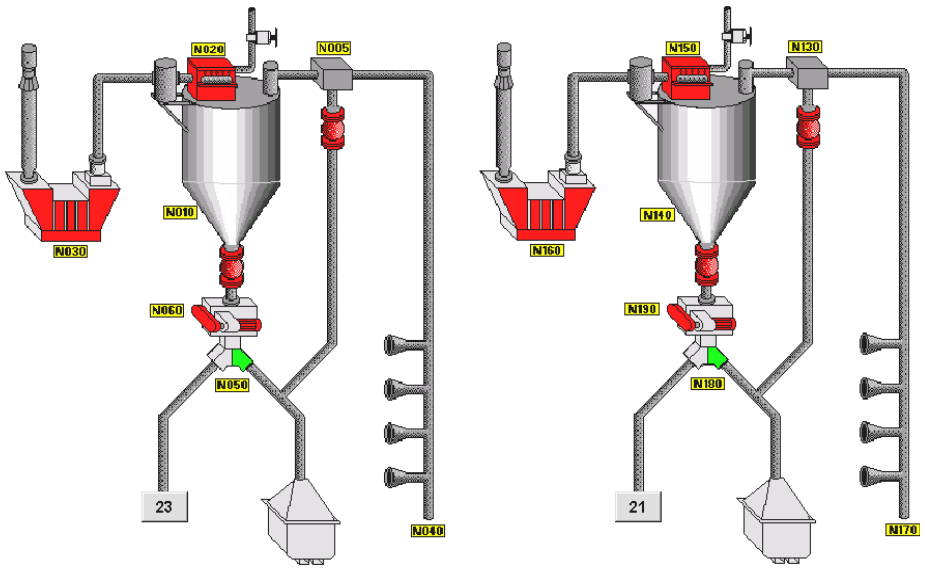


Figura 27 Cadena N Piso Desempolvador

2.8.1.1 ***<u>DESCRIPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS</u>***

- **Coque de Petróleo Calcinado:**

Se obtiene como producto de la calcinación de residuo resultante de la destilación del petróleo, el coque de petróleo calcinado está constituido principalmente por el elemento de carbono y pequeñas cantidades de los elementos silicio, hierro, manganeso, azufre, titanio, vanadio y níquel. Todos estos elementos provienen del petróleo utilizado y su contenido en el coque depende entonces de la calidad del petróleo utilizado y su contenido en el coque depende entonces de la calidad del petróleo.

- ***Brea de Alquitrán:***

Se obtiene de la destilación de los componentes volátiles que se desprenden por calentamiento del mineral de carbón, son recogidos en

diferentes fracciones de las cuales la denominada brea de alquitrán contiene dos principales fases, la sólida a temperatura ambiente que es la apropiada para la fabricación de ánodos, denominada brea de alquitrán de alto punto de ablandamiento, y otra menos viscosa y líquida a temperaturas ambiente denominada brea de alquitrán de bajo punto de ablandamiento.

La calidad de este producto también esta relacionada a la del carbón utilizado para su obtención, en este caso en menor grado por tratarse del producto de una destilación y no el residuo, sin embargo es muy importante que ese material cumpla con las especificaciones necesarias para la obtención de un ánodo de alta calidad.

- ***Cabos:***

Ánodos cocidos rechazados en Horno de Cocción y residuos de los ánodos retirados de las celdas de reducción ánodos cocidos que han sido rechazados por defectos estructurales. Estos deben estar limpios y libres de residuos de baño electrolítico y hierro metálico. Luego son triturados y molidos.

- ***Desechos Verdes:***

Ánodos verdes rechazados en el proceso de fabricación por mala compactación, exceso de alquitrán, segregación, orificio, etc. Son sometidos también a trituración y molienda.

8.2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE COCCIÓN DE ÁNODOS VERDES EN LA PLANTA DE HORNOS DE COCCIÓN

La Planta de Hornos de Cocción: En esta planta se da el proceso de Cocción de los ánodos verdes provenientes de la Planta Molienda y Compactación, aquí los ánodos son sometidos a un tratamiento térmico, con la finalidad de proporcionarle las propiedades físico-químicas, tales como: conductividad eléctrica, densidad, resistencia mecánica, baja reactividad al aire y con una configuración homogénea, que permitirán convertirlos en electrodos positivos, aptos para ser usados en las celdas reductoras de Aluminio primario.

Un ciclo de cocción determina el tiempo de permanencia en una sección en cada una de las etapas de precalentamiento, fuego directo y enfriamiento. En el horno de cocción puede trabajar desde el ciclo de 28 horas hasta el ciclo de 48 horas

Componentes del Proceso de Cocción

- ✓ **Naves de Cocción**

  Nave 1: conformada por un (1) horno de 48 secciones (3 fuegos)

  Nave 2: conformada por dos (2) hornos uno (1) de 32 secciones (2 fuegos) y uno (1) de 48 secciones (tres fuegos).
- ✓ **Insumos de un Fuego:**

  Coque Metalúrgico,.Fibra Cerámica, Papel de Empaque, Gas Natural.
- ✓ **Accesorios y Componentes de un Fuego:**

  Cubiertas móviles, Rampa de quemadores (puentes quemadores), Ventiladores de Transferencia (manifold), Ventiladores de Tiro Inducido.

2.8.2.1 *ETAPAS DEL PROCESO DE COCCIÓN:*

- ✓ Etapa de recepción de ánodos verdes (ver Figura 28)

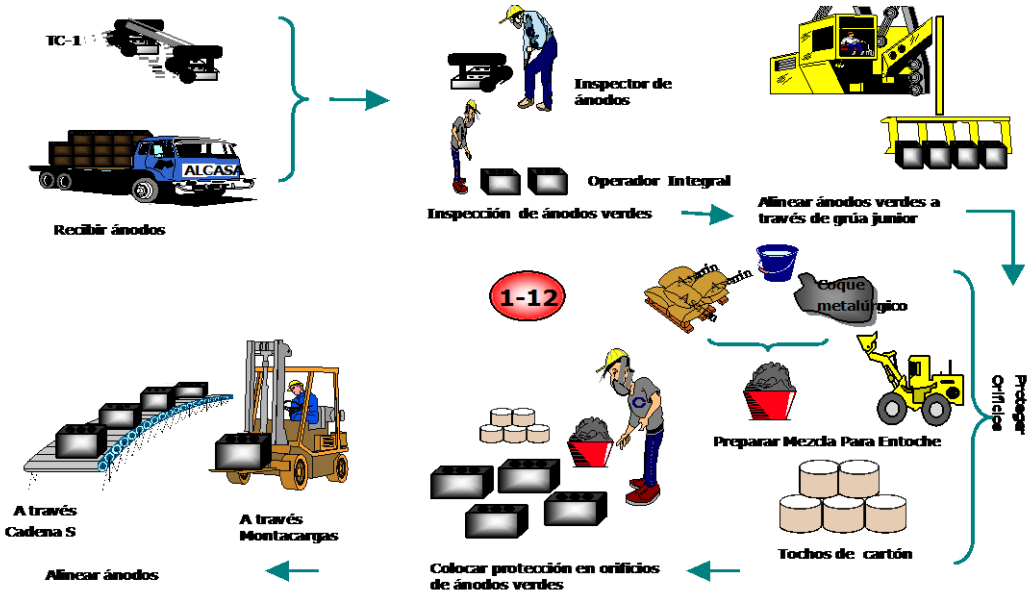


Figura 28 Recepción Ánodos Verdes

- ✓ Etapa de carga de ánodos verdes (ver Figura 29)

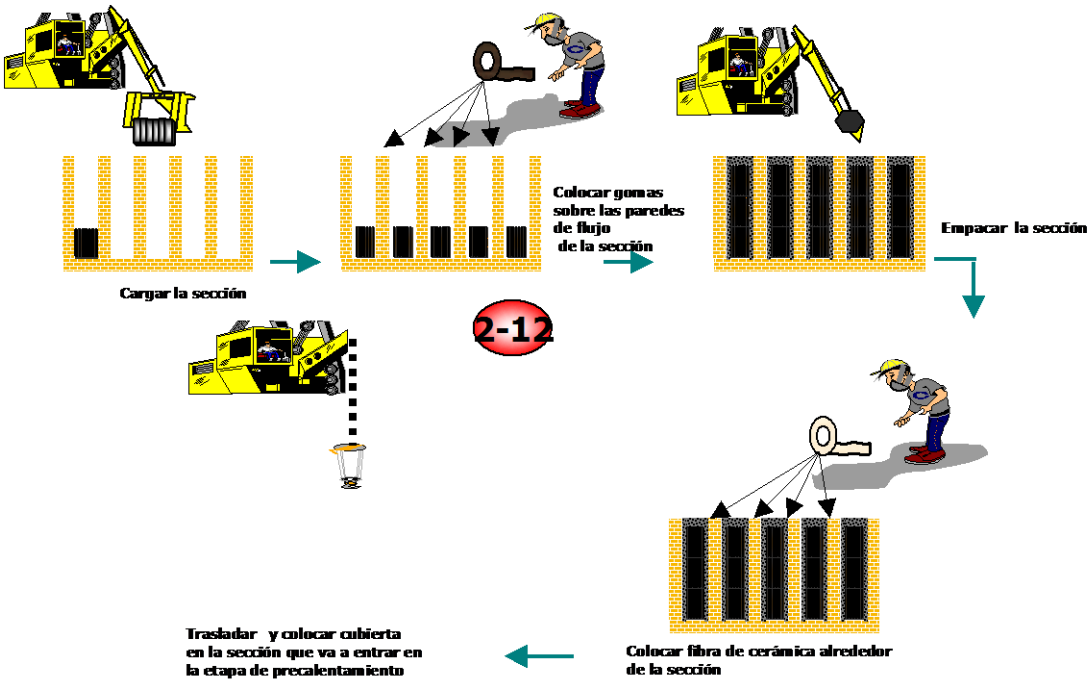


Figura 29 Carga de Ánodos

✓ Etapa de precalentamiento (ver Figura 30)

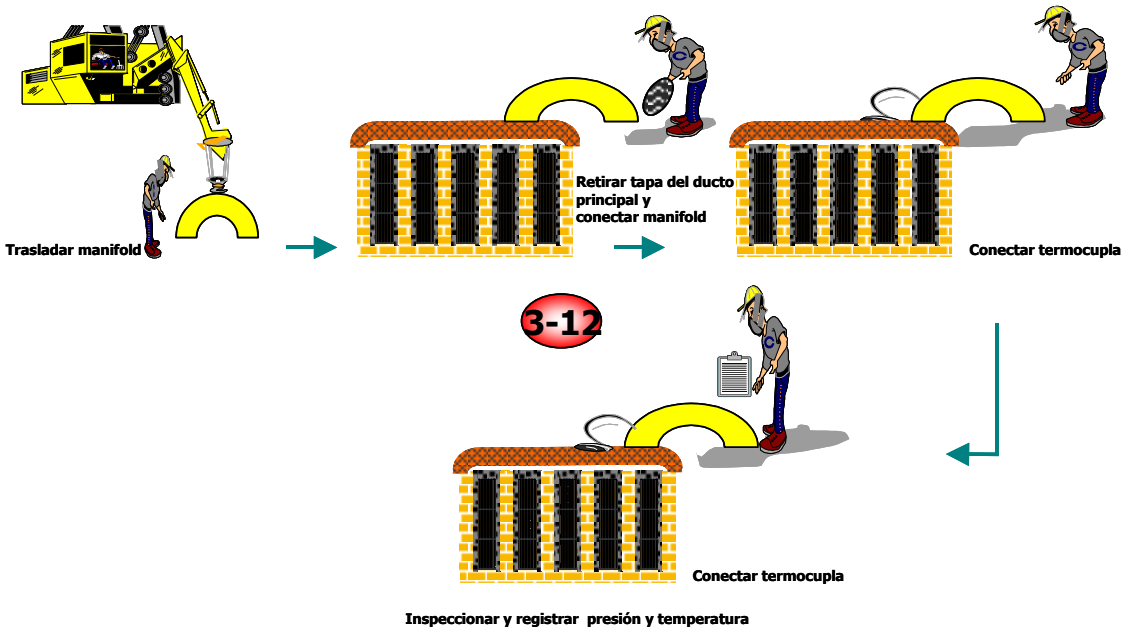


Figura 30 Precalentamiento

✓ Etapa de fuego directo (ver Figura 31)

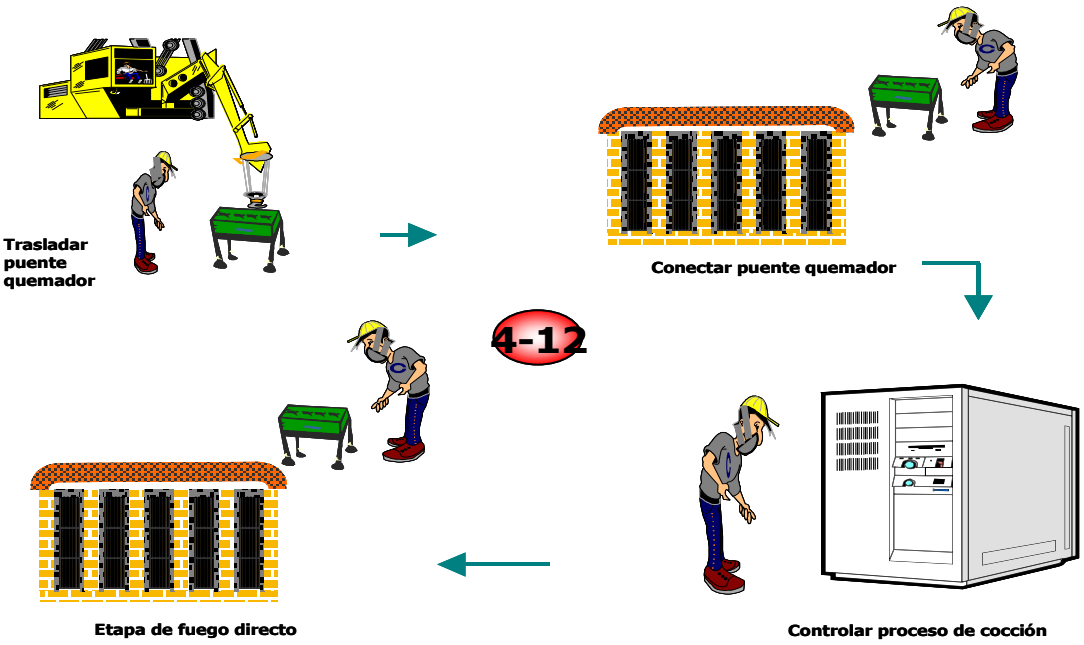


Figura 31 uego Directo.

✓ Etapa de enfriamiento con tapa (ver Figura 32)

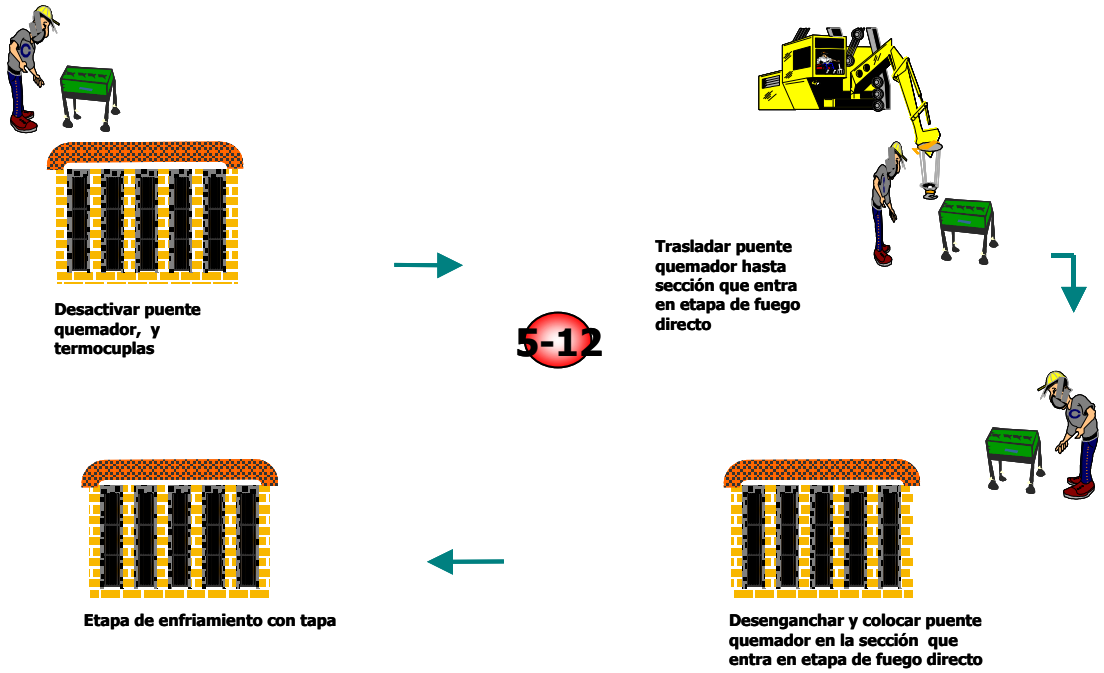


Figura 32 Enfriamiento con Tapa

✓ Etapa de enfriamiento natural (ver Figura 33)

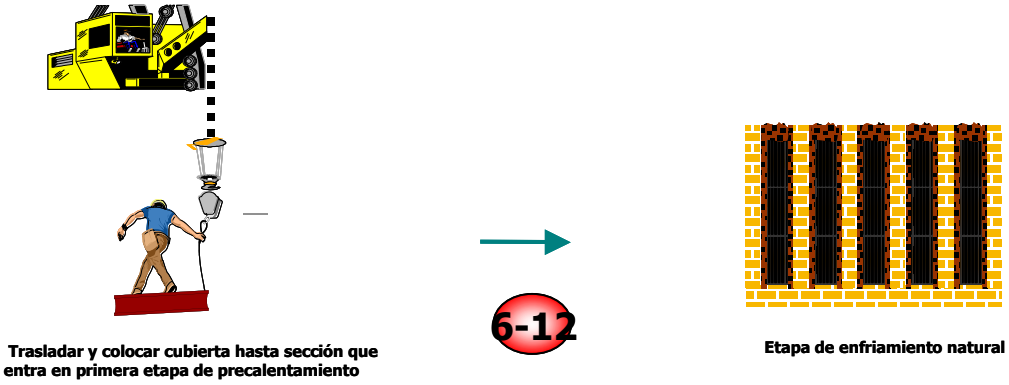


Figura 33 Enfriamiento Natural

✓ Etapa de enfriamiento forzado (ver Figura 34)

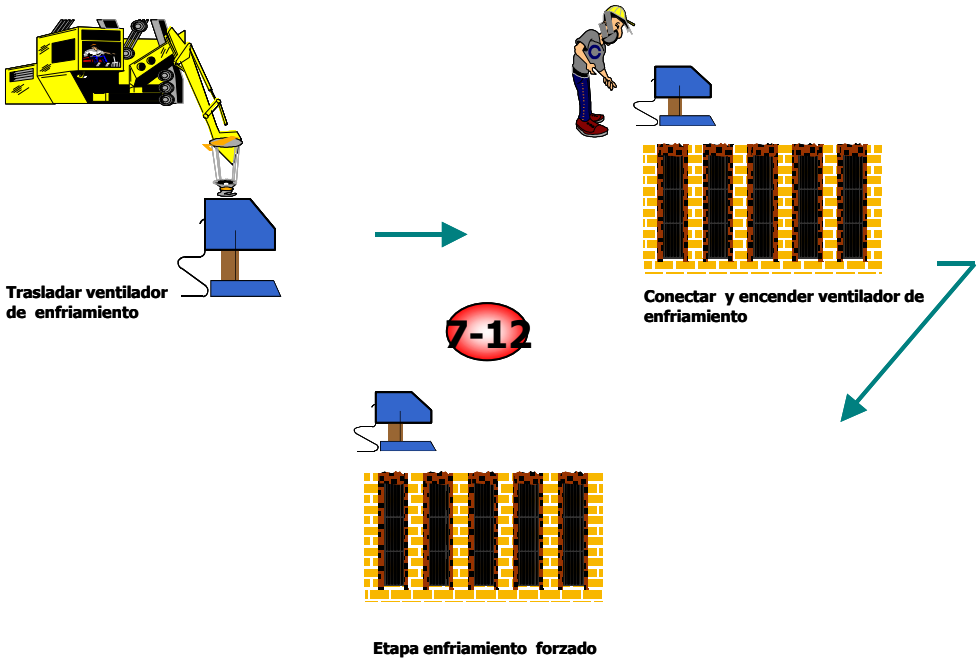


Figura 34 Enfriamiento Forzado

✓ Etapa de descarga de ánodos cocidos (ver Figura 35)

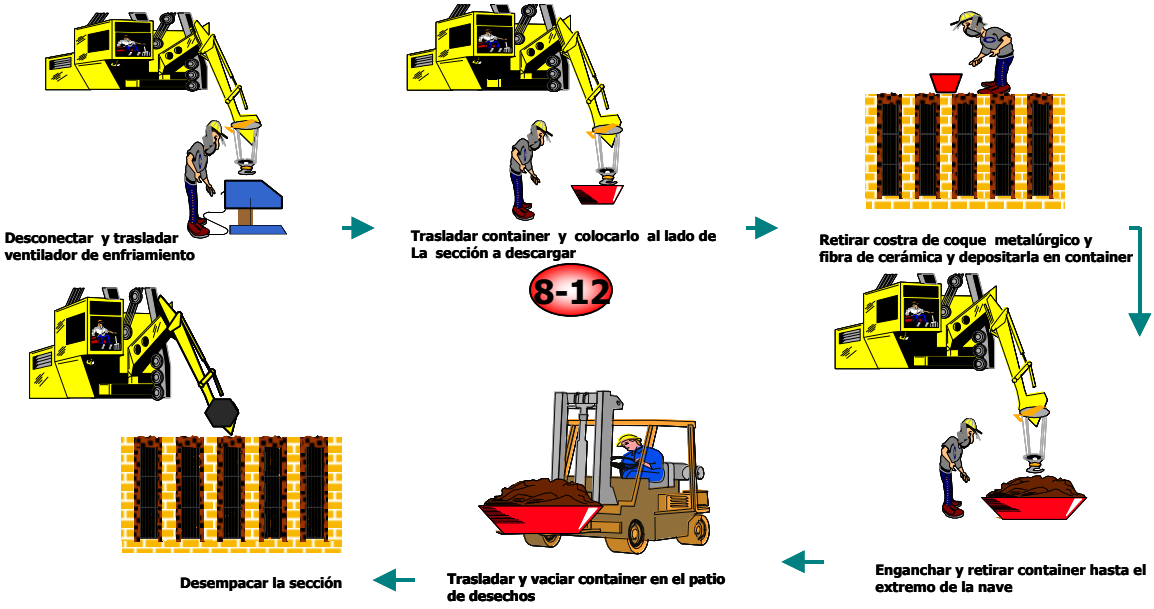
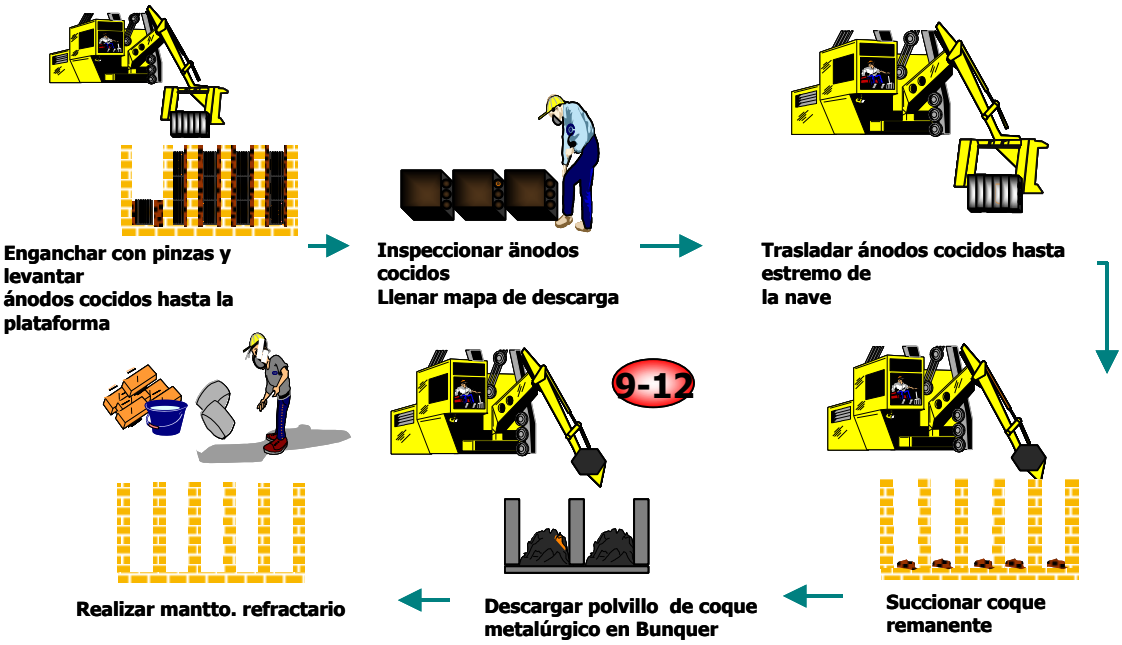


Figura 35 Descarga Ánodos Cocidos

✓ Etapa de descarga de ánodos cocidos (ver Figura 36)



✓ Etapa de almacenamiento y despacho (ver Figura 37, 38 y 39)

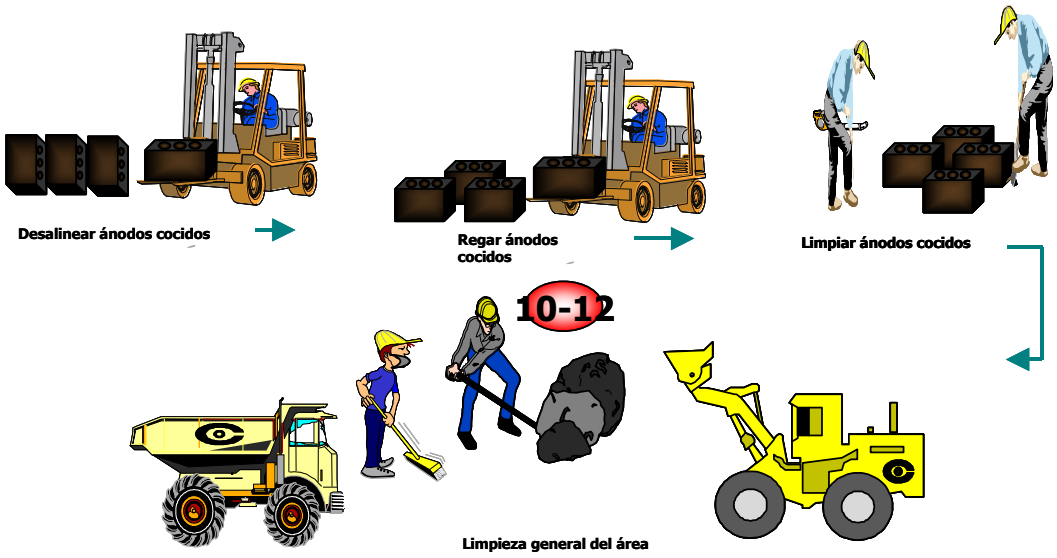


Figura 37 Almacenamiento y Despacho

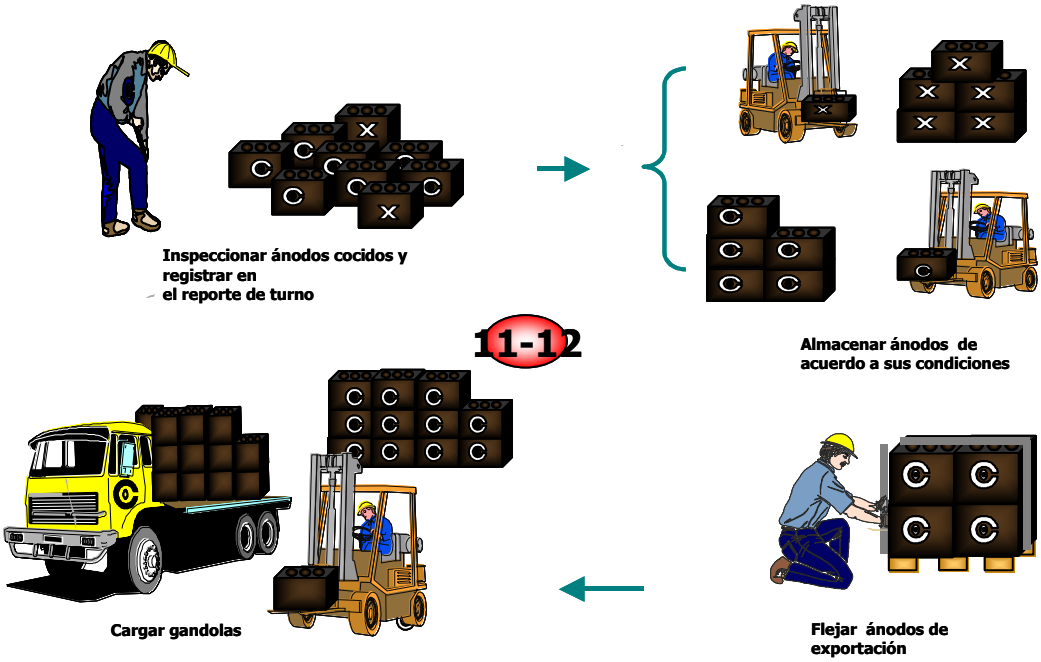


Figura 38 Almacenamiento y Despacho

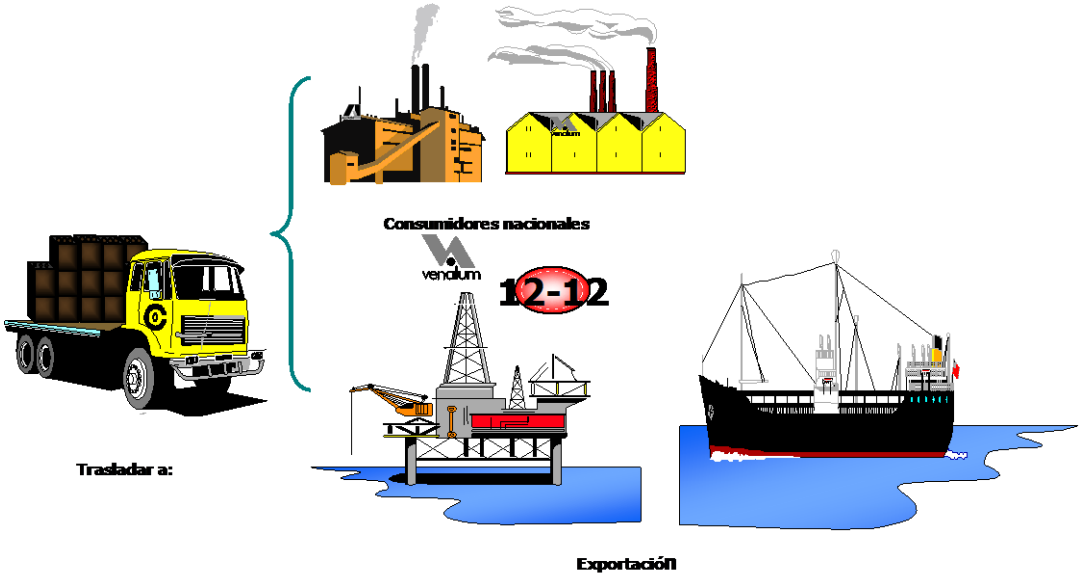


Figura 39 Almacenamiento y Despacho

2.8.2.2 ***DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO***

El ánodo verde vibrocompactado, destinado para ser trasladado térmicamente en los hornos de cocción, debe cumplir con las siguientes especificaciones:

El producto terminado se clasifica en tres grupos según las especificaciones del cliente.

