

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
INGENIERIA CAMPUS ARAGON



37
24.

**INNOVACIÓN TECNOLÓGICA APLICADA A LA
TRITURADORA DE CONO GIRATORIA, PARA
AUMENTAR SU CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN
(CALIZA) EN UNA PLANTA CEMENTERA.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
AREA: MECANICA
P R E S E N T A

HIPOLITO MIGUEL GALVEZ VALVERDE

ASESOR: ING. EDUARDO RODRIGUEZ FLORES

SAN JUAN DE ARAGON EDO. DE MEXICO

1997

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVANZADA DE
MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARAGÓN
DIRECCION

HIPOLITO MIGUEL GALVEZ VALVERDE
PRESENTE.

En contestación a su solicitud de fecha 9 de noviembre del año en curso, relativa a la autorización que se le debe conceder para que el señor profesor, Ing. EDUARDO RODRIGUEZ FLORES pueda dirigirle el trabajo de Tesis denominado, "INNOVACION TECNOLOGICA APLICADA A LA TRITURADORA DE CONO GIRATORIA, PARA AUMENTAR SU CAPACIDAD DE PRODUCCION (REALIZA) EN UNA PLANTA CEMENTERA", con fundamento en el punto 6 y siguientes, del Reglamento para Exámenes Profesionales en esta Escuela, y toda vez que la documentación presentada por usted reúne los requisitos que establece el precitado Reglamento; me permito comunicarle que ha sido aprobada su solicitud.

Aprovecho la ocasión para reiterarle mi distinguida consideración.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
San Juan de Aragón, México, 14 de noviembre de 1996
EL DIRECTOR

MARTÍN CLAUDIO C. MERRILL CASTRO



cc p Jefe de la Unidad Académica.
cc p Jefatura de Carrera de Ingeniería Mecánica Eléctrica.
cc p Asesor de Tesis.

CCMC/AIR/IIA.

RECONOCIMIENTO

A la Universidad Nacional Autónoma de México y en especial, a la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Aragón, por la oportunidad que me brindó para cursar esta carrera.

A los maestros que conformaron mi educación y en especial al Ingeniero Eduardo Rodríguez Flores, por la orientación y apoyo en la realización de este proyecto.

Al grupo cementero en el cual trabajo, por su apoyo y espíritu de servicio.

Al ingeniero Javier Fernández Silva por su apoyo moral.

A mis padres y hermanos, así como a mi esposa e hijos, que tanto me han apoyado para la realización del presente trabajo.

INDICE

TEMA	PAGINA
1.-Antecedentes	1
1.1.-Historia de la planta Atotonilco	1
1.2.-Historia del Cemento Portland	7
1.3.-Tipos de cemento y características	10
1.3.1.-Cemento Portland	10
1.3.2.-Cemento blanco	12
1.3.3.-Cemento mortero o de albañilería	12
1.3.4.-Cemento Portland puzolánico	12
1.4.-Proceso de elaboración del cemento	14
1.4.1-Materiales para la elaboración del cemento	14
1.4.2.-Explotación de materia prima	15
1.4.3.-Transporte de materias primas	16
1.4.4.-Trituración	17
1.4.5.-Prehomogenización	18
1.4.6.-Molienda de crudo	18
1.4.7.-Homogenización y almacenamiento de crudo	20
1.4.8.-Calcinación	21
1.4.9.-Molienda de cemento	23
1.4.10.-Envase y embarque de cemento	25
1.5.-Datos técnicos del cemento	32

1.5.1.-Materias primas	32
1.5.2.-Combustible	32
1.5.3.-Cantera caliza	32
1.5.4.-Trituración	33
1.5.5.-Cantera de arcilla	33
1.5.6.-Tercera etapa de trituración	34
1.5.7.-Sistema de prehomogenización de materias primas	34
1.5.8.-Molienda de crudo	34
1.5.9.-Silos de almacenamiento y crudo	36
1.5.10.-Calcinación	37
1.5.11.-Molienda de cemento	38
1.5.12.-Silos de cemento envase y embarques	39
1.5.13.-Cuarto de control central	40
1.5.14.-Energía eléctrica	40
2.-Objetivo general	41
2.1.-Objetivos específicos	43
3.-Introducción general	44
4.-Capítulo 1. Características de la trituradora primaria	46
4.1.-Introducción	46
4.2.-Principio de operación	46
4.3.-Características	48
5.-Capítulo 2. Modificación de la maquina, aumento de	

capacidad en el sistema de trituración	61
5.1.-Introducción	61
5.1.1.-Resistencia a los máximos esfuerzos	63
5.1.2.-Balanceo de costillas	65
5.1.3.-Diseño de la araña	65
5.1.4.-Carcaza inferior base robusta	66
5.1.5.-Adaptabilidad	66
5.1.6.-Velocidad ajustable	67
5.1.7.-Ajustar la excentricidad para mayor demanda de capacidad	67
5.1.8.-Advertencias de la descarga del fondo	68
5.1.9.-Circuito que contribuye al balanceo	68
5.1.10.-Bajos costos de operación	69
5.2.-Modificaciones de los objetivos específicos	69
5.2.1.-Descarga de camiones por ambos lados de la trituradora	69
5.2.2.-Modificación del sistema de lubricación, para dar mas caudal y limpio el aceite	70
5.2.3.-Meter aire por el soporte del collarín de polvo	72
5.2.4.-Instalación de placas antiadherentes	73
5.2.5.-Aumento de revoluciones del excéntrico	74
5.2.6.-Modificación del sistema de lubricación del	

excéntrico para que tenga un dispositivo de calentamiento y enfriamiento	75
5.2.7.-Cambiar el excéntrico de babbitt a bujes de bronce	84
6.-Capítulo 3. Mantenimiento actual y modificado	87
6.1.-Introducción	87
6.2.-Mantenimiento actual	97
6.3.-Mantenimiento modificado	106
7.-Capítulo 4. Análisis financiero	118
7.1.-Introducción	118
7.2.-Análisis de los objetivos específicos	118
7.2.1.-Descarga de material por ambos lados de la tolva	118
7.2.2.-Modificar el sistema de lubricación para mas caudal y limpio el aceite	119
7.2.3.-Meter aire por el soporte del collarín de polvo	120
7.2.4.-Instalación de placas antiadherentes	121
7.2.5.-Aumentar de revoluciones el excéntrico	121
7.2.6.-Modificación del sistema de lubricación para que tenga un dispositivo de calentamiento y enfriamiento	121
7.2.7.-Cambiar excéntrico de metal babbitt a bujes de bronce, corona y piñón a dientes helicoidales	121
8.-Conclusiones	126

PROLOGO

El objetivo principal del presente trabajo debe ser el desarrollo, en los estudiantes y técnicos de la U.N.A.M. y de planta Atotonilco respectivamente, la capacidad para analizar un problema dado, de manera sencilla y lógica, utilizar en su solución unos pocos principios fundamentales que hayan comprendido bien.

El presente trabajo ha sido desarrollado por conocimientos adquiridos de los manuales, pero también gran parte por la experiencia del personal que en su tiempo laboro y labora en planta.

Toda planta de un grupo tan importante como es el grupo cementero, del cual formo parte, es completamente necesario modernizar equipos viejos, siempre y cuando sea factible, muchos de los cuales es posible modernizarlos sin tanto costo o ingeniería, únicamente es necesario utilizar la iniciativa y empeño del personal que labore en el área. La modernización de equipos nos lleva ser mas competitivos a nivel mundial que es la misión del grupo cementero.

1.-ANTECEDENTES

1.1.Historia de la Planta Atotonilco



Fig. 1

1959---Construcción de la Planta Atotonilco, la planta se encuentra a 50 Km. de la Ciudad de México, en el Estado de Hidalgo, para su localización detallada ver el plano que a continuación se presenta.

Fig. 2.

1961---Inicio de operaciones con una capacidad de 340,000 toneladas anuales de cemento.

1966---Ampliación de la planta en 680,000 tons. anuales de cemento:

Un molino de crudo F.L.S.

Un horno Polysius con precalentador de 4 etapas con capacidad de 1000 T.P.D.

Un molino de cemento de 3,700 H.P.F.L.S.

1974---Sé inauguro otra ampliación de la planta, lo cual volvió a duplicar la producción de cemento, (alcanzando 1.36 millones de toneladas de cemento anuales).

Sistema de prehomogenización de materias primas.

Un molino de crudo "doble rotator" Polysius.

Un horno Polysius con precalentador de 4 etapas con capacidad de 2,000 T.P.D.

Dos molinos de cemento de 3,700 H.P.F.L.S.

Control centralizado.

Nuevos silos de almacenamiento de cemento.

Una envasadora rotatoria Haver & Boecker

1988-89---Instalación de quemadores auxiliares traseros, aunados a mejoras en el sistema (sello de alimentación, modificaciones varias en Precalentador y enfriador). Se logro incrementar la producción de los 4 hornos de 4,000 a 5,400 T.P.D. de clinker en promedio.

1990---Se cambiaron en los hornos 4,3 y 2 los quemadores Pillard. convencionales por Rotaflam, optimizando la operación de los mismos.

Se rompieron los récords de producción anual de mezcla, crudo, clinker y cemento, así como salidas de cemento.

1991---Se logró aumentar el porcentaje de Puzolana a niveles de 13.0% a 18%. Se obtuvieron dos récords nacionales:

Producción de cemento 2,056,321 tons.

Salida de cemento 2,054,788 tons.

Se rompieron récords de producción de mezcla, crudo y clinker.

1992-1994- Se realizaron inversiones para ampliar la capacidad de la planta y llevarla a 2.5 millones de tons. anuales de cemento puzolánico, instalando.

Conversión del molino de cemento No. 1 a molino de crudo No. 4 con una capacidad de 80 tons/hora.

Molino de cemento No. 6 (procedente de planta Tula)

Molino de crudo No. 5 (sin terminar).

Silo de almacenamiento de cemento "C" con una capacidad de 10,000 toneladas.

Almacén de clinker (bunker) para 50,000 toneladas.

Silo de puzolana y secador de puzolana.

Modernización del sistema de materias primas.

Molino de cemento No.7 (sin terminar).

Durante los años de 1989 a 1994, Atotonilco estuvo demandada al 100% de su capacidad y los logros más importantes obtenidos en este lapso son los siguientes:

1992—Modificación del precalentador del horno 2 incluyendo un nuevo VTI para aumentar su capacidad de 750 a 900 T.P.D.

Se realizaron pruebas con diferentes tipos de emplacado, diafragmas, tipo y distribución de bola para mejorar la eficiencia de molienda.

1993---Obtuvimos nuevos récords nacionales de producción y salidas de cemento.