Tabla 1: Ánodos fabricados por C.V.G. CARBONORCA

N°	***Tipo de Ánodo (Cliente)***	***Dim. En Verde***	***Peso (Kg.)***	***Fecha inicio de Producción***	***Cliente Destino***
1	ORMET	924*538*482	374	Marzo 2.001	EE.UU.
2	ALCASA 1140	1150*566*465	484		ALCASA
3	ALCASA 1422	1422*803*560	984		ALCASA
4	VENALUM 1500	1422*803*560	994	Julio 2.000	Línea V
5	VENALUM 1400	1422*803*560	994	Febrero 1.992	VENALUM

c. 2.9 ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA:

En C.V.G. CARBONORCA, se trabajo con niveles jerárquicos las cuales se pueden visualizar de la siguiente forma:

- ✓ ***Presidencia:***

  En este nivel, se toman las decisiones de la empresa, se ejerce la representación legal y se establecen las políticas y lineamientos generales a ser cumplidos por las demás unidades que conforman la estructura organizativa.

- ✓ ***Consultoría Jurídica:***

Se encarga de asesorar y asistir previa y oportunamente, en “materia legal”, a la Junta Directiva, Presidencia y todas las instancias organizativas de la empresa fortaleciendo y ejecutando las acciones pertinentes para lograr los objetivos de la compañía dentro del marco de la legalidad.

- ✓ ***Contraloría Interna:***

Evalúa la actividad financiera operativa, de sistema y administrativa de la empresa fin de garantizar el efectivo cumplimiento de las políticas, normas y procedimientos de la empresa, así como velar por la aplicación de las normas de control establecidas por la Contraloría General de la República.

- ✓ ***Planificación Corporativa:***

Se encarga de lograr que la formulación y el control del plan corporativo sean elementos que constituyen a la rentabilidad del negocio y su posicionamiento estratégico.

- ✓ ***Gerencia de Finanzas:***

Garantiza que los asuntos económicos, financieros y contables de C.V.G. CARBONORCA, se ejecuten dentro de las mejores condiciones para orientar hacia la maximización de su rentabilidad.

- ✓ ***Gerencia de Mantenimiento:***

Se encarga de garantizar la continuidad de las operaciones de la empresa mediante el mantenimiento y control de los equipos, sistemas e instalaciones, para garantizar su disponibilidad en condiciones óptimas de eficiencia y operatividad, en concordancia con los parámetros de producción.

- ✓ ***Gerencia de Logística:***

Logra que los requerimientos en materia y suministros sean atendidos y ejecutados dentro de los parámetros óptimos de calidad, oportunidad y costos.

- ✓ ***Gerencia de Producción:***

Garantiza que los compromisos de producción se cumplan dentro de los parámetros óptimos de oportunidad, calidad y costos para la máxima rentabilidad posible.

- ✓ ***Gerencia Técnica:***

Garantiza que la empresa funcione en las mejores condiciones operativas posibles para lograr resultados con calidad, oportunidad y rentabilidad.

- ✓ ***Gerencia de Personal:***

Vela por el bienestar y el desarrollo integral del recurso humano.

- ✓ ***Prevención de Riesgos:***

Trata de controlar con eficiencia y efectividad los riesgos industriales inherentes al proceso de producción, en términos de prevención, minimización y corrección de los mismos, en sintonía con la preservación de la salud del recurso humano y la del medio ambiente.

- ✓ ***Gerencia de Sistemas:***

Debe atender, desarrollar y mantener con calidad, oportunidad y costo competitivo el servicio informático y de tecnología de información, requerido por el negocio para apoyar en el logro de un sostenido posicionamiento estratégico de la empresa.

A continuación se puede apreciar esquemáticamente la Estructura Organizativa de la empresa (ver Figura 40):

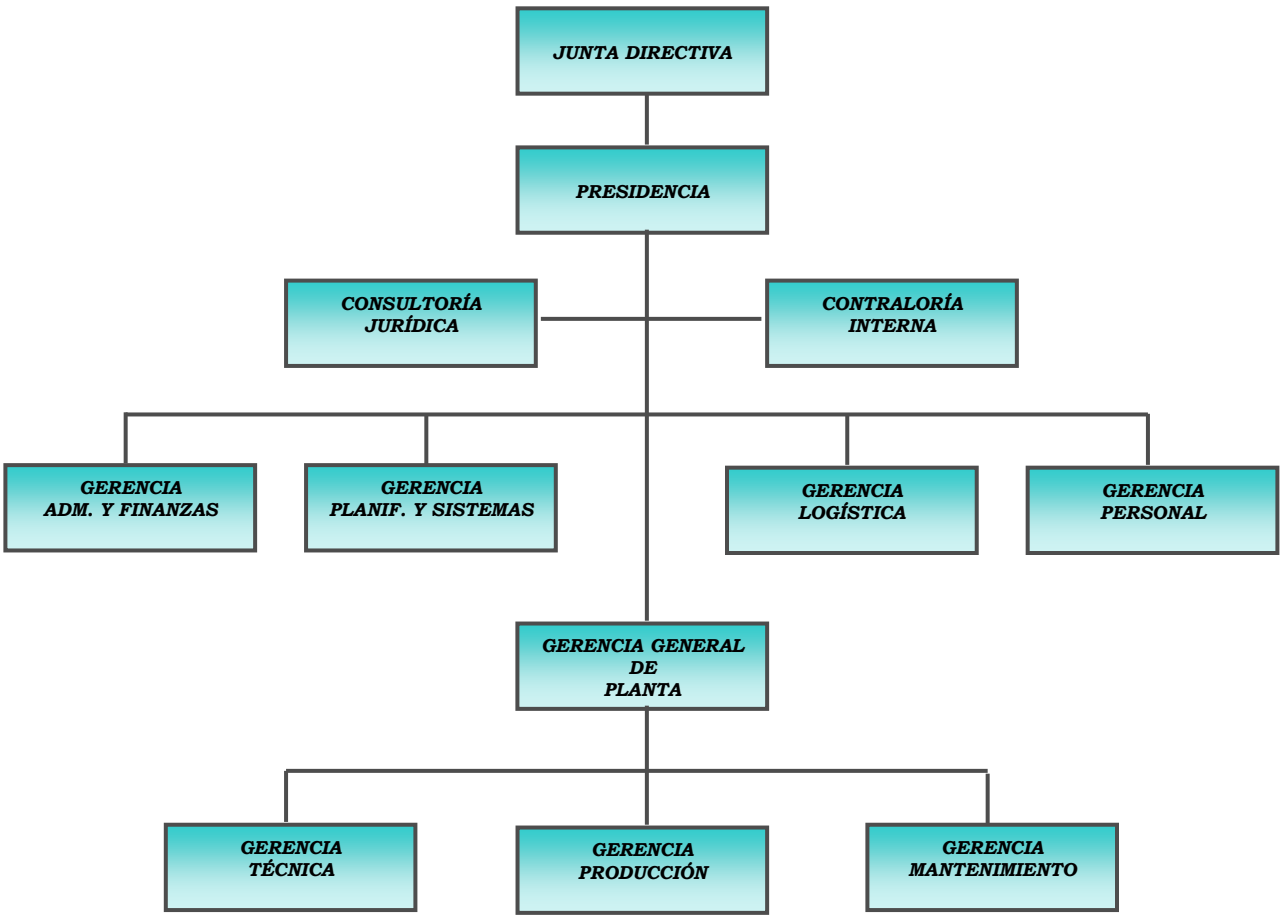


Figura 40 Estructura Organizativa de C.V.G. CARBONORCA

2.10 DESCRIPCIÓN DE LA COORDINACIÓN DONDE SE REALIZA EL ESTUDIO:

El Trabajo de Grado se realizará en la Coordinación de Ingeniería Industrial, la cual está adscrita a la Gerencia General de Planta y cuya estructura organizativa está conformada por un Coordinador y Analistas de Proyectos.

2.10.1 *MISIÓN*

Suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica en materia de Ingeniería Económica y de Métodos, que garanticen la calidad y conlleven a la optimización en el uso de los recursos de la empresa, así como la mejora continua de sus procesos.

2.10.2 *OBJETIVOS*

2.10.2.1 ***OBJETIVO FUNCIONAL***

Suministrar servicios de asesoría y asistencia técnica

2.10.2.2 ***OBJETIVOS DE CALIDAD.***

2. Cumplir con el programa de producción de ánodos en la cantidad, calidad y oportunidad requerida
3. Satisfacer los requerimientos de nuestros clientes.
4. Mantener un adiestramiento continuo del personal.
5. Alcanzar y mantener la rentabilidad de la empresa.

2.10.3 *FUNCIONES BÁSICAS*

- Desarrollar Proyectos Integrales de Ingeniería de Métodos y Económica en términos de calidad y oportunidad, a fin de generar herramientas adecuadas de control de costos y generar condiciones de mejoras tendentes a la obtención de una máxima eficiencia en los procesos, rentabilidad y productividad.
- Evaluar proyectos generados por los cambios tecnológicos, adaptabilidad y/o cambios de métodos de trabajo, optimización de equipos, materiales, fuerza laboral e impacto sobre los costos, a fin de proponer los correctivos a que hubiere lugar.
- Asistir técnicamente a las unidades organizativas que lo requieran en la adaptación, implantación, estandarización, optimización de métodos de trabajo y revisión de precios, a fin de asegurar el uso racional y eficiente de los recursos.
- Realizar y evaluar estudios de factibilidad económica de alternativas de inversión capitalizable, de acuerdo a las características de una obra, equipo, materiales, técnico-administrativo, procesos, etc., a los fines de establecer la relación costos-beneficios más razonables a los intereses de la empresa y conforme a las especificaciones establecidas.
- Evaluar los contratos de servicios (equipos y horas hombre), mediante la interpretación de decretos, leyes y reglamentos, a fin de contribuir a la salvaguarda de los intereses de la empresa.
- Valorar equipos, instalaciones, activos fijos, etc., a fin de emitir pronunciamiento respecto a su posterior capitalización, desincorporación, venta, etc., de dichos bienes.
- Determinar los estándares básicos de producción, materiales y mano de obra como herramientas fundamentales para el control de costos formulación de presupuesto de la empresa, a fin de realizar la revisión general del sistema de costo estándar.

- Diseñar diagramas de flujo de procesos y prácticas operativas, mediante el uso de las diferentes fases del proceso productivo, a fin de estandarizar operaciones, optimizar recursos y balancear líneas.
- Mantener la data de información técnica actualizada sobre tarifas de compras ventas de servicios y alquiler de equipos, a fin de facilitar la evaluación económica de los diferentes proyectos.
- Determinar los requerimientos de mano de obra directa, a fin de estandarizar la fuerza laboral.

2.10.4 ***ESTRUCTURA ORGANIZATIVA***

A continuación les ilustramos la Estructura Organizativa de la Gerencia General de Planta, a la cual está adscrita la Coordinación de Ingeniería Industrial (ver Figura 41):

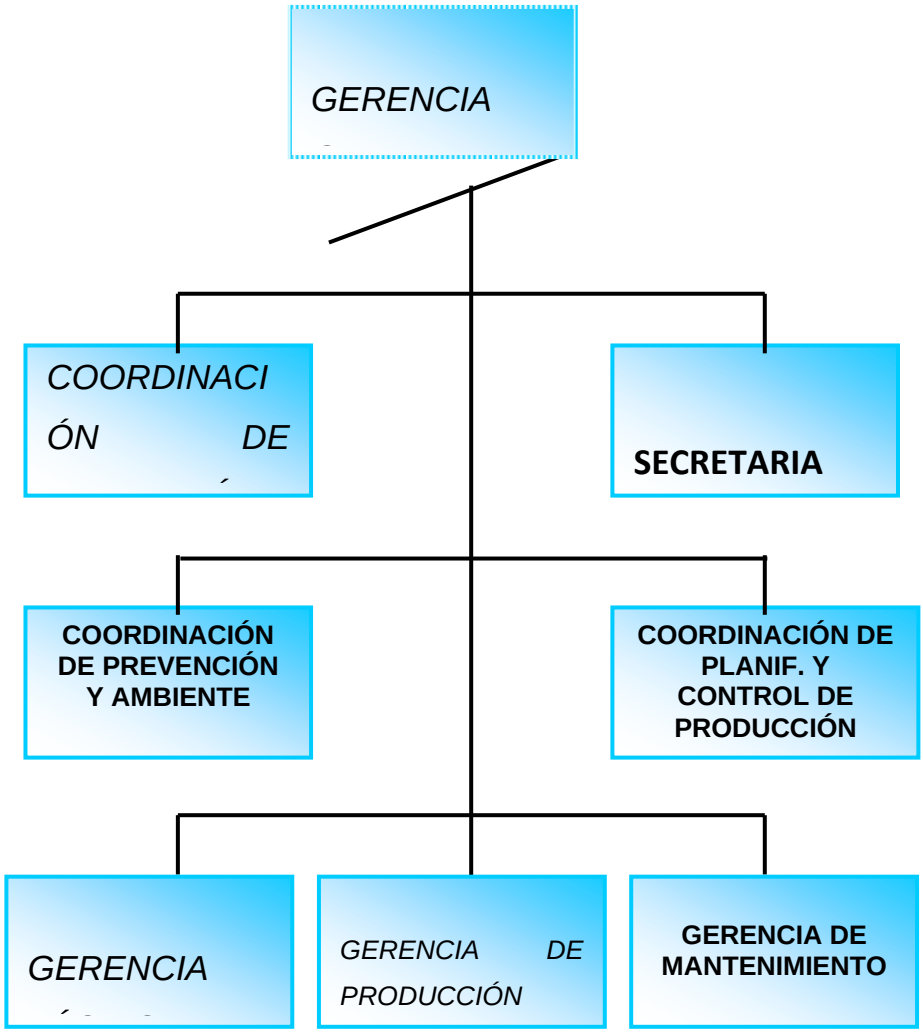


Figura 41 Diagrama de Cargos de la Gerencia General de Planta

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 ESTÁNDARES

La realización de estándares dentro de una organización, resulta una herramienta de gran ayuda, debido a que garantiza una mayor rentabilidad, aumentando la productividad y además logrando el cumplimiento de los presupuestos establecidos. Cuando una organización ha operado en condiciones óptimas o estables, la realización de los estándares se hace en base a la experiencia o a los datos históricos de todos los procesos operativos, la empresa debe trazarse metas a cumplir para lograr una estabilidad, un estado óptimo o mantenerse en los niveles en que se encuentra, estas metas son los **estándares** que a su vez son normas que deben cumplirse para lograr eficiencia y eficacia en la empresa.

Un estándar es una cantidad requerida (con una tolerancia específica) de insumos por unidad de producto o servicios, además podemos decir que es una unidad de medida que se utiliza como punto de referencia al medir cantidad, calidad, proceso y operaciones en una organización.

3.2 ESTÁNDARES BÁSICOS:

Son las cantidades de gastos permisibles para fabricar una unidad de producto o vender una unidad de producto o vender una unidad de servicio. Aunque muchos supervisores identifican los estándares básicos como pautas, o lo que es permitido gastar, el uso más importante de estos está en la planificación de la utilización de la mano de obra, materiales y maquinas.

El supervisor que está familiarizado con la composición de los estándares básicos, puede utilizar estos como una herramienta efectiva para controlar costos.

3.2.1 *TIPOS DE ESTÁNDARES BÁSICOS.*

- Estándares de materiales
- Estándares de producción
- Estándares de gastos.

3.2.2 *MÉTODOS PARA REALIZAR ESTÁNDARES BÁSICOS.*

- Método de ingeniería
- Método de datos históricos
- Método de estimaciones.

El Método De Ingeniería se utiliza para establecer y refinar los estándares básicos siempre que sea práctico. Se puede emplear como herramienta estudios de tiempos para determinar horas-hombre por toneladas necesarias para producir bienes o servicios, análisis de trabajo, observaciones directa, entre otros.

El Método De Datos Históricos es utilizado en algunos casos, particularmente para ciertos estándares de gastos de producción que

involucran gastos por renglones tales como herramientas y suministros. Primero se selecciona un periodo representativo, luego se determina el volumen promedio de gastos, estos datos son ajustados en caso de ser necesario, mediante análisis de costos, comparaciones cruzadas y discernimiento.

El Método De Estimaciones se basa en el conocimiento de personas con experiencia en la Gerencia de Producción, Ingeniería y Contabilidad. Se apoya en Estudios de Factibilidad y alguna otra técnica como medio de comprobación de los estimados.

3.3 ESTUDIO DE TIEMPOS

Es una técnica de medición del trabajo empleado para registrar los tiempo del trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, para analizar los datos con el fin de determinar el tiempo requerido para efectuar la tarea según las normas de ejecución preestablecidas, esta actividad implica establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada con base en la medición del contenido de trabajo del método preescrito, permitiendo las debidas tolerancias por fatiga, demoras inevitables y necesidades personales.

El analista de estudio de tiempo tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un tiempo estándar.

- El estudio de tiempo, utilizado en relación de este informe que incluye la utilización de un cronometro, formatos prediseñados para recoger los datos y una tabla de soporte de los mismos.
- Datos estándares.
- Datos de los movimientos fundamentales.
- Muestreo de trabajo

- Estimaciones basadas en datos estadísticos.

3.3.1 *OBJETIVOS PRINCIPALES DE UN ESTUDIO DE TIEMPOS.*

1. Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de los trabajos.
2. Conservar los recursos y minimizar los costos, especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
3. Efectúa la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
4. Maximizar la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
5. Determinar y controlar con exactitud los costos de mano de obra.
6. Establecer salarios como incentivo.
7. Planificar las jornadas de trabajo.
8. Establecer presupuestos acorde a las necesidades reales de la empresa.

3.3.2 *BENEFICIOS DEL ESTUDIO DE TIEMPOS:*

1. Eliminar los movimientos inútiles y sustituirlos por otros más eficaces.
2. Volver más racional la selección y entrenamiento del personal.
3. Mejorar la eficiencia del operario y consecuentemente, el rendimiento de la producción.
4. Distribuir uniformemente el trabajo para que no haya períodos de falta o de exceso de trabajo.
5. Tener una base uniforme de salarios equitativos y de incentivos por aumento de la producción.
6. Calcular con más precisión el costo unitario, y por consiguiente, el precio de venta de los productos

3.3.3 *CARACTERÍSTICAS QUE DEBE TENER UN ANALISTA DE TIEMPOS PARA LOGRAR UN BUEN ESTUDIO.*

Las cualidades necesarias para el analista de tiempos son similares a aquellas requeridas para lograr el éxito en cualquier campo en que los esfuerzos estén dirigidos a lograr buenas relaciones humanas.

El analista de tiempos debe tener la habilidad mental para realizar distintas situaciones sin tomar decisiones correctas y en poco tiempo, debe poseer una mente abierta, inquisitiva que busque siempre mejoras y el origen y desarrollo de los que suceda. Además se necesita que tenga experiencia práctica en el área que va a investigar. Dado que el trabajo de esta persona afecta directamente al trabajador y a la compañía, es esencial que el mismo sea lo más preciso posible. La imprecisión y la falta de criterio no solo afectarán financieramente al trabajador y a la empresa, si no que ocasionara la pérdida de confianza por parte del trabajador y el sindicato.

Los aspectos más resaltantes que un analista de tiempos debe reunir, debido a que es un individuo de la empresa que entra en contacto con personas de diferentes niveles, son las cualidades siguientes:

- Honestidad
- Tacto y comprensión.
- Buen juicio y habilidad analítica.
- Personalidad agradable
- Persuasión y optimismo.
- Paciencia y auto-control.
- Temperamento energético y a la vez cooperativo.
- Buena presencia.
- Entusiasmo por el trabajo.

3.3.4 *MATERIAL UTILIZADO EN UN ESTUDIO DE TIEMPOS.*

El equipo mínimo necesario para efectuar un estudio de tiempo es el siguiente:

- Cronómetro.
- Tablero o paleta para el estudio de tiempos.
- Formas impresas para el estudio de tiempo.
- Calculadora de bolsillo.

Actualmente existen varios tipos de cronómetros entre los que se encuentran: los que toman de un minuto, los que toman de decimales por hora y los electrónicos; normalmente se utilizan los electrónicos que permiten estudios acumulativos, regreso rápido a cero y lecturas digitales. Hay otros equipos (mucho más costosos) para realizar dichos estudios, como el colector de datos DateMyte, las máquinas registradoras de tiempo, equipo cinematográfico y de videocinta, etc.

3.3.5 *TÉCNICAS DE CRONOMETRADO.*

Existen dos técnicas para realizar el cronometrado de una operación:

- **Método De Observación Continua:** Consiste en dejar en marca el cronómetro durante el estudio completo. El reloj se lee en los puntos terminales de cada elemento, mientras la aguja se mueve.

  - **Ventajas**
    - Presenta un registro de la observación realizada. Se registran todas las demoras y elementos extraños. Es adecuado para registrar elementos de corta duración.

- **Desventajas**
    - Se necesita disponer de tiempo adicional para procesar datos.

- **Método De Observación Vuelta A Cero:** Consiste en leer el cronómetro a la terminación de cada elemento y luego las manecillas se regresan a cero inmediatamente; así al iniciar el siguiente elemento las manecillas parten de cero.

    - **Ventajas**.
        - Los valores se leen directamente, por lo tanto no hay que perder tiempo posteriormente haciendo sustracciones.
        - Los elementos que son realizados sin seguir el orden establecido pueden registrarse fácilmente sin requerir notación especial, no es necesario registrar demoras.

    - **Desventajas**.
        - Se introduce cierto error acumulativo del estudio.
        - Los elementos muy cortos son difíciles de medir.
        - No se tiene un registro del método completo por cuanto las demoras y elementos extraños pueden bien no ser registrados.
        - El observador puede anticipar los valores de los elementos.

3.4 TIEMPO PROMEDIO SELECCIONADO.

El tiempo promedio seleccionado (**TPS**) es una medida aritmética del tiempo que transcurre al ejecutar una determinada tarea, se calcula de la forma siguiente:

$$TPS = \frac{\sum X}{N}$$

En donde **X** es cada lectura de tiempo y **n** es el número de lecturas tomadas.

3.5 DIVISIÓN DE LAS OPERACIONES EN ELEMENTOS.

Para facilitar la medición de la operación se divide en grupos de Therbligs llamados elementos. Los elementos deben ser de tan corta duración como sea posible, pero no tanto como para que se pierda la precisión del estudio. Para identificar completamente los puntos terminales y desarrollar consistencia la leer el cronómetro de uno a otro ciclo, la división en elementos debe considerar los sonidos y las señales luminosas.

Esta división permite la posibilidad de agrupar tareas, actividades en dependencia de su tiempo de duración, los elementos son medibles con mayor facilidad.

3.5.1 *TIPOS DE ELEMENTOS.*

1. **Repetitivos**: Son aquellos que están presentes en todos los ciclos de trabajo.
2. **Causales**: Son aquellos que aparecen en forma esporádica en el ciclo, a intervalos regulares e irregulares pero no forman parte del ciclo.
3. **Constante**: Son aquellos donde le tiempo de ejecución es fijo en todos los ciclos.
4. **Variables**: Son aquellos donde el tiempo de ejecución no es fijo en todos los ciclos, depende de ciertas características del producto, del equipo o del proceso.
5. **Manuales**: Son aquellos referidos a operadores, tiempo de ejecución.

6. **Mecánicos**: Son aquellos relacionados a la máquina o equipo.
7. **Dominantes**: Son aquellos cuyo tiempo de duración es el más largo que cualquier tiempo del resto de los elementos realizados simultáneamente.
8. **Extraños**: Son aquellos que no forman parte del ciclo de trabajo.

3.6 TOLERANCIAS

El Tiempo Normal de una operación no contiene ninguna tolerancia. Es solamente el tiempo que tardaría un operario calificado en ejecutar la tarea si trabajara a ritmo normal. El ritmo normal es la velocidad de trabajo del operario medio, en que actúa bajo una dirección competente pero sin el estímulo de un sistema de remuneración por rendimiento.

Este ritmo puede mantenerse un día tras otro sin fatiga física o mental y se caracteriza por la realización de un esfuerzo constante y razonable. A pesar de todo lo dicho, se debe tener en cuenta que en la ejecución de todo trabajo existen ciertos factores que de una u otra manera afectan el estado físico de los individuos que ejecutan las distintas actividades. Por lo general en todo trabajo la persona necesita cierto tiempo para satisfacer sus necesidades personales, para recuperarse de la fatiga.

Esta situación se presenta cuando el trabajador debido al ritmo de trabajo, el esfuerzo físico o mental aplicado en la tarea, las condiciones ambientales, así como ciertas condiciones intrínsecas de orden orgánico y de otra naturaleza, se encuentra en un estado de agotamiento que le obliga a consumir cierto tiempo en recuperar su estado fisiológico normal para la continuidad de su labor.

Se considera como demora inevitable, la recuperación del trabajador que labora a elevadas temperaturas, en ambientes con polvo abundante, o vapores y humos tóxicos, que lo obliguen a salir a un área ventilada por un tiempo adicional al concedido para recuperarse de la fatiga. De igual modo existen otras demoras que pueden evitarse sin menoscabo de los resultados del proceso, por lo que al ser evitables no se asigna ninguna concesión por este concepto.

Existen don métodos comúnmente usados para determinar el porcentaje de tolerancias a aplicar. Uno es el **Estudio de Producción**, el cual requiere que un observador estudie dos o quizás tres operaciones durante un período largo de tiempo. El observador registra la duración y la razón de cada intervalo de tiempo perdido y luego de establecer una muestra representativa determina el porcentaje de tolerancias aplicable para cada característica.

La segunda técnica para establecer tolerancias es mediante el **Muestreo del Trabajo**. Este método consiste en realizar un gran número de observaciones en forma aleatoria, por lo cual se requiere sólo los servicios a tiempo parcial o al menos intermitente del observador. En este método no se usa cronómetro, el observador solamente camina a través del área de trabajo bajo estudio en momentos previamente establecidos y hace una breve anotación de lo que cada operario está haciendo. El número de demoras dividido por el número total de observaciones será igual al porcentaje de tolerancias requerido.

3.6.1 *FACTORES PARA LA APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO DE TOLERANCIAS:*

1. **Factores Relacionados Con El Individuo**. Si todos los trabajadores relacionados en una zona de trabajo estudian individualmente, el

trabajador delegado, activo, ágil y el apogeo de sus facultades físicas para recuperarse de la fatiga necesita un suplemento menor que el de su colega obeso e inepto. Cada trabajador posee su propia curva de aprendizaje, que puede condicionar la forma en que ejecuta su tarea.

2. **Factores Relacionados Con La Naturaleza Del Trabajo**. Cada situación de trabajo tiene características propias que influyen en el grado de fatiga del trabajador o que pueden retrasar inevitablemente la ejecución de su tarea.
3. **Factores Relacionados Con El Medio Ambiente**. Los suplementos deben fijarse en relación con los diversos factores ambientales como: temperatura, humedad, ruido, ventilación, iluminación, limpieza, entre otros.

Los suplementos por descanso se calculan de manera que permita al trabajador reponer su fatiga. Los suplementos por descanso pueden traducirse en verdaderas pausas. Si bien no hay reglas fijas sobre estas pausas, es corriente que se haga detener el trabajo durante 10 o 15 minutos a media mañana y a media tarde, a menudo dando la posibilidad de tomar alguna bebida o refrigerio, y que se deje al trabajador que utilice como le parezca el resto del tiempo de descanso previsto. Es recomendable analizar si es prudente establecer pausas o si se debe dejar que sucedan ocasionalmente. Establecer periodos de descanso:

1. Reduce las interrupciones de trabajo efectuadas por los interesados durante las horas de trabajo.
2. Rompe la monotonía de la jornada.
3. Atenúa las fluctuaciones del rendimiento del trabajador a lo largo del día y contribuyen a estabilizarlo más cerca del nivel óptimo.
4. Ofrece a los trabajadores la posibilidad de reponerse de la fatiga y atender sus necesidades personales.

En resumen se puede decir, que existen tres tipos de principales concesiones de tiempo:

1. **Por Demoras Inevitables**: Son demoras que se presentan durante la ejecución del trabajo y que ni aún con el mayor esfuerzo pueden ser eliminadas del mismo, entre estas demoras las más comunes son los tiempos de comidas y traslados.
2. **Por Demoras Personales**: Los retrasos personales son todas aquellas interrupciones de la actividad laboral que no ocurren en el ciclo típico de trabajo, necesarias para la comodidad o bienestar del trabajador. Comprende las idas a tomar agua y a los sanitarios. En esto influye las condiciones generales de trabajo, la clase se persona y la forma de trabajo que se desempeña. Estudios detallados han demostrado que generalmente se requiere de un margen de tolerancia de 5% por retrasos personales.
3. **Por Fatiga del Trabajador**: La fatiga es la disminución en la capacidad o voluntad de trabajar, está estrechamente ligada a la tolerancia por retrasos personales, no es homogéneo en ningún aspecto, va desde el cansancio puramente físico hasta el puramente psicológico e incluye una combinación de ambos. Algunos de los factores que afectan la fatiga son:
    a. Condiciones de Trabajo: Luz, temperatura, humedad, frescura del aire, color del local y sus alrededores, ruido.
    b. Repetitividad del Trabajo: Concentración necesaria para ejecutar la tarea, monotonía de movimientos corporales semejantes, la posición que debe asumir el trabajador o empleado para ejecutar la operación, el cansancio muscular debido a la distensión de músculos.

c. Estado General de la Salud del Trabajador, Físico y Mental: Estatura, dieta, descanso, estabilidad emotiva y condiciones domésticas.

La fatiga puede reducirse pero nunca eliminarse, es siempre una cantidad constante y se aplica para compensar la energía consumida en la ejecución de un trabajo y para aliviar la monotonía. Frecuentemente se fija un 4% del tiempo básico, cifra que se considera suficiente para un trabajador que cumpla su labor sentado, que efectúa un trabajo ligero en buenas condiciones materiales.