Quemamos durante 9 meses combustibles alternos.

1994---Sé modificó el ducto de cámaras de gases en precalentador Horno 1, instalando un nuevo VTI e incrementando su producción de 750 a 850 T.P.D.

1995---Inicia un nuevo sistema de trabajo OAD (Organización de Alto Desempeño).

1.2. HISTORIA DEL CEMENTO PORTLAND

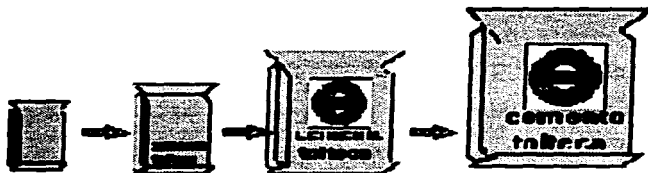


Fig. 3

No es la idea de emplear una materia plástica para unir las piedras, ladrillos o materiales similares usados en la construcción. Muy probablemente fueron la arcilla y el barro ordinario los primeros cementos utilizados con tales fines.

Los antiguos asirios perfeccionaron el sistema con el empleo de asfalto natural para unir sus ladrillos de barro secado al sol.

Los egipcios emplearon morteros de yeso y argamasas de cal en la construcción de sus monumentales pirámides y edificios.

Los romanos, verdaderos maestros de la construcción en ladrillo y piedra, debe buena parte de su éxito al descubrimiento de

Un depósito de tales cenizas que se encontraba en la vecindad de Puteoli (hoy puzzuoli) dio nombre a este tipo de cemento, cemento de puzolana. También fabricaron los romanos mortero de cal muros y aplanados de yeso.

Estos materiales fueron los únicos cementos de construcción empleados hasta la era moderna, del cemento de construcción que empieza en 1760. Por aquella fecha, el ingeniero inglés John Smeaton, persiguiendo la composición más adecuada de cementos hidráulicos (que fraguan bajo agua), descubrió que la caliza arcillosa daba mejores resultados que la caliza pura y dura, hasta entonces preferida.

Este tipo de cemento se fabrica todavía con el nombre de cemento natural o de roca. Pocos años más tarde tuvo lugar un nuevo descubrimiento de verdadera importancia el del cemento Portland, atribuido generalmente a otro inglés, Joseph Aspdin, que combinó cantidades determinadas de caliza y arcilla, calcinó la mezcla en horno de cocción hasta tener una escoria porosa y dura. Pulverizó esta escoria resultante, mezclado con agua, proporcionó un cemento hidráulico de calidad muy superior a todos los conocidos hasta la fecha.

Aspdin lo patentó en 1824 con el nombre de cemento Portland por su similitud con una piedra natural que se obtenía en las canteras de la isla de Portland, en aguas inglesas.

El cemento Portland es tipo hidráulico a diferencia de la cal, fragua lo mismo al aire libre que debajo del agua, adquiere, además, una resistencia mucho más elevada.

La primera planta de cemento construida en México, fue la de Hidalgo, Nuevo León, la cual inició con una capacidad de 20,000 toneladas anuales.

1.3. TIPOS DE CEMENTO Y CARACTERÍSTICAS.

EL CEMENTO SE DIVIDE EN:

- 1.3.1.-Portland.
- 1.3.2.-Blanco.
- 1.3.3.-Mortero o de albañilería.
- 1.3.4.-Portland puzolanico.

1.3.1.-EI CEMENTO PORTLAND

Se divide en 5 tipos:

a).-Tipo I NORMAL.-Es uno de uso general, donde se requieren las propiedades específicas de otros tipos. Se utilizan principalmente en la construcción de casas, edificios, puentes, cimentaciones y trabajos de mampostería, construcciones de cemento reforzado, tanques y productos prefabricados.

b).-Tipo II .-Alta resistencia, mayor generación de calor de hidratación, moderada resistencia al ataque de sulfatos. Sus aplicaciones son similares al tipo I, destacando su aplicación en edificación de naves industriales, prefabricados, etc.

c).-Tipo III .-Alta resistencia temprana. Es un tipo de cemento que produce un concreto a una resistencia elevada en corto tiempo; con menor dosificación, se logran resistencias deseadas en concreto, es más fino que el tipo I y libera mayor cantidad de calor hidratante, se aplica para el prefabricado como codos, depósitos, fosas, postes, bloques, losetas, etc.

d).-Tipo IV .-Bajo calor de hidratación. Se le limita el contenido de compuestos químicos que producen un mayor calor de hidratación, pero se afectan sus resistencias mecánicas, se aplican en obras hidráulicas y cortinas para presas.

e).-Tipo V .-Alta resistencia a los sulfatos. Se ajustan sus componentes para reducir a bajas proporciones el compuesto químico que lo hace vulnerable al ataque de los sulfatos que están disueltos en el agua; por lo que se hace más resistente a este agente agresivo. Es ideal para obras que están en contacto con agua o humedad, incluyendo agua de mar. Por ejemplo, para cimentaciones, obras hidráulicas prefabricadas como: diques, cajones, fosas y estanques.

1.3.2.-CEMENTO BLANCO.-En este tipo de cemento se ha eliminado el mineral de fierro, causante principal del color gris característico del cemento Portland. Los usos de este cemento son iguales a los del tipo I, aunque su precio es muy elevado, por lo que se utiliza sólo para fines decorativos.

1.3.3.-CEMENTO MORTERO O DE ALBAÑILERÍA.-Se caracteriza por su plasticidad, adherencia, trabajabilidad quedando en segundo término la resistencia a la compresión. Están compuestos de un 30% a 50% de cemento Portland, al cual se le agrega un fluidificante que suele ser: caliza, arcilla, puzolana y después se muele agregándole aditivos orgánicos que establecen las propiedades mencionadas. Se aplica para pegar tabiques, ladrillos o rocas entre si, también para tender los firmes de los pisos o los aplanados de los muros.

1.3.4.-CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO -Se le llama cemento puzolánico a un cemento Portland al cual se le agrega un material activo que contribuye a aumentar resistencias mecánicas y que le imprime ciertas propiedades convenientes al producto.

Estos materiales activos son: la puzolana (natural o artificial), cenizas volcánicas, etc. Los cementos puzolanicos dan resistencias

mecánicas inferiores a las del Portland Tipo I normal a corto plazo pero igualan o los superan a largo plazo, generan menor calor de hidratación y resisten mejor al ataque químico, este tipo de cemento se prefiere en climas cálidos.

1.4. PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CEMENTO

1.4.1.-MATERIALES PARA LA ELABORACIÓN DEL CEMENTO:

a).-Caliza.-Roca sedimentaria, formada principalmente de carbonato de calcio. Se explota de canteras, usando explosivos y posteriormente se tritura para tener el tamaño deseable en el proceso. En la mezcla para la fabricación del cemento, la caliza representa del 76% al 80%, por consiguiente, las propiedades físicas y químicas de este material tienen una influencia decisiva en el proceso de fabricación del cemento.

b).-Arcilla.-Es la segunda materia prima importante para la fabricación del cemento, la arcilla está compuesta de óxido de aluminio y óxido de fierro, principalmente.

c).-Mineral de hierro.- Es la materia prima que representa la menor cantidad en la mezcla, aproximadamente es entre el 1 y 1.5%.

d).-Yeso.-Es un aditivo para la fabricación del cemento, se agrega directamente en la molienda de cemento y su función consiste en evitar el fraguado falso del cemento.

e).-Puzolana.-Se considera un aditivo en la fabricación del cemento y es agregado al proceso en la molienda de cemento.

1.4.2.-EXPLOTACIÓN DE MATERIA PRIMA



Fig.4

La caliza y la arcilla se extraen de la cantera que se encuentra cerca de la planta. La primera se explota mediante la conformación de bancos cuyo espesor puede variar de 15 a 20 metros, mientras que para la arcilla se utiliza un tractor para desgarrar y amontonar el material.

La primera fase en la explotación de caliza es la barrenación de los bancos, la cual consiste en hacer orificios de 6 3/4 pulgadas de diámetro de los 18 a 22 metros de profundidad. Después de realizados los barrenos se cargan con explosivos y se hacen detonar para lograr la caída y la fragmentación de la caliza. Para evitar ruidos extremos y vibraciones nocivas a los alrededores de la zona de voladura, se colocan retardadores de tiempo entre barrenos de mineral que vayan estallando secuencialmente.

1.4.3.-TRANSPORTE DE MATERIAS PRIMAS



Fig.5

Una vez que las grandes masas de piedra han sido fragmentadas, se procede al cargado y transporte utilizando camiones pesados y cargadores frontales o palas hidráulicas. Para transportar las materias primas se utilizan dos tipos de camiones cuya capacidad de carga son 50 y 85 toneladas por viaje. Fig. 5.

1.4.4.-TRITURACIÓN:

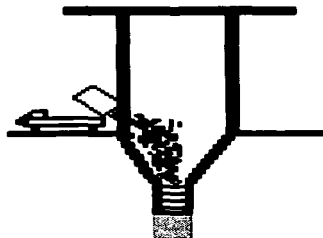


Fig. 6

En el sistema de trituración el material es fragmentado en los trituradores de pilón o cono invertido y de martillos, la fragmentación se realiza por la compresión de la roca entre las placas y el pilón, saliendo el material triturado por la parte inferior en donde existe una abertura de 4 1/2 a 5 pulgadas. Esta etapa se denomina primaria y se puede recibir fragmentos de hasta 1.5 metros de diámetro.

Con respecto a la trituración secundaria y terciaria, consiste en una tolva que recibe todo el material el cual, por gravedad, cae hacia

un rotor en donde se encuentran suspendidas tres líneas de martillos que al girar provoca el impacto del material sobre las parrillas y placas. El efecto que se lleva a cabo por el golpe de la roca entre los martillos y las placas de impacto, reduce el material en la trituración secundaria de 4 1/2 a 2 pulgadas y de 2 a 1/2 pulgada en la etapa terciaria.

1.4.5.-PREHOMOGENIZACIÓN

Es la mezcla proporcional de caliza, arcilla y fierro en una pila de 25,000. Los materiales se depositan horizontalmente en capas. El material apilado se reclama por medio de una rueda de cangilones y un sistema de transporte de bandas.

1.4.6.-MOLIENDA DE CRUDO

El proceso de la molienda de crudo se inicia con la reclamación y transporte del material prehomogenizado a las tolvas de los molinos de crudo, proceso que se realiza a través del "Reclamador" y las bandas transportadoras.

El material almacenado en la tolva es extraído y pesado por medio de bandas pesadoras para su dosificación en la alimentación al molino, lo cual se realiza a través de bandas transportadoras y elevador de cangilones que lo depositan en el chute de alimentación

al tambor secador del molino. El proceso de molienda de crudo consiste en el secado y la molienda del material.