Los suplementos variables se añaden cuando las condiciones de trabajo difieren mucho de las indicadas, para establecer un estándar justo; por ejemplo cuando las condiciones ambientales pueden ser mejoradas, cuando aumenta el esfuerzo y la tensión para ejecutar determinada tarea, entre otros. En las operaciones industriales metalmecánica típicas y en procesos afines, el margen o tolerancia por retrasos personales inevitables y por fatiga, generalmente es alrededor del 15%.

Algunas veces es preciso incorporar otros suplementos además del suplemento por descanso, entre ellos se tiene: suplementos por contingencia (para prever demoras que no pueden medirse con exactitud porque aparecen esporádicamente); suplementos por razones de política de la empresa (se utiliza en casos especiales para que corresponda a un nivel satisfactorio de ganancias, no esta ligado a las materias primas); suplementos especiales (para actividades que no forman parte del ciclo de trabajo, pero son ellas no podría efectuarse efectivamente el ciclo, pueden ser permanentes o pasajeros).

El propósito fundamental de los suplementos es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario promedio cumplir con el estándar a ritmo normal. Si las tolerancias son demasiado altas, se incrementaran indebidamente los costos de producción y si son demasiado bajos resultarían estándares muy estrechos que ocasionarían difíciles relaciones laborales y el fracaso eventual del sistema.

La aplicación de concesiones por demoras inevitables y por necesidades personales, pueden hacerse sin mayores inconvenientes, pues en el momento de justificar las cifras utilizadas, pueden presentarse suficientes argumentos técnicos que sustenten. No se puede decir lo mismo en el caso de las concesiones por fatiga. Por lo general éstas se encuentran tabuladas, aunque en la actualidad no existe un criterio para medir en forma objetiva las tolerancias por fatiga, estas pueden aproximarse por medios empíricos.

3.6.2 *MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIAS.*

El método sistemático asigna puntos del 5 al 80 a factores involucrados en la ejecución de la actividad, su finalidad es hacer más objetiva la asignación de tolerancias por fatiga. Los puntos asignados para factores de fatiga se evalúan en cuatro niveles, estos factores son:

1. **Condiciones de Trabajo**: Temperatura, ventilación, humedad, iluminación y ruido.
2. **Repetitividad**: Duración del trabajo y repetición del ciclo.
3. **Esfuerzo**: Físico y mental.
4. **Posición**: De pie, moverse, sentado y altura.

Después de asignado el nivel de cada factor se procede a realizar la sumatoria de los valores correspondientes, para ubicarlo dentro de uno de

los rangos o límites de clase con lo cual se obtiene la concesión (%) por clase y el tiempo en minutos asignados a las tolerancias por fatiga.

3.7 NÚMERO DE CICLOS A REGISTRARSE.

El número de ciclos deben observarse para obtener un tiempo medio representativo de una operación determinada depende de las normas siguientes:

- El número de ciclos varía en función de las variaciones de los tiempos de los elementos de la tarea.
- El número de ciclos dependerá del grado de exactitud que se desee.
- En un trabajo que dure varios años y en el que intervengan varios operarios, es conveniente obtener tiempos exactos.
- Si el trabajo se efectúa solo esporádicamente con la intervención de un solo operario, no será necesario una exactitud muy rigurosa.
- El estudio debe hacerse por un número de ciclos que permita observar varias veces los elementos pocos frecuentes.
- Cuando trabaje más de un operario en la misma tarea será mejor hacer un estudio breve (algunos 10 ciclos) de varios operarios separadamente, con preferencia a hacer un estudio largo a un solo operario.
- El estudio deberá continuar durante el número de ciclos que le analista considere necesarios para obtener una visión representativa del proceso.

Existen varios métodos que permiten determinar el número de observaciones a realizar para obtener una muestra representativa en el cálculo del Tiempo Estándar. El método utilizado en este trabajo, es el que aplica la Compañía General Electric, el cual determina el número de observaciones necesarias,

dependiendo de la duración del ciclo. En la tabla 3.1 se refleja el tamaño de la muestra en función del tiempo de duración de cada actividad.

Tabla 2 Tamaño de la muestra.

TIEMPO DE CICLO (MIN)	OBSERVACIONES A REALIZAR (N)
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00-4,00	20
4,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
MÁS DE 40,00	3

Siempre que sea posible los Estudios de Tiempos deben efectuarse con trabajadores que representen velocidad o habilidad media del taller o departamento y no con operarios muy rápidos o muy lentos.

El trabajador representativo o trabajador medio en una clase de trabajo determinado, es el que posee la inteligencia y facultades físicas necesarias y la formación y experiencias suficientes para ejecutarlas con arreglo a normas de calidad aceptables, y cuya habilidad y rendimiento son el promedio dentro del grupo considerado.

○ 3.8 CONSIDERACIONES ASOCIADAS CON EL DESARROLLO DE ESTÁNDARES BÁSICOS.

Los estándares básicos deben ser razonablemente asequibles, pero a la vez ofrecer cierto reto. Los estándares muy “flojos” pueden ser logrados fácilmente, pero hacer esto no da ninguna satisfacción. Tales estándares pueden contribuir a altos costos y bajas ganancias. Por otra parte, los

estándares “ceñidos” no se pueden lograr y pronto no existirá ningún aliciente para alcanzarlos. Tales estándares pueden causar desaliento y llevar a una disminución del esfuerzo para lograrlos. Para la Gerencia, los estándares “ceñidos” son engañosos en términos de lo que razonablemente ésta puede esperar. Por lo tanto, el problema es desarrollar estándares de manera que no sean ni muy “flojos” ni muy “ceñidos”, sino “adecuados”.

Los tres tipos de estándares básicos incluyen problemas que hacen que su desarrollo esté lejos de ser simple o rutinario. Las diversas condiciones de operación que influyen en la producción pueden tener efecto sobre el desarrollo de los estándares. Algunos de los factores que generalmente afectan el desarrollo de estándares son las características del material directo, las variaciones en las especificaciones del producto las limitaciones o estado de los equipos.

El propósito que persigue los estándares consiste en servir de base para evaluar el desempeño contra una marca o meta prefijada. Un estándar es una medida de cumplimiento a la que debe llegarse en determinada actividad, y bajo métodos y condiciones específicas que afectan a esa actividad. Al fijar los estándares es de vital importancia la determinación de una relación equitativa entre el volumen de los bienes producidos y a la mano de obra y materiales requeridos por el proceso. Cuando se logre llegar a esta relación equitativa se habrá determinado el adecuado requisito de producción de un día de trabajo medio.

Lo ideal es que el establecimiento de los estándares vaya precedido de un análisis de los métodos para determinar “la mejor manera”; y entonces el estándar estará basado en los métodos que conformen esa mejor manera.

○ 3.9 PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LA CARGA DE TRABAJO Y EL REQUERIMIENTO DE EQUIPOS.

La aplicación de las técnicas para la obtención de los cálculos de trabajo y equipos, consiste en el desarrollo del estudio de tiempo por cronometro, observaciones directas del proceso y bases teóricas como:

Porcentaje de Concesiones o Tolerancias (%C): Es el tiempo que consume el trabajador para controlar su bienestar e inconvenientes presentados durante la ejecución de la tarea. Existen tres tipos principales de concesiones de tiempo, ellas son:

1. Por demoras inevitables o retrasos, estas son las que no son atribuibles al trabajador, ya que estas se presentan como interrupciones debido a la recepción de instrucciones del supervisor, limpieza de herramientas y maquinarias, aseo personal al final de la jornada cuando está contemplado en el contrato colectivo, también se considera como demoras inevitables la recuperación del trabajador que labora a elevadas temperaturas, polvo abundante, vapores y humos tóxicos, que obligan a salir a un área ventilada por un tiempo adicional al concedido para recuperarse de la fatiga.
2. Por necesidades personales, estas son las que tienen que ver con las necesidades fisiológicas pueden ser de índole personal, tales como la sed y la eliminación por micción, evacuación o transpiración, las cuales hacen que el operario consuma tiempo cuando toma agua, va al baño o se seca el sudor.
3. Por fatiga, estas tienen que ver con la recuperación del trabajador debido al ritmo de trabajo, el esfuerzo físico o metal, las condiciones ambientales, así como ciertas condiciones intrínsecas de orden orgánico y de otra naturaleza.

Estas concesiones de tiempo o tolerancias, ajustan el tiempo normal, hasta reflejar lo que se considera justo como tiempo de ejecución, para que un trabajador entrenado cumpla con su jornada de trabajo, sin llegar exhausto al final de la misma. Las concesiones vienen expresada de la siguiente manera:

$$\% \quad Concesiones = \left(\frac{T.T.C.}{T.T.D.} \right) * 100$$

donde,

T.T.C: Tiempo Total Concedido por turno (minutos)

T.T.D: Tiempo Total Disponible por turno (minutos)

La Carga de Trabajo viene expresada en porcentaje (%) y se calcula utilizando la fórmula siguiente:

$$CT = \left(\frac{T.T.T.A}{T.T.D.} * 100 \right) + \%C$$

donde,

C.T.: Carga de Trabajo

T.T.T.A: Tiempo Total de Trabajo y Atención (minutos)

T.T.D: Tiempo Total Disponible (minutos)

% C: Porcentaje de Concesiones o Tolerancias

Requerimiento de Equipos (REQ): Está definida como la cantidad de Equipos requeridos para ejecutar y cumplir con las exigencias de una actividad dentro de la jornada de trabajo, sin intervenir en las Concesiones de tiempo otorgadas al trabajador.

La determinación de equipos tiene como objetivos principales los siguientes:

- Justificar el número de equipos adscritos a la Unidad de Hornos de Cocción.
- Ajustar la fuerza de trabajo al número de equipos estrictamente necesarios.

- Evidenciar la contratación o no de equipos.
- No incurrir en costos innecesarios por exceso de personal.

La fórmula de aplicación para calcular el Requerimiento de Equipos es la siguiente:

$$REQ = \left(\frac{T.T.T.A}{T.T.D. - T.T.C} \right)$$

donde,

REQ: Requerimiento de Equipos

T.T.T.A: Tiempo Total de Trabajo y Atención (minutos)

T.T.D: Tiempo Total Disponible (minutos)

T.T.C: Tiempo Total de Concesiones (minutos)

3.10 INVERSIÓN CAPITALIZABLE

Es toda inversión que tienda a incrementar el valor de los activos fijos de la empresa, que se justifiquen y permitan lograr los objetivos trazados, contemplándose entre dichas operaciones las siguientes:

- Construcción u adquisición de un activo fijo que no exista en la planta.
- Reemplazo: es la sustitución total de un activo fijo inapropiado para prestar un rendimiento eficiente en condiciones normales de operación, por otro en condiciones optimas para cumplir su cometido.
- Ampliaciones: son adiciones a las áreas de trabajo o en cantidad de unidades similares de activos fijos existentes.
- Mejoramiento: comprenden modificaciones de áreas, para lograr la combinación de operaciones que mejoren las condiciones de trabajo, por cuanto hay una reducción del costo de la operación o una mejora general que justifica un incremento del activo. Reparaciones extraordinarias, reconstrucciones totales, reemplazos parciales u otros cambios efectuados a los activos fijos existentes dando como resultado un aumento de la eficiencia, productividad y calidad del activo fijo, mejora en su vida útil promedio prevista, o una reducción de costos.

3.10.1 *INVERSIONES CAPITALIZABLES DE EMERGENCIA.*

Son aquellas que se requieren con carácter de urgencia bajo riesgo de obstaculizar la continuidad de las operaciones de la empresa y que no impliquen la adquisición de otros activos.

3.10.2 *INVERSIONES COMPLEMENTARIAS.*

Son aquellas cuyo costo de estimación original, se incrementa en más de un 30% durante la ejecución del proyecto y debe ser sometida a la Gerencia de Desarrollo Industrial para su consideración. En caso de que el incremento sea menor del 30% se tramitará a través de una orden de cambio.

3.10.3 *EXISTEN DOS TIPOS DE INVERSIONES:*

- Las inversiones que requieren proyecto de ingeniería.
  Adquisición, ampliación, ampliación, instalación, construcción o reparación de edificios, terrenos, estructuras u otros activos que requieran la elaboración de planos, proyectos, cálculos, etc.
- Inversiones de muebles, bienes y equipos.
  Adquisición, reparación mayor o ampliación de equipos, maquinarias, herramientas, mobiliarios, equipos de oficina y misceláneos (maquinas fotográficas, equipos audiovisuales, grabadores, etc.) que no modifiquen los estándares establecidos de la planta.

3.11 ACTIVOS FIJOS

Son todos aquellos bienes intangibles de naturaleza permanente, que tienen por objeto la producción de bienes y servicios que han de usarse durante un tiempo determinado en las operaciones regulares y que reúnan las siguientes características:

- Vida útil generalmente mayor de 1 año.
- Sustanciales en naturaleza y costo
- Susceptibles de ser identificados e inventariados individualmente.
- Sujetos a la política de depreciación de la empresa.
- De carácter relativamente permanente en las actividades de la empresa no susceptibles de conversión en dinero o su equivalente.

3.12 GASTOS.

Son las erogaciones que por su naturaleza, tienen una vida útil menor de un año, generalmente de costo relativamente bajo o que están sujetos a una rotura rápida, obsolescencia, perdida u otros factores que contribuyan a su pronto desgaste.

- Los costos de reemplazo, reparaciones o reconstrucciones, que materialmente no daña el valor de los activos fijos, ni mejoren considerablemente su vida útil promedio prevista, eficiencia, capacidad de producción, calidad del producto o costo de operación, etc. serán considerados como reparaciones ordinarias.
- El desmantelamiento o traslado de una vieja unidad.
- Los montos incurridos en ornamento para mejorar el aspecto físico de una oficina.

3.13 FLUJO DE EFECTIVO.

Es la diferencia entre el total de efectivo que se recibe (ingresos) y el total de desembolsos (egresos) para un periodo dado (generalmente un año).

3.14 TASA MÍNIMA ATRACTIVA DE RENDIMIENTO (TMAR)

Se fija en relación del costo de capital, es una tasa promedio dependiendo de la mezcla de financiamiento de deuda y de capital propio.

No es un valor estático o sea variable. Es variada por las empresas para diferentes tipos de proyectos.

La TMAR varia de un proyecto a otro a través del tiempo debido a lo siguiente:

1. *Riesgo del proyecto*. Cuanto mayor sea el riesgo que se juzgue asociado con un proyecto, mayor será la TMAR y así mismo, mayor el costo de capital de proyecto.
2. *Sensibilidad del área del proyecto*. Si la administración esta decidida a diversificar (o invertir) en cierta área, se podría reducir la TMAR para estimular la inversión, con la esperanza de recobrar la utilidad o perdida en otras áreas de inversión. Esta reacción subjetiva a la oportunidad de inversión puede crear mucha confusión en su estudio económico.
3. *Estructura impositiva*. Si los impuestos están aumentando debido a un crecimiento de las utilidades, a ganancias de capital de activos retirados y a un aumento en los impuestos locales, se aumentará la TMAR. Un estudio después de impuestos eliminaría esta razón de influencia sobre la TMAR.
4. *Métodos de financiamiento de capital.* A medida que se limita el capital, la TMAR se aumenta y la administración comienza a observar muy de cerca la vida útil del proyecto. A medida que la demanda de capital limitado excede la oferta, la TMAR aumenta aun más.
5. *Tasas de utilidades por otras firmas*. Si las tasas usadas por otras firmas se utilizan como norma, aumentan; entonces una compañía puede incrementar su TMAR como respuesta. Una norma típica puede ser la de la firma llamada gobierno, aunque la TMAR para los proyectos gubernamentales varía drásticamente y se establece de una forma no cuantitativa, puesto que las utilidades no son un requisito de la inversión de gobierno.

- **3.15 COSTO DE CAPITAL**

Se llama costo de capital al resultado cuando se promedia la proporción de las fuentes para deudas y capital propio, para estimar la tasa de interés real

pagada por las inversiones de capital. Es la tasa de interés que una persona paga con el fin de financiarse. Es la mínima tasa de rentabilidad a la que deberá remunerar a las diversas fuentes financieras que componen su pasivo, con objeto de mantener a sus inversores satisfechos evitando, al mismo tiempo, que descienda el valor de mercado de sus acciones.

Es el rendimiento que pide una entidad por invertir o arriesgar su dinero y se considera que es un costo de capital simple. Cuando se da el caso de que la constitución del capital de una empresa fue financiado en parte, se habla de un costo de capital mixto.

En términos estrictamente financieros si una empresa no genera valor para los accionistas, es decir, no obtiene rendimientos superiores al costo de capital, no está cumpliendo su razón de ser. La verificación de este enunciado requiere unos cálculos matemáticos que consisten en la diferencia entre los indicadores de rentabilidad patrimonial y el costo de capital, indicador gerencial que debe ser incluido en todos los informes financieros como nota complementaria indicando la metodología utilizada para conocimiento de los interesados. El costo de capital es además indispensable en la evaluación de nuevos proyectos de inversión, en la valorización de empresas en marcha y en la medición del ambiente de negocios.

- **3.16 TASA INTERNA DE RETORNO (i*).**

Es la tasa de interés pagada sobre los saldos insolutos de dinero tomado en préstamo o la tasa de dinero ganada sobre el saldo no recuperado de una inversión, de tal manera que el flujo o pago final lleva el saldo a cero, considerando el interés.

- **3.17 VALOR PRESENTE NETO (VPN)**

Indice que nos permite evaluar un proyecto y equivale a la sumatoria de los ingresos menos la sumatoria de los egresos puestos en pesos de hoy. Es el índice más utilizado y el que da mejores resultados. Es aquel que permite determinar la valoración de una inversión en función de la diferencia entre el valor actualizado de todos los cobros derivados de la inversión y todos los pagos actualizados originados por la misma a lo largo del plazo de la inversión realizada. La inversión será aconsejable si su VAN es positivo. Este método es un clásico de la valoración de inversiones en activos fijos, proporcionando una valoración financiera en el momento actual de los flujos de caja netos proporcionados por la inversión.

3.18 COSTO ANUAL UNIFORME EQUIVALENTE (CAUE)

Dentro de una empresa hay situaciones en las cuales es necesario tomar una decisión de tipo económico sin que se involucren ingresos, es decir, en tales situaciones sólo existen costos y es únicamente con esta base sobre la que hay que tomar la decisión. Las siguientes son situaciones más comunes:

a) Elegir entre varias máquinas alternativas que forman parte de un proceso productivo intermedio, es decir, no elaboran un producto final y por tanto no producen ingresos por sí mismas.

b) Decidir entre dos o más instalaciones alternativas, en donde, por supuesto, los únicos datos disponibles son costos.

Para estos casos, se utiliza el método analítico llamado costo anual uniforme equivalente (CAUE). Se acostumbra representar los ingresos con signo positivo y los costos con signo negativo. Sin embrago, cuando se trabaja con costos, es más conveniente asignarle a estos un signo positivo, pues de lo contrario, todas las ecuaciones y resultados estarán llenos de signos negativo y podría confundir.

La técnica de CAUE recibe este nombre debido a que expresa todos los flujos de un horizonte de tiempo, en una cantidad uniforme por periodo, es decir, los expresa como una *A* (Es decir, en forma de Serie Uniforme de Pagos y su Relación con el Presente lo cual implica un pago común o la aportación de una serie de cantidades iguales durante ciertos periodos, también se trabaja en forma de Serie Uniforme de Pagos y su Relación con el Futura, los cuales son una serie de pagos iguales) por supuesto, calculada a su valor equivalente. Como se utiliza el análisis de alternativas implicando sólo costos, se deberá elegir aquella alternativa con el menor costo expresado como una cantidad uniforme. No es usual utilizar el CAUE para analizar una sola alternativa, ya que no se tiene alguna referencia para comparar. La técnica del CAUE, consiste en expresar todos los flujos como una cantidad uniforme anual.

3.19 VALOR DE SALVAMENTO:

Cuando se analiza el aspecto económico de un equipo se entiende que éste tiene un costo inicial o de adquisición; a lo largo de su vida incurre en una serie de costos, y al final de ella, en ocasiones, es posible vender esa máquina en cierta cantidad. El dinero que se recibe por un equipo al final de su vida útil se llama valor de salvamento (VS) o valor de rescate, y debe

contabilizarse como un ingreso, dentro del flujo de efectivo del equipo. En muchas otras ocasiones, el valor de salvamento puede ser cero.

3.20 RECUPERACIÓN DE CAPITAL:

Cuando se adquiere un bien, por ejemplo, un auto, y se vende después de un año, se recuperará cierto porcentaje de su valor original. Este porcentaje disminuye conforme aumente el número de años después de los cuales se hace la venta. La cantidad recibida se llama recuperación de capital y disminuye con el paso de los años, es decir, se recuperará cada vez menos capital conforme el bien sea más viejo. La forma de expresar la recuperación del capital (RC) es por medio del CAUE, anualizando la inversión inicial menos el valor de salvamento.

3.21 INVERSIÓN.

Es el sacrificio de recursos de hoy con la esperanza de recibir una suma futura mayor. Es un gasto para aumentar la riqueza futura y posibilitar un crecimiento de la producción. La materialización de la inversión depende del agente económico que la realice. La inversión —o formación bruta de capital en términos de contabilidad nacional— supone un aumento del stock de capital real del país, sobre todo del productivo, como fábricas, maquinaria o medios de transporte. Si tenemos en cuenta la depreciación (el consumo del capital), hablamos de formación neta de capital. Así pues, aunque la compra de un automóvil por un individuo particular no constituye inversión nacional, la compra de medios de transporte por una empresa sí será considerada como inversión porque se utilizará para aumentar el capital productivo de la comunidad. El nivel de inversión estará determinado por el deseo de eliminar la diferencia entre el stock de capital disponible y el deseado para unos valores fijos de las variables que determinan este último. Las empresas varían sus ritmos de inversión, así como la cuantía de ésta, el análisis de los

determinantes de la inversión depende de cuándo y en qué circunstancias se realice

3.22 VALORACIÓN O AVALÚO

Es el arte de estimar en justa medida monetaria la apetencia de poseer en propiedad bienes específicos para fines determinados. El proceso del avalúo es un método sistemático, ordenado y lógico para recabar, analizar y procesar información a fin de que pueda darse una opinión inteligente sobre el valor de una propiedad. Un avalúo no es un proceso casual. Es básicamente una opinión, pero debe ser una opinión que éste respaldada por el análisis lógico de informaciones reales. (ver Anexo 1)

La propiedad avaluada debe tener la cualidad de “específico” destinado a cumplir funciones determinadas, en otras palabras el tasador debe tener cabal conocimiento del objeto y del uso a que se destinará el activo en cuestión. Es de extrema importancia que la opinión avaluatoria esté cimentada sobre objetos, hechos y cifras absolutamente auténticos y demostrables, como única forma de acreditar confiabilidad.

3.22.1 *PROCESO MATEMÁTICO DE UN AVALÚO*

En todas las formulas matemáticas existe un factor que es común: el tiempo de uso o de existencia del activo. Para toda formula el valor máximo será el costo original de adquisición o el costo de reposición; observándose que al transcurrir el tiempo el valor disminuye hasta llegar al valor de chatarra o valor residual, el cual puede fluctuar entre un porcentaje pequeño del valor original o aun llegar a un valor cero.

La depreciación de activos es el mecanismo que permite determinar el valor de avalúo de un activo en cualquier instante de su vida útil esperado. Lo anteriormente dicho se expresa en la formula:

$$VA = CR - D$$

Donde:

VA = Valor de avalúo a la fecha de realizar la valoración de la máquina

CR = Costo de reposición; aquel valor que tendrá hoy una máquina nueva de características iguales o semejantes a la que se está valorando.

D = Depreciación; monto de la pérdida de valor por cualquier motivo.

La primera tarea del perito avaluador es determinar el punto de partida, es decir, el valor del "costo de reposición" o el "costo de adquisición original", valor éste que represente, en verdad, el precio que tendría que pagarse hoy por una máquina nueva igual a la que se avalúa o a veces muy semejante, pero que pueda sustituir sin alteración en los resultados de su producción.

Una vez obtenido el costo de reposición, el perito debe elegir cual camino seguir para calcular la disminución de valor ocurrida (depreciación) atendiendo a la naturaleza del activo, el tiempo de servicio, las exigencias de funcionamiento y a otros factores que se analizarán más adelante. El cálculo matemático es para el análisis valuatorio una herramienta valiosa que nos permite ubicar un valor de avalúo probable (teórico) que nos permite llegar al valor final mediante la aplicación de factores de corrección o depreciaciones prudentemente elegidos.

3.22.1.1 ***COSTO DE REPOSICIÓN***

La mejor fuente de información para el avaluador sobre el costo de reposición es el fabricante o distribuidor del equipo o marca. Recurriendo al fabricante se puede establecer si la máquina se fabrica todavía, su disponibilidad inmediata o tiempo necesario para fabricación y entrega y

especialmente su costo actual nueva, así como costo de aditamentos y accesorios. Si la máquina no se produce más, el fabricante puede informar sobre la maquinaria que reemplaza el modelo en estudio y su costo actual, así como las diferencias básicas entre uno y otro de manera de ajustar dicho costo al caso en estudio. En la búsqueda del costo de reposición se deben considerar datos básicos como los son:

a) Nombre o descripción de la máquina o equipo.
b) Marca
c) Modelo, tipo, orden de fabricación o número de catálogo.
d) Capacidad de producción.
e) Año de fabricación.
f) Edad cronológica (en uso, desuso o abandonado)
g) Número de serial
h) Estado aparente de conservación (bueno, regular, malo, chatarra)
i) Otros datos que puedan ser útiles a la elaboración del avalúo.

3.23 METODO DE DEPRECIACIÓN. MÉTODO DE ROSS

La fórmula de cálculo de avalúo por el método de Ross tiene la misma estructura fundamental que el de la línea recta y el de Kuentzle. El parecido consiste en que en la fórmula para el cálculo, solamente es diferente la expresión del factor de depreciación.

Ross introdujo la modificación que consistió en reemplazar el cociente n/T por la semi-suma de este mismo cociente y el cuadrado de éste, es decir, (n/T + (n/T)^2)/2; que llevado a la practica, con este nuevo factor se obtiene una curva similar a la anterior en cuanto a forma, pero con valores intermedios entre los obtenidos por el método de la línea recta y por el método de Kuentzle. La fórmula modificada por Ross queda entonces:

$$Van = Cr \times [\ 1- ((1 - r) \times (n/T + (n/T)^2)/2)]$$

Este método nos muestra que al comienzo de la vida de un activo su rendimiento es muy alto y su costo de mantenimiento es bajo, a medida que transcurre el tiempo va bajando su rendimiento y las reparaciones se hacen más frecuentes y costosas; todo esto se traduce en una depreciación de la máquina. (ver Apéndice 12)

3.23.1 *VALOR RESIDUAL*

Es aquel que toma una activo al térmico de su vida útil. Es el valor por el cual se liquida en el momento de decretar su retiro del servicio. Se le conoce también como “Valor de desecho” ya que es lo que se paga por la máquina al venderlo, otro termino es “valor de salvataje” porque éste es un valor remanente del activo por el cual se retira o “salva” del inventario de bienes intangibles.

Siempre es expresado como un porcentaje del valor de reposición. Este porcentaje es arbitrario, puede variar entre 5% y 15% del valor de reposición, tomándose generalmente 10%.

3.24 DEPRECIACIÓN DE ACTIVOS

Es la perdida de valor de un Activo Tangible por cualquier motivo. Se aplica a la desvalorización que experimenta un bien material en el transcurso del tiempo.

La depreciación puede estar motivada por:

- Deterioro físico causado por su uso, durante el proceso productivo o por el simple paso del tiempo, así como el uso indebido o mal uso. Son

motivos de pérdida de valor dentro de un uso normal: el desgaste, la exposición a los agentes climáticos y a ambientes desfavorables e inevitables, como exceso de temperatura, aire saturado de agentes químicos dañinos, ambientes polvorientos o saturados de humedad.

- Desuso con abandono, en el cual máquinas, equipos e instalaciones no reciben mantenimiento. En dicho caso es difícil determinar la magnitud de los daños producidos por el descuido de máquinas e instalaciones, donde se desconocen detalles como: grado de oxidación en elementos metálicos, grado de deterioro en motores y tableros de control, cables y otros elementos expuestos a humedad, roedores y otros.
- Obsolescencia de índole económica o tecnológica. La obsolescencia económica se define como la insuficiencia de los equipos para adaptarse a las nuevas exigencias del mercado en cantidad y/o calidad. La obsolescencia tecnológica se produce al salir al mercado otros equipos similares que realizan el mismo trabajo pero con mayor eficiencia, debido a perfeccionamientos técnicos que los hacen más económicos en su operación y mantenimiento. En suma, la obsolescencia tecnológica se traducirá en una desventaja económica que moverá al empresario a cambiar sus equipos por otros más modernos.

3.25 FACTORES DE CORRECCIÓN

3.25.1 *DEPRECIACIÓN POR MERCADO (Dmerc)*

Representa la apreciación de los peritos, basándose en su investigación dentro del mercado de la posibilidad de colocar los bienes objeto de este avalúo. La economía es un factor dominante de este factor ya que los equipos que no son nuevos sufren una depreciación adicional debido a que al colocarlos en libre competencia, por el simple hecho d haber sido utilizados, se hará por valores sensiblemente menores a los precios

originales de venta. Para cuantificar de alguna manera la incidencia del mercado, haremos uso de los siguientes factores de ajuste:

Tabla 3 Factor de Ajuste del Mercado

Tipo de Mercado	Factor de Ajuste Dmerc (%)
Excelente	100
Bueno	95
Mas que regular	90
Regular	85
Menos que regular	80
Malo	75
Muy malo	70
Pésimo	65

3.25.2 *DEPRECIACIÓN POR TECNOLOGÍA (Dtec)*

Aquí se considera la obsolescencia de tipo tecnológico que pudieran tener los equipos. Cuando existen variaciones de modelos deberá hacerse una corrección que estime la diferencia en tecnología que existe entre los equipos actuales y aquella que cuenten los equipos que se valoran. Por lo que se debe consultar a proveedores y usuarios, ay que conocen las posibles variantes que pudieran existir, de manera de emitir un juicio técnicamente calificado.

3.25.2.1 ***FACTOR DE CONSERVACIÓN (FC)***

Es la conservación o apariencia física que se determina en el momento de la inspección física al equipo. La ponderación de este factor es de acuerdo con el siguiente criterio.