Secado.-Se lleva a cabo en el tambor secador que es una parte integrante del molino por la que pasan gases calientes, generados ya sea por un calefactor o por el horno de calcinación, que arrastran el vapor de agua y la expulsan a la atmósfera.

Molienda de material.-Se lleva a cabo en el molino de bolas que consiste en un tubo cilíndrico de acero recubierto en su interior con placas de blindaje. Su interior está dividido en uno, dos o tres compartimientos por diafragmas intermedios con el fin de mantener separada la bola en diferentes diámetros (3 1/2", 3", 2 1/2", en el primer compartimento y 1", 7/8" y 3/4" en el segundo).

También para controlar el paso del material molido, el material que sale del molino es tratado por medio de deslizadores y elevadores hasta los separadores en los que se lleva a cabo la clasificación de material. El material que no cumple con las especificaciones es regresado al interior del molino para su remolienda y el que se cumple es enviado a los silos de crudo por medio de bombas neumáticas.

1.4.7.-HOMOGENIZACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE CRUDO

La homogeneización del crudo se lleva a cabo en los silos 1B y 2B que son cilindros verticales de concreto con el piso cubierto por placas porosas o cámaras de deslizador cubierta por lonas. Dentro del silo el material se mantiene en suspensión por medio de aire suministrado por el piso poroso con compresores Fuller.

El piso del silo está dividido en cuadrantes a través de los cuales se suministra pulsos de aire, también con compresores Fuller, en forma cíclica con mayor presión y volumen que provocan turbulencia en el material suspendido y de esta forma la homogeneiza; El crudo se recibe en la parte superior del silo 1B, una vez que ya está lleno el material derrama por nivel al silo 2B que a la vez se derrama y/o transporta a los silos de almacenamiento 4B,5B y 6B o a la sección de silos A, la importancia de esta fase reside en la estandarización de la calidad del material de manera que la composición química y física presenta la misma desviación posible, para que al ser alimentado al horno las condiciones de quemado permanezcan constantes.

1.4.8.-CALCINACIÓN

El sistema de calcinación según el flujo de material, está formado por: Un precalentador de 4 etapas, un horno rotatorio y un enfriador.

El proceso inicia con la dosificación, pesado y transporte de crudo por medio de bandas pesadoras Schenk, bombas y compresores Fuller k, el material es alimentado entre el ducto de la 1a. y 2a. etapa del precalentador, los gases lo arrastran hacia la 1a. etapa donde el material choca con las paredes y se precipita al fondo del cono. En el remolino que se forma dentro del ciclón los gases se separan del polvo y son succionados por el ventilador del tiro inducido (VTI), pasando a una torre de enfriamiento y posteriormente al filtro electrostático donde se capturan las partículas de polvo evitando que salga a la atmósfera.

El material que se precipita al fondo de la 1a. etapa se descarga al ducto de gases entre la 3a. y 2a. etapa, donde el material es arrastrado a la 2a. etapa, repitiéndose nuevamente el proceso anterior y así en forma subsecuente se lleva a cabo el de la 3a. y 4a. etapa, durante su recorrido, los gases efectúan un intercambio de calor con el material, logrando alcanzar en pocos

segundos un perfil de temperatura de 75 a 850°C y una descarbonización entre 50 y 80% en la cámara de gases en donde el material entra al horno.

En el horno es donde se completa la reacción de descarbonatación del material. Se aumenta la cantidad de calor para elevar el crudo hasta temperaturas de 1450°C y poder llevar a cabo las reacciones fisicoquímicas en el material, lograr que se formen los compuestos de clinker que son: Silicato tricalcico, silicato dicálcico y ferroaluminato tetracálcico.

Parte del horno, casi a la descarga, se utiliza para enfriar el clinker que caerá al enfriador, donde por medio del aire que es suministrado por ventiladores a tiro forzado, se hace pasar a éste a través de las placas perforadas y de la cama de clinker; por medio del movimiento recíprocante de las placas el material es transportado hasta un quebrador de martillos, donde las piedras grandes de clinker se reducen a un tamaño que permite que sean transportadas, junto con el demás clinker por una rastra metálica. El aire caliente recuperado dentro del enfriador se utiliza nuevamente para la combustión del horno, donde por medio de un quemador es inyectado el combustible que al ser quemado genera el

calor necesario para calcinar el material. El aire sobrante es extraído por medio de un ventilador, pasando antes a un filtro electrostático, donde se colectan las partículas suspendidas en el aire para evitar que se emitan a la atmósfera.

Una vez que el clinker ha sido enfriado a una temperatura de 100 a 120°C, se transporta por medio de bandas metálicas hasta un almacén cubierto llamado "Bunker".

1.4.9.-MOLIENDA DE CEMENTO

En la molienda de cemento se utiliza como aditivo el yeso y la puzolana, los cuales se adicionan de acuerdo al tipo de cemento. Para cemento tipo I la proporción es de 95% de clinker y 5% de yeso; para cemento puzolánico es de 70% de clinker, 5% de yeso y 25% de puzolána.

Los materiales clinker, yeso y puzolana son dosificados por medio de bandas pesadoras schenk y transportados por medio de una banda y elevador de cangilones hasta el shute de alimentación del molino por donde pasa al interior del mismo.

Los molinos de cemento en planta son de dos compartimientos, los cuales están separados por diafragmas intermedios para mantener los cuerpos moledores (bolas) separados

de acuerdo a su diámetro. En el primer compartimiento la bola es de mayor tamaño que en el segundo, esto se debe a que el material que entra al primer comportamiento es de mayor tamaño y se requiere que la bola sea grande (3.5", 3" y 2.5" de diámetro) para que el impacto sea suficiente para triturar ese tamaño de material.

Una vez que este material a sido molido, pasa al segundo compartimiento, por las ranuras que tiene el diafragma, para que éste continúe moliendo ya con bola más pequeña (1", 7/8" y 3/4"), en este compartimiento la molienda se lleva a cabo por fricción entre las bolas y el material.

El material que sale del molido, es transportado por medio de desplazadores y elevadores hasta un separador centrífugo, en el cual, el material se alimenta mediante un plano difusor que gira a alta velocidad distribuyendo el material en el cono interior (cono de gruesos). Aquí se separan las partículas gruesas que se precipitan hacia la descarga del cono de las partículas finas que son arrastradas por la corriente de aire, generado por el ventilador hacia el cono exterior (cono de finos).

Una vez clasificado el material, los gruesos retornan al molino para ser procesados nuevamente hasta que cumplan con las

especificaciones requeridas y por otro lado los finos se descargan hacia una banda o bomba neumática para que lo transporten a los silos de almacenamiento de cemento.

1.4.10.-ENVASE Y EMBARQUE DE CEMENTO:

El producto (cemento) es enviado mediante bombas neumáticas y bandas transportadoras a los silos de cemento para su almacenamiento. La extracción de cemento de los silos puede ser para dos fines:

a).-Carga a granel.- El cemento se extrae por medio de dispositivos neumáticos y es conducido a tolvas de ferrocarril o camiones tanque (pipas) que llevan el producto terminado al cliente (depósito, obra, concretera).



Fig.7

b).-Envasado.- La extracción es mediante esclusas y dispositivos neumáticos que llevan el cemento hacia las

envasadoras donde es envasado en sacos de papel de 50 kilogramos y conducido por bandas transportadoras a su destino final que son los camiones o furgones de ferrocarril.

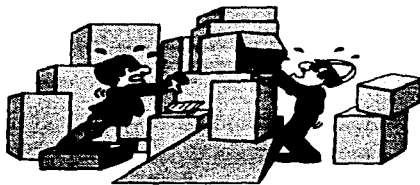


Fig.7A

Para evitar las emisiones de polvo y contaminación del medio ambiente, se cuenta con equipos de captación de polvos eficientes.