Tabla 4 Factor de Ajuste del Estado del Equipo

Condición del Equipo	Porcentaje (%)
Nuevo	95
Muy bueno	85
Bueno	65
Regular	45
Malo	10
No tiene	0

3.25.2.2 ***FACTOR DE OBSOLESCENCIA (FO)***

El factor de obsolescencia esta en función de las innovaciones o modificaciones, en nuevos diseños y capacidades de los equipos. La ponderación de este factor es de acuerdo con el siguiente criterio:

Tabla 5 Factor de Ajuste por Obsolescencia

Vida Consumida	Porcentaje (%)
1 a 6 años	85
7 a 12 años	70
13 a 18 años	55
19 a 24 años	40
25 a 30 años	25

3.26 RAZONES PARA EL REEMPLAZO

Hay que reconocer que no todos los activos existentes que han sido reemplazados para obtener un servicio dado se descartan físicamente o incluso son vendidos por sus propietarios. Con frecuencia se adquieren activos nuevos para prestar los servicios de activos existentes, sin retirar éstos sino meramente usándolos para otra cosa, la mayoría de las veces para algo “inferior”, como por ejemplo servicio de emergencia. Por supuesto que muchos activos son vendidos por sus propietarios y usados por algunos o algunos otros antes de enviarse al patio de chatarra.

Las cuatro razones principales son las siguientes:

1. - ***Deterioro físico:*** el activo existente está desgastado debido a uso normal o a accidente, y ya no puede prestar el servicio para el que está destinado a menos que se le hagan amplias reparaciones. El deterioro físico puede conducir a una declinación en el valor del servicio prestado, a unos costos operativos mayores, al aumento en los costos de mantenimiento o a una combinación. Por ejemplo, el deterioro puede destruir la capacidad de buldózer para mover tierra y consecuentemente reducir el valor del servicio que presta. El deterioro físico puede demandar mayores gastos en operaciones, elevar el consumo de combustible aumentando entonces sus costos de operación.

2. -***No ser adecuado:*** El activo existente no tiene la capacidad suficiente de para satisfacer las demandas actual y esperada. Es evidente, en este caso, que los requerimientos han cambiado con respecto a los que se previeron al adquirirse el activo. Esta condición no necesariamente implica deterioro físico, sino que para satisfacer las nuevas demandas hay que complementar o reemplazar el activo.

3. ***Obsolescencia:*** ésta puede ser de dos tipos: (a) funcional o (b) económica. Ambos tipos dan como resultado pérdida de utilidades. En el

caso de la funcional ha habido una disminución en la demanda de lo producido por el activo y, por consiguiente, se tiene una pérdida de ingresos. Por ejemplo, el mercado puede solicitar un producto de mayor calidad que el que anteriormente demandaba. La obsolescencia económica es el resultado de que haya un activo nuevo produciendo a menor costo que el activo viejo. Los Ingenieros han contribuido de manera notable a esta situación.

La obsolescencia se presenta como resultado del mejoramiento continuo de las herramientas de producción. La tasa de mejoramiento es, a menudo, tan grande que es económico reemplazar un activo físico por una unidad nueva, aún en el caso en el cual esté en condiciones de operar. En algunos casos, la actividad para el cual ha venido usándose una pieza de equipo declina hasta un punto en el cual es ventajoso reemplazarla por una unidad de menos tamaño. Cualquiera que sea el caso, el reemplazo se debe a la obsolescencia y exige disponer la utilidad remanente del activo actual con el fin de permitir el empleo de una unidad más eficiente. En consecuencia, la obsolescencia está caracterizada por cambios externos al activo y se emplea como una razón distinta en sí misma para el reemplazo, en el caso en el cual sea necesario.

4. ***Posibilidad de arrendamiento:*** ésta es una variante de la obsolescencia, excepto que el activo de reemplazo no necesariamente tiene que ser diferente, de algún modo, del activo más existente. La posible ventaja económica se debe a factores financieros ventajosos que a veces pueden resultar el arrendamiento. Por lo general, éstos involucran consideraciones fiscales.

- **3.27 LA IMPORTANCIA DE USAR COSTOS REALES EN ESTUDIOS DE REEMPLAZO.**

Es cierto que el reemplazo de un activo involucra un cambio con respecto a las condiciones existentes y, por lo tanto, es de la mayor importancia que en los estudios de reemplazo se usen costos reales. Por lo general, la información contable sobre costos, en especial la relativa a los costos existentes, está basada en condiciones supuestas en alguna fecha anterior y no en las determinadas en aquella en la que hace estudio de reemplazo. Además, según se vio previamente, estos costos pueden englobar asignaciones arbitrarias que no tengan nada que ver con las condiciones particulares del caso que se esté tratando. En consecuencia, se deberá tener el cuidado de revisar en forma minuciosa la información sobre costos antes de usarlas en estudios de reemplazo.

3.28 EL REEMPLAZO DEBE BASARSE EN FACTORES ECONÓMICOS

Cuando el éxito de una aventura económica depende de las utilidades, el reemplazo debe basarse sobre la economía de la operación futura. Aunque las instalaciones de producción son y debe ser consideradas como un medio para alcanzar un fin, es decir, una producción al menor costo posible, se tiene amplia evidencia de que en el análisis relacionado con el reemplazo de activos entran también a menudo otros motivos diferentes a los puramente económicos.

La idea de que el reemplazo debe tener lugar cuando sea más económico y no cuando el activo esté ya inservible es contraria al concepto fundamental de ahorro que posee la mayor parte de los hombres. Además, los activos existentes son venerados con frecuencia como viejos amigos. Los seres humanos tienden a derivar de los equipos viejos que le son familiares un sentimiento de seguridad y a ser escépticos sobre el cambio, aún en aquellos casos en los que puedan aparecer como progresistas. El reemplazo de equipo requiere un cambio de entusiasmo. Cuando una persona empieza a

pensar sobre una propuesta para equipo nuevo, debe generar de ordinario un gran entusiasmo para contrarrestar la inercia que obstaculiza el cambio hacia su aceptación. El entusiasmo puede tenerse que transferir más tarde a un reemplazo. Esto es difícil de hacer, particularmente si uno debe confesar que fue excesivamente entusiasta acerca del equipo originalmente propuesto.

Parte de la renuencia a reemplazar unidades físicamente satisfactorias, pero económicamente débiles, tiene sus raíces en el hecho de que la importancia de una decisión de reemplazar es mucho mayor que la de continuar con lo viejo. Una decisión de reemplazar representa un compromiso que se extienda a todo lo largo de la vida del equipo nuevo. Pero una decisión de quedarse con el equipo viejo que tenga como consecuencia una pérdida, conducirá por lo general a una censura menos drástica que una decisión de reemplazo con un nuevo equipo y con una pérdida igual.

La economía de desechar una unidad de equipo funcionalmente productiva radica en la conservación del esfuerzo, energía, materiales y tiempo que resulta de su reemplazo. La unidad realmente no usada aún de una unidad vieja se sacrifica a favor de las economías potenciales del reemplazo. Considérese, a una manera de ejemplo, un techo de escoria. Aún un techo que tenga muchas goteras tendrá alguna utilidad como protección en contra de las inclemencias del tiempo y, además, puede tener todavía mucha escoria de mucha calidad. La utilidad remanente podría haberse utilizado con la ayuda de una reparación continua.

Pero el exceso de mano de obra y los materiales requeridos para hacer una serie de pequeñas reparaciones en comparación con la mano de obra y los materiales necesarios para un reemplazo total puede exceder la utilidad remanente en el techo. De ser así, la mano de obra y los materiales pueden conservarse como resultado de una decisión de reemplazar el techo. Cuando

se adquiere una unidad nueva de equipo, se puede incurrir en una serie adicional de gastos para poner la unidad nueva de equipo, se puede incurrir en una serie adicional de gastos para poner la unidad en operación además del precio de compra. Tales ítems pueden comprender transporte, empaque, construcción de cimientos, conexiones especiales en los sistemas eléctricos y de distribución de agua, rieles de protección y de servicios de personal requeridos durante un período de verificación o de ajuste. Los gastos de ítems tales como los que se mencionaron son costos iniciales necesarios para tener una unidad de equipo que se esté considerando. Por ésta razón todos los ítems de costos iniciales necesarios para tener una unidad de equipo en operación deben ser, considerados como parte de la investigación original.

Cuando una unidad de equipo se reemplaza, su retiro puede originar también gastos de consideración. Algunos de los ítems más frecuentemente incluidos en el retiro son el desmantelamiento, la remoción de cimientos, el transporte, el cambio de las conexiones eléctricas y de agua y el reemplazo de los pisos y otros elementos estructurales. La suma de tales costos debe reducirse de la cantidad recibida por la venta de la unidad vieja con el fin de encontrar su valor de salvamento neto. Es claro que esto puede hacer que el valor de salvamento se torne en una cantidad de negativa. Cuando el valor de salvamento neto de un activo es menor que cero, es matemáticamente correcto tratarlo como una cantidad negativa en los cálculos de la depreciación.

3.29 ANÁLISIS DE REEMPLAZO CUANDO SOLO EXISTEN COSTOS:

Es una mezcla de CAUE y análisis incremental y consiste en lo siguiente: Se tiene una situación actual de, por ejemplo, una máquina donde sólo existen costos. Se piensa en un reemplazo de esta máquina y, evidentemente, los

datos económicos de la máquina propuesta también son sólo costos. Sin embargo, en la adquisición del nuevo equipo existe un desembolso inicial.

Con esto, es posible primero hacer un análisis de CAUE de las dos alternativas y después, dado que existe una inversión extra a la situación actual, es posible realizar un análisis incremental.

3.30 CONSIDERACIONES DIVERSAS EN DECISIONES DE REEMPLAZO.

Hay seis factores que por sí solos o en conjunto pueden ser importantes en decisiones de reemplazo. El primero es la posibilidad de que al diferir el reemplazo de los activos que pueda haber disponibles en el futuro sean mejores con respecto a lo que se tenga actualmente. Cuando la tecnología está cambiando en forma rápida, duda en adquirir un activo que muy pronto puede quedar económicamente obsoleto. En consecuencia al tomar las decisiones de reemplazo es importante tener un conocimiento del estado y la tendencia del desarrollo tecnológico en el área involucrada. El saber que se tiene en perspectiva mejoras o adelantos tecnológicos de importancia hará que se tienda a demorar el reemplazo con la esperanza de poder aprovechar activos mejores.

El segundo factor se relaciona con probables variaciones en el valor futuro de rescate de un activo. Si un estudio económico indica que la fecha más económica de venta esta a muchos años de distancia, no es probable que cambios moderados en el valor de venta supuesto tengan un impacto sustancial en la fecha calculada. Por otra parte, solo se trata de unos cuantos años, cambios futuros en el valor de rescate pueden tener un gran efecto en la economía de cada año.

Un tercer factor es la probabilidad de que la empresa crezca en el futuro inmediato. En caso de ser evidente que dicho crecimiento requiere una

mayor producción no obtenible con el activo existente, es obvio que el reemplazo o el aumento de la capacidad tendrá que hacerse en el futuro cercano. El problema resultante consiste básicamente en determinar que es más barato, sí el reemplazo o el aumento. Y en que fecha debe ocurrir cualquiera de las dos alternativas. Lo que viene a complicar la posibilidad de que el equipo deseado pueda no estar disponible cuando se necesite en caso de que se difiera el reemplazo, o de que el aumento en la demanda se presente antes de lo previsto.

Un cuarto factor se contrapone en cierto sentido al anterior. Con frecuencia, el reemplazo se traduce en una capacidad excesiva, puesto que las máquinas nuevas en general, son más eficientes que aquellas a las que se reemplaza. Si no se tiene un uso real para la capacidad excedente se puede emplear para alguna función que no preste el activo viejo, esto deberá tenerse en cuenta en el estudio de reemplazo.

La posibilidad de que el precio de compra del activo de reemplazo cambia en el futuro es un quinto factor que hay que tomar en consideración. Aun cuando la cuestión de predecir los cambios de precios que se tendrán en el futuro es algo difícil, el largo historial de aumentos de precios puede llevar a muchos a creer que la tendencia continuará. Por consiguiente, esta es una posibilidad que no hay que pasar por alto al hacer estudios de reemplazo. Las consideraciones presupuestarias y de personal forman un sexto factor que con frecuencia afecta las decisiones de reemplazo. La mayoría de las compañías no tienen fondos limitados y generalmente muchos proyectos están compitiendo por los fondos que se tienen disponibles. En dichos casos los estudios de reemplazo suministran información con base en la cual se puede tomar decisiones con respecto a la programación de los reemplazos conforme vaya habiendo disponibilidad de fondos.

Cada vez más los reemplazos se programan tomando en consideración factores de personal. Con frecuencia, el equipo de reemplazo involucra una disminución temporal en las necesidades de mano de obra o un cambio en las habilidades necesarias. A fin de evitar despidos indeseables de trabajadores o tensiones innecesarias entre los empleados, los reemplazos se programan de tal manera que coincida con tendencias alcistas en la actividad comercial, de esta forma los trabajadores temporalmente desplazados se pueden retener en otras actividades.

3.31 ARRENDAMIENTO Vs. COMPRA DE ACTIVOS

Hoy en día es común la practica de arrendar muchos activos en vez de comprarlos. Los bienes que con mas frecuencia son objeto de esta práctica son: Automóviles, camiones, edificios o diversos tipos de equipo. Tales alternativas se pueden presentar en relación con la compra de activos completamente nuevos o con el posible reemplazo de activos existentes. En la mayoría de los casos es esencial tomar en cuenta las implicaciones fiscales a fin de poder comparar correctamente las alternativas de comprar vs. Arrendar o las de conservar vs. Arrendar.

Las razones por las que algunas compañías deciden arrendar en lugar de comprar no son tan simples. En un estudio de 35 compañías que habían tomado en arrendamiento flotillas de automóviles y camiones reveló que en la mayoría de los casos no se había hecho una comparación detallada de los costos de arrendar vs. Comprar las principales razones abdicadas por estas compañías, en orden de frecuencia, fueron las siguientes:

1) El arrendamiento liberaba capital de trabajo necesario o permitía la adquisición de equipo necesario sin endeudamiento de la compañía.
2) Se pensaba que el arrendamiento tenía algunas ventajas fiscales.

3) Con el arrendamiento se reducía los problemas de mantenimiento y administrativo.
4) El arrendamiento era más barato.

Varios estudios han indicado que en realidad no se obtiene ventaja fiscal alguna con el arrendamiento. Esto es especialmente cierto desde el momento en que se autorizaron los métodos de depreciación de saldo decreciente y de la suma de los dígitos.

Con respecto a los costos de mantenimiento puede haber o no ahorros en el caso de tomar en arrendamiento. Esto dependerá de las circunstancias reales, mismas que se deberán evaluar cuidadosamente en cada uno de los casos. No hay duda alguna de que por lo general el arrendamiento si simplifica los problemas de mantenimiento y este puede ser un factor de importancia. También existe el hecho de que el ser dueño de una cosa por lo común implica tener muchos costos indirectos que con frecuencia son difíciles de determinar.

En mucho casos se puede determinar que tomar en arrendamiento es más barato que tomar en propiedad, pero antes de decidirse por la primera alternativa hay que tomar en consideración los costos comparativos y todos los otros factores.

CAPITULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 TIPO DE ESTUDIO

El estudio realizado fue del tipo investigativo, descriptivo y evaluativo, basándose en datos obtenidos por la investigación de circunstancias actuales que permitieron la realización de una evaluación y descripción objetiva bajo criterios teóricos y prácticos.

El análisis económico para las alternativas del servicio de transporte de ánodos de carbón se realizó mediante un estudio de casos de campo para el logro de los objetivos del informe, que por su naturaleza presenta las siguientes características:

- Económico porque se trabajará con los recursos económicos y financieros ineludibles para llevar a cabo las actividades que comprende el proyecto y de esta forma obtener todos los costos del tiempo, de la realización y el costo de adquirir nuevos recursos.

- Investigativo, descriptivo y evaluativo, basándose en datos obtenidos por la investigación de circunstancias actuales que permitirán la realización de una evaluación y descripción objetiva bajo criterios teóricos y prácticos, a fin de jerarquizar las propuestas y recomendar aquella inversión más rentable y conveniente para CARBONORCA

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El estudio realizado se aplicó a las dos (2) gandolas o chutos Mack HC-006 y HC-008; las cuales prestan el servicio de traslado de ánodos de carbón a las empresas del sector aluminio.

4.3 INSTRUMENTOS Y MATERIALES

Para alcanzar los objetivos planteados, la recolección de información y búsqueda de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

* Búsqueda de información de los costos actuales generados por los equipos.
* Entrevistas no estructuradas a los trabajadores que realizan cada una de las actividades relacionadas con el transporte de ánodos.
* Observación directa de las operaciones de transporte de ánodos

Para la recolección de los datos de utilizaron los siguientes recursos

- Lápiz y papel, los cuales se utilizaron en las entrevistas y la observación directa de las operaciones.
- Informes técnicos
- Calculadora
- Tabla para estudio de tiempos
- Hoja de observaciones.
- Cámara fotográfica, la cual se utilizará para la captura visual de las operaciones.
- Cronómetro, utilizado para tomar los tiempos de cada una de las actividades que implica el servicio de transporte de ánodos.
- Software

- Recursos bibliográficos

4.3.1 *ENTREVISTAS NO ESTRUCTURADAS.*

Las entrevistas aplicadas en la realización del estudio son de tipo no estructuradas porque a los entrevistados no se les proporciona un cuestionario para ser llenado, sino que el investigador establece un patrón de objetivos para un punto de la investigación el cual debe tratar de incluir guías para llevar las conversaciones de la manera más conveniente para obtener la información que realmente se necesita.

4.3.2 *MATERIALES*

Lápiz y papel, utilizados en las entrevistas debido a su facilidad de manejo y bajo costo.

4.3.3 *PROCEDIMIENTO*

La metodología seguida para resolver la inquietud existente fue la siguiente:

1. Se necesitó de un asesor dentro de la empresa, que orientó el problema hacia lo más específico

2. Definición y formulación del problema.
3. Formulación de los objetivos generales y específicos de la investigación. El objetivo general es el fin último de la investigación; los objetivos específicos consisten en establecer los pasos o fines parciales que deben cumplirse para lograr el objetivo general, el cual debe estar en concordancia con el requerido en la formulación del problema.

4. Revisión y análisis de las fuentes de formulación del Marco Teórico; en este paso se realizó la revisión de materiales tales como bibliografía referida estudios de métodos y de factibilidad económica.

5. Recopilación de los costos relacionados con las actividades del servicio de transporte de ánodos de carbón para su posterior análisis.

6. Entrevistas no estructuradas a los trabajadores implicados en el proceso de servicio.

7. Realización del estudio de tiempos, para calcular el tiempo total de atención y actividad, el requerimiento, rendimiento y disponibilidad de los equipos empleados en el servicio de transporte de ánodos de carbón.

8. Desglose de las operaciones en elementos para realizar las mediciones. Los elementos deben ser de fácil identificación, es decir, con inicio y término definido; deben ser lo más breve posible.

9. Clasificación de los tiempos. En nuestro caso son variables porque los tiempos dependen de varias variables.

10. Selección de los instrumentos (cronómetro) utilizados para la recolección de datos dependiendo de la muestra empleada. Se utilizará el método vuelta a cero de lecturas del cronómetro, haciendo las lecturas de cada una de las actividades y una vez terminada la operación se detendrá el conteo y se devolverá a cero, y de esta forma calcular los tiempos observados por actividad.

11. De la cantidad de viajes se tomara una muestra significativa a la cual mediante el uso del estadístico t de student se comprobará si la muestra es confiable.

12. Calculo del tiempo promedio seleccionado (TPS) para cada elemento, siendo el TPS de la actividad.

$$TPS = \frac{\sum_{i=1}^{n} Ti}{n}$$

13. Cálculo del tamaño de la muestra:

- Definición de un intervalo de confianza (I).
- Definición de un coeficiente de confianza (C).

$$I = \bar{x} \pm \frac{t_c \times S}{\sqrt{n}} \qquad t_c = t(c,v) = t(c,n-1)$$

- Cálculo de la desviación estándar S.

$$S = \sqrt{\frac{\sum T^2 - \left(\sum T\right)^2 / n}{n-1}}$$

- Cálculo del intervalo de la muestra.

$$\mathrm{Im} = \frac{2 \times t_c \times S}{\sqrt{n}}$$

- Comparación del intervalo de la muestra Im con el intervalo definido.

Im $\leq$ I se acepta
Im $>$ I se rechaza

- Recálculo de la muestra (n).

$$N = \frac{4 \times t_c^2 \times S^2}{I^2}$$

N´= N – n

Si se hace un recálculo de n entonces se debe calcular nuevamente el TPS para ese nuevo n.

14. Asignación de los márgenes de tolerancia considerando los tres factores: fatiga, necesidades personales y demoras inevitables. Se usara el método sistemático de asignación de tolerancias.

15. Determinación del requerimiento, rendimiento y disponibilidad de las gandolas.

- Calcular el tiempo total de atención y actividad (TTTA) que se obtiene de la multiplicación del promedio de los tiempos de cada actividad realizada por los equipos por la frecuencia de cada una de estas.

$$TTTA = TiempoPromedio\ de\ Cada\ Actividad * Frecuencia$$

- Luego se determina el porcentaje de demoras inevitables que se obtienen de las operaciones

$$\%\ Concesiones = \frac{Tiempo\ \ Total\ Concedido\ \ por\ Turno}{Tiempo\ Total\ \ Disponible\ \ porTurno}$$

- Seguidamente se calcula la carga de trabajo de los equipos.

$$CT = \left(\frac{TTTA}{TTT}\right) * 100 + \%DI$$

- Luego de calculado el TTTA se establece el tiempo total del turno (TTT), que viene dado de la jornada efectiva de trabajo del operador integral de hornos.

- Se calcula entonces el tiempo disponible para poder obtener el requerimiento, donde las demoras inevitables se obtienen de convertir los minutos producidos por el operario como demoras inevitables en horas.

$$TD = TTT - Demoras\ Inevitables$$

- Luego se procederá a calcular el requerimiento de los equipos necesarios para cumplir con las exigencias de traslado de ánodos dentro y fuera de CARBONORCA, mediante la siguiente formula:

$$\text{Requerimiento} = \frac{\text{TTTA}}{\text{TD}}$$

- Con el TTTA, se calcula el rendimiento del traslado de ánodos verdes y cocidos dentro y fuera de CARBONORCA, de la siguiente forma:

$$\text{Rendimiento} = \frac{Viajes}{Mes} * \frac{Hr}{Viajes}$$

- Para el cálculo de la disponibilidad de las gandolas, se realizará un promedio de acuerdo a las fallas presentadas por los equipos cada mes durante un año.

16. Descripción del proceso de traslado de ánodos; donde fueron tomadas en cuenta actividades de carga, descarga, traslado en gandolas.

17. Descripción la situación actual del servicio de transporte de ánodos de carbón.

18. Planteamiento de propuestas para mejorar el servicio de transporte de ánodos de carbón para el servicio de transporte de los mismos.

19. Propuesta de alternativas económicas para el servicio de traslado de ánodos.

20. Evaluación y análisis de las alternativas planteadas por medio de técnicas financieras como el CAUE

$$CAUE = COP + II(A/\ P, i\%, n) - VS(A/\ F, i\%, n)$$

El valor de salvamento esta estipulado por la empresa y para las gandolas es de cero.

21. Análisis de toda la información, así como los costos asociados con el traslado de los ánodos mediante el uso de técnicas de la Ingeniería Económica.

22. Selección de la mejor alternativa económica que sea rentable a las expectativas de CARBONORCA.

23. Propuestas para la optimización del servicio de transporte de ánodos.

24. Establecimiento de las conclusiones y recomendaciones en todos los aspectos estudiados.

25. Elaboración del informe final.

CAPITULO V

SITUACIÓN ACTUAL

5.1 CONDICIONES DE USO DE LAS GANDOLAS

En el estudio se maneja un escenario para lo que respecta al cálculo del requerimiento de equipos, se consideran las actividades relacionadas con el servicio de transporte de ánodos de carbón verdes, cocidos, ánodos cocidos y verdes rechazados y cabos de celda en la gandola, por lo que para la optimización de estas operaciones se tomará en cuenta el tiempo de ciclo del servicio de transporte de cada una de estas actividades ejecutadas tanto por el Operador de Gandola como las del Operador de Montacargas para mejorar la eficiencia del mismo.

Se tiene que la cantidad empleada para las operaciones realizadas tanto para la carga y descarga está distribuida de la siguiente manera de acuerdo al tipo de ánodo a ser manipulado, y según lo observado durante el seguimiento de las operaciones.

Tabla 6 Cantidad de Mano de Obra Real empleada para la Carga y Descarga de Ánodos

	Carga			Descarga		
	Gandola	Montacargas	Supervisor	Gandola	Montacargas	Supervisor
Venta Directa Venalum 1422 mm	1	1	1	1	1	1
Alcasa Servicio de Cocción	1	1	1	1	1	1
Alcasa Maquila 1140 mm	1	1	1	1	1	1
Alcasa Maquila 1422 mm	1	1	1	1	1	1
Traslado interno Ormet 924 mm	1	1	1	1	1	1
Cabos para Molienda y Compactación	1	1	---	1	2	---

Como se muestra en las tablas, se trabajará con un Operador de Montacargas, un Operador de Gandola y el Supervisor de Almacén, quien además de verificar el estado de los ánodos llenara la Guía de Despacho de Ánodos así como la guía de Despacho de Cabos para Molienda y Compactación, al terminar de llenar la guía este deberá colocar su firma y número de ficha.

5.1.1 *DESCRIPCIÓN DE LA CARGA Y DESCARGA DE ÁNODOS*

- ✓ **CARGA DE GANDOLAS**

Las actividades estudiadas son ejecutadas, en el caso de las actividades de carga de ánodos por los Operadores de Montacargas de Hornos de Cocción de la empresa C.V.G. CARBONORCA, los cuales son los encargados de trasladar ánodos, regarlos para entochado y limpieza entre otras actividades.

Para realizar la correcta colocación y formación de los paquetes de ánodos, las labores realizadas por los Operadores de Montacargas son ejecutadas en conjunto con el Supervisor de Almacén para verificar la correcta carga de los

ánodos y así evitar enviar ánodos que no han sido inspeccionados y que contengan defectos, sumado a esto también trabaja en conjunto con el Operador de la Gandola quien coloca la gandola de forma conveniente para que el operador trabaje de manera cómoda y segura. (ver Anexo 2)

En principio se describe la secuencia actual de la carga de la gandola para los diferentes tipos de ánodos a ser cargados. El procedimiento empieza en el preciso momento que la gandola es colocada en el área de carga y acabará en el momento que se terminen de posicionar los ánodos y de su acomodo final en caso de que no estén bien alineados.

En consecuencia la forma de carga de la gandola según el tipo de ánodo son las siguientes:

- Ánodos Verdes y Cocidos

1. Verificar que la ubicación de la gandola sea lo más cerca posible del área de carga. El Operador de Gandola coloca la gandola cerca del área de carga de forma tal que la posición de la misma no interrumpa en el traslado del montacargas para colocar los paquetes de ánodos por ambos lados de la batea.
2. Inspección de ánodos. El Operador de Montacargas carga la batea en presencia del Supervisor del Almacén, asegurando así el buen estado de los ánodos y que tengan la marca realizada por los Supervisores de dicha empresa a la hora de inspeccionar los ánodos.
3. Cargar primer paquete de dos (2) ánodos desde almacén y colocarlo en el extremo delantero de la gandola
   3.1 Tomar con las uñas del montacargas el paquete de ánodos desde almacén
   3.2 Trasladar paquete desde almacén hasta batea de gandola.

3.3 Colocar montacargas frente de la batea y subir las uñas para elevar el paquete de ánodos a una distancia de 50 cm de la superficie de la batea.

3.4 Inclinar la torre del montacargas hasta que las uñas toquen la plataforma; asegurando de esta forma que los ánodos se posicionen sobre la plataforma de la gandola.

3.5 Deslizar lentamente el montacargas hacia atrás, logrando con esto que los ánodos queden posicionados sobre la batea.

3.6 Empujar los ánodos con las uñas hasta llevarlos al otro lado de la plataforma y estar posicionados correctamente sobre la misma.

4. Cargar segundo paquete de ánodos; y colocarlo frente al primer paquete.

   4.1 Repetir operación desde 3.1 hasta 3.5.

   4.2 Utilizar las uñas del montacargas para empujar el paquete el segundo paquete y así poder empujar el primer paquete haciendo con esto que el primer paquete sobresalga de la batea así como el segundo, esta distancia debe sobresalir un poco y de forma uniforme de ambos lados de la batea para dar equilibrio a la batea de la gandola.

5. Repetir las operaciones descritas anteriormente hasta completar un viaje que es de veinticinco (25) paquetes (de dos ánodos cada uno) o de cincuenta (50) unidades Venta Directa Venalum. Usar las uñas del montacargas para acomodo final de ánodos sobre batea y juntar de forma consistente la carga de la gandola, verificando así que los ánodos quedan alineados.

6. Llenar el formato de la Guía de Despacho de Ánodos en conjunto con el Supervisor de Almacén. Debe ser llenada por el Supervisor de Almacén.

7. Trasladar la gandola desde almacén ánodos hasta balanza para ser pesada la carga; esta peso se ve reflejado en la Guía de Despacho, también aquí se verifican los datos de la guía.

8. Trasladar gandola desde balanza hasta vigilancia para verificar en la Guía de Despacho los datos de la misma y sellar la salida del Operador de Gandola así como la gandola con carga.

La cantidad de ánodos que han de ser cargado en la plataforma de la gandola por tipo de ánodos, se encuentra ilustrada en la Tabla 7, donde se expresa la cantidad de paquetes, ánodos por paquete, y la cantidad de ánodos a ser transportados.

Tabla 7 Cantidad de Ánodos Cargado por Tipo en la Batea

Tipo Ánodo	Traslado Interno (Verde/Cocido), Externo	Paquetes	Cantidad Ánodos por Paquete	Unidades Cargadas
Venta Directa Venalum 1422mm	Traslado Interno Verde	32	2	64
	Traslado Interno Cocido	32	2	64
	Traslado Externo	25	2	50
Servicio de Cocción Alcasa 1422 mm	Traslado Externo	25	2	50
Alcasa Maquila 1140mm	Traslado Interno Verde	24	4	96
	Traslado Interno Cocido	24	4	96
	Traslado Externo	20	4	80
Alcasa Maquila 1422mm	Traslado Interno Verde	32	2	64
	Traslado Interno Cocido	32	2	64
	Traslado Externo	25	2	50
Venta Directa Ormet 924mm	Traslado Interno Verde	28	6	168
	Traslado Interno Cocido	28	6	168

- La carga de ánodos cocidos para la limpieza de orificios se realiza el mismo procedimiento, la única variante es que la gandola no es pesada en balanza, sino que una vez cargada la misma es trasladada desde lado Sur de Hornos de Cocción hasta el lado Norte, donde se encuentra el

área de limpieza de orificios. Estas operaciones de limpieza de orificios no son aplicadas al cabo o ánodos cocidos rechazados los cuales deben ser cargados en la batea y debe pasar por la balanza para ser pesada. Los ánodos Servicio de Cocción Alcasa no requieren ser trasladados en gandolas para la limpieza de orificios, debido a que éstos son descargados directamente en dicha área.

- En la carga de ánodos verdes para ser cocidos con la excepción de los ánodos Servicio de Cocción Alcasa (los cuales son traídos directamente desde Alcasa en sus gandolas) es el mismo procedimiento, la variante es que la gandola no es pesada en balanza, sino que una vez cargada la gandola es trasladada desde lado Sur de Hornos de Cocción hasta el lado Norte, para ser alineados, entochados y cargadas con las grúas en las Naves de Cocción, la Nave 1 y Nave 2. Otra de las variantes en que los ánodos verdes rechazados son cargados en la batea de la gandola y debe pasar por la balanza para ser pesada.

- En caso de ser Ánodos Alcasa Maquila 1140mm y Venta Directa Ormet 924mm, la carga debe realizarse colocando un paquete y luego el segundo paquete debe ser colocado por el otro lado de la batea, es decir, que el Operador Integral de Hornos deberá dar la vuelta a la batea para poder colocar el segundo paquete de ánodos.

✓ **DESCARGA DE GANDOLAS**

Las actividades estudiadas son ejecutadas, en el caso de las actividades de descarga de ánodos por los operadores de montacargas de Hornos de Cocción de la empresa C.V.G. CARBONORCA, los cuales son los encargados de realizar diversas labores dentro de la empresa.

Para realizar la correcta descarga de los paquetes de ánodos, las labores realizadas por los operadores de montacargas son ejecutadas en conjunto con el Supervisor de Almacén para verificar la correcta descarga de los ánodos y así evitar el posible desprendimiento de partes de los mismos, por el mal manejo; sumado a esto la ayuda del Operador de la Gandola quien debe colocar la gandola de forma conveniente para que el Operador Integral de Hornos trabaje de manera cómoda y segura.

En principio se describe la secuencia actual de la descarga de la gandola para los diferentes tipos de ánodos a ser descargados. El procedimiento empieza en el preciso momento que la gandola es colocada en el área de descarga y acabará en el momento que se terminen de posicionar los ánodos en el almacén. (ver Anexo 2)

En consecuencia la forma de descarga de la gandola según el tipo de ánodo son las siguientes:

- Ánodos Verdes y Cocidos

1. Verificar que la ubicación de la gandola sea lo más cerca posible del área de descarga. El Operador de Gandola coloca la gandola cerca del área de descarga de forma tal que la posición de la misma no interrumpa en el traslado del montacargas para retirar los paquetes de ánodos por ambos lados de la batea.
2. Inspección de ánodos. El Supervisor de Almacén verifica el estado y condiciones de lo ánodos, y en caso de tener algún defectos asegurarse de que no sean descargados de la gandola y elaborará un reporte y tramitará la devolución inmediata o almacenamiento bajo observación en el caso de ser ánodos recibidos desde el Muelle.

3. Cargar paquete de dos (2) ánodos desde el extremo trasero de la batea y trasladarlos hasta almacén de ánodos, alternando cada lado (derecha – Izquierda)
   - 3.1 Colocar montacargas frente de la batea y subir las uñas a una distancia de 50 cm de la superficie de la batea.
   - 3.2 Inclinar la torre del montacargas perpendicularmente al borde de la batea de forma tal que estás sean introducidas entre la batea y el paquete de ánodos.
   - 3.3 Cargar paquetes, desplazando el montacargas hacia delante, luego subir las uñas para levantar la carga aproximadamente 15 cm de la batea.
   - 3.4 Inclinar la torre y retroceder con el montacargas haciendo que el paquete repose sobre la columna del montacargas para así evitar el roce entre los ánodos contenidos en las uñas y la batea de la gandola.
   - 3.5 Bajar uñas del montacargas con paquete ánodos a una altura aproximada de 20 cm de separación con el piso.
   - 3.6 Trasladar paquete desde batea hasta almacén.
   - 3.7 Bajar las uñas del montacargas hasta el piso, luego incline la torre hacia delante hasta que la cara inferior del ánodo toque el suelo.
   - 3.8 Retroceder el montacargas hacia atrás, logrando con esto que los ánodos reposen sobre el suelo en almacén.
   - 3.9 Empujar los ánodos con las uñas hasta posicionarlos correctamente en almacén.
4. Cargar segundo paquete de ánodos y colocarlo encima del primer paquete.
   - 4.1 Repetir operación desde 3.1 hasta 3.6.
   - 4.2 Subir las uñas del montacargas con el otro paquete a una altura de 20 cm sobre los ánodos ya almacenados aproximadamente.

4.3 Deslizar montacargas hacia adelante hasta que el extremo delantero del paquete coincida con el extremo delantero del ánodo ya almacenado.

4.4 Bajar las uñas del montacargas hasta el tope del ánodo ya almacenado e incline la torre hacia delante.

4.5 Retroceder el montacargas hasta que las uñas liberen los ánodos sobre los otros.

5. Repetir las operaciones desde el punto 3 al 4 descritas anteriormente hasta descargar la gandola.

Se realiza los mismos paquetes, cantidad de paquetes y ánodos por paquetes que en la Tabla 7, con la excepción de que no se descarga el Servicio de cocción Alcasa 1422 mm

En el caso de los ánodos Venta Directa Ormet 924mm, o los ánodos verdes y cocidos rechazados y cabos se debe realizar la siguiente operación para bajar el segundo paquete:

6. Colocar ánodo Venalum o Alcasa para descarga de segundo paquete colocado sobre la batea.
7. Repetir operación desde el punto 3 al 5.

- En la descarga de ánodos cocidos para la limpieza se realiza el mismo procedimiento, con la excepción de que la descarga de ánodos Servicio de Cocción de Alcasa se realiza por el área de limpieza de orificio y la otra variante es que la gandola no es pesada en balanza.

- Para la descarga de ánodos verdes con la excepción de los ánodos Servicio de Cocción Alcasa (los cuales son traídos directamente desde Alcasa), son las mismas actividades la única variante es que la gandola

no es pesada en balanza, sino que una vez cargada la gandola es trasladada desde lado Sur de Hornos de Cocción hasta el lado Norte, para ser descargados y así poder ser alineados, entochados y cargadas con las grúas en las Naves de Cocción, la Nave 1 y Nave 2.

- **5.2 CICLO DE LAS OPERACIONES REALIZADAS POR LAS GANDOLAS**

Tabla 8 Tiempos de Ciclos de los Traslados Internos y Externos en Gandola

Traslado		**Salida con Carga y Retorno Vacío, Traslado Externo (Hr/Viaje)**	**Salida con Carga y Retorno Vacío, Traslado Interno (Hr/Viaje)**
VENALUM	Interno Verde	-	1,20
	Interno Cocido	1,98	1,21
ALCASA 1422	Interno Verde	-	1,15
	Interno Cocido	1,56	1,09
ALCASA 1140	Interno Verde	-	1,16
	Interno Cocido	1,39	1,15
ORMET	Interno Verde	-	1,24
	Interno Cocido	-	1,33
CABO	Interno	-	1,80
SERVICIO 1422	Externo	1,57	-

Los tiempos de ciclo de cada actividad se ven afectados por diversos factores, en el caso de ánodos verdes y cocidos rechazados y cabos de celda el factor es la poca disponibilidad de montacargas en Molienda y Compactación (TC-1), lo que origina que este ciclo sea de 1,80 hr por viaje; lo cual es injustificado partiendo del hecho de que el recorrido no abarca más de 2 km, y su tiempo de ciclo es muy similar al traslado externo VENALUM, donde se debe realizar un ciclo de 1,98 hr para una distancia de 10 Km. En TC-1 la gandola puede esperar para ser descargada alrededor de 2,5 hr, lo

que ocasiona un estado ocioso del equipo y pérdida de disponibilidad a la hora de realizar los despachos a las empresas reductoras de aluminio.
Cuando el almacén de ánodos verdes colapsa estos son transportados a los patios y su ciclo se ve afectado por la espera a que la grúa ECL-JUNIOR realice el traslado de los ánodos desde la cadena R hasta el área entre naves de Hornos de Cocción.

Para los cocidos y transporte externo, los ciclos son influenciados por paradas de los montacargas, cambio de ánodos por presentar piezas desprendidas, falta de inspección, caída de los ánodos durante la carga, o uso del montacargas para realizar otra actividad ordenada por el supervisor.

Para el traslado externo cuando los dos (2) equipos están fuera del área de la empresa están sujetos a la disponibilidad de montacargas en caso de ser traslado para ALCASA, y de que el área de descarga de VENALUM, se encuentre despejada para el paso de la grúa de no ser así la carga es retirada con montacargas.

- **5.3 MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS**

Los costos de mantenimiento preventivo de los dos (2) Camiones Mack tiene un valor de Bs. 5.839.232,78 por mes; donde se incluye todos los elementos necesarios para los equipos, el mantenimiento se realiza cada mes con una duración de cinco (5) horas, para el mantenimiento preventivo de las gandolas se deben realizar las siguientes actividades programadas por Taller Central:

1. Verificar sistemas de escape y silenciadores
2. Verificar funcionamiento de inyectores
3. Verificar luces (Swicht, focos, pantallas, micas)
4. Verificar sistema de encendido

5. Verificar condiciones de los cauchos.
6. Verificar estado de manómetros y demás indicadores.
7. Verificar pedales (embrague, acelerador, frenos).
8. Verificar freno de mano (freno de aire).
9. Purgar sistema de aire
10. Verificar sistema de dirección.
11. Verificar condiciones de arranque y motor
12. Verificar fugas de nivel de aceite motor.
13. Verificar y corregir fugas de combustible.
14. Verificar fugas radiador, bomba y mangueras.
15. Verificar sistema de transmisión.
16. Verificar sistema hidráulico
17. Verificar sujeción de cauchos.
18. Verificar filtros: gas-oil, agua, aceite de motor, aire.

La duración promedio de cada actividad de mantenimiento es de quince (15) min. de la actividad uno (1) hasta la diez (10), se requiere de veinte (20) min. para las actividades desde la once (11) hasta la diecisiete (17) y diez (10) min. para la actividad número dieciocho (18), el personal requerido para las actividades de mantenimiento de la gandola es de dos (2) personas.

El costo por concepto de mantenimiento correctivo es elevado con un monto para el año 2002 de Bs. 688.238,58, y para el año 2003 de Bs. 910.440,60, aumento excesivo de un año para el otro, esto esta motivado a la vida de servicio de los equipos el cual es un trabajo riguroso por las condiciones mismas de sus funciones, el cual para efectos de traslado externo de 8,4 Horas y para traslado interno de un trabajo de 24 horas por lo que se justifica un mantenimiento mensual.

Durante el periodo de estudio se pudo observar que una de las fallas constantes de los equipos por cauchos, los equipos entraban semanalmente y a veces diariamente por esta falla, la cual es cubierta durante el mantenimiento preventivo, este tipo de falla producía una indisponibilidad alarmante de los equipos lo que ocasionaba retrasos en el despacho y originaba horas de sobretiempo para cubrir con todos los requerimientos mensuales de la compañía y de nuestros clientes.

CAPITULO VI

ANÁLISIS Y RESULTADOS

6.1 DIVISIÓN DE LAS ACTIVIDADES EN ELEMENTOS

1. Traslado Externo de ánodos Servicio de Cocción Alcasa 1422 mm.
2. Traslado externo de ánodos Venta Directa Venalum 1422 mm.
3. Traslado Externo de ánodos Alcasa Maquila 1140 mm.
4. Traslado Externo de ánodos Alcasa Maquila 1422 mm.
5. Traslado Interno de cabos desde Hornos de Cocción hasta Molienda y Compactación.
6. Traslado Interno de ánodos cocido Venta Directa Venalum 1422 mm para limpieza de orificio.
7. Traslado Interno de ánodos cocido Venta Directa Ormet para limpieza de orificio.
8. Traslado Interno de ánodos cocidos Alcasa Maquila 1140 mm para limpieza de Orificio.
9. Traslado Interno de ánodos cocidos Alcasa Maquila 1422 mm para limpieza de orificio.
10. Traslado Interno de ánodos verdes Venta Directa Venalum 1422 mm desde almacén hasta Hornos de Cocción
11. Traslado Interno de ánodos verdes Venta Directa Ormet desde almacén hasta Hornos de Cocción

12. Traslado Interno de ánodos verdes Alcasa Maquila 1140 mm desde almacén hasta Hornos de Cocción
13. Traslado Interno de ánodos verdes Alcasa Maquila 1422 mm desde almacén hasta Hornos de Cocción

Cada actividad cuanta con una serie de sub-actividades (ver Apéndice 1)

6.2 CONCESIONES OTORGADAS AL OPERADOR POR TURNO

6.2.1 *HORARIO DE TRABAJO:*

- **Jornada de 7:00 am – 4:30 Pm**

Por lo que el tiempo total de turno es de 8,5 Horas, esto debido a que se le da 1Hr al trabajador por concepto de almuerzo (7:00am – 11:30am y de 12:30pm – 4:30pm)

6.2.2 *JORNADA EFECTIVA DE TRABAJO (JT):*

La jornada de trabajo u horario de trabajo consta de 1 turno de 8,5 horas, esto se cumple dentro de la jornada normal de trabajo de lunes a viernes. Transformando estas horas a minutos tenemos:

$$1\ Hr \longrightarrow 60Min$$
$$8{,}5Hr \longrightarrow x$$

X= 510 min.

6.2.3 MÉTODO SISTEMÁTICO PARA ASIGNAR TOLERANCIAS

6.2.3.1 ***DEFINICIONES OPERACIONALES DE LOS FACTORES DE FATIGA***

- Condiciones de trabajo:

1. Temperatura: Grado 3, por presentar temperaturas controladas por los requerimientos de la tarea, para trabajos externos o con circulación de aire 32ºC < temperatura ≤ 34,5ºC
2. Condiciones ambientales: Grado 4, por trabajar en ambientes con mucho polvo y/o humos no eliminables por extracción de aire.
3. Humedad: Grado 3, por presentar sensación pegajosa en la piel y ropa humedecida, humedad relativa del 80%.
4. Nivel de ruido: Grado 3, a causa de que trabaja en ambientes normalmente tranquilos con sonidos intermitentes o ruidos molestos.
5. Iluminación: Grado 3, debido a que el trabajo requiere de cambios constantes de áreas claras a oscuras con menos de 54 Lux

- Repetitividad

6. Duración del trabajo: Grado 4, debido a que son operaciones que pueden completarse en más de una hora.
7. Repetición del ciclo: Grado 2, son operaciones de un patrón fijo razonable o donde existen tiempos previstos o previsiones para terminar. La tarea es regular, aunque las operaciones pueden variar de un ciclo a otro.
8. Esfuerzo físico: Grado 1, esfuerzo manual aplicado entre el 40% y el 70% del tiempo para pesos entre 2,5 Kg y 12,5 Kg.
9. Esfuerzo mental o visual: Grado 3, debido a una atención continua por razones de calidad o de seguridad.

- Posición de trabajo

10. Grado 2, realización del trabajo parado o combinado con el caminar y donde se permita que el trabajador se siente solo en pausas programadas para descansar.

Tabla 9 Resumen para el cálculo de las concesiones

Factores de Fatiga	**Grado**	**Puntuación**
Temperatura	grado 3	15
Cond. Ambientales	grado 4	30
Humedad	grado 3	15
Nivel de ruido	grado 3	20
Iluminación	grado 3	15
Duración del trabajo	grado 4	80
Repetición del ciclo	grado 2	40
Esfuerzo físico	grado 1	20
Esfuerzo mental	grado 3	30
Posición de trabajo	grado 2	20
	Total en ptos.	**295**

Intervalo para asignación de fatiga 290 – 296

Concesiones por fatiga 89 minutos. Con clase de E_1 y un % de Concesión por clase de 21% (ver Apéndice 2)

6.2.4 *MINUTOS CONCEDIDOS:*

$$MinCon = \frac{Concesiones\% * JT}{1 + Concesiones\%}$$

$$MinCon = \frac{0{,}21 * 510}{1 + 0{,}21} \text{ min}$$

$$MinCon = \frac{107,1 \text{ min}}{1,21}$$

MinCon = 88,51 min

Total de concesiones: 134 min. distribuidos de la siguiente forma (ver Apéndice 3).

Tipo de Concesión			**Tiempo Concedido**
Necesidades personales			25,00
Fatiga			89,00
Demoras Inevitables	Salida Turno	15,00	
	Instrucciones del Jefe	5,00	
	Subtotal:	20,00	20,00
	Total		**134,00**

El porcentaje de concesiones utilizado para el cálculo de la carga de trabajo necesaria para determinar el requerimiento de equipos es determinado por la siguiente expresión:

$$\%\,\text{Concesiones} = \frac{\text{Tiempo Total Concedido por Turno}}{\text{Tiempo Total Disponible por Turno}}$$

El Tiempo Total Disponible es el calculado con la Jornada de Trabajo, con un total de 510 min. por turno.

El porcentaje de concesiones entonces será igual a:

$$\%\,\text{Concesiones} = \left(\frac{134 \text{ min}}{510 \text{ min}}\right) * 100 = 26{,}27\%$$

6.3. CANTIDAD DE VIAJES REQUERIDOS

El número de viajes requeridos por cada uno de los tipos de ánodos producidos por C.V.G. CARBONORCA, viene expresado por el promedio de las toneladas producidas en el año 2003. El cálculo del número de viajes al mes viene dado de la siguiente forma:

$$N°Viajes/Mes = \frac{Prom.\,Ándodos/Mes}{\left(N°Ánodos/Viaje\right)}$$

Tabla 10 Cantidad de Viajes Necesarios para el Transporte Externo de Ánodos Cocidos.

Empresa		Tipo Ánodo	Ton/Mes	# (Viaje/Mes)
ACT	ALCASA	MAQUILA 1422	70,76	1,42
		MAQUILA 1140	371,69	4,65
		SERVICIO 1422	306,96	6,14
ACT	VENALUM	VENTA DIRECTA	1.114,37	22,29
TOTAL			**1.863,78**	**34,50**

Fuente: Facturación de Transporte de Ánodos ver Anexo 3

Las toneladas de los traslados externos, son calculadas según el Control de Operaciones de Gandola de C.V.G. CARBONORCA, información suministrada por la Superintendencia de Hornos de Cocción, donde se reflejan los viajes y pesos de cada traslado realizados con las gandolas a VENALUM o ALCASA según sea el caso.

El traslado de ánodos en forma interna tanto de cocido como verdes, es realizado con una frecuencia mensual de:

Tabla 11 Cantidad de Viajes Necesarios para el Transporte Interno de Ánodos Verdes.

Empresa		Tipo Ánodo	Ton/Mes	# (viaje/Mes)
AV	ALCASA	MAQUILA 1140	615,77	6,41
		MAQUILA 1422	216,76	3,39
AV	VENALUM	VENTA DIRECTA	814,58	12,73
AV	CARBONORCA	ORMET	438,23	2,61
		TOTAL	**2.085,35**	**25,14**

Fuente: Transporte Interno de Ánodos Según Reporte Diario de los Supervisores de HC

Las toneladas obtenidas en cuanto a la producción de ánodos verdes buenas; las cuales fueron transportadas internamente, se obtuvieron de los reportes diarios de Hornos de Cocción para el año 2003, se realizó la sumatoria de todas las toneladas y se saco el promedio de toneladas movidas internamente con las gandolas; así como la cantidad de viajes según el peso promedio de cada uno de los viajes realizados con las gandolas.

Tabla 12 Cantidad de Viajes Necesarios para el Transporte Interno de Ánodos Cocidos

Empresa		Tipo Ánodo	Ton/Mes	# (viaje/Mes)
AC	ALCASA	MAQUILA 1422	179,48	2,36
		MAQUILA 1140	132,42	3,00
AC	VENALUM	VENTA DIRECTA	423,05	8,00
AC	CARBONORCA	ORMET	521,94	8,37
		CABO	1.665,59	32,50
		TOTAL	**2.922,48**	**54,23**

Fuente: Transporte de Cabos Según Guías de Carga, y Traslado Interno de Ánodos de acuerdo al plan de PCP 2003 y porcentaje que representa.

Las toneladas de ánodos cocidos se obtienen del plan de producción suministrado por la Coordinación Programación y Control de Producción, para el año 2003, luego a esta se le resta la capacidad de almacenaje de ánodos cocidos para obtener la cantidad de toneladas a ser transportadas mensualmente. A la producción total se le saca el porcentaje que representa cada ánodo producido por la empresa y que debe ser transportado

internamente, este porcentaje es multiplicado por el peso promedio por viaje y por tipo de ánodo y en función de la cantidad que necesita ser movida se obtiene cuanto debe ser movido por tipo de ánodo.

Para los cabos, el traslado se considera irregular, debido a que los mismos son realizados la mayoría de las veces cuando la Superintendencia de Molienda y Compactación requiere cabos para la producción de ánodos verdes y se realiza durante las veinticuatro (24) horas del día, para efecto de los cálculos la cantidad de viajes se realizó en función de la cantidad de toneladas transportadas en los meses de agosto y septiembre (meses donde se comenzaron a registrar las toneladas de cabo transportadas a TC-1 en las Guías de Despacho), para obtener el promedio de los viajes realizados en cada uno de esos dos meses.

6.4 TIEMPO TOTAL DE HORAS REQUERIDAS POR LOS EQUIPOS

Tiempo total requerido por los equipos para cumplir tanto con el traslado interno como externo de ánodos se muestra a continuación

6.4.1 ACTIVIDADES DE TRASLADO INTERNO DE ÁNODOS VERDES:

Actividad: Traslado Interno de ánodos verdes Venta Directa Venalum 1422 mm:

TTTA = TE (Hr. por Viaje) * FRECUENCIA (Viajes al Mes)

TTTA = 1,20 Hr/Viaje* 12,73 Viajes/Mes

TTTA = 15,22 Hr/Mes.

Total de las actividades de traslado interno de ánodos verdes 29,82 Hr/Mes, los demás cálculos se encuentran registrados en una hoja de calculo Microsoft Excel, ver Apéndice 4

6.4.2 ACTIVIDADES DE TRASLADO INTERNO DE ÁNODOS COCIDOS:

Actividad: Traslado Interno de ánodos cocidos Venta Directa Venalum 1422 mm:

TTTA = TE (Hr. por Viaje) * FRECUENCIA (Viajes al Mes)

TTTA = 1,21 Hr/Viaje* 8 Viajes/Mes

TTTA = 9,70 Hr/Mes.

Total de las actividades de traslado interno ánodos cocidos 85,36 Hr/Mes, todos los demás cálculos se encuentran registrados en una hoja de calculo Microsoft Excel, ver Apéndice 4

6.4.3 ACTIVIDADES DE TRASLADO EXTERNO:

Actividad: Traslado Externo de ánodos Servicio de Cocción Alcasa 1422 mm:

TTTA = TE (Hr. por Viaje) * FRECUENCIA (Viajes al Mes)

TTTA = 1,57 Hr/Viaje* 6,14 Viajes/Mes

TTTA = 9,61 Hr/Mes.

Total de las demás actividades de traslado externo de ánodos es de 62,36 Hr/Mes, todos los demás cálculos se encuentran registrados en una hoja de calculo Microsoft Excel, ver Apéndice 4

Para un total de horas de traslado tanto interno como externo de: 177,54 Hr/Mes.(ver Apéndice 4)

Las demoras inevitables están expresadas de la siguiente forma:

Entrada y salida de turno: 15 min

Instrucciones de Jornada: 5 min

Con un total por concepto de demoras inevitables de 20 min.

Una vez que sea determinado las horas al mes requeridas para cumplir con el plan de ventas y de producción se realizará la suma de estas, luego se calculará el tiempo total disponible, como se muestra a continuación:

Tiempo Total Requerido	177,54	Hr / Mes
Total Tiempo Turno	181,86	Hr / Equipo Mes
Demoras Inevitables	7,14	Hr / Mes
Tiempo Disponible	174,72	Hr / Equipo Mes
Cantidad de Gandolas	2	Equipos
Total Tiempo Disponible	349,44	Hr / Mes

El tiempo total requerido para cumplir con el programa de ventas de ALCASA, VENALUM y ORMET (traslado interno); es de 177,54 Hr/Mes, lo cual representa un 98% del tiempo de una (1) gandola (esto en referencia del requerimiento de equipos); y de 51 % del tiempo total disponible en caso de ser las dos (2) gandolas el cual es de 349,44 Hr/Mes.

Una vez determinado el tiempo total disponible se procederá a calcular el factor de uso del equipo:

Factor de uso: $\left(\frac{\text{Tiempo Total Requerido}}{\text{Tiempo Total Disponible}}\right)*100 = \%$

Factor de Uso para una Gandola = $\left(\frac{177{,}54\ Hr/Mes}{181{,}86\ Hr/Mes}\right)*100\%$ = **97,62 %**

Factor de Uso para dos Gandola = $\left(\frac{177{,}54\ \text{Hr/Mes}}{394{,}44\ \text{Hr/Mes}}\right)*100\%$ = **50,81 %**

Si se resta el tiempo total requerido (177,54 Hr/Mes) menos el tiempo total disponible (181,86 Hr/Mes) de una gandola (valor obtenido del cálculo del requerimiento de equipos) para realizar las labores de traslado de ánodos tanto interno como externo, nos damos cuenta que se necesita realizar sobretiempo para realizar estas labores, esto quizás este asociado al hecho de que los equipos no presentan una disponibilidad del 100%.

En caso de ser dos (2) gandolas las utilizadas, el factor de uso tendría un valor de 50,81% (con el uso de 349,44 Hr/mes horas disponibles de dos gandolas) esto asociado a que los viajes de ánodos cocidos, y el proceso de traslado de ánodos desde almacén de ánodos verdes hasta Hornos de Cocción de Alcasa Maquila 1140 mm, Alcasa Maquila 1422 mm, y Servicio de Cocción 1422 mm, son realizados en la mayoría del tiempo en caso de traslado externo con gandolas pagadas por la empresa Alcasa.

6.5 CÁLCULO DE LA CARGA DE TRABAJO Y REQUERIMIENTO DE GANDOLAS.

Para el cálculo de la carga de trabajo se trabaja con el Tiempo Total de Atención y Actividad (TTTA), el Tiempo Total del Turno (TTT) y con el porcentaje de Demoras Inevitables (%DI), y el requerimiento se basa en el TTTA y el Tiempo Disponible (TD), donde TD es igual a la resta del TTT y las Demoras Inevitables.

$$CT = \left(\frac{TTTA}{TTT}\right) * 100 + \%DI$$

$$REQ = \frac{TTTA}{TD}$$

$$TD = TTT - Demoras\ Inevitables$$

El Tiempo Total del Turno (TTT) es el de la Jornada de Trabajo que es de 8.5 hr; para efectos del calculo se trabajará con 8,4hr (7:30am-11:30am y de 12:30pm-4:30pm), de un turno único de acuerdo a una jornada semana de 42 Hr/sem.; con promedio de 4,33 sem/mes y 5 dias/sem. El porcentaje de Demoras Inevitables (%DI) es de 26,27%, por lo que el Tiempo Disponible (TD), es de:

TD = 8,4 Hr – 0,33Hr = 8,07 Hr

Dado que las unidades son en meses, se debe realizar la conversión del TTT de Hr/días a Hr/Mes:

TTT = $8{,}4\,Hr/Día * 5\,Día/Sem * 4{,}33\,Sem/Mes =$ 181,86 Hr/Mes

Entonces se tiene que la carga de trabajo es de:

CT = $\left(\frac{177{,}54\ Hr/Mes}{181{,}86\ Hr/Mes}\right) * 100\% + 26{,}27\%$ = 123,89 %

El cálculo del requerimiento de equipos es:

En vista de que el tiempo disponible esta en Hr/Día, se debe realizar la conversión a Hr/Mes, entonces:

TD = $8{,}07\ Hr/Día * 5\,Día/Sem * 4{,}33\ Sem/Mes =$ 174,72 Hr/Mes

Entonces el requerimiento es igual a:

$$\text{Req} = \left(\frac{177{,}54\ Hr/\ Mes}{174{,}72\ Hr/\ Mes}\right) = 1{,}02 \approx \text{ 1 Gandola.}$$

- **6.6 RENDIMIENTO DE LOS EQUIPOS**

El rendimiento de los equipos viene dado en función de la sumatoria de la cantidad de horas al mes que se requieren para realizar el traslado de ánodos interno y externo contra el tiempo disponible que se tiene por equipos.

- ✓ **RENDIMIENTO DE TRASLADO INTERNO DE ÁNODOS VERDES**

Las toneladas al mes transportadas es de 2.085,35 Ton/Mes
Las toneladas por viaje seria igual a:

Peso Verde = (0,994 ton * 64 ánodos) Venalum + 0,984 ton * 64 ánodos) Alcasa 1422 mm + (0,484 ton * 96 ánodos) Alcasa 1140 mm + (0,374 ton * 168 ánodos) Ormet = **235,89 Ton**

Los viajes al mes realizados es de:

$$Viajes/Mes = \frac{2.085{,}35\ Ton/Mes}{235{,}89\ Ton/Viaje} = 8{,}84\ Viaje/Mes$$

Las horas al mes viene de la sumatoria de cada uno de los viajes realizados con las gandolas por tipo de ánodo

Horas Viajes = 1,20 Hr Venalum + 1,15 Hr Alcasa 1422 mm + 1,16 Hr Alcasa 1140 mm + 1,24 Hr Ormet = **4,75 Hr/Viajes**

Las horas al mes es de:

$$Horas/_{Mes} = 8{,}84\, Viaje/_{Mes} * 4{,}75\, Hr/_{Viaje} = 41{,}99\, Hr/_{Viaje}$$

Para el cálculo del rendimiento de ánodos cocidos traslado interno y el traslado externo ver Apéndice 5.

Sumando todas las horas necesarias para realizar el traslado interno y externo de ánodos se tiene que se necesitan: 176,96 Hr/Mes, si se cuenta con 174,72 Hr/Mes para realizar los traslados (con una (1) gandola que es lo que da el requerimiento), se puede observar que se necesitarían alrededor de 2,24 Hr/Mes para poder cumplir y satisfacer la demanda de transporte de ánodos.

Es importante hacer notar que para este cálculo se utilizó una disponibilidad del equipo del 100%, es decir, que no presenta falla.