DIAGRAMA GENERAL DE FLUJO
DEL PROCESO DE ELABORACION
DEL CEMENTO

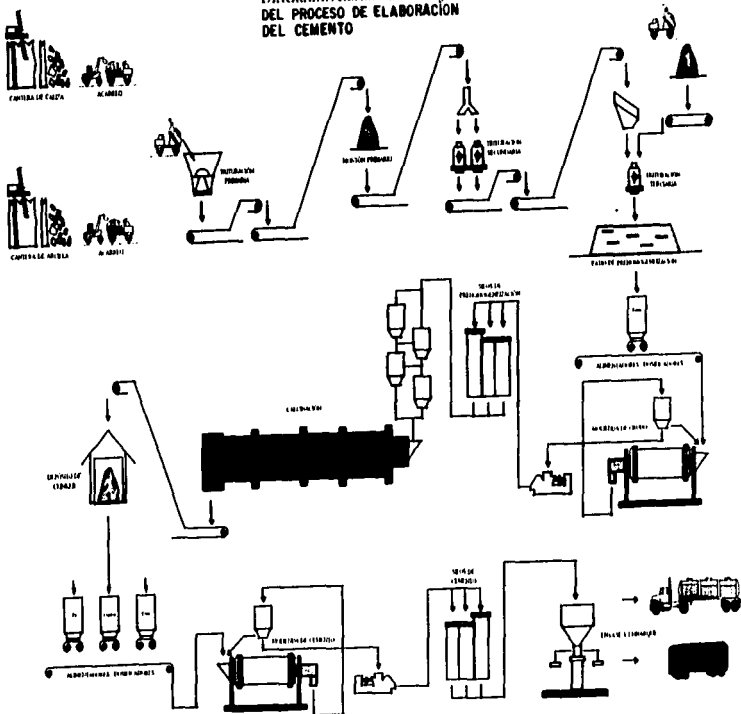


FIG. 8

AREA I
TRITURACIÓN PRIMARIA

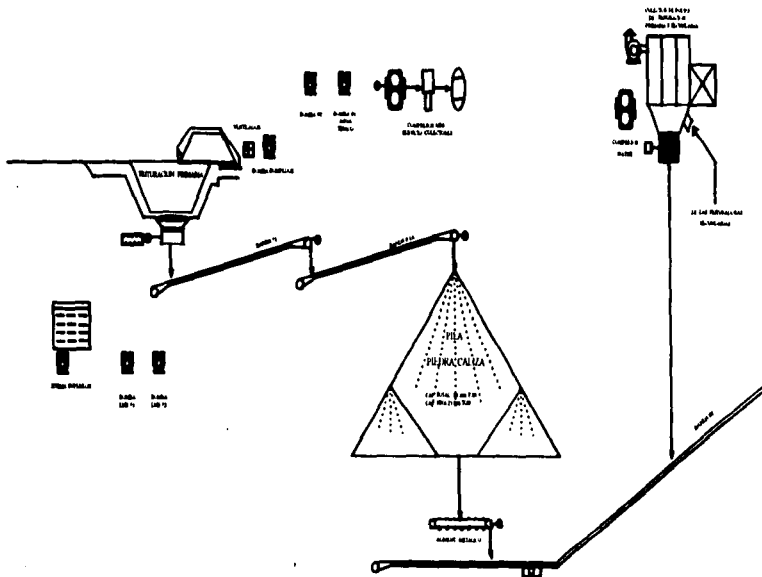


FIG. 9

AREA I
TINTURACION SECUNDARIA

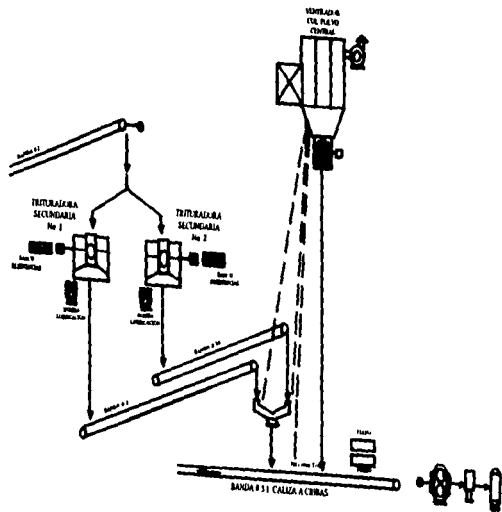


FIG. 10

AREA I
TRITURACION TERCERA

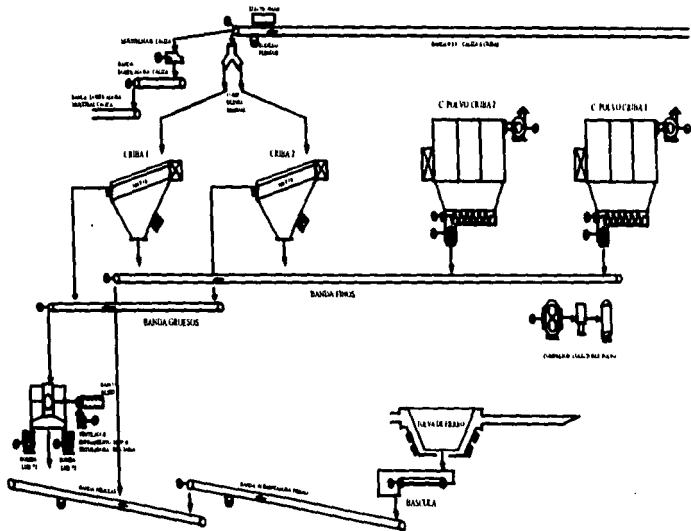


FIG. II

AREA I AUXILIARES TRITURACION TERCIANA

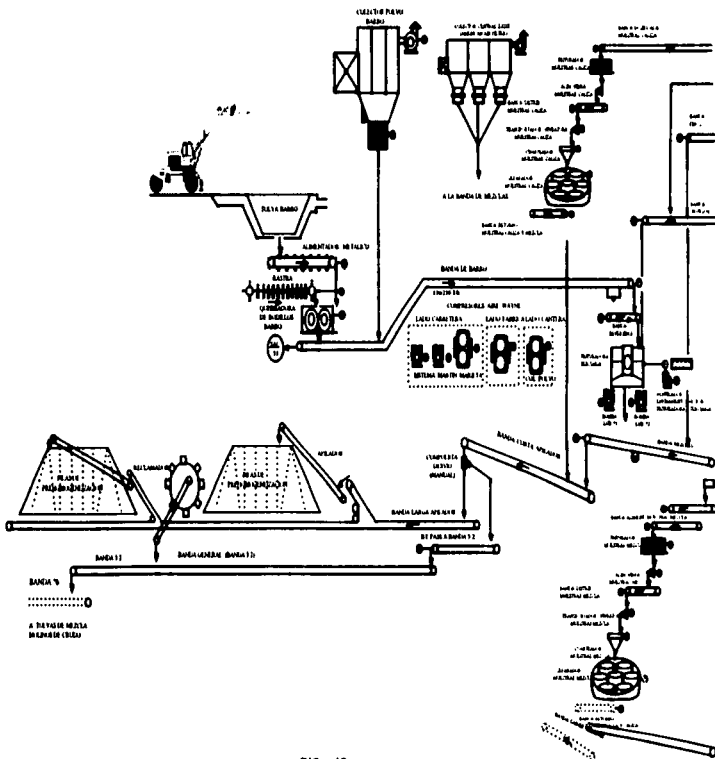


FIG. 12

1.5. DATOS TÉCNICOS DEL CEMENTO

1.5.1.-MATERIAS PRIMAS

Piedra caliza y arcilla obtenidos de canteras propias, óxido de fierro, yeso y puzolana comprado a proveedores externos.

1.5.2.-COMBUSTIBLE

Gas natural de 8,460 kcal/metro cubico a 20°C y 1 kg/cm cuadrado de presión. Aceite crudo con 9500 kcal/kg de poder calorifico bajo. Capacidad de almacenamiento de 6 millones de litros de aceite (combustóleo).

1.5.3.-CANTERA CALIZA

Se localiza a 1.2 kilómetros de la fábrica. El equipo utilizado para su explotación es el siguiente:

- 1 Perforadora Ingersoll Rand de 187 mm., Con capacidad de barrenación de 18 metros lineales por hora
- 1 Pala hidráulica Demag H-71, de 5.5 metros cúbicos
- 1 Pala hidráulica Demag H-121
- 1 Cargador frontal 988-B
- 1 Cargador frontal 992-C

- 2 Camiones Haulpack de volteo de 35 toneladas**
- 3 Camiones Caterpillar 777-C de 85 toneladas cortas**
- 1 Camión Haulpack Dresser de 50 toneladas**
- 1 Pipa Haulpack de 35 toneladas**
- 1 Motoconformadora Caterpillar**
- 1 Tractor Komatsu D-155**
- 1 Rompedor de roca Terminator**

1.5.4.-TRITURACIÓN

La piedra caliza es reducida a 4 1/2 pulgadas en una trituradora giratoria Allis Chalmers de 42 pulgadas tipo cono y de 635 toneladas por hora. Posteriormente es reducida a 2 pulgadas por dos trituradoras reversibles de martillos de 600 H.P. y 350 toneladas por hora cada una. La caliza es transportada por banda a la tercera etapa de trituración de donde sale actualmente reducida a 1 pulgada máximo de diámetro, en el futuro la guía sera de 1/2 pulgada maximo.

1.5.5.-CANTERA DE ARCILLA

Se localiza a 800 metros de la fábrica. Para su explotación se utiliza un tractor Komatsu D-155 con escarificador, 1 pala H-71 y 1

camión de 50 toneladas de capacidad, en el cual se transporta el material a las tolvas de alimentación.

1.5.6.-TERCERA ETAPA DE TRITURACIÓN

La caliza de diámetro mayor a 1/2 pulgada es triturada. Los finos de caliza, separados previamente por un matriz, son añadidos junto con el óxido de fierro, después de la trituradora terciaria. La capacidad máxima del sistema es de 750 toneladas por hora de materias primas trituradas y proporcionadas.

1.5.7.-SISTEMA DE PREHOMOGENIZADOR DE MATERIAS PRIMAS

Consta de un apilador Hewitt Robins, con capacidad total de almacenamiento de 50,000 toneladas de dos pilas. El sistema de reclamación (alimentación a tolvas de molinos de crudo) tiene una capacidad de 500 toneladas por hora.

1.5.8.-MOLIENDA

a).-Molino 1

Molino de 85 toneladas por hora, FLS tipo Unidan, de 3.8 metros de diámetro por 7.85 metros de longitud, de un compartimiento, con motor síncrono de 2,000 H.P., reductor

Sturtevant de 4.88 metros, tambor secador en la entrada del molino, utiliza un horno Todd de 5,500 kcal/hora y colector de bolsas para captación de polvo.

b).-Molino 2

Molino de 85 toneladas por hora, FLS tipo Tirax Unidan, de 3.8 metros de diámetro por 7.85 metros de longitud, de dos compartimientos, con motor sincrónico de 1,500 HP y reductor symetro , sistema de circuito cerrado, con dos separadores Sturtevant de 4.88 metros, tambor secador en la entrada del molino, utiliza un horno Todd de 5500 Kcal/hora y filtro electrostático para captación de polvo.

c).-Molino 3

Molino de 240 toneladas por hora, Polysius, tipo "doble rotador", de 4.6 metros de diámetro por 15.25 metros de longitud, con dos motores de 2,680 H.P. cada uno, reductores David Brown con mandos finales tipo corona y piñón, sistema de circuito cerrado con un separador estático y dos separadores Polysius convencionales, tiene dos compartimientos y un tambor secador integrado en el primero de ellos, utiliza los gases del horno 4 y

cuenta con un quemador Pillard, para la captación de polvos emplea un filtro electrostático que comparte con el horno 4.

d).-Molino 4

Molino de 80 toneladas por hora, FLS tipo unidan, de 3.1 metros de diámetro por 8.75 metros de longitud, de dos compartimentos, con motor sincrónico de 1,500 H.P. y reductor Symetro, sistema de circuito cerrado, con un separador de alta eficiencia Sepax, utiliza un generador de calor Pillar de 4,132 kcal/hora y emplea un colector de bolsas para la captación de polvo.

1.5.9.-SILOS DE ALMACENAMIENTO DE CRUDO

Se cuenta con dos secciones de almacenamiento:

a).-Sección A

Formada por los silos 1A, 2A y 3A, con capacidad de 8,250 toneladas. Esta sección alimenta a los hornos 1,2 y 3.

b).-Sección B

Forma por los silos de homogeneización 1B y 2B con capacidad de 5,000 toneladas y los silos de almacenamiento, 4B, 5B y 6B con capacidad de 9,000 toneladas. Esta sección alimenta al horno 4.