6.7 ANÁLISIS DE LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS:

La disponibilidad de los equipos suministrada por la Gerencia de Mantenimiento es determinada con la siguiente formula:

$$\%\,Disp = \left(\frac{Hr\ Disponibles - Hr\ Parada\ Falla}{Hr\ Disponibles} \right) * 100$$

Para el año 2002 se tiene una disponibilidad de 94,34% para la HC-006 y de 89,44% para la HC-008 con promedio por flota de 91,89%, y una indisponibilidad de 8,11% en promedio de la flota de gandolas, estos cálculos son basados en la información de la Gerencia de Mantenimiento, en el cálculo con las 8,5Hr empleadas por el equipo, se tiene una disponibilidad de 84,03% para la HC-006 y de 70,18% para la HC-008, con promedio de 77,10% y de 22,90% de indisponibilidad de la flota. (ver Apéndice 6). La poca disponibilidad de la flota es debida a que la HC-008 se encontraba en reparación para el mes Octubre, lo que ocasiona que se tenga una baja disponibilidad y dificultades para el cumplimiento del plan de ventas del año 2002. (ver Apéndice 7; para tabla resumen y grafico de la flota para el año 2002)

Disponibilidad individual de cada uno de los equipos suministrada por la Gerencia de Mantenimiento:

Para el mes de Enero-03, la Disponibilidad de la HC-008 es de:

% Disponibilidad = [(744 Hr/Mes – 0 Hr Fallas)/ 744 Hr/mes]*100
% Disponibilidad = 100%

Los demás cálculos de la disponibilidad de la HC-006 y de la HC-008, de los meses restantes del año 2003 ver Apéndice 8

Disponibilidad Promedio(%) es igual a la diferencia entre el Total de Horas Disponibles al mes y las Horas Indisponibles, todo esto dividido entre el total de Horas Disponibles al Mes, para luego ser multiplicado por 100%, para un total de 97,84% para la HC-006 y de 98,52% para la HC-008, con un promedio entre los dos equipos de 98,18% (ver Apéndice 8)

La indisponibilidad de las gandolas viene dado por la diferencia del 100% y la Disponibilidad de los equipos, para un total de 2,16% para la HC-006 y de 1,48% para la HC-008, para un total de indisponibilidad por los dos equipos de 1,82% (ver Apéndice 8)

Disponibilidad individual de cada uno de los equipos calculada en base a las horas de la Jornada de Trabajo:

Para el mes de Enero-03, la Disponibilidad de la HC-006 es de:

% Disponibilidad = [(263,5 Hr/Mes – 0 Hr Fallas)/ 263,5 Hr/mes]*100
% Disponibilidad = 100%

Los demás cálculos de la disponibilidad de la HC-006 y de la HC-008, de los meses restantes del año 2003 (ver Apéndice 8).

La disponibilidad de la HC-006 de 93,89% y para la HC-008 de 95,82%, con un promedio de 94,86%, por lo que también se puede observar una indisponibilidad de 6,11% para la HC-006 y de 4,18% para la HC-008 con promedio de 5,14%(ver Apéndice 8). Demostrando así que la disponibilidad de la HC-006, es menor que la de la HC-008, por presentar ésta más fallas que la otra unidad. Para los efectos de estos cálculos se usa las horas reales y no las horas empleadas por la Gerencia de Mantenimiento, ya que al no utilizar las horas de la Jornada de Trabajo se alteran los resultados dando

una disponibilidad mayor a la real, es importante hacer notar a la Gerencia de Mantenimiento que los cálculos que realicen en un futuro sean en base a la Jornada de Trabajo, la cual es de un turno único de 8,5 horas y no utilizar las 24 horas del día que son tres turnos de 8 horas cada uno.

Análisis detallado de la disponibilidad de los equipos empleados para el servicio de transporte de ánodos.

Para la HC-006, la disponibilidad de los equipos poseen valores entre un 100% y un 71%, este bajo porcentaje es ocasionado por la reparación del motor de la HC-006 y por paradas no programadas por fallas del equipo, lo que produjo paradas prolongadas y dando como resultado una baja disponibilidad del equipo para realizar los envíos. (ver Tabla 13)

Tabla 13 Horas de Fallas de la Gandola HC-006 para el año 2003.

N°	HC-006	Hr Fallas	Hr Fallas Acum	% Fallas	% Fallas Acum
A	Septiembre	22	22	17,2	17,2
B	Febrero	20	42	15,6	32,8
C	Mayo	19	61	14,8	47,7
D	Noviembre	15	76	11,7	59,4
E	Diciembre	12	88	9,4	68,8
F	Julio	12	100	9,4	78,1
G	Agosto	10	110	7,8	85,9
H	Abril	8	118	6,3	92,2
I	Enero	4	122	3,1	95,3
J	Octubre	3	125	2,3	97,7
K	Marzo	2	127	1,6	99,2
L	Julio	1	128	0,8	100,0
		128		100,0	

Fuente: Hr de Fallas Registradas Por Paradas, Según Reporte Diario de Fallas de los Equipos de HC

En la Tabla 13 se muestra las fallas de la gandola HC-006 para el año 2003. A continuación se presenta el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de las fallas del 2003 (ver Gráfico 1), durante el estudio de tiempos.

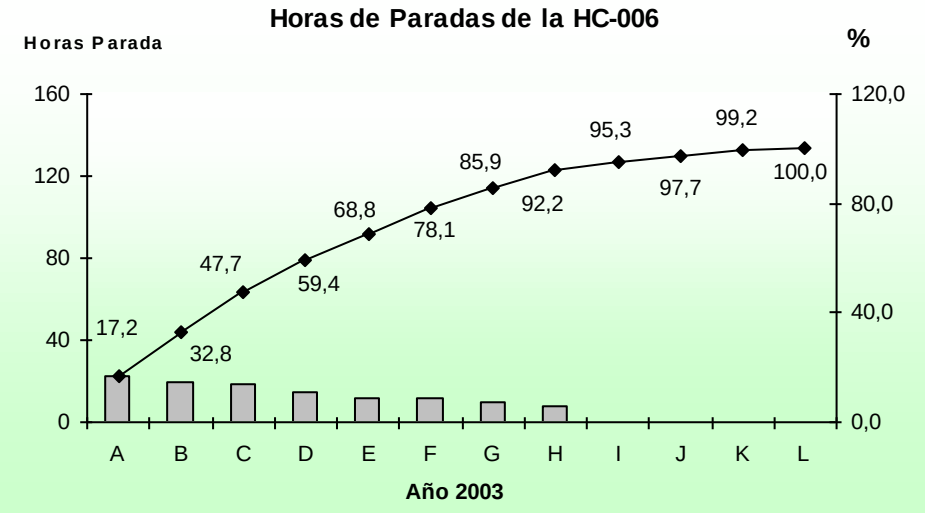


Gráfico 1 Diagrama de Pareto de las Horas de Parada de la Gandola HC-006.

La Gráfica 1 muestra la disponibilidad del equipo durante del año 2003, donde se pudo observar lo siguiente:

Los meses donde las fallas de los equipos fueron relevantes para la disponibilidad de la gandola, fue el mes de Septiembre con 22 horas de parada por concepto de reparaciones varias, valor que representa un 17,2% del total de fallas, luego le sigue el mes de febrero con 20 horas, mayo con 19, noviembre con 15, diciembre y julio con 12, con lo que se llega a un 78,1% de total.

Si comparamos se puede observar que la HC-008 presenta un mayor rendimiento, es decir, menos paradas que la HC-006, esto ocasionado a que su disponibilidad oscila entre 100% y 91%, en cambio la Hc-006 presenta disponibilidades entre 100% y 71% (ver Tabla 14)

Tabla 14 Horas de Fallas de la Gandola HC-008 para el año 2003.

N°	HC-008	Hr Fallas	Hr Fallas Acum	% Fallas	% Fallas Acum
A	Junio	74	74,0	39,1	39,1
B	Octubre	43	117,0	22,7	61,7
C	Agosto	12	129,0	6,3	68,1
D	Noviembre	12	141,0	6,3	74,4
E	Abril	10	151,0	5,3	79,7
F	Julio	9	160,0	4,7	84,4
G	Mayo	8,5	168,5	4,5	88,9
H	Septiembre	7	175,5	3,7	92,6
I	Marzo	6	181,5	3,2	95,8
J	Diciembre	5	186,5	2,6	98,4
K	Febrero	3	189,5	1,6	100,0
L	Enero		189,5		100,0
		189,5		100,0	

Fuente: Hr de Fallas Registradas Por Paradas, Según Reporte Diario de Fallas de los Equipos de HC

En la Tabla 14 se muestra las fallas de la HC-008, durante los meses del año 2003. A continuación se presentan el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de los fallas del equipo en el 2003 (ver Gráfico 2), durante el estudio de tiempos.

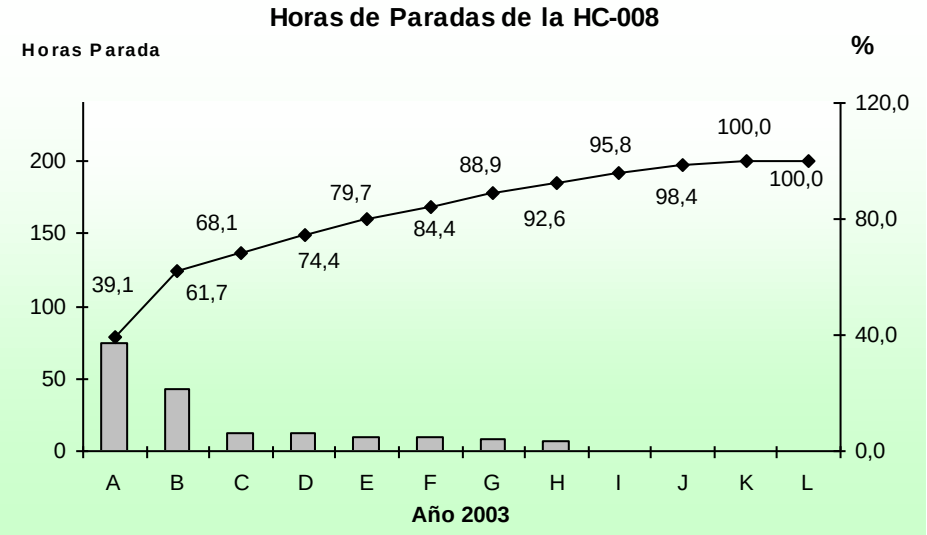


Gráfico 2 Diagrama de Pareto de las fallas de la Gandola HC-008.

La Gráfica 2 muestra las fallas de la HC-008, durante el año 2003, donde se pudo observar lo siguiente:

Los meses donde las fallas fueron de peso sobre el equipo fueron los meses de junio con 74 Horas de fallas el cual representa un 39,1% del total general de fallas, luego le sigue octubre con 43 horas, agosto con 12, noviembre con 12, y abril con 10, para un total de 79,7 %, horas que afectan el rendimiento de los despachos y traslados internos por la poca disponibilidad de la gandola.

Comparando valores observamos que para la HC-006, las horas de paradas por fallas son mas elevadas que la de la HC-008, pero las fallas son más recurrentes en la HC-008, por lo que se debe analizar el porque de las paradas y atacar los puntos débiles que hacen que los equipos sufran paradas, lo cual evita el cumplimiento efectivo de los traslados internos y externos de ánodos.

Hablado en líneas generales las horas de parada de la flota esta estructurada de la siguiente forma:

Tabla 15 Fallas de la Flota de Gandolas.

N°	Flota	Hr Fallas	Hr Fallas Acum	% Fallas	% Fallas Acum
A	Junio	43	43,0	27,1	27,1
B	Octubre	23	66,0	14,5	41,6
C	Septiembre	14,5	80,5	9,1	50,7
D	Mayo	13,8	94,3	8,7	59,4
E	Noviembre	13,5	107,8	8,5	67,9
F	Febrero	11,5	119,3	7,2	75,1
G	Agosto	11,0	130,3	6,9	82,0
H	Abril	9,0	139,3	5,7	87,7
I	Diciembre	8,5	147,8	5,4	93,1
J	Julio	5,0	152,8	3,1	96,2
K	Marzo	4,0	156,8	2,5	98,7
L	Enero	2,0	158,8	1,3	100,0
		158,8		100,0	

Fuente: Hr de Fallas Registradas Por Paradas, Según Reporte Diario de Fallas de los Equipos de HC

En la Tabla 15 se muestra las horas de fallas global de la flota para el año 2003. A continuación se presentan el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de las fallas en horas en el 2003 (ver Gráfico 3), durante el estudio de tiempos.

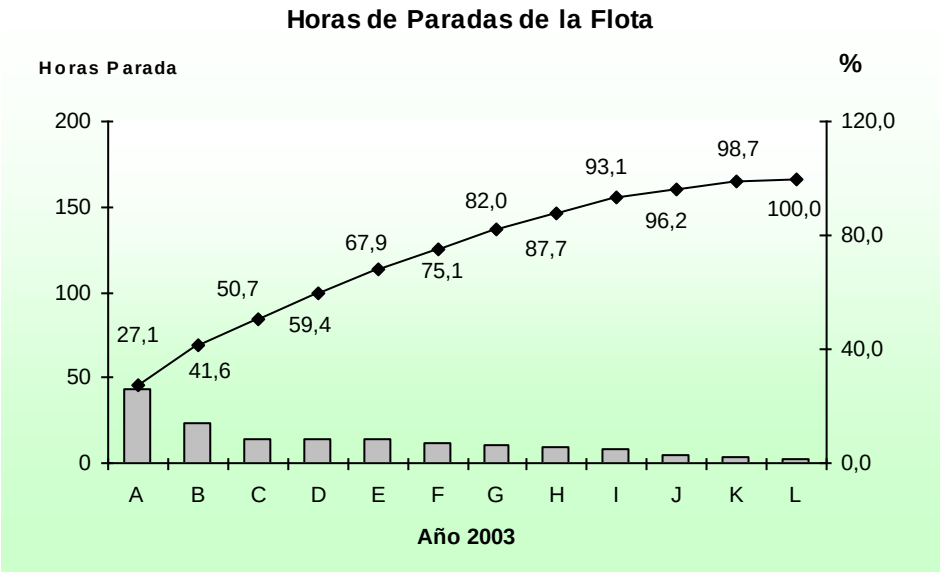


Gráfico 3 Diagrama de Pareto de las Fallas de la Flota

La Gráfica 3 muestra las horas de fallas de la flota para el año 2003, donde se pudo observar lo siguiente:

Los meses donde se presentaron más horas de fallas en los equipos fue el mes de junio con 43 horas, lo que representa un 27,1% del total general de fallas, luego octubre con 23 horas, septiembre con 14,5 horas, mayo con 13,8 horas, noviembre con 13,5 y febrero con 11,5 para un total de 75,1 % del total general de fallas.

Analicemos entonces las paradas de los equipos en el mes de julio y agosto (meses donde se realizó el seguimiento) de 2003, para poder determinar porque no se dispone de una disponibilidad de 100% para la flota, realizando un promedio de los dos meses, podemos verificar y atacar las causas que afectan la disponibilidad de la flota de gandolas.

Tabla 16 Fallas De la Flota Durante Julio y Agosto 2003

N°	Falla	J	A	Cant Prom.	Cant Acum.	%	%Acum.
A	Caucho	3	12	8	8	66,67	66,67
B	Batería	2	0	1	9	8,33	75,00
C	Machine Break	1	0	1	10	8,33	83,33
D	Fuga de Aire	1	0	1	11	8,33	91,67
E	Encendido	0	1	1	12	8,33	100,00
				12		100,00	

Fuente: Hr de Fallas Registradas Por Paradas, de los Informes de la Superintendencia de Mantenimiento

En la Tabla 16 se muestra que la principal causa de las fallas y paradas de los equipos esta relacionada con los cauchos, luego están las baterías, machine break, fuga de aire y encendido, cabe destacar que estos fueron los motivos que se presentaron durante los meses de Julio y Agosto.

A continuación se presentan el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de las fallas presentadas en los meses de julio y agosto 2003 (ver Gráfico 4), durante el estudio de tiempos.

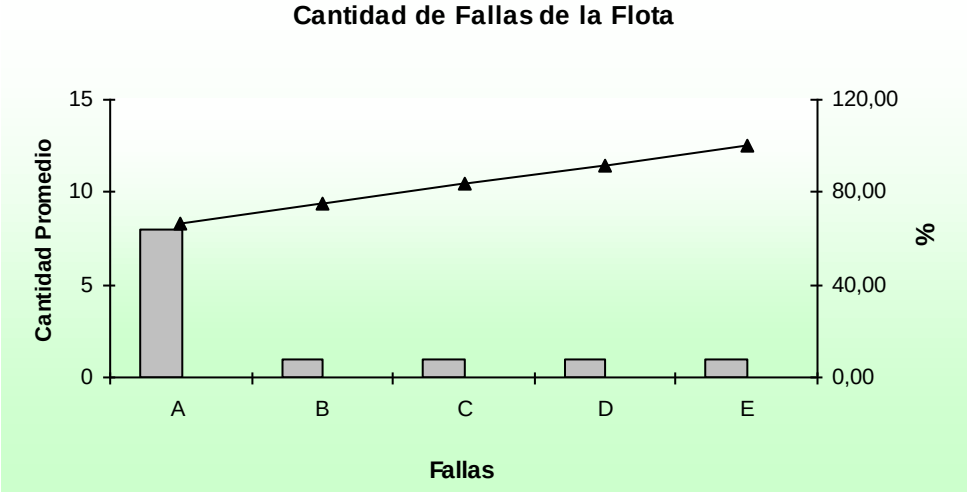


Gráfico 4 Diagrama de Pareto de las Fallas Registradas en Julio y Agosto 2003

La gráfica 4 muestra los costos de cada uno de los elementos tomados a consideración para el estudio del año 2003, donde se pudo observar lo siguiente:

Los cauchos representan la principal causa de las paradas por fallas de la flota de gandolas de C.V.G. CARBONORCA para los meses de julio y agosto de 2003. El 80% de importancia o razones de fallas o paradas están relacionados con los cauchas y baterías. Las razones determinantes de que estos costos se dispararan se reflejan en el diagrama de Ishikawa (ver Figura 42), las causas son las siguientes:

Analizando detalladamente el por que del pedido de cada uno de los repuestos solicitados a Almacén se tienen los siguientes análisis:

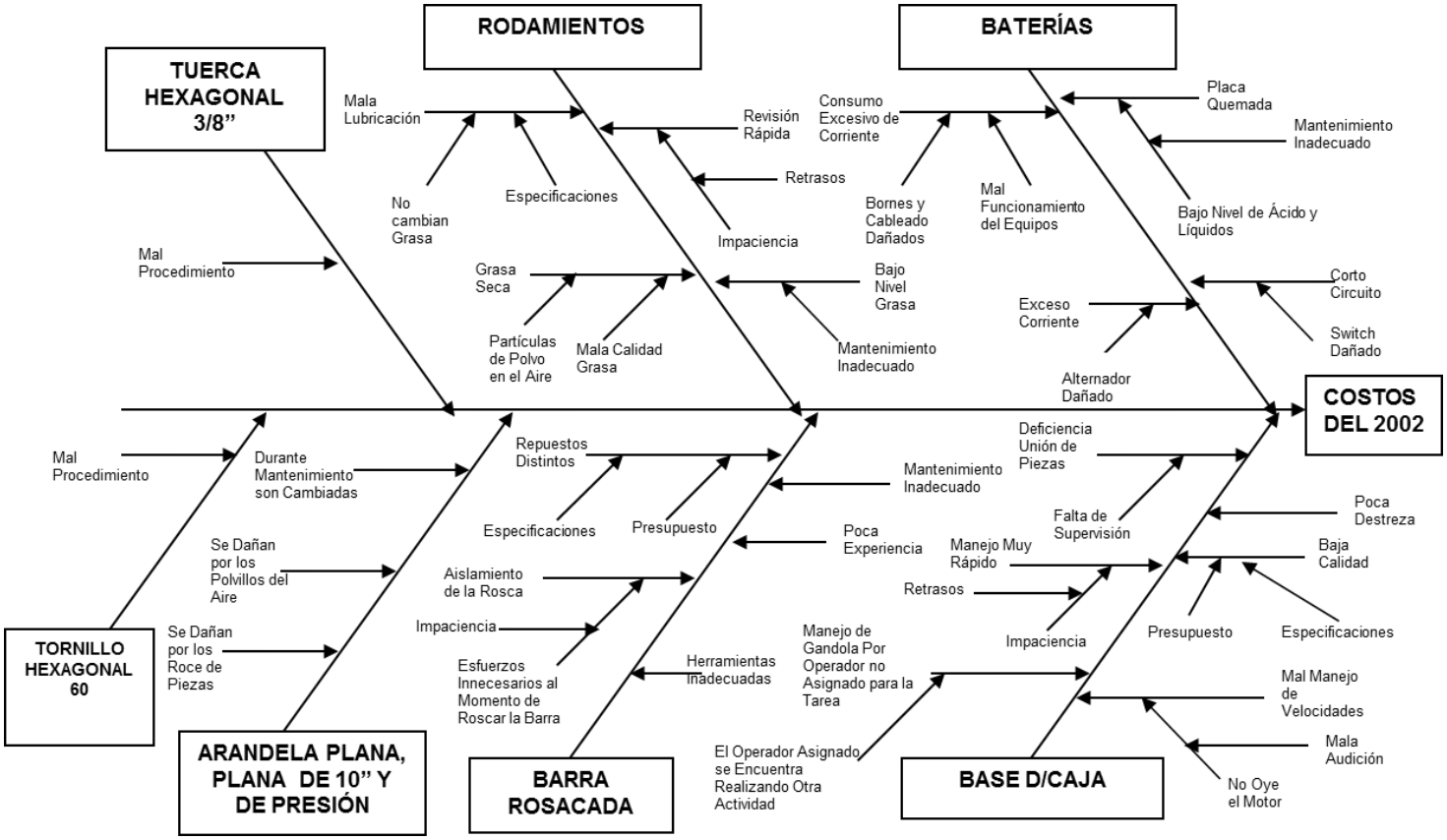
1. Cauchos: la causa del cambio continuo de los cauchos, están relacionadas a que cuando se realiza el mantenimiento preventivo de los equipos, no se revisa el estado de los mismos, (deben realizar otra actividad y tienen poco tiempo para realizarla) por lo que no se corrobora si en realidad la vida útil de estos expiro, también pueden ser causa de que los gusanillos posean algún defecto que ocasione que los cauchos se desinfle con periodicidad, o posean bajo nivel de aire. Irregularidades del terreno por donde pasan las gandolas lo que ocasiona que se le incrusten objetos y provoque la salida del aire del caucho
2. Baterías: las causas de cambios están ligadas con cortos circuitos ocasionados por los switchs de encendido, o exceso de corriente por el alternador dañado, fin de la vida útil de la batería, consumo excesivo de corriente por cables dañados o mal funcionamiento del equipo a razón de su vida útil, mantenimientos inadecuados y revisiones rápidas impidiendo la verificación de todo el sistema eléctrico del equipo.
3. Machine brak: el motivo relacionado con la parada de la gandola por este concepto viene dado porque las gomas (o´ring) que lleva esta pieza se

dañan por el pase de aceite debido a que el compresor se encuentra dañado, bien sea el desgaste o rotura de los anillos, a porque la vida útil de la goma (o´ring) a llegado a su fin.

4. Fuga de aire: Las paradas del equipo en función de esta falla esta originado porque el tubo de aire esta dañado, esto ocasionado por el exceso de pase de aire por el mismo, consecuencia de que el compresor se encuentre dañado, es decir, los anillo se encuentran desgastados o partidos.
5. Encendido: las fallas de este tipo están relacionadas con cortos circuitos del cableado, mal contacto o por dejar el switch del encendido pasado, haciendo con esto que se dañe el encendido de la gandola.

    -

Figura 42 Diagrama Causa – Efecto De Fallas Julio – Agosto 2003



6.8 ANÁLISIS DEL PRECIO UNITARIO DEL MANTENIMIENTO PREVENTIVO Y SERVICIO DE TRANSPORTE

Durante el periodo de tiempo que se realizó el estudio se analizó el precio unitario del mantenimiento preventivo de la flota de gandolas de C.V.G. CARBONORCA con el uso del formato suministrado por la Coordinación de Ingeniería Industrial, el cual expresa el valor en Bs/Mes y en Bs/Ton (ver Apéndice 10), el costo de mantener en funcionamiento los equipos mensualmente es de Bs: 5.839.232,78; y con un valor de Bs: 583,38 por tonelada; por concepto de materiales y mano de obra (el valor de la mano de obra de Taller Equipo Móvil, fue sacado del SAP, donde se obtiene los costos por concepto de materiales solicitados a Área de Almacén, sueldos, beneficios, contrataciones de apoyo para mantenimiento, entre otros con un valor de Bs: 109.099.928,00). Es de hacer notar que el plan de mantenimiento preventivo de la flota de chutos es realizado cada mes con una duración de 5 Hr por equipo. Para el cálculo de los costos de este mantenimiento se trabajó con el plan de ventas del año 2003 (ver Apéndice 9). El costo anual por los dos (2) equipos es de Bs. 70.070.793,31 al año.

Para el cálculo del mantenimiento preventivo se realizaron los siguientes parámetros:

1. Se definieron los materiales necesarios para realizar el mantenimiento tomando en cuenta la cantidad que se necesita para los dos Camiones Mack, así como los costos por concepto de mano de obra
2. Se definió el factor de cada material y mano de obra, tomando en cuenta que la estimación de precio unitario está definida en meses, por lo tanto los factores son mensuales
   a. En el caso de ser un cambio mensual el factor es uno (1)

b. De ser cada tres (3) meses el factor está dado de la división de uno (1) entre tres (3); y así sucesivamente.

c. Para el caso de la mano de obra se trabajo en función de las horas mensuales de mantenimiento que se le realiza a los equipos en comparación con las horas totales aplicadas a la flota de vehículos tanto livianos como pesados de la empresa.

3. El precio de cada material fue suministrado por el sistema SISA, sistema manejado por el área de Almacén para manejar el inventario y costo de cada material que se encuentra en el mismo, en el caso de la mano de obra fue sacado de Sistema SAP, donde se manejan los costos mensuales de toda el área de Taller Central y Equipo Móvil.
4. El precio unitario es dado por la división de la cantidad de Bs/mes entre el promedio de Ton/Mes dado por el programa de ventas desde Enero hasta Diciembre 2003. (ver Apéndice 9)

El costo por servicio es de Bs. 1.190,11 por tonelada con un total por año de Bs. 142.945.131,28 al año (ver Apéndice 11). Para el cálculo del costo del servicio de transporte ofrecido por C.V.G CARBONORCA, se tomaron los siguientes aspectos:

1. Los materiales usados son el gas-oil, el mantenimiento preventivo, y el mantenimiento correctivo, que es el 20% del costo actual de los dos (2) Camiones Mack.
2. Los equipos usados son el costo actual de las dos gandolas obtenido por el Método de Ross (ver Apéndice 14) y el seguro de responsabilidad civil, información dada por el Departamento de Seguros.
3. El costo del pago por horas hombre del Operador de Gandola, viene del la ponderación del pago por hora normal, mixtas y sobretiempo.

4. Los factores en el caso del gas-oil, es de los viajes al día, kilometraje recorrido, promedio de consumo multiplicado por los días hábiles de trabajo al mes, el de mantenimiento correctivo de la división de uno (1) entre los días del año por los meses del año (12 meses), para el seguro es uno (1) por ser mensual, el de la depreciación de las gandolas, y el de el pago del operador el factor es la multiplicación de las horas semanales (42 Hr/Serm) las semanas del año (52 sem/año), entre los doce (12) meses del año.

6.9 ANÁLISIS DE LOS PEDIDOS DE REPUESTOS DEL AÑO 2002 Y 2003 DE LA FLOTA DE GANDOLAS DE C.V.G. CARBONORCA.

En el periodo de estudio de tiempos realizado en CARBONORCA, se contabilizaron costos que ocasionaron demoras por concepto de reparaciones no programadas de la flota los cuales asociados a la disponibilidad de los equipos, influyeron en la toma de tiempos para los cálculos del trabajo en el caso del año 2003. Estos elementos que incurrieron en costos se presentaron por diversas razones, por lo que deben ser analizadas y determinar su impacto tanto en la disponibilidad de la flota como en los costos asociados a los mismos. Se evaluaron las dos (2) gandolas de la empresa, ya que de una u otra forma pueden verse los dos (2) equipos afectados por las fallas de estos. La cantidad de repuestos pedidos en el año 2002, por concepto de reparaciones no estimadas dentro del mantenimiento preventivo de la flota puede observarse en el Apéndice 15

En dicho apéndice se muestra que las arandelas planas 10” representan el repuesto más pedido del año 2002, luego le siguen los tornillos hexagonales, arandelas de presión y arandela plana, seguido del tornillo hexagonal 3/8" la base de soporte de caja, barra roscada, batería y rodamientos. Realizando el diagrama de pareto (ver Apéndice 15), de los repuestos más pedidos del 2002 se observa que las arandelas planas 10”, es el elemento más repetido

(en pedidos) del total de repuestos pedidos a almacén. El 80% significativo o de causa asignables por pedidos corresponden a las arandelas 10”, tornillo hexagonal, arandela de presión.

Para el año 2002, las variantes de consumo de repuestos en función del costos de cada repuesto fueron de un total de Bs: 688.238,58; donde los costos totales del año oscilan entre Bs: 5.217,30 y Bs: 341.250,00. Analicemos entonces las razones por las cuales se dan los costos elevados de este año. (ver Tabla 17).

Tabla 17 Resumen de Costos Flota de Gandolas Año 2002.

N°	DESCRIPCIÓN	Bs/Año	Bs/acum.	%	% Acum
A	BATERÍA	341.250,00	341.250,00	49,6	49,6
B	TORNILLO HEXAGONAL 60X60MM	197.100,00	538.350,00	28,6	78,2
C	BASE SOPORTE D/CAJA	43.200,00	581.550,00	6,3	84,5
D	RODAMIENTO RIGIDO D/BOLA	30.400,24	611.950,24	4,4	88,9
E	ARANDELA PLANA	29.395,04	641.345,28	4,3	93,2
F	ARANDELA PLANA 10”	19.200,00	660.545,28	2,8	96,0
G	BARRA ROSCADA 3/8"	15.680,00	676.225,28	2,3	98,3
H	TUERCA HEXAGONAL 3/8"	6.796,00	683.021,28	1,0	99,2
I	ARANDELA DE PRESIÓN	5.217,30	688.238,58	0,8	100,0
		688.238,58		**100,0**	

Fuente: Programa de Pedidos de Repuestos a Almacén SAP

En la Tabla 17 se muestra que las baterías representan el repuesto de elevado costo para el año 2002, seguido de los tornillos hexagonales, base o soporte de caja, rodamientos, arandela plana, arandelas planas 10”, luego la barra roscada, tuercas hexagonales y arandelas de presión. A continuación se presentan el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de los repuestos más pedidos del 2002 (ver Gráfico 5).