1.5.10.-CALCINACIÓN

a).-Horno 1 Y 2

Sistemas idénticos con hornos FLS de 3.5 metros de diámetro por 52.2 metros de longitud, equipados con precalentador Fuller Humboldt de cuatro etapas, con capacidad de 850 y 900 toneladas por día y un consumo de 1,000 y 950 kcal/tonelada de clinker respectivamente, queman combustóleo, cuentan con quemadores auxiliares en la cámara de gases, tienen enfriador Fuller de 6 por 55, filtro electrostático (equipado con torre de enfriamiento de gases) para la captación de polvo del precalentador y colector de polvo (equipo con enfriador aire-aire) para colección de polvo del enfriador.

b).-Horno 3

Horno Polysius de 4.4 metros de diámetro por 70 metros de longitud, capacidad de 1,500 toneladas por día y un consumo de 900 kcal/tonelada de clinker, quema combustóleo y cuenta con quemadores auxiliares en la cámara de gases, precalentador Dopol de 4 etapas, enfriador Fuller 831 H/1050, filtro electrostático (equipado con torre de enfriamiento de gases) para la captación de

polvo del precalentador y colector de polvo (equipo con enfriador aire-aire) para la colección de polvo del enfriador.

c).-Horno 4

Horno Polysius, de 5 metros de diámetro por 75 metros de longitud, capacidad de 2,700 toneladas por día y un consumo de 840 kcal/tonelada de clinker, quema combustóleo y cuenta con quemadores auxiliares en la cámara de gases, precalentador Dopol de 4 etapas, enfriador Fuller 831 H/1050, filtro electrostático (equipado con torres de enfriamiento de gases) para la captación de polvo del precalentador y filtro electrostático para colección de polvo del enfriador.

1.5.11.-MOLIENDA DE CEMENTO

a).-Molinos 3,4 Y 5

Sistemas idénticos de 75 toneladas por hora cada uno, con molinos FLS de 4 metros de diámetro por 12 metros de longitud, de dos compartimentos, con motor asíncrono de 2,750 H.P., reductor Symetro, sistema de circuito cerrado con dos separadores Sturtevant de 5.5 metros y filtro electrostático para captación de polvo.

b).-Molino 6

Molino de 110 toneladas por hora, Polysius de 2 compartimentos, motor síncrono de 3,953 H.P., reductor Flender, separador Cyclopol de mediana eficiencia y colector de bolsas para captación de polvo.

1.5.12.-SILOS DE CEMENTO, ENVASE Y EMBARQUES

Existen 11 silos de almacenamiento de cemento agrupado en 3 secciones: A, B y C, con capacidad de 26,000 toneladas.

Para envasar el cemento en sacos se tienen dos envasadoras estáticas St. Regis de 4 boquillas y una envasadora rotatoria Haver & Boecker de 8 boquillas. Las estáticas producen 50 toneladas por hora cada una y la rotatoria 100 toneladas por hora. Se cuenta con sistema de carga a granel sin pesaje automático en los silos A y B, el silo C está equipado con dos cargadores a granel de llenado automático y básculas digitales de 159 toneladas cada una. Para el movimiento de equipo de ferrocarril se tienen tres locomotoras: 2 marca General Electric de 520 H.P. y una Electromotive de 1,000 H.P., así mismo se cuenta con un patio de vías de F.F.C.C. de 10.3 kilómetros y con capacidad de 400 unidades. En el área de embarques se cuenta con una báscula para camiones con capacidad de 75 toneladas y una báscula ferroviaria de 150

toneladas, además se tiene un patio de camiones para 150 unidades aproximadamente.

1.5.13.-CUARTO DE CONTROL CENTRAL

Diseño para centralizar en un futuro la totalidad de la operación de la planta, actualmente está equipado únicamente para controlar desde la línea de producción al horno 4, molinos de cemento 4, 5 y 6, molinos de crudo 3 y 4, secador de puzolana, bunker y silos de cemento.

1.5.14.-ENERGÍA ELÉCTRICA

Se cuenta con una subestación principal con capacidad total de 53 MVA, está instalada en un edificio cerrado de dos pisos. La energía recibida a 85 KV y 60 ciclos es transformada a 23 KV por medio de dos transformadores de 25 y 28 MVA. El transformador de 28 MVA alimenta por medio de cables de 23 KV a los distintos centros de carga de las nuevas instalaciones, en los que el voltaje es reducido a 3 KV para los motores de alta tensión y a 440 para los sistemas auxiliares.

2.-OBJETIVO GENERAL.

Aumentar la capacidad del triturador primario (A 1000Ton/Hora). Para que se pueda llevar a cabo el objetivo anterior, partiremos analizando el historial tanto de la maquina así como de las condiciones externas. Refiriéndonos al primer punto revisando la información existente en planta, la producción cada vez ha sido mayor, inclusive en gran parte del proceso se han hecho modificaciones a la maquinaria para aumentarla de capacidad, como se menciono anteriormente en el año de 1992 - 1994, se modernizo el sistema de materias primas llevando todo el sistema a 1000Ton/hora, en esta maquina se ha hecho algo relevante el cambio de la polea motriz a un diámetro mayor al original, aumentando con esto las revoluciones de 302 a 328 R.P.M. Lográndose con esto un ligero aumento en la capacidad de la trituradora de 525 a 600 Ton / Hora, siendo que la capacidad nominal de la trituradora es de 635 Ton / Hora y 100%<6", así mismo se le cambiaron los cuatro anillos de cóncavos, disminuyendo el diámetro interno del último anillo y aumentando el diámetro del mantle inferior (cambio de la flecha pilón), quedando con estas modificaciones a una capacidad actual de 600 Ton. / Hora y 100% <

4 1/2, como se puede ver hemos bajado la granulometria del 100% < 6" a 100% < 4 1/2" abajo de la nominal, pero en producción hemos bajado considerablemente (de 635 a 600 Ton./Hora). Anteriormente a estas modificaciones con una granulometria en la alimentación de 100% < 42" se tenia en la descarga 70% < 6" y una producción de 1056 TMPH. Actualmente la ineficiencia de esta maquina causa que el sistema de trituración trabaje durante ciertos periodos sin carga o alimentación de material, causando de esta forma aumento en los costos de producción en la trituración de la piedra caliza. Con los cambios anteriores la abertura de descarga de la trituradora disminuyo de 9 a 4 1/2 pulgadas.

En el segundo caso, referido a las condiciones externas se llega a la conclusión de que la maquina se esta operando en forma inadecuada, puesto que el brocal o la tolva de alimentación de material debe de llenarse completamente por ambos lados en una forma homogénea, anteriormente se hacia solamente por uno u otro lado pero nunca alternadamente.

2.1.-OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Teniendo en cuenta el objetivo general, y a los estudios realizados se llega a la conclusión de los siguientes objetivos específicos:

- 1.-Descarga de material por ambos lados de la trituradora.**
- 2.-Modificar el sistema de lubricación para que pueda dar mas caudal y mas limpio el aceite.**
- 3.-Meter aire por el soporte del collarín que impide la entrada de polvo, para que este sea mas eficiente, y evitar así la contaminación del aceite por polvo y granza.**
- 4.-Instalar placas antiadherentes en el fondo de la tolva de recepción del material, para aumentar la velocidad de descarga del material de la trituradora.**
- 5.-Aumentar de revoluciones la transmisión del excentrico de 328 a 497 r.p.m. al piñón.**
- 6.-Modificar el sistema de lubricación del excéntrico, para que tenga un dispositivo de calentamiento y enfriamiento controlado.**
- 7.-Cambiar el excéntrico a bujes de bronce en lugar del metal babbitt, al mismo tiempo piñón y corona de dientes rectos a helicoidales.**

3.-INTRODUCCIÓN GENERAL

Se pretende modificar la capacidad de producción de trituración de caliza de 635 Ton/hora, a 1000 Ton./hora, para disminuir los costos de mantenimiento y producción, es muy importante que al hacer una modificación el mantenimiento no se nos dispare en costos, todas las maquinas tienen una capacidad de producción limite, lo importante es no pasarse de este limite, por que correriamos el riesgo de dañarla muy frecuente de sus partes vitales, en caso contrario se necesitaria una maquina mas grande. Lo que se pretende realmente es eficientar la maquina lo mas que se pueda, en todos los aspectos, mecanico, operación y producción, algunas propuestas se estudiaran en una minuciosa coordinación con el fabricante, precisamente por los limites de capacidad mencionados anteriormente.

El presente trabajo ha sido realizado recopilando datos de manuales del fabricante, de diferentes ediciones o generaciones de maquinas, así mismo de la experiencia de mucha gente, tanto de compañeros de planta, fabricantes y personalmente. Así mismo este trabajo tiene como finalidad el que el personal nuevo de planta le

sea de consulta para los mantenimientos y cuidados de la maquina, y así formar conciencia de su tecnología original. Casi cualquier maquina de este tipo (modelo 56), se puede modificar para aumentar su producción y sobre todo para demostrar que cualquier persona puede ser lo mas creativa posible tanto como se lo proponga. Muchas veces estudiando los manuales , vienen las posibles modificaciones o mejoras para elevar la eficiencia y producción de la maquina, en algunas ocasiones los manuales vienen en ingles y de venir así nos causa desinterés o apatía por leerlos, resultando así los malos hábitos para la resolución de los problemas. Al estar investigando para la realización de este trabajo, me encontré que en el manual están muchas de las soluciones de problemas añejos, algunos de los cuales son bastante simples y económicos para llévalos a cabo, pero si bastante costosos cuando la maquina se dañaba de alguno de sus componentes.

4.-CAPITULO No.1

CARACTERÍSTICAS DE LA TRITURADORA PRIMARIA

4.1.-Introducción.-En este capítulo se mencionan las características de la maquina actuales, las cuales han sido posiblemente modificadas de sus originales, desde que llego a la planta hasta la fecha, esta maquina es de modelo 56, en planta se instalo en el año 59, la maquina era usada según informes del fabricante al ser instalada, datos o historial de la maquina se llevaban de una manera informal, por parte de cada responsable de área que ha tenido a su cargo dicha maquina, con lo anterior no quiero decir que la información se llevaba a la deriva, sino que en planta no existía una política de resguardo de información técnica de todas las áreas, como actualmente se lleva.

4.2.-Principio de operación.-En la trituradora giratoria el grado de reducción de la alimentación es alcanzado principalmente por la aplicación de fuerzas compresivas, pero también por fuerzas de flexión. La trituración se lleva a cabo entre las caras de un cono truncado invertido y un cono en posición normal girando en el centro del truncado. Fig. 13.

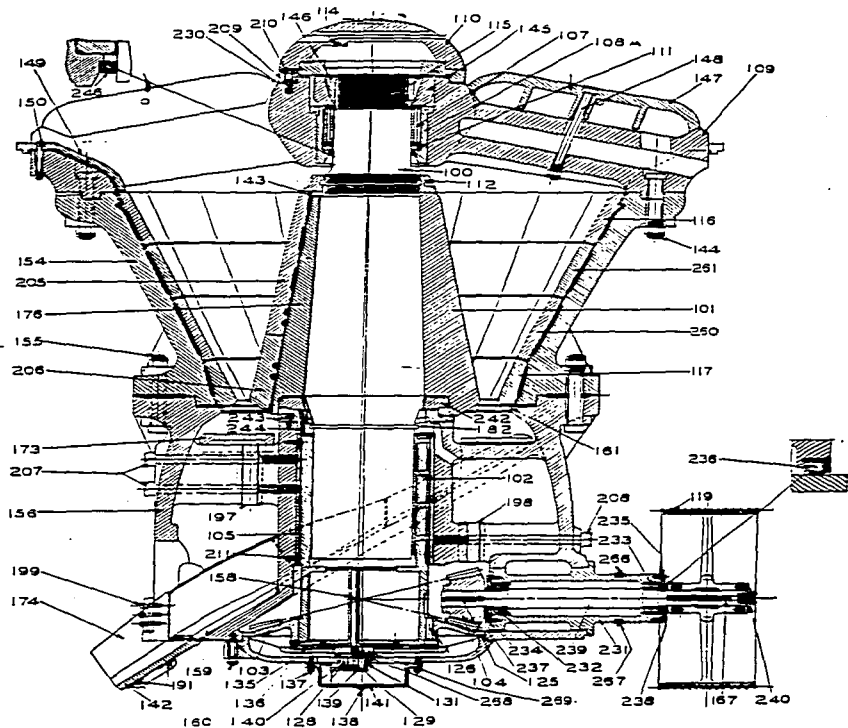


FIG. 13 PLANO GENERAL DE LA TRITURADORA

4.3.-Características.-Como se puede observar en la figura 13, el cono principal de trituración (Mantles), montados sobre el asiento y flecha principal (176 y 100 respectivamente), oscilan dentro del cono triturador estacionario (117,260,261 y 116), la flecha principal está suspendida sobre una rotula (111,107,145,146), localizada en la parte superior de la trituradora (llamado cabezal), el extremo inferior de la flecha esta montado sobre un excentrico (102), movido por un juego de engranes cónicos (103 y 104) los cuales originan el movimiento giratorio del cono de trituración (pilón).

La flecha principal esta inclinada normalmente en un ángulo entre 2° y 3° de la vertical y cuando esta girando ocasiona que el pilón periódicamente se acerque y se aleje del cono triturador estacionario, esto hace que el material atrapado entre las dos superficies esté sujeto a fuerzas de compresión lo cual lo hace que el material se rompa y cambie de tamaño. La flecha no debe de girar sobre su propio eje a mas de 10RPM. La trituradora es de tamaño 42-65, 42 pulgadas porque es el tamaño de entrada a la boca de la trituradora, 65 pulgadas por que es el diámetro exterior del manto inferior las dimensiones se muestran en la Fig.14.

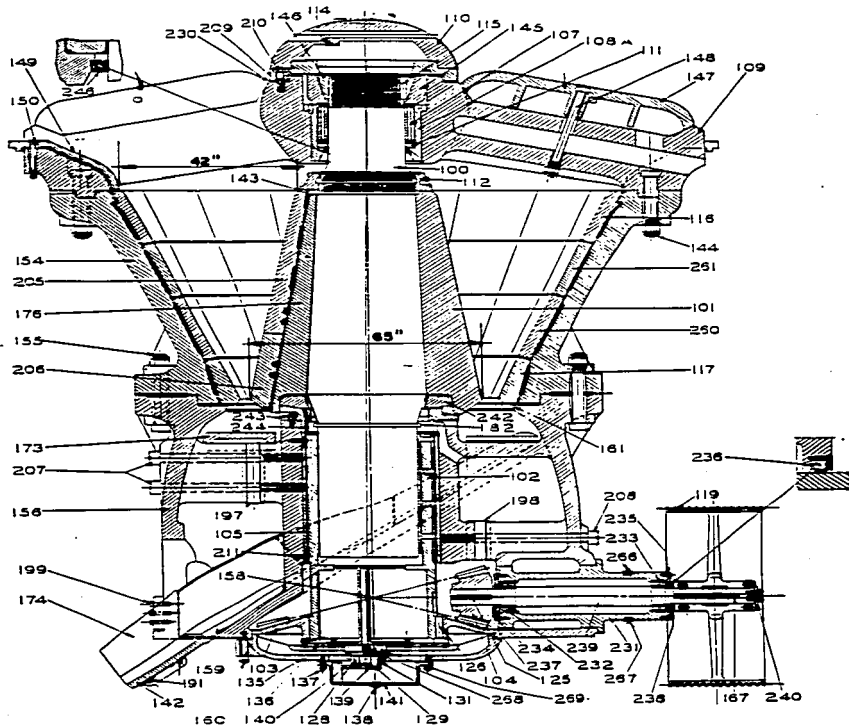


FIG. 14 TAMAÑO DE LA TRITURADORA

LISTA DE PARTES DE LA TRITURADORA PRIMARIA 42 - 65

PULGADAS.

- 100.-Flecha principal.
- 102.-Excéntrico.
- 103.-Corona conica.
- 104.-Piñon conico.
- 105.-Bujes del excéntrico.
- 107.-Manguito de la flecha.
- 108A.-Buje de la araña.
- 109.-Araña.
- 110.-Capa de la araña.
- 111.-Roldana de desgaste.
- 112.-Tuerca que sujeta a los mantos.
- 114.-Barreno respiradero del aceite del cabezal.
- 115.-Cuña de la tuerca de ajuste.
- 116.-Anillo de concavos superior.
- 117.-Anillo de concavos inferior.
- 125.-Cuña del piñon conico.
- 126.-Cuña de la corona.
- 135.-Plato del fondo.
- 136.-Tejuelo de bronce.
- 142.-Placas de blindaje del shute.
- 143.-Roldana de seguridad de la tuerca que sujeta a los mantos.
- 144.-Tornillos que sujetan a la araña.
- 145.-Portatuerca.
- 146.-Tuerca conica bipartida.
- 147.-Placas de blindaje de los brazos de la araña.
- 148.-Tornillos que sujetan las placas de los brazos de la araña.
- 149.-Placas de blindaje del anillo de la araña.
- 174.-Shute de descarga de material.
- 176.-Cabeza central.
- 182.-Anillo de retención del aceite.
- 191.-Barrenos para sujetar al shute cuando se hacen maniobras.
- 197.-Perno de la costilla frontal.
- 198.-Perno de la costilla posterior.
- 199.-Tornillos que sujetan al shute con la carcaza principal.
- 205.-Mantle superior.
- 206.-Mantle inferior.
- 209.-Anillo de retención de la tuerca conica
- 210.-Tornillo que sejeta de la araña al anillo de retención.
- 211.-Tornillos que sujetan a los bujes del excéntrico
- 230.-Lainas de ajuste del anillo de retención
- 231.-Housing
- 232.-Balero de rodillos.
- 233.-Baleros de bolas.
- 234.-Plato del sello interno de aceite.
- 235.-Plato del sello externo de aceite.
- 237.-Separador interno del balero.
- 238.-Separador externo del balero.
- 239.-Flecha de los baleros.

- 150.-Tornillos sujetadores de las placas del anillo de la araña.
154.-Carcaza superior.
155.-Tornillos que fijan la carcaza superior con la carcaza principal.
156.-Carcaza principal.
159.-Placas de desgaste superiores del shute de descarga de material.
160.-Tornillos que sujetan al plato del fondo.
161.-Tope de los concavos inferiores.
167.-Cuña de la polea conducida.
173.-Costilla del plato de desgaste.
- 240.-Seguro externo de la polea conducida.
242.-Collarin de polvo tipo gravitacional.
243.-Anillo cojinete del collarin de polvo.
244.-Mechas de lubricación, del collarin de polvo.
246.-Sello de aceite del buje de la araña.
260.-Anillo central inferior.
261.-Anillo central superior.
266.-Barreno para reponer nivel de aceite.
267.-Barreno para drenar el aceite.

Para compensar el desgaste del emplacado en la parte inferior (descarga) o para cambiar la abertura de descarga (distancia entre el pilón y el cono triturador en la descarga), pudiendo ser logrado de dos maneras principales.

1.- Ajustando la tuerca por la cual la flecha está suspendida.

2.-Elevando hidráulicamente la flecha desde el extremo inferior(Mecanismo de hidrosset).

Las trituradoras giratorias son también usadas como primarias o secundarias. Sus fabricantes afirman que pueden trabajar ahogadas por ejemplo con la descarga directa a la trituradora de camiones, sin embargo como los camiones grandes que se usan hoy en día consecuentemente este método de alimentar puede no ser recomendable ya que si la maquina parara, representaría un gran trabajo el limpiar para volver a arrancar. Tal como sucede con las trituradoras de quijada, las giratorias no son capaces de manejar materiales arcillosos.

La trituradora es marca Allis Chalmers, accionada con un motor de 3000V, 350H:P, 875 R.P.M, de corriente alterna de 66.5 amperes, la polea motriz tiene un diámetro de 20" con 12 ranuras, para un juego de 12 bandas D-300, una polea conducida de diámetro 55" (119), la

flecha (239) que conecta a la polea conducida con el piñón cónico tiene un diámetro de 6" por 2.5m de largo, el piñón (104) tiene 19 dientes de un acero templado, la flecha esta montada sobre tres baleros, uno del lado del piñón de rodillos(232) y otros dos de bolas(233) del lado libre (lado polea), estos baleros a su vez están montados sobre un soporte llamado Housing(231), este elemento de la maquina consta de dos retenes de aceite, uno por la parte externa(236) y uno por la parte interna(234) (de la trituradora), tiene tres barrenos(por la parte externa de la trituradora), uno para poner o reponer nivel(266), otro a 180° para drenar(267) y otro a 45° para checar el nivel de aceite.

El excéntrico (102) es un tubo que en la parte inferior asienta la corona(103), la cual tiene 50 dientes, es de acero templado, en la parte superior del excéntrico 2/3 del diámetro por 50" de largo, tanto interior como exterior tienen metal babbitt stanum5X, estas partes hacen la función de cojinetes de deslizamiento del muñón inferior de la flecha principal(100), el excéntrico esta asentado en un aro de desgaste (136), el cual es de bronce, este a su vez asienta en el plato del fondo(135) (concha), este plato esta atornillado(160) a la carcaza principal(156), esta carcaza asienta en la base de concreto y

es la que soporta a toda la maquina. En el excéntrico esta montado el elevador de aceite(158), que consiste de dos bridas separadas y un tubo central, los cojinetes del excéntrico por la parte exterior, son unos bujes(105) de acero que estos a su vez están sujetos a la armazón principal, por unos tornillos(211) de 1 1/2" de diámetro grado 5, con arandela de presión.

En la carcaza se encuentran montados los pernos, uno para la arista posterior(198) y otro para la arista delantera(197).