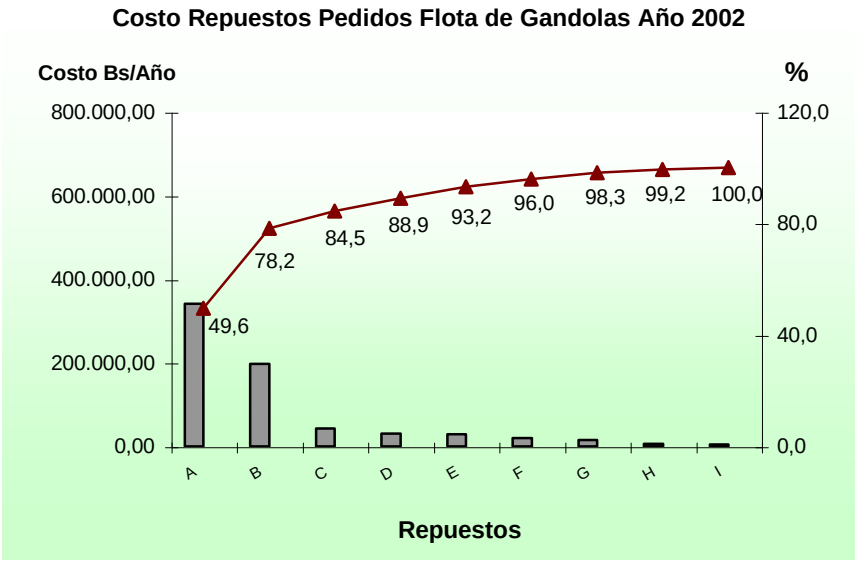


Gráfico 5 Diagrama de Pareto de los costos de repuestos correctivos de la flota de gandolas.

La Gráfica 5 muestra los costos de cada uno de los elementos tomados a consideración para el estudio del año 2002, donde se pudo observar lo siguiente:

La batería representa el costo más elevado de 2002. El 80% de importancia o razones de costos elevados están relacionados con las baterías y los tornillos hexagonales. Las razones determinantes de que estos costos aumentan se reflejan en el diagrama de Ishikawa (ver Figura 43), las causas son las siguientes:

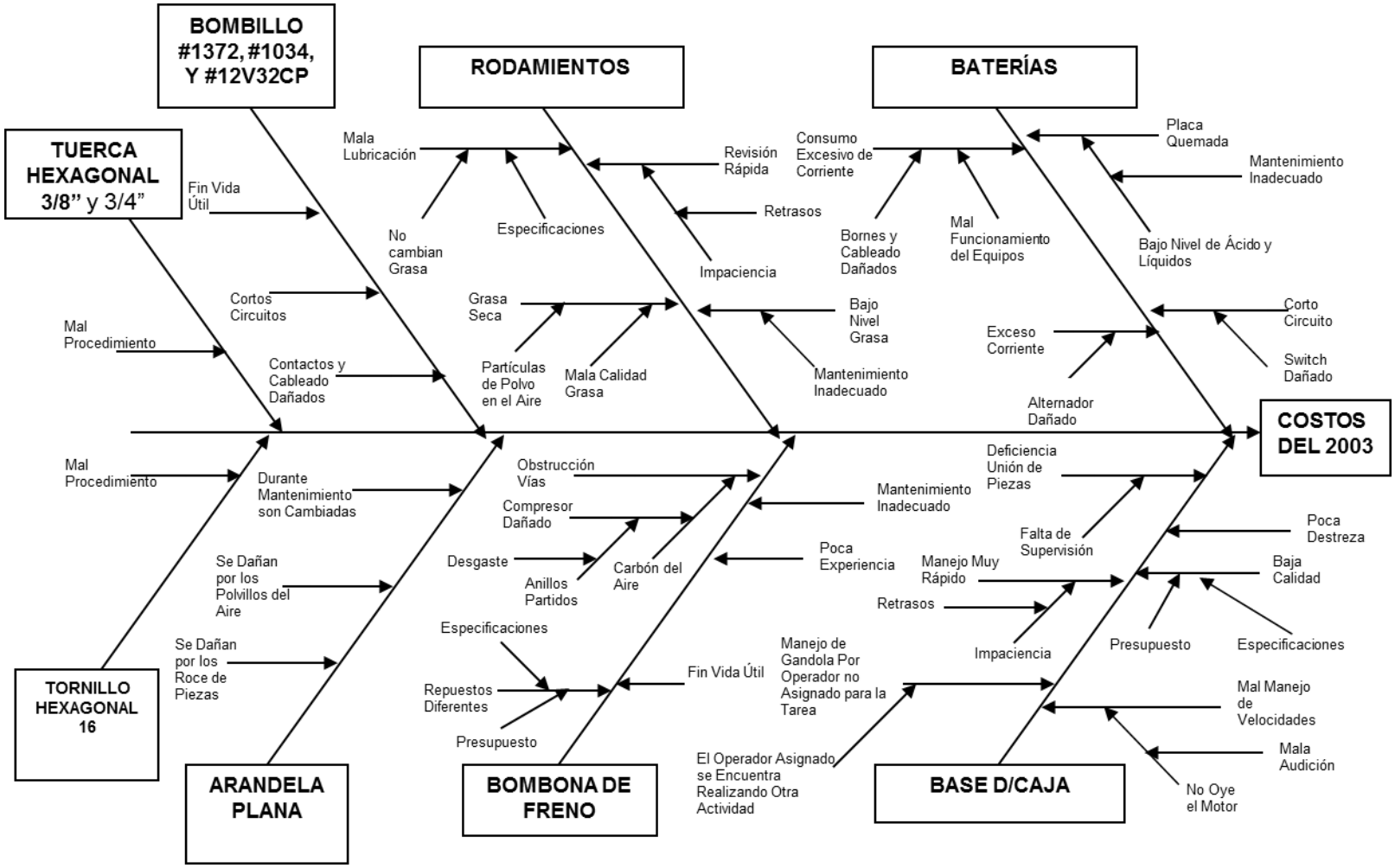
Analizando detalladamente el por que del pedido de cada uno de los repuestos solicitados a Almacén se tienen los siguientes resultados:

1. <u>Baterías:</u> las causas de cambios están ligadas con cortos circuitos ocasionados por los switchs de encendido, o exceso de corriente por el alternador dañado, fin de la vida útil de la batería, consumo excesivo de corriente por cables dañados o mal funcionamiento del equipo originado

por su vida útil, mantenimientos inadecuados y revisiones rápidas impidiendo la verificación de todo el sistema eléctrico del equipo.

2. Base o soporte de caja: los motivos del daño de esta base están relacionadas con poca destreza del manejo del equipo, mal manejo de las velocidades, manejo muy rápido, no sabe arrancar el chuto, también se le atribuye la calidad de la pieza empleada, y el fin de la vida útil por mal manejo del equipo.
3. Rodamientos rígidos de bola: los cambios de los rodamientos rígidos de bola de la flota; son debidos a la falta de mantenimiento adecuado, mala lubricación, falta de revisión para verificar si se encuentra la grasa seca por efectos del polvo producido por los carbones o la alúmina (polvos que entran directamente en contacto con los Chutos durante los recorridos internos y externos).
4. Barra Roscada: se dañan por mantenimiento inadecuado, falta de conocimiento o poca experiencia de cómo se cambian las piezas. Esto se debe tratar mediante la realización de un mantenimiento adecuado, donde se garantice que el operador conozca como realizar el cambio de la pieza.
5. Tuerca hexagonal 3/8”: se deben a la mala colocación de las piezas, exceso de torque sobre las piezas ocasionando aislamientos de la rosca de la tuerca.
6. Arandela plana, plana de 10” y de presión: se piden a almacén por concepto de perdida de piezas durante el mantenimiento, desgaste de las mismas por roce de partes en contacto con estas, se corroen por el contacto con el polvillo del aire, o simplemente son cambiadas durante el mantenimiento porque así lo amerite.
7. Tornillo hexagonal 60: al igual de las tuercas se cambian por aislamiento.

Figura 43 Diagrama Causa – Efecto Consumo de Repuestos 2002.



Cantidad de repuestos pedidos en el año 2003, por concepto de reparaciones no estimadas dentro del mantenimiento preventivo de la flota pueden ser observadas en el Apéndice 16. En el cual se muestra que las arandelas planas representan el repuesto más pedido del año 2003, luego los tornillos hexagonales, tuerca hexagonal 3/8", tuerca hexagonal de 3/4", bombillos #1034, bombillos # 12V32CP, y el bombillo # 1372, rodamientos, base de soporte de caja, luego la bombona de freno, y la batería. Al realizar el diagrama de pareto (ver Apéndice 16), de los repuestos más pedidos del 2003, las arandelas planas, es el elemento más repetido (en pedidos) del total de repuestos pedidos a almacén por segundo año consecutivo. El 80% de importancia o de origen asignables por pedidos corresponden a las arandelas 10", tornillo hexagonal 16.

Para el año 2003, las variantes de consumo de repuestos en función de los costos de cada repuesto fueron de un total de Bs: 910.440,60; donde los costos totales del año oscilan entre Bs: 6.976,00 y Bs: 420.000,00. Analicemos entonces los costos de este año. (ver Tabla 18).

Tabla 18 Pedidos de Repuestos Durante el Año 2003

Nº	DESCRIPCIÓN	Bs/Año	Bs/Acum	%	% Acum
A	BOMBONA DE FRENO	420.000,00	420.000,00	46,1	46,1
B	BATERÍA	136.500,00	556.500,00	15,0	61,1
C	TORNILLO HEXAGONAL 16	87.600,00	644.100,00	9,6	70,7
D	RODAMIENTO RIGIDO D/BOLA	76.000,60	720.100,60	8,3	79,1
E	BOMBILLO #1372	50.000,00	770.100,60	5,5	84,6
F	BASE O SOPORTE D/CAJA	38.400,00	808.500,60	4,2	88,8
G	TUERCA HEXAGONAL DE 3/4"	28.160,00	836.660,60	3,1	91,9
H	BOMBILLO #1034	24.000,00	860.660,60	2,6	94,5
I	BOMBILLO # 12V32CP	23.784,00	884.444,60	2,6	97,1
J	ARANDELA PLANA	19.200,00	903.644,60	2,1	99,3
K	TUERCA HEXAGONAL 3/8"	6.796,00	910.440,60	0,7	100,0
		910.440,60		**100,0**	

En la Tabla 18 se muestra que la bombona de freno representa el repuesto de elevado costo para el año 2003, seguido por las baterías, los tornillos hexagonales, rodamientos, bombillo #1372, base o soporte de caja, tuerca hexagonal 3/4”, bombillo #1034, bombillo #12C32VP, arandela plana, y tuercas hexagonales 3/8”.

A continuación se presentan el diagrama de pareto (ver Anexo 1), de los repuestos más pedidos del 2003 (ver Gráfico 6), durante el estudio de tiempos.

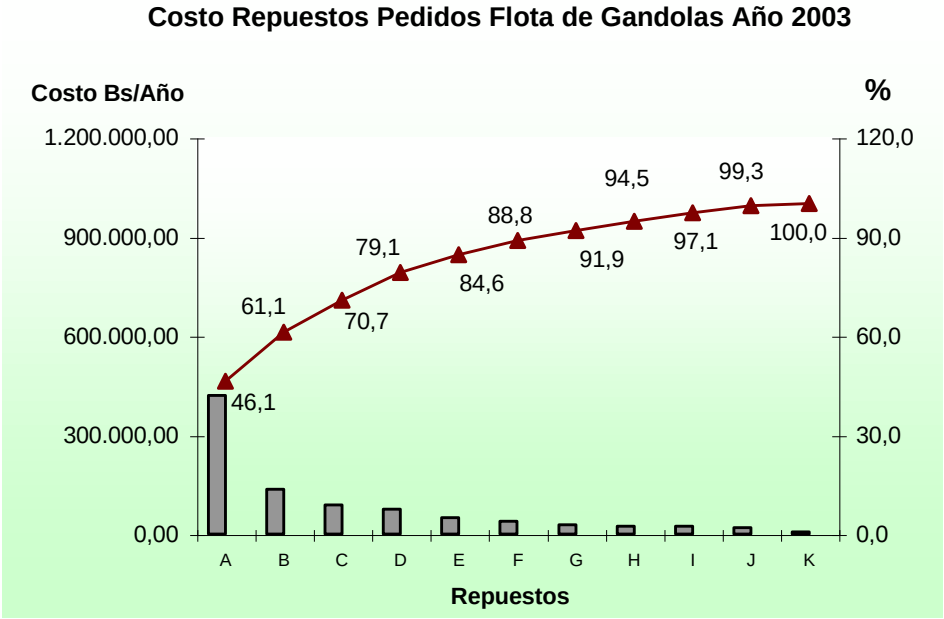


Gráfico 6 Diagrama de Pareto de los costos de repuestos correctivos de la flota de gandolas 2003

La Gráfica 6 muestra los costos de cada uno de los elementos tomados a consideración para el estudio del año 2003, donde se pudo observar lo siguiente:

La bombona de freno representa el costo más elevado de 2003. El 80% de importancia o causas de costos elevados están relacionados con las

bombonas de freno, baterías, tornillos hexagonales 16 y rodamientos rígidos de bola. Las razones determinantes de que estos costos se incrementen se reflejan en el diagrama de Ishikawa (ver Figura 44), las causas son las siguientes:

Analizando detalladamente el porque del pedido de cada uno de los repuestos solicitados a Almacén se tienen los siguientes deducciones:

1. Baterías: las causas de cambios están ligadas con cortos circuitos ocasionados por los switchs de encendido, o exceso de corriente por el alternador dañado, fin de la vida útil de la batería, consumo excesivo de corriente por cables dañados o mal funcionamiento del equipo originado por su vida útil, mantenimientos inadecuados y revisiones rápidas impidiendo la verificación de todo el sistema eléctrico del equipo.
2. Base o soporte de caja: los motivos del daño de esta base están ligadas con poca destreza del manejo del equipo, mal manejo de las velocidades, manejo muy rápido, no sabe arrancar el chuto, también se le atribuye la calidad de la pieza empleada, y el fin de la vida útil por mal manejo del equipo.
3. Rodamientos rígidos de bola: los cambios de los rodamientos rígidos de bola de la flota; son debidos a la falta de mantenimiento adecuado, mala lubricación, falta de revisión para verificar si se encuentra la grasa seca por efectos del polvo producido por los carbones o la alúmina (polvos que entran directamente en contacto con los Chutos durante los recorridos internos y externos).
4. Bombona de freno: las causas por las cuales se cambia una bombona de freno a una gandola, es porque el compresor se encuentra dañado, por lo que se deben hacer chequeos del compresor del equipo y verificar el estado de los anillos, otra causa puede ser que los repuestos usados sean diferentes a los anteriormente usados, o diferentes a los que

recomienda la empresa fabricante de la gandola, mantenimiento inadecuado y revisiones rápidas durante el mantenimiento de las mismas. Se sugiere para este caso que se realice durante le mantenimiento preventivo, revisiones de los compresores ya que esta es la principal causa del daño de la bombona de freno.

5. Tuerca hexagonal 3/8” y 3/4”: se deben a la mala colocación de las piezas, exceso de torque sobre las piezas ocasionando aislamientos de la rosca de la tuerca.
6. Arandela plana: se piden a almacén por concepto de desgaste de las mismas por roce de partes, se corroen por el contacto con el polvillo del aire, o simplemente son cambiadas durante el mantenimiento porque así lo amerite.
7. Tornillo hexagonal 16: al igual de las tuercas se cambian por aislamiento.
8. Bombillo #1372, #1034, y #12V32CP: las principales causas de que sean pedidos del stock de almacén es por motivos de cortos en el cableado y contactos, cables dañados, o porque la vida útil del bombillo expiro.

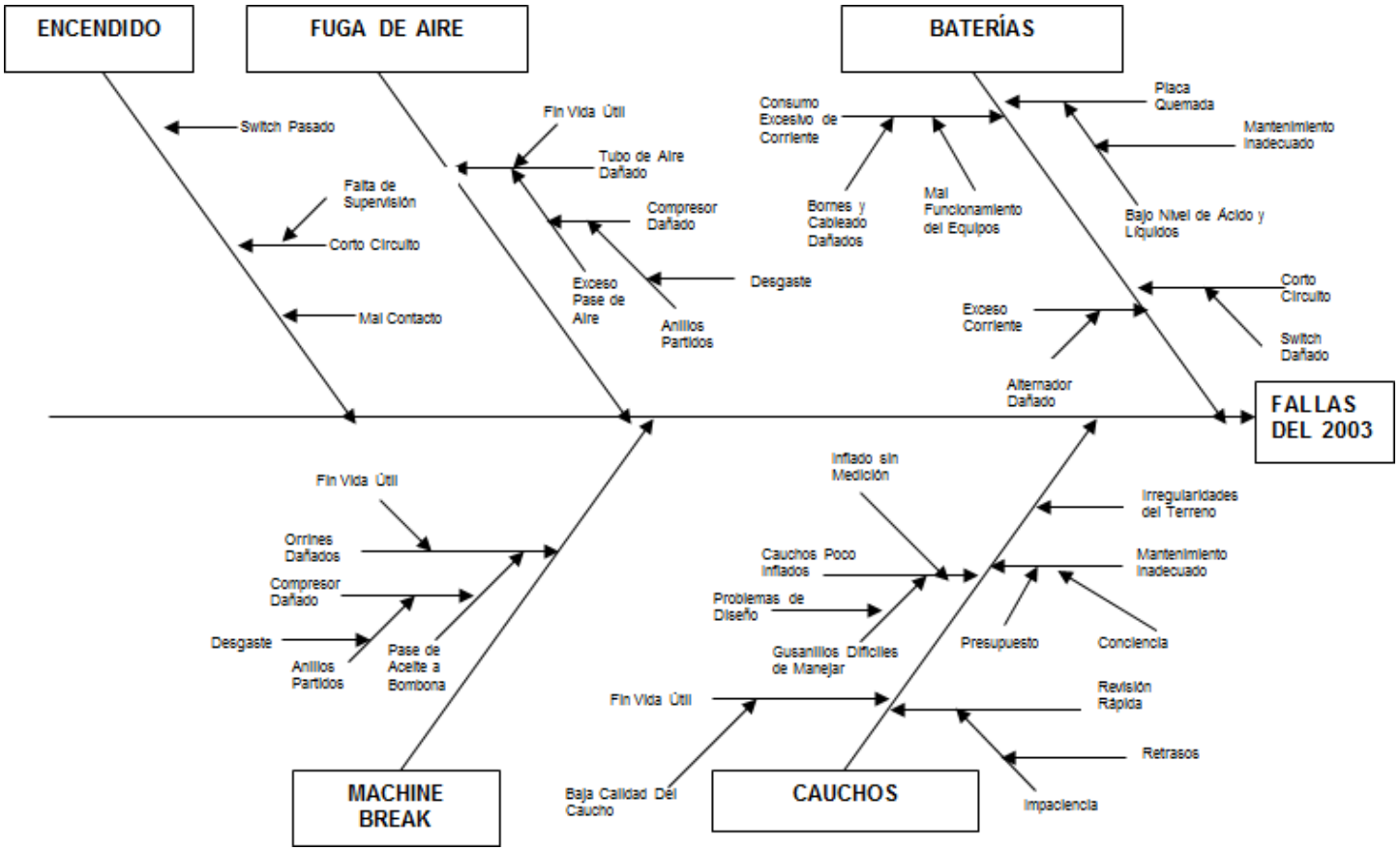


Figura 44 Diagrama Causa – Efecto Consumo de Repuestos 2003

6.10 ANALISIS DE INVERSIONES

El respectivo análisis de inversión de la Superintendencia de Hornos de Cocción para los equipos móviles pesados, se realizaron con la metodología de evaluación establecida en la Coordinación de Ingeniería Industrial. Esta metodología consta de la elaboración de un informe de la inversión, según el siguiente formato:

- ✓ Antecedentes.
- ✓ Objetivo.
- ✓ Alcance.
- ✓ Metodología.
- ✓ Análisis de la Situación Actual.
- ✓ Resultados.
- ✓ Conclusiones y Recomendaciones.

En este Capítulo se muestran las evaluaciones de la inversión de cada una de las alternativas por separado, presentando el resultado correspondiente a cada una de las evaluaciones realizadas.

Objetivo:

Realizar evaluaciones económicas para determinar la alternativa más conveniente para el servicio de transporte de ánodos de carbón en gandolas para la empresa C.V.G. CARBONORCA.

Alcance:

Este estudio, esta destinado a evaluar los aspectos económicos de las alternativas planteadas para el servicio de transporte de ánodos de carbón de la empresa C.V.G. CARBONORCA, necesarios para el análisis de factibilidad. Aplicada al servicio de transporte de C.V.G CARBONORCA a VENALUM, ALCASA, y viceversa, y el transporte interno de ánodos verdes y cocidos como cabos y ánodos rechazados, con el uso de dos (2) gandolas propiedad de C.V.G CARBONORCA, y Operario de Gandola contratado.

Metodología

Para realizar la evaluación Económica de estas inversiones se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Entrevistas con el personal de Hornos de Cocción y Operarios de Gandolas.
- ✓ Inspección de las unidades que se planean evaluar.
- ✓ Consulta y actualización de los precios de las gandolas.
- ✓ Evaluación económica.
- ✓ Conclusiones y recomendaciones.
- ✓ Elaboración del informe.

Situación Actual

Se cuenta con dos (2) gandolas propiedad de C.V.G. CARBONORCA, con las cuales se realiza el transporte interno y externo de ánodos verdes y cocidos buenos y rechazados así como de cabos.

La capacidad de carga depende del tipo de ánodo, si es traslado externo, se realizan cargas de cincuenta (50) ánodos en caso de ser Servicio de Cocción Alcasa, Maquila Alcasa 1422mm, o Venta Directa Venalum y cabos de los antes mencionados, y de ochenta (80) ánodos en caso de ser Maquila Alcasa 1140mm de igual forma se transportan los cabos de este tipo. En caso de ser transporte interno, la capacidad de ánodos es mayor, en caso de ser Servicio, Venta Directa, Maquila 1422mm, son cargados con sesenta y cuatro (64) ánodos, los Maquila 1140mm son de noventa y seis (96) ánodos, y los Ormet que es solo traslado interno con ciento sesenta y ocho (168).

Los equipos tienen prestando el servicio alrededor de trece (13) años, en vista de esto se considera realizar un análisis de precios unitarios para ver los costos de mantenimiento preventivos de la flota, los costos de reparar los equipos, y de esta forma establecer alternativas para mejorar el servicio de traslado brindado a las empresas reductoras del aluminio.

Se plantean las siguientes propuestas las cuales serán evaluadas:

- ✓ Comprar gandolas nuevas.
- ✓ Contratar servicio, alquilar gandolas para el transporte.
- ✓ Vender gandolas y que la forma de pago sea el servicio prestado a la empresa.
- ✓ Repotenciar la gandola HC-008 y vender gandola HC-006.
- ✓ Repotenciar la gandola HC-008, vender gandola HC-006, y comprar Tractor D7R para transporte interno

6.10.1 *AVALÚO DE LAS CONDICIONES DE LOS EQUIPOS*

Para este punto se toma en cuenta los factores de mantenimiento de las gandolas, los factores de mercado así como el factor de tecnología, cuando se evaluó el factor de mantenimiento, se hizo el llenado de la hoja

suministrada por la Coordinación de Ingeniería Industrial (ver Apéndice 13), donde a cada uno de los elementos que conforman el equipo se le pondera con un peso en porcentaje, el cual es multiplicado por el porcentaje de la condición en la que se encuentren; información suministrada por Taller de Equipo Móvil quien realizó la inspección del equipo ponderándolo con una condición de nuevo, muy bueno, bueno, regular, dañado y no tiene, para luego el resultado de la multiplicación sea sumado y obtener el porcentaje de condición de cada uno de los dos equipos. Seguidamente se valora el factor de mercado, el cual nos indica la demanda que posee el equipo al ser vendido hoy en día, su porcentaje es de 80%, el factor de tecnología que es la obsolescencia que presentan los equipos ante el modelo actual de la gandola Mack, es de 55%, el valor actual de una gandola Mack es de $ 100.000,00.

Los factores de mantenimiento de cada uno de los chutos es de 49,97% para la HC-006 y de 65,57% para la HC-008 (ver Apéndice 13), valores que al ser promediados representan un porcentaje de condición de 57,77% el cual se considera aceptable para realizar los trabajos de traslado internos y externos tomando en cuenta que la vida de los equipos prestando el servicio de traslado a la empresa es de trece (13) años, además de esto se puede agregar que el porcentaje de la HC-008 es mayor que la HC-006, debido a que a este se le reconstruyó recientemente el motor.

Al utilizar el Método de Ross para depreciar los equipos, el valor de la gandola desciende a Bs: 169.687.500,00; (ver Apéndice 12) el cual viene dado por la vida útil del equipo, la vida aparente y el valor residual, que varia con un porcentaje de 5% a 10%, para el efecto del estudio se utilizó 8%, para obtener el valor de cada uno de los equipos, es decir, el avalúo de cada una de las gandolas de la flota, se multiplicó lo que sería el avalúo, por cada uno de los porcentajes, tanto de mantenimiento, de mercado y de tecnología, por

lo que se obtiene un valor de Bs: 37.308.105,00 para la HC-006, y de Bs: 48.955.455,00 para la HC-008. Para un total de Bs: 86.263.559,00 entre los dos equipos, lo que se consideraría como un valor actual en caso de venderse las dos (2) gandolas.(ver Apéndice 14)

6.10.2 *EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE SERVICIO*

Para cada una de las alternativas se usará una tasa de interés del 15%, se estimara la eficiencia de la inversión por medio de la inversión y el valor presente neto, la vida útil del equipo a ser evaluado es de diez (10) años en caso de ser nuevos o alquilados y para el caso de repotenciar la vida útil será de tres (3) años, para el Tractor D7R la vida útil será de cinco (5) años, se utilizará la técnica de evaluación económica del CAUE para evaluar las alternativas y escoger la de menor costo. El costo de transporte de nuestros productos es de 1.500,00 Bs/Ton con un promedio de 67.939,60 Ton/Año.

El precio facturado por la empresa por concepto de alquiler de gandolas es de 2.850,00 Bs/Ton, cuando se realiza la facturación del producto para pagar a la empresa que realiza el servicio de transporte se cotiza al mismo precio de 2.850,00 Bs/Ton. El promedio mensual de toneladas transportadas es de 67.939,60 Ton/Año. Y con respecto al transporte interno se realiza un movimiento de 60.093,96 Ton/Año donde se asume un costo por transporte del 20% del costo de la facturación anual de 2.850,00 Bs/Ton, es decir, Bs. 570,00 por tonelada.

Para la alternativa de comprar un Camión Mack con plataforma se hace el cálculo para una gandola porque el requerimiento de la empresa es de una (1) gandola para cumplir con sus despachos y movimientos internos de ánodos, para cada alternativa a ser evaluada se deben considerar los siguientes aspectos:

ALTERNATIVA "A" COMPRAR GANDOLA NUEVA Y VENDER CAMIONES MACK HC-006 Y HC-008

1.- **La inversión inicial**: para obtener la inversión, se buscó en internet (http://www.camionesybuses.com/index-pre.htm), el costo de un Camión Mack R-600 y una plataforma de quince (15) mts de largo, siendo el costo de un equipo nuevo para el 2003, de $ 100.000,00; es de hacer notar que este precio es cambiante debido al momento de transición que se vive actualmente en Venezuela.

2.- **Costo de mantenimiento** que es un costo asociado al mantenimiento de un equipo nuevo, el cual empieza en el año 2005 con un costo del 5% de la inversión inicial, y para los años siguientes se hace una progresión del 2% sobre la inversión cada año hasta el año 2014.

3.- **Beneficios o ingresos** para el año cero (0) se tiene un ingreso por la venta de los equipos desincorporados cuyo precio mínimo es el valor del avalúo (ver Apéndice 14), a partir del año uno (1) será la facturación de las toneladas transportadas mensualmente con un promedio de 67.939,60 Ton/Año por el costo de transporte de nuestros productos, es decir, Bs. 1.500,00 Bs/Ton

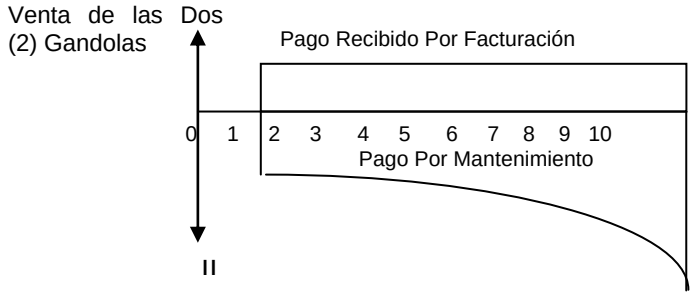


Figura 45 Diagrama de Flujo de Caja Alternativa "A"

ALTERNATIVA "B" VENDER CAMIONES MACK HC-006 Y HC-008 Y ALQUILAR CAMIONES MACK CON PLATAFORMA PARA EL SERVICIO DE TRANSPORTE.

1.- **La inversión** No se presenta ningún tipo de inversión.

2.- **Pagos del servicio** vienen expresado de la facturación por concepto de pago de transporte anual, con una producción de 67.939,60 Ton/Año, por el costo de transporte de nuestros productos que es de Bs. 2.850,00. por toneladas más el pago de transporte interno se asume que es un 20% del pago por transporte de nuestros productos (2.850,00 Bs/Ton), es decir, Bs. 570,00 por tonelada.

3.- **Beneficios** para el año cero (0) se tiene un ingreso por la venta de los equipos desincorporados cuyo precio mínimo es el valor del avalúo (ver Apéndice 14) más la venta del Stock de repuestos de la flota (ver Apéndice 19), a partir del año uno (1) será la facturación de las toneladas transportadas mensualmente con un promedio de 67.939,60 Ton/Año por el costo de transporte de nuestros productos, es decir, Bs. 2.850,00 Bs/Ton.

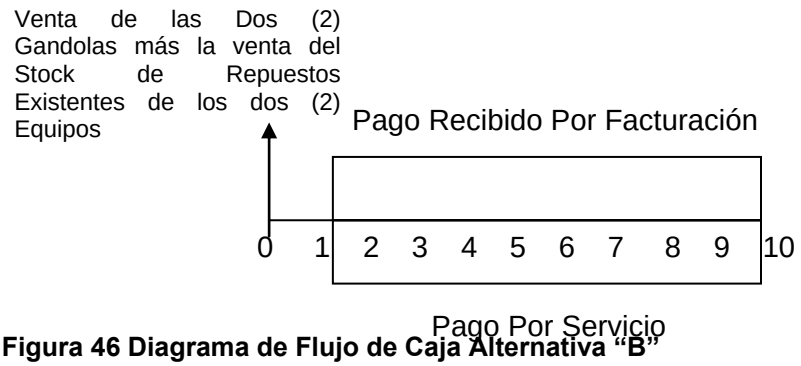


Figura 46 Diagrama de Flujo de Caja Alternativa "B"

ALTERNATIVA "C" VENDER CAMIONES MACK HC-006 Y HC-008 Y OBTENER TRANSPORTE COMO FORMA DE PAGO.

1.- **La inversión** No se presenta ningún tipo de inversión.

2.- **Pagos del servicio** a partir del año uno (1) hasta el año diez (10) los pagos vienen expresados de la facturación por concepto de pago de transporte anual interno con un total de 60.093,96 toneladas al año por el costo de transporte de nuestros productos de forma interna que es un 20% del costo de transporte de nuestros productos (2.850,00 Bs/Ton), es decir, Bs. 570,00 por tonelada.

3.- **Beneficios** para el año cero (0) se tiene un ingreso por la venta de los equipos desincorporados cuyo precio mínimo es el valor del avalúo (ver Apéndice 14) más la venta del Stock de repuestos de la flota (ver Apéndice 19), a partir del año uno (1) hasta el cinco (5) son obtenidos del pago de la contratista mediante la amortización de capital de Bs. 3.061.520,04 mensual (ver Anexo 5) llevado a doce (12) meses, los cinco años siguientes del año 2010 al 2014 no se recibirá beneficio alguno.

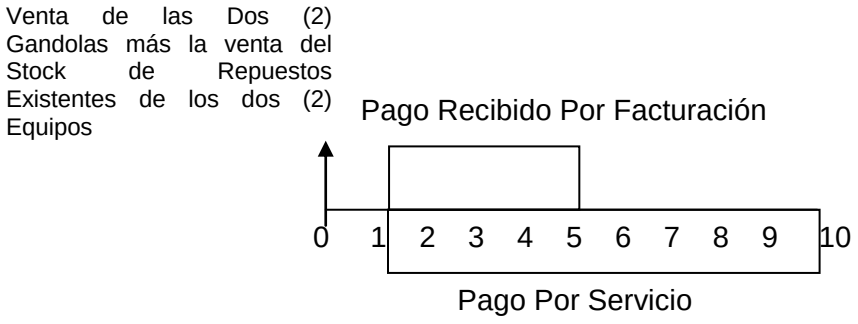


Figura 47 Diagrama de Flujo de Caja Alternativa "C"

ALTERNATIVA "D" REPOTENCIAR CAMIÓN MACK HC-008 Y VENTA DE LA GANDOLA HC-006.

1.- **La inversión** de esta alternativa esta basado en el desembolso de dinero que debe pagar la empresa por concepto de repotenciar todos los sistemas y elementos de la gandola HC-008 propiedad de CARBONORCA. en el año

cero (0). Costo obtenido por medio de una cotización realizada por una empresa foránea especialista en repotenciar Camiones Mack. Se realizará el mismo desembolso para el año 2008 y para el 2012 (costos sin considerar inflación).

2.- **Costos del servicio** para la primera repotenciación vienen expresado en un 13% del costo del valor de un Camión Mack con plataforma nuevo, luego tendrá un aumento progresivo del 2% durante los tres (3) años de vida útil que se le estimó al equipo, para el año 2009 el costo de mantenimiento será un 17% de un Camión Mack nuevo con aumento del 2% los próximos tres (3) años, para el 2013, el costo es de un 23%, con aumento progresivo del 2% hasta el año 2014

3.-**Beneficios** para el año cero (0) se tiene un ingreso por la venta de la gandola (HC-006) desincorporada cuyo precio mínimo es el valor de avalúo (ver Apéndice 14), a partir del año uno (1) será la facturación de las toneladas transportadas mensualmente con un promedio de 67.939,60 Ton/Año por el costo de transporte de nuestros productos, es decir, Bs. 1.500,00 Bs/Ton

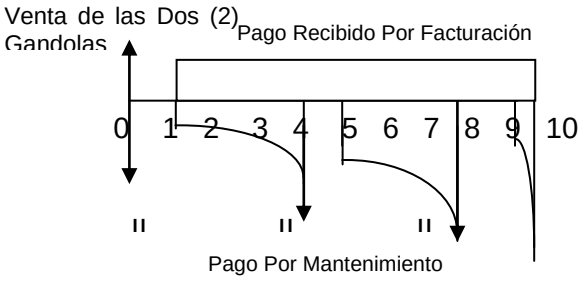


Figura 48 Diagrama de Flujo de Caja Alternativa "D"

ALTERNATIVA "E" REPOTENCIAR CAMIÓN MACK HC-008, VENTA DE LA GANDOLA HC-006 Y COMPRAR TRACTOR CAT D7R COMO TRANSPORTE INTERNO.

1.- **La inversión** de esta alternativa esta basado en el desembolso de dinero que debe pagar la empresa por concepto de repotenciar todos los sistemas y elementos de la gandola HC-008 propiedad de CARBONORCA. en el año

cero (0). Costo obtenido por medio de una cotización realizada por una empresa foránea especialista en repotenciar Camiones Mack. Se realizará el mismo desembolso para el año 2008 (costos sin considerar inflación), más el desembolso por concepto de compra de un Tractor D7R para el transporte interno con un valor de 600.000.000,00 Bs (precio del Manual de DATA CONSTRUCCIÓN 1º Trimestre 2004, ver Anexo 6)

2.- **Costos del servicio** para la primera repotenciación en el año uno (1) vienen expresado en un 13% del costo del valor de un Camión Mack con plataforma nuevo, luego tendrá un aumento progresivo del 2% durante los tres (3) años de vida útil que se le estimó al equipo, para el año 2009 el costo de mantenimiento será un 17% de un Camión Mack nuevo, más el costo de mantenimiento del Tractor que empieza con un 5% del costo del camión hasta llegar a un 13% en el año cinco (5).

3.-**Beneficios** para el año cero (0) se tiene un ingreso por la venta de la gandola (HC-006) desincorporada cuyo precio mínimo es el valor de avalúo (ver Apéndice 14), a partir del año uno (1) será la facturación de las toneladas transportadas mensualmente con un promedio de 67.939,60 Ton/Año por el costo de transporte de nuestros productos, es decir, Bs. 1.500,00 Bs/Ton

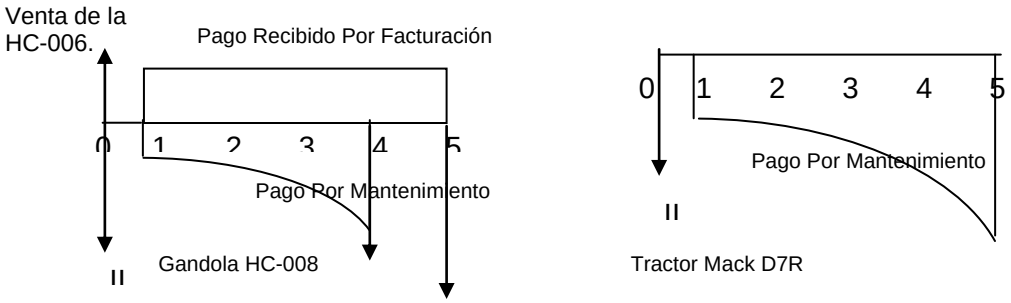


Figura 49 Diagrama de Flujo de Caja Alternativa "E"

Realizada la evaluación económica de las alternativas para el servicio de transporte de ánodos de carbón; considerando el precio de adquisición de un Camión Mack con Plataforma nuevo, los costos de mantenimiento y pago por concepto de alquiler de servicio, los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 19

Tabla 19 Resumen de las Evaluaciones Económicas.

Alternativa	Eficiencia de la Inversión	VPN (Bs)	CAUE (Bs)
"A"	1,28	88.754.307,21	17.684.478,77
"B"	0,00	(65.934.635,95)	(13.137.612,20)
"C"	0,00	(29.045.914,65)	(5.787.458,40)
"D"	1,44	73.126.911,58	16.296.338,80
"E"	0,06	(614.244.435,19)	(183.238.668,03)

Fuente: ver Apéndice 17, Calculo de las Alternativas para el Servicio de Transporte.

De acuerdo a las evaluaciones se puede concluir que al maximizar los beneficios de las Alternativas; donde los beneficios se consideran positivos (+) y los egresos negativos (-), la alternativa evaluada que sea más positiva es la acertada. En la tabla se puede observar que la Alternativa "B", "C" y "E" son las menos rentable para la empresa y que la Alternativa "A" es donde se perciben más ganancias (tomando en cuenta que el precio del Camión Mack es variable por el momento de transición por el cual atraviesa Venezuela actualmente), seguida de la "D" que es repotenciar los equipos.

CAPITULO VII

SITUACIÓN PROPUESTA

7.1 MEJORAS DEL SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA DE ÁNODOS

Se le debe asignar a un (1) Operador de Montacargas al inicio de la jornada de trabajo las actividades de carga y descarga de ánodos en gandola realizadas durante el día, con el fin de garantizar el cumplimiento del plan de ventas y desalojo de las áreas de almacén congestionadas. El Operador Integral de Hornos deberá trabajar en conjunto con el Operador de la Gandola, es decir, que este estará pendiente de mover el equipo cuando la labor de carga y descarga del Operador Integral de Hornos sea un poco engorrosa, y cuando el recorrido realizado por el mismo sea demasiado extenso.

Para la carga de ánodos Alcasa Maquila 1140mm, se realizará la carga por ambos lados de la batea de la gandola, de igual forma se hará la descarga, trabajará en equipo con el Operador de Montacargas en el sentido de reducir el recorrido realizado por el montacargas movilizando la gandola. Para la carga de ánodos Venta Directa Ormet 924 mm, se asignara la labor de carga y descarga a dos (2) Operadores de Montacargas, los cuales deberán cerciorarse de que al llegar una Gandola al área de Hornos de Cocción la misma sea cargada o descargada según sea el caso, la carga deberá ser

realizada al mismo tiempo, los dos montacargas formaran los paquetes, luego uno de los montacargas se coloca del lado derecho y el otro del lado izquierdo de manera que al colocar los ánodos sobre la batea los paquetes se apoyen unos con otros y evitar la caída de los mismos sobre la batea o al suelo, trabajarán con el Operador de Gandola, en el sentido de reducir el recorrido realizado por el montacargas movilizando la gandola, para la descarga se debe realizar el mismo procedimiento, es decir, que se deben colocar dos montacargas uno frente del otro para tomar los paquetes de ánodos haciendo presión entre los dos (2) paquetes para dar estabilidad a los mismos para evitar la caída de estos al suelo. Para el caso de los cabos, se debe trabajar con el mismo procedimiento que para el caso de los ánodos Venta Directa Ormet 924 mm.

El Supervisor de Almacén de ánodos verdes y cocidos estará pendiente de la llegada de la unidad al área (gandola), donde llenará la guía del operador y localizará al operador de montacargas en caso de que el operador asignado al comienzo de la jornada este realizando otra actividad. Además se propone distribuir al personal para realizar las operaciones con mayor eficiencia de la manera siguiente:

Tabla 20 Cantidad de Mano de Obra empleada para la Carga y Descarga de Ánodos

	Carga			Descarga		
	Gandola	Montacargas	Supervisor	Gandola	Montacargas	Supervisor
Venta Directa Venalum 1422 mm	1	1	1	1	1	1
Alcasa Servicio de Cocción	1	1	1	1	1	1
Alcasa Maquila 1140 mm	1	1	1	1	1	1
Alcasa Maquila 1422 mm	1	1	1	1	1	1
Traslado Interno Ormet 924 mm	1	2	1	1	2	1
Cabos para Molienda y Compactación	1	1	1	1	2	1

En la tabla anterior se muestra que el personal para la carga y descarga de ánodos de carbón es similares al empleado. En resumen se tiene que el personal propuesto es el siguiente:

Tabla 21 Cuadro Resumen de la Situación Propuesta

	Cargo	Requeridos c/u	Diferencia c/u	Actual c/u
Venta Directa Venalum 1422 mm, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	1	- - -	1
	Supervisor de Almacén	1	- - -	1
Servicio de Cocción Alcasa, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	1	- - -	1
	Supervisor de Almacén	1	- - -	1
Alcasa Maquila 1140 mm, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	1	- - -	1
	Supervisor de Almacén	1	- - -	1
Alcasa Maquila 1422 mm, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	1	- - -	1
	Supervisor de Almacén	1	- - -	1
Venta Directa Ormet 924 mm, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	2	1	1
	Supervisor de Almacén	1	- - -	1
Cabos para Molienda y compactación, carga y descarga	Operadores de gandola	1	- - -	1
	Operadores de Montacargas	2	1	1
	Supervisor de Almacén	1	1	- - -
Total		**20**	**3**	**17**

Optimizar el tiempo de uso de los montacargas en las plantas de Molienda y Compactación y Hornos de Cocción, para así evitar las demoras en la ejecución de las tareas de carga y descarga de ánodos en la gandola; con esto se consigue disminuir el tiempo empleado en estas actividades

implícitas dentro del ciclo de las actividades empleadas en el estudio para el servicio de transporte de ánodos de carbón. Además de reducir el tiempo de ciclo interno y externo se reduce el tiempo de ciclo del cabo, el cual es un tiempo injustificado por ser un traslado de tipo interno con no más de 2km, por viaje.

7.2 DISPONIBILIDAD DE LOS EQUIPOS.

Una vez analizadas las paradas frecuentes de los equipos se pudo observar que la principal causa de las paradas por fallas son los cauchos con pérdida de un promedio de ocho (8) horas en ambos equipos, lo que ocasiona que la disponibilidad de los equipos sea menor al 100%, ya que las disponibilidades de la HC-006 tiene un promedio de 93,89%; mientras que para la HC-008 de 95,82%, para un total de la flota de 94,86%, este 5,14% de indisponibilidad (valores obtenidos bajo los parámetros del cálculo de 8,5 Hr. y no de 24Hr. como lo realiza la Gerencia de Mantenimiento) causa que se tenga que trabajar sobretiempo para poder cumplir con los planes de ventas, es necesario hacer notar que en comparación con el año 2002 cuya disponibilidad por flota fue de 77,10%, la disponibilidad de los dos (2) equipos fueron elevadas, pero esto no implica que la disponibilidad de la flota para el año 2003 fuese óptima, ya que se necesito realizar sobretiempo para poder cumplir con el plan de despacho del 2003.

Es imprescindible comprar neumáticos de buena calidad o realizar un estudio para determinar cual es el neumático que no se vea afectado durante el recorrido realizado por las gandolas, garantizando así que el cambio de los mismos sea de tres (3) a tres (3) meses vida útil estimada para los mismos por las condiciones de trabajo de las gandolas y que el cambio no se realice semanal o diariamente como ha venido sucediendo, de igual forma es

imprescindible que se compren parches para neumáticos de buena calidad, garantizando de esta manera que no se salga el aire del caucho al momento de ser reparados cuando las unidades presentan fugas de aire ya que este elemento influyente en la disponibilidad de las gandolas.

7.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS EQUIPOS.

Se debe realizar un mantenimiento riguroso de los equipos, es imprescindible aumentar la cantidad de horas para el mantenimiento, donde se garantice el cumplimiento de la verificación de todos los sistemas, ya que el costo de mantener las dos gandolas es de Bs. 5.839.232,78; donde se estipula el costo de todas las piezas que deben ser reemplazadas durante el mantenimiento de las gandolas, esto implica además que el supervisor de Taller Central deberá comprobar que el mantenimiento sea efectivo y que se cumpla la rutina de mantenimiento de las gandolas, deberá también verificar que se cambien las piezas y elementos cuando sea necesario, y durante el tiempo estipulado de vida útil de los mismos, ya que son elementos que están implícitos dentro del costo mensual del mantenimiento preventivo.

7.4 REPUESTOS PEDIDOS DEL 2003

Las cantidades de repuestos comunes durante los años 2002 y 2003, referente a la flota de gandolas, son los siguientes:

Tabla 22 Repuestos Comunes de la Flota de Chutos para los años 2002 y 2003

Repuesto	Cant. Año 2002	Cant. Año 2003
Batería	10	4
Rodamiento	8	20
Base o soporte de caja	18	16
Arandela plana	428	1200
Tuerca hexagonal 3/8”	400	400

Estos cinco (5) elementos deben ser tomados como un factor principal de los incrementos de los costos ya que son utilizados durante correctivos o reparaciones de emergencia, se debe asegurar entonces que en todo momento haya existencia en el stock de almacén, a manera de poder garantizar en todo momento la disponibilidad de la flota y evitar las paradas innecesarias de los equipos por concepto de falta de repuestos.

Durante el desarrollo de la investigación se pudo constatar que se solicitaron repuestos al área de almacén y que no todos se encontraban en almacén. En consecuencia se considera contar con todos los repuestos requeridos por las gandolas así como los repuestos mencionados en la Tabla 23

Tabla 23 Repuestos Despachados y Existencia en Stock en el año 2003.

Cod. Anterior	Cod. Nuevo	Descripción	Cant. Pedida	Stock
34010015	4000102635	Filtro Secundario P/Combustible # 33216	4	7
34010016	4000102619	Filtro P/Aceite #2p-4004 Mack, 51791	17	3
34010018	4000102629	Filtro Primario P/Gas Oil # 33219	4	3
34020002	4000102594	Filtro De Agua #25mf36,P/Motor Mack 350	4	5
34030020	4000102578	Filtro D/Aire # 57md33 Mack, 42961	4	8
34030021	4000102600	Filtro De Aire P/Turbo Camion Mack 350	4	5
04030002	4000101462	Batería (Acumulador) Rendimiento 1000 A.	4	6

Fuente: Código de Repuestos de Almacén Programa SISA

En la Tabla 23, se muestran repuestos de suma importancia para el mantenimiento preventivo de la flota por lo que se debe tener la cantidad necesaria en almacén, ya que durante el mantenimiento se requiere de dos (2) filtros secundarios, primarios, de agua, de aire #57 y de aire para turbo, y de seis (6) filtros de aceite, y de ocho (8) baterías por lo que no se puede cumplir con el mantenimiento de la flota, ya que no se cuenta con suficientes filtros de aceite y baterías en el stock, se debe abastecer entonces la cantidad de estos elementos en el almacén.

En el Apéndice 18 se puede apreciar la existencia de cada uno de los repuestos de la flota de gandolas que fueron pedidos en el año y que no tenían existencia al momento de la solicitud, la cantidad de los otros repuestos de la flota, los cuales no han sido pedidos en el año; pero que se tienen en caso de necesitarse en algún momento, y los de salida frecuente del almacén durante el mantenimiento preventivo o correctivo de la flota.

7.5 SELECCIÓN DE LA MEJOR ALTERNATIVA ECONÓMICA

Tabla 24 Resumen de las Alternativas.

Alternativa	VPN (Bs)	CAUE (Bs)
“A”	88.754.307,21	17.684.478,77
“B”	(65.934.635,95)	(13.137.612,20)
“C”	(29.045.914,65)	(5.787.548,40)
“D”	73.126.911,58	16.296.338,80
“E”	(614.244.435,19)	(183.238.668,03)

Fuente: ver Apéndice 17, Calculo de las Alternativas para el Servicio de Transporte.

En cuanto a la selección de la Alternativa, se debe elegir la Alternativa donde el Valor Presente Neto (VPN) es de Bs. 88.754.307,21; y su Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE) de Bs 17.684.478,77; valores que expresan la

recuperación de la inversión por lo que se considera rentable, la segunda alternativa a ser elegida es la “D”, y la “B”, “C” Y “E” presenta valores negativos por lo que ocasiona pérdidas a la empresa.

Es importante hacer notar que la inversión de la Alternativa “A”, se baso en un monto de $ 100.000,00; por lo que su valor actualmente es cambiante y mucho más en estos momentos donde Venezuela se encuentra en un estado de Transición Económica. En caso de que el valor de la inversión de la compra de un Camión Mack nuevo cambie considerablemente y esté por encima de los Bs. 324.380.151,00 se debe elegir la alternativa “D”; repotenciar el Camión Mack HC-008.

CONCLUSIONES

De acuerdo a lo anteriormente expuesto se puede concluir lo siguiente:

- Los cálculos para la disponibilidad de los equipos son realizados bajo un esquema de 24 Hr al día, en el caso de las gandolas no se puede tomar este esquema, ya que se tiene estipulado que trabajen solo 8,5 hr al día.

- Las dos gandolas HC-006 y HC-008 han consumido su vida útil y se mantienen operativas en la unidad adscrita (Hornos de Cocción); con disponibilidades de 93,89% para la HC-006 y de 95,82% para la HC-008; estos valores son obtenidos basándose en los cálculos en función de la jornada de 8,5 Hr al día. Esta disponibilidad la cual es aceptable difiere de la realidad actual del funcionamiento de las gandolas, donde la mayor parte del tiempo los dos (2) equipos presentan fallas recurrentes; lo que ocasiona que el operador deba realizar sobretiempo y por consiguiente un aumento de los costos por concepto del servicio de transporte.

- Los factores de mantenimiento de cada activo es de 49,97% para la HC-006 y de 65,57% para la HC-008, con promedio de 57,77% por las dos, estos factores se ven afectados por las condiciones actuales de los dos (2) equipos; donde los elementos como latonería, pintura, tapicería, etc; se encuentran dañadas.

- El costo de mantenimiento preventivo de los dos (2) equipos esta en el orden de Bs. 70.070.793,31 al año, valor que representa un 30,47% del precio de adquisición de un Camión Mack con Plataforma nuevo que es de Bs. 320.000.000,00. (precio en momentos actuales el cual puede cambiar por el estado de transición económica en Venezuela).

- Para cumplir con la carga de trabajo del servicio de transporte se necesita emplear una (1) gandola; ya que utilizar dos (2) ocasionaría una subutilización del servicio esto porque el factor de uso en caso de ser dos (2) es de 50,81%. Se dice que se necesita una gandola para cubrir la carga de trabajo porque el requerimiento de equipos es de una (1) gandola.

- Comparando las alternativas “A” y “B” se observa que la primera presenta beneficios con respecto al gasto de alquilar el servicio de transporte. Generalmente se considera que la alternativa donde se alquila el servicio transporte es más económica ya que se ahorran los costos de mantenimiento, pero al realizar la evaluación, se observó que los beneficios son negativos, es decir, que sólo se obtienen gastos, por lo tanto se descarta la alternativa “B”, las Alternativas “C” y “E”, presentan resultados negativos donde se obtienen más gastos que beneficios por lo que no se consideran a ninguna de las tres (3) rentables para la empresa.

- La alternativa “D” arroja beneficios menores que la “A” con una diferencia de Bs. 1.388.139,97. Por lo que se debe desembolsar la cantidad de Bs. 320.000.000,00 para la compra de la gandola nueva (precio que puede cambiar por la actual transición económica de Venezuela).

RECOMENDACIONES

Por lo que se recomienda:

- Optimizar el uso de los montacargas de Hornos de Cocción y Molienda y Compactación para evitar tiempos prolongados en el ciclo de transporte ocasionados por la poca disponibilidad de equipos. Se recomienda de igual forma que se asigne las labores de carga y descarga de ánodos a un Operador Integral al inicio de la jornada de trabajo.

- Emplear la cantidad de mano de obra recomendada donde se garantice que no se perderá tiempo en el traslado interno en cuanto a la carga y descarga de ánodos Ormet y cabos.

- Se recomienda a la Gerencia de Mantenimiento estructurar el esquema para el cálculo de la disponibilidad de las gandolas, donde se tome en cuenta que estos equipos trabajan 8,5 Hr. al día y no 24Hr como se ha venido calculando actualmente, trabajando con estas 8,5 Hr. se puede obtener una disponibilidad real para los equipos.

- Realizar el mantenimiento preventivo adecuadamente para garantizar la disponibilidad de los dos (2) equipos y evitar gastos innecesarios por pago de horas extras al Operador de Gandola y así disminuir los costos tanto por paradas de los equipos y consumo de repuestos así como de pago al operador por horas extras.

- En caso de seguir empleando la gandola para el servicio de transporte de ánodos de carbón se deberá:

- Efectuar la repotenciación del equipo HC-008 a la Superintendencia de Hornos de Cocción y vender la HC-006.
- Continuar con el Mantenimiento Preventivo mensual programado para los equipos pesados por la Gerencia de Mantenimiento y se debe asegurar que el Supervisor de Taller de Equipo Móvil, este pendiente de que se realicen todos las actividades pautadas en el mantenimiento preventivo en el periodo de cinco (5) horas empleadas para la gandola y que se le reemplacen las pieza, filtros, etc que deben ser cambiados durante el mantenimiento.
- Cambiar la calidad de los cauchos y parches usados para el equipo; para así disminuir las paradas de los mismos por concepto de este tipo de falla. Se debe realizar un estudio para determinar que neumático es adecuado para soportar las condiciones de terreno a las cuales están expuestas las gandolas.
- Asegurar que el Almacén se encuentren en stock todos los repuestos que son utilizados durante el mantenimiento preventivo, es decir, cauchos, filtros, baterías, etc; así como los repuestos de demanda excesiva que tuvieron los equipos durante el año 2003 en el mantenimiento correctivo de los dos (2) equipos.

- Seleccionar la alternativa de comprar un Camión Mack nuevo, donde los beneficios obtenidos superan el valor obtenido por la venta de los dos (2) equipos, en caso de que el costo de adquisición de un Camión Mack cambie de manera significativa y sobrepase los Bs. 324.380.151,00; entonces se deberá seleccionar la alternativa donde se repotencia el equipo.

BIBLIOGRAFÍA

- **Baca Urbina, Gabriel.** “Evaluación de Proyectos”, Tercera Edición, Editorial McGrew-Hill. Impreso en Colombia 1995.

- **Baca Urbina, Gabriel.** “Fundamentos de Ingeniería Económica”, Primera Edición, Editorial McGrew-Hill/Latinoamerica de México S.A. de C.V. México 1994

- **Blank, Leland T. Tarquin, Anthony J.** “Ingeniería Económica”, Tercera Edicicón, Editorial McGraw-Hill

- **D`Ambrosi, Rigel.** “Análisis de Costos”, Infoing, C.A. Consultores y Adiestramiento, Venezuela 1998

- **Garcia Criollo, Roberto.** “ Estudio de Trabajo. Mención del Trabajo”, Primera Edición, Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores S.A de C.V., México 1998.

- **Krick, Edward J.** “Ingeniería de Métodos” Editprial Limusa S.A. Impreso en México 1991.

- **Manual,** “Data Construcción” 1º Trimestre 2004.

- **Niebel, Benjamin W.** “Ingeniería Industrial, Métodos, Tiempos y Movimientos”, Novena Edición, Editorial McGraw-Hill, Alfaomega Grupo Editores, S.A. de C.V., México 1996.

- **OIT.** “Introducción al Estudio de Trabajo”. Tercera Edición. Reino Unido 1980.

- **Pardo Azpúrua, Rafael E. Y Pulido Azpúrua, Bernardo J.** “Valuación de Máquinas y Equipos Industriales” Centro de Extensión Profesional (CEP) Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. UCV, Septiembre de 1995.

- **Taylor, George A.** “Ingeniería Económica: Toma de Decisiones”. Editorial Limusa S.A.. Impreso en México 1981.

- **World Wide Web.**
  www.monografías.com
  www.google.com
  www.miscelanias.com

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fortaleza de cumplir los objetivos de éste trabajo en los momentos de debilidad y flaqueza que he tenido.

A Mis Padres, Ronald y María Elena, por ser mi fuente de inspiración, éste gran paso para culminar mi carrera profesional se los debo a ustedes dos, los amo.

A Mi Hermano, Ronald, por ser mi apoyo y guía durante éste proyecto, te quiero mucho hermanito.

A Mi Abuela, sé que donde quiera que estés siempre me has ayudado a lo largo de éste proyecto, y sé que estarás ahí para ayudarme a seguir adelante.

Andrade, Rhina

AGRADECIMIENTOS

A Andrés Eloy Blanco, Tutor Académico, por ser mi guía durante el desenvolvimiento de este proyecto, y compartir sus conocimientos, Gracias.

Al Ing. Jesús Rodriguez, Tutor Industrial; por asignarme tan maravilloso proyecto, donde puede asentar todos los conocimientos adquiridos en mi carrera universitaria, por compartir sus conocimientos, y por depositar su confianza en mi, Gracias.

A toda la Coordinación de Ingeniería Industrial, en especial a la Tlga. Daise Delgado, por darme apoyo y ser fuente de inspiración, es un ser maravilloso, gracias por estar ahí y saber decir las palabras y consejos exactos cuando más los necesite, gracias por compartir sus conocimientos conmigo, al Ing. Armando González, gracias por darme apoyo, ánimos y siempre brindarme y obtener una sonrisa, al Ing. Fernando Atencio, por compartir sus conocimientos cuando en algún momento del desarrollo de la tesis lo necesite, a la Ing. Alizar Bou, gracias por ser atenta y compartir información, y por compartir conmigo todo el tiempo que estuve dentro de la empresa. A todos Gracias.

Al Ing. Luis Carrillo, Asistente del Superintendente de Hornos de Cocción; por conseguir toda la información que necesite para llevar a cabo el desarrollo de mi tesis, gracias por sacar tiempo dentro de su atareada agenda para darme esa información tan valiosa, Gracias.

Al Ing Wilfredo Espinoza, Taller Central; por facilitarme información importante para el desenvolvimiento de este proyecto, Gracias.

A C.V.G CARBONORCA, por abrirme sus puertas en está maravillosa empresa, en todo momento me sentí como en familia. A todo el área de

Hornos de Cocción, Molienda y Compactación, Protección Integral, Planificación y Control de la Producción, sobretodo a ti Nohely Nuñez, Almacén, Centro de Información Documental, Taller de Equipo Móvil, a Todos por su apoyo Gracias.

A ti ser maravilloso y especial que entraste en mi vida cuando menos me lo esperaba, Gordo, gracias por tu apoyo, por estar ahí cuando te necesite, por hacerme reír y por darme esos detalles que me hacían falta, gracias por escucharme, te adoro, lo eres todo para mi.

A mis amigas y amigos de toda la vida, Daniela, Carley, Merly, Eduardo, Frank y Karin, por ser mi apoyo, por compartir y soportarme durante el tiempo que llevamos conociéndonos, son mis mejores amigos y doy gracias a dios todos los días por tenerlos, gracias por escucharme y por sacar tiempo para distraerme cuando lo necesite, gracias amigos los quiero mucho.

A mis amigas de la universidad Quislayner, gracias por ser mi compañera de estudios, trabajo, rumba, por trazarnos una meta que culminamos a la par, gracias por estar ahí cuando te necesite, a Karem, Giliana y Keyddy, gracias por compartir sus momentos buenos y malos conmigo las considero mis amigas, a todas gracias, las quiero.

A mis compañeros de tesis en CARBONORCA, gracias Alfredo y Angel por soportarme, darme apoyo, ayudarme cuando lo necesite, por compartir sus alegrías y tristezas conmigo, darme ánimos y sobre todo por sacarme una sonrisa cada vez que pueden, gracias muchachos.

A todos los que me acompañaron durante este camino que recorrí con su ayuda mil gracias, muchas gracias.....

Andrade, Rhina