Sobre la armazón principal(156) esta atornillado y asentado el portasello(243) y sobre este ultimo se desliza el sello(242), para evitar entradas de polvo, el sello se lubrica por medio de unas mechas(244) de fieltro, que al mojarse por las puntas se humedecen en su totalidad lubricando así el sello, que se desplaza junto con el pilón y sobre el portasello. En la carcaza principal se encuentra sujetado el conducto(142) del material por medio de unos tornillos(199).

Sobre la carcaza principal(156), se encuentra atornillada la carcaza del cono truncado invertido(154), el blindaje de esta carcaza, son los cuatro anillos de cóncavos(116,261,260 y 117), el anillo superior(116), el anillo central superior(261), el anillo central

inferior(260) y el anillo inferior(117). Estos cóncavos van sujetos en la carcaza con una resina especial muy dura, se colocan de tal manera que estas placas hagan cuña entre ellas para evitar que se salgan o aflojen durante el trabajo, una de ellas llamada placa de cierre es la que hace cuña con las demás, una vez vaciada la resina que ocupa el lugar originado por el espacio entre las placas de estos anillos, se endurece de tal forma que las placas queden inmóviles y bien sujetadas.

El pilón esta conformado por la flecha principal(100), el cono que es la cabeza central(176), el mantle inferior(206) y el mantle superior(205), la roldana de seguridad o seguro(143) de la tuerca de la cabeza central y tuerca(112), que evita el movimiento axial(asia arriba), y la resina que evita el movimiento y flexiones radiales según el caso.

La siguiente pieza es la araña(109) la cual esta sujeta por unos tornillos(144) a la carcaza del cono invertido(154), esta pieza tiene un peso de 43800Lbs., la periferia y los brazos de la araña están protegidos por una placas llamadas placas de blindaje(149 y 147) respectivamente, estas placas están sujetadas por los tornillos(150 y 148) respectivamente.

Suspensión de la araña, en esta trituradora el ajuste vertical es por suspensión de la flecha principal por la araña. El rango de ajuste vertical es de 6" a 11", dependiendo de la holgura de adentro del cabezal, según tamaño de la maquina. Un molde de acero(145), internamente es de forma de cono invertido, la tuerca cónica(146) partida por la mitad, la tuerca es roscada internamente , el lado externo es parejo, con el diámetro grande en la parte de arriba, por lo cual con el peso de la flecha pilón (49100Lbs.), la tuerca aprieta deteniendo de esta forma el pilón suspendido, la tuerca tiene una cuña(115) para evitar que se gire. La colocación deseada del pilón es llevada a cabo por la posición de la tuerca partida en el roscado de la flecha principal.

La lubricación del cabezal de la araña es por grasa, bombeada del exterior 20 gramos cada 1/2 hora, la grasa es del tipo E:P No.2, esto fue una modificación del pasado, ya que originalmente llevaba aceite, se modifíco por los problemas constantes de fugas, por consecuencia se reponía nivel diariamente. La bomba es neumática contando únicamente en la línea de aire con un manometro y trampa de condensados.

La lubricación de los baleros de la contraflecha son lubricados por medio de levantamiento de aceite cuando la flecha empieza a girar.

La lubricación del excéntrico es sistema externo, esto quiere decir que se tiene un deposito de aceite con capacidad de 1200 Litros , el cual es bombeado(el aceite) hacia la trituradora por una bomba de engranes, entrando por la parte central del plato(135), el aceite es conducido por un elevador de aceite hasta la parte donde empieza el metal babbitt, después de aquí el aceite sigue su curso por la parte interna del excéntrico claro esta, hasta la parte superior del mismo, lubricando de esta forma el muñón inferior de la flecha-pilon, en la parte superior se encuentran las mechas de fieltro las cuales se mojan de aceite lubricando así el collarín que impide la entrada de suciedad, una parte de aceite cae por gravedad externamente al excéntrico, lubricando los cojinetes y bujes del excéntrico, la otra parte se va hacia una vena que lo conduce hacia la parte superior del piñón lubricándolo de esta forma, lo que se menciono anteriormente se puede observar en la siguiente figura, Fig. 15. Nuestro sistema de lubricación actualmente tiene muchas áreas de oportunidad entre ellas algunas muy sencillas y

económicas, el aceite entra a la trituradora directamente de la bomba con un caudal actual de 87 litros por minuto, en el retorno cuenta con una trampa con mallas muy abiertas, la tapa del tanque no esta sellándolo adecuadamente, no tiene respiradero adecuado, la línea de retorno cuenta con un termómetro analógico y un micro de flujo, la línea de entrada cuenta con un micro de presión, cuando hay un problema en el sistema de lubricación ya sea por falta de flujo o presión empieza a sonar una alarma teniendo cinco minutos para detectar, por parte del operador, el problema o para vaciarse la trituradora, si es que tiene material, después de este tiempo la trituradora se parara automáticamente. El aceite que actualmente se usa es el meropa 220.

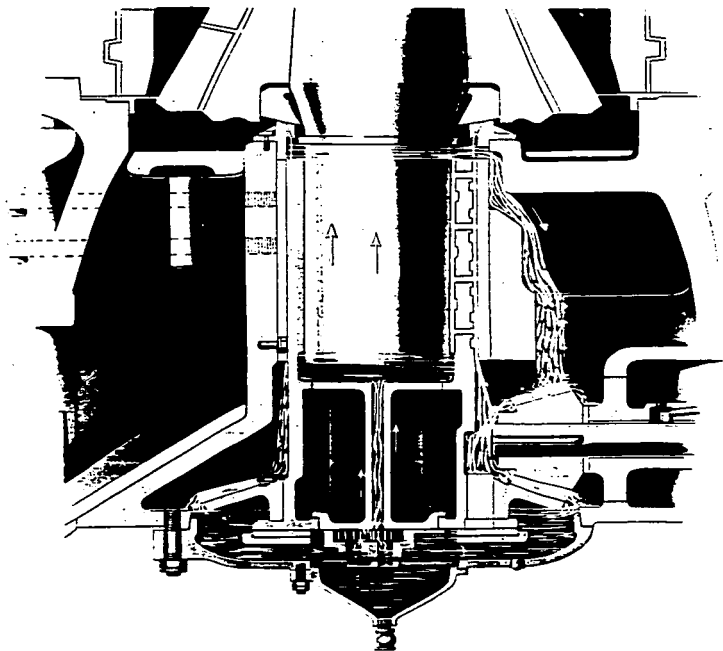


FIG. 15 FLUJO INTERNO DEL ACEITE

BIBLIOGRAFÍA

Manual ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING COMPANY

Milwaukee 1, Wisconsin. Numero de serie 10009

Manual ALLIS-CHALMERS

Milwaukee Wisconsin. 53201.

5.-CAPITULO 2

MODIFICACIÓN DE LA MAQUINA, AUMENTO DE CAPACIDAD EN EL SISTEMA DE TRITURACIÓN.

5.1.-Introducción.-En el presente capitulo se presentan varias propuestas de las cuales todas son aplicables de una forma mas cara o económica, en tal caso todas nos ayudaran a mejorar o a modernizar la maquina, que nos lleva a un menor costo de mantenimiento y operación, dichas propuestas se irán realizando paulatinamente tomando en cuenta lo caro que resultaría su aplicación, así mismo se terminara de darles el uso optimo a las existentes, teniendo en cuenta que la planta actualmente se encuentra en paro general por la crisis económica del país, las estrategias de la planta son arrancar una línea de producción y como se vaya mejorando el mercado , se arrancaran las siguientes tres líneas, con lo anterior quiero decir que la maquina en cuestión (trituradora de cono), será exigida paulatinamente, influyendo así, que las modificaciones se harán de la misma

forma, pero en caso de que la estrategia cambiara drásticamente en exigencias de producción dichas modernizaciones se acelerarían. Las propuestas han sido investigadas y consultadas en manuales del fabricante y asesoramiento de los mismos, claro sin dejar de tomar en cuenta las observaciones y experiencias de la gente que ha laborado por largo tiempo en la planta y en especial de un servidor.

El primer éxito de la trituradora giratoria fue introducido en 1878 por la Gates Iron Works (Compañía fabricante de las primeras trituradoras), mas tarde con Allis Chalmers, (Compañía fabricante). La Superior Mc Cully, la trituradora con la primer flecha corta fue otro importante desarrollo, una trituradora señalada para roca y mineral triturándolos normal por años. A través de los años Allis Chalmers fue pionera en diseño de trituradoras, marcando así el paso a la Ingeniería de trituración, hoy la mayor trituradora a vencer es la recientemente desarrollada la Superior Gyrotory Crusher (Trituradora Superior Giratoria), es

una trituradora que refleja una política de continuas investigaciones y mejora de diseños, es una trituradora que combina los buenos futuros de sus antecesoras con los mas modernos avances de la Ingeniería. Como un resultado, la trituradora Superior Giratoria es no superada en diseño y cumplimiento en esfuerzos, capacidad, facilidad de mantenimiento, versatilidad y economía en la operación.

5.1.1.-Resiste los máximos esfuerzos.-Actualmente la maquina trabaja con altos esfuerzos en todo el acero de su construcción, con pesadas costillas externas estas costillas se muestran en la Fig.16. Sin embargo, los esfuerzos no son necesariamente un medio de peso excesivo, los metales y aleaciones usados en construcción y la distribución de peso, son actualmente los factores determinantes en los esfuerzos de una trituradora giratoria. Metales con altas tensiones previenen alta proporción de esfuerzos y peso, en la trituradora Superior (los siguientes numeros que estan entre parentisis se refieren a la

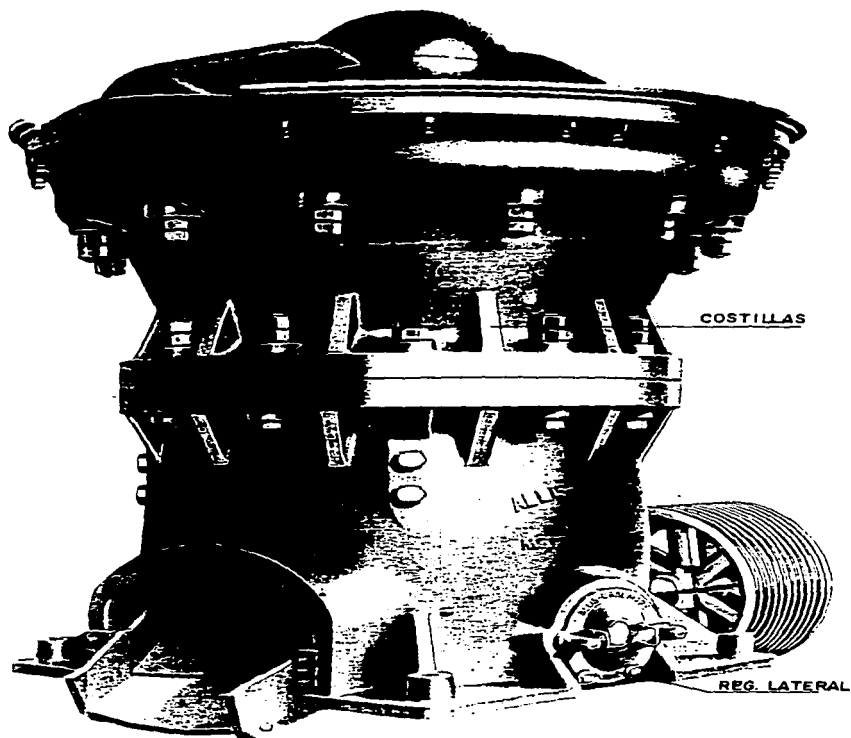


FIG. 16 COSTILLAS Y REGISTRO LATERAL

figura numero 13.), la araña (109), la carcaza de la parte superior(154), y la carcaza de la parte inferior (156) son de acero resistente al choque. Acero forjado recocido es usado en la flecha principal (100). El piñón (104) y corona (103) son de acero aleado y tratado.

5.1.2.-Costillas bien balanceadas y esfuerzos alcanzados, mínimo peso.-El diseño alcanzado de la trituradora Superior incluye la colocación del nervio circunferencial alrededor de la carcaza superior e inferior. Este molde íntegramente reforzado de los nervios (Costillas) previene distorsiones, suministra la rigidez necesaria para mantener el verdadero alineamiento de las partes móviles. Los nervios anteriores se muestran en la Fig. 16.

5.1.3.-Diseño de la araña para máxima rigidez y estabilidad.-La construcción de la caja hueca (Cabezal) de la araña permite el máximo esfuerzo con la menor interferencia de alimentación alcanzada. Los brazos son moldeados íntegramente con la llanta grande externa, las fatigas de trituración son

transmitidas en la llanta, la cual es empotrada estrechamente en la carcaza superior. La araña y la carcaza superior son engranadas (Ensambladas), estas dos piezas se refuerzan para suministrar la máxima estabilidad y rigidez.

5.1.4.-La carcaza inferior, suministra la base robusta y protege el mecanismo.-La carcaza inferior es la base de la trituradora, tiene bastante fuerza, no solamente para soportar el peso de la trituradora, sino también para resistir esfuerzos extremos de trituración, bastante fuerte para proteger el mecanismo vital, el excéntrico, engranes y contraflecha ensamblada (Housing) alojado en la carcaza inferior.

5.1.5.-Adaptabilidad.-Como ya se menciona anteriormente, lo fundamental de la trituradora Superior es la eficiencia y economía, flexiblemente empotrada permite adaptaciones para los cambios de las condiciones operativas, en

algún tiempo del futuro, así mismo una trituradora Superior permite la compensación (Carrera de la suspensión de la araña) para llevar y asegurar un producto uniforme.

5.1.6.-Velocidad ajustable para la demanda de capacidad.-En la trituradora Superior, el uso de engranes helicoidales hacen posible el ancho rango de velocidades conducentes, es decir puede instalarse un motor de velocidad variable.

5.1.7.-Ajustar la excentricidad para mayor demanda de capacidad.-Con una trituradora primaria Giratoria moviéndose en una velocidad. fija de la contraflecha, la capacidad es incrementada como excentricidad es incrementada, así mismo con un aumento de velocidad de la contraflecha la capacidad es aumentada. A la inversa, reduciendo ambas la velocidad o la excentricidad reduce la capacidad. La excentricidad, en la trituradora Superior, puede ser variada simplemente instalando el buje apropiado en el excéntrico hasta tocar fondo de la flecha

principal (Que es una ventaja cuando se instale el excéntrico con bujes de bronce).

5.1.8.-Advertencias de la descarga del fondo.- En nuestra trituradora uno de los problemas mas frecuentes es el anillo de material que se nos forma por la parte inversa de la descarga, como el material tiene que recorrer desde el lado opuesto a la descarga suceden dos cosas, una de ellas es que se tarda mas tiempo en ser desalojado, la otra es que conforme pasa el tiempo y maxime si el material viene húmedo o se humedece con el sistema de supresión de polvos, se forma un anillo de material en el lado opuesto a la descarga, para eliminar este problema se van a instalar placas antiadherentes que ya existen en el mercado.

5.1.9.-Circuito que contribuye al balanceo.-La capacidad de almacenamiento de 86000 Tons. permite controlar el flujo de material a través de la planta, en una forma continua, lo que quiere decir que siempre debemos de tener un stock de material suficiente, para esto es necesario un aumento de capacidad de

producción, como ya se menciona anteriormente. Otro factor que mantiene el circuito balanceado es el ajuste vertical, el cual permite conservar la descarga, colocando por compensación el mantle y cóncavos a una distancia, para absorber el desgaste de los mismos.

5.1.10.-Los mas bajos costos de operación.-Ajuste vertical, para compensar el desgaste sobre las superficies de operación, el sistema de aceite suministrara la apropiada lubricación externa incluyendo el cabezal de la araña que es por grasa. El sello efectivo de polvo que se instalara, prevendrá la infiltración del mismo, para una larga vida de las partes en movimiento o rozamiento como cojinetes y baleros.

5.2.-Modificaciones que se estan proponiendo en los objetivos especificos, para la trituradora de cono.

5.2.1.-Descargar los camiones por ambos lados de la trituradora.-Anteriormente únicamente se hacia por un lado de la tolva de alimentación a la trituradora, esto es con el fin de que

la trituración sea lo mas homogénea posible, principalmente para evitar que la trituradora triture mas por un lado, ocasionando de esta forma que el muñón de la parte inferior del pilón recargue o haga presión solamente en un lado del metal babbitt, perdiendo la película de aceite. disminuyendo la vida del enmetalado y excéntrico. Otro factor importante es que en toda la periferia del cono truncado, siempre haya material y este caiga por toda la descarga de la trituradora, recolectándose finalmente por el shute lateral de descarga hacia la banda. Para llevar a cabo esta propuesta actualmente, en las instalaciones de la trituradora, se cuentan con las adecuadas.

5.2.2.-Referente a la propuesta de modificar el sistema de lubricación para que pueda dar mas caudal y limpio el aceite.-Se dividirá en dos etapas, la primera consistirá en mejorar el actual sistema, con la menor inversión posible, para que pueda arrancar con un sistema confiable, y no se nos dañe el excéntrico muy rápido, las modificaciones serán las siguientes:

1.-Reinstalar el filtro respirador del aceite, de esta forma se confinara o sellara perfectamente el deposito de almacenamiento del mismo (En este deposito se almacena el aceite que retorna de la trituradora).

2.-En la trampa del retorno de aceite, la malla tipo coladera que se tiene actualmente se cambiara por otra mas cerrada, por consiguiente este tanque se le instalara un sello adecuado en la tapa cerrando fácil y correctamente.

3.-Se le instalara una bomba de mayor caudal de 26 GPM, que es el caudal que esta trituradora necesita realmente, junto con un sistema de filtrado adecuado en la línea de entrada a la trituradora, este sistema será tipo By-Pass, es decir se instalaran dos filtros de aceite, para que se le pueda dar servicio al filtro que se tape, durante la operación de la maquina. Se instalaran manómetros a la entrada y salida de los filtros, que nos indicaran filtros sucios o limpios mediante la caída de presiones.

5.2.3.-Meter aire por el soporte del collarín de polvo, para evitar que se introduzca (el polvo), contaminando el aceite prematuramente -El sello de la trituradora que actualmente tiene es un sello que le hace falta una modernización, durante la operación se le mete al aceite bastante polvo y granza (piedras pequeñas), diariamente se tiene que limpiar la trampa que se encuentra en la línea de retorno, lo cual esto influye que tanto el aceite como el metal babbitt del excéntrico se nos contamine y dañe muy rápido respectivamente, el aceite con polvo se nos vuelve una lija y la granza nos ocasiona ralladuras en el metal y los bujes de acero del excéntrico, por lo que se puede ver es una modificación bastante necesaria que nos ahorraría bastante trabajo y consecuentemente dinero. Esta modificación será hecha en la trituradora introduciendo bajas presiones de aire en el sello de polvo de la cámara de trituración, esta presión interna será obtenida mediante el uso de una pequeña presión de aire, creando un soplido externo del mismo a través del

sello de polvo, mediante esta forma de sellado se previene la entrada de polvo o suciedad abrasiva al aceite aun bajo las mas severas condiciones de trabajo.

5.2.4.-Instalar placas antiadherentes en el fondo de la tolva de recepción de material, para aumentar la velocidad de descarga del material de la trituradora.-Actualmente la trituradora tiene placas de acero originales, en estas placas, en epoca de lluvias el material se pega demasiado por la humedad excesiva y shute de descarga lateral, aún no siendo esta epoca el material tiende a pegarse, simplemente por el sistema de supresión de polvos que se tiene en planta, su principio de operación es a base de niebla de agua, generando humedad durante su funcionamiento. Cuando se forma el anillo (de material) que no deja bajar o fluir el material, es necesario parar la trituradora para hacer limpieza, en epoca de secas una vez por día y en epoca de lluvias una vez por turno, estas frecuencias

dependen del grado de humedad del material, si las lluvias son abundantes el material se tiende a alimentar de la cantera bastante humedo, por otro lado, si alguna o algunas espreas chorrean (o se tapan), se genera lodo, a diferencia que cuando las espreas estan alimentando agua en forma de niebla al material, humedeciendolo únicamente. En las placas antiadherentes el material no tiende a adherirse, lo cual el anillo anteriormente mencionado no se formara, por lo que el material aumenta su velocidad de salida; estando menos tiempo en la camara de trituración.

5.2.5.-Aumentar de revoluciones la transmisión del excéntrico.-Se cambiaran las poleas a las siguientes medidas, para darnos una producción de 700Ton/hora, la polea motriz a 25.5" y la polea conducida a 45" de diámetro. En el manual del fabricante con la velocidad del piñón a 497 RPM, con la carrera del excéntrico a 1 1/4" y a 330 H:P del motor y con una abertura en la descarga (Distancia máxima del pilón y última hilera de cóncavos) de 4 1/2 - 5" en promedio, tenemos la producción

anteriormente mencionada. Cabe hacer mención que nuestras condiciones actuales son las siguientes: Motor 350 H.P y 875 RPM, la polea motriz de 20" y la conducida de 55" de diámetro, abertura en la descarga de 5", así mismo la carrera del excéntrico es de 1 1/4", lo cual concluimos haciendo los cálculos respectivos tendríamos 497.15 RPM del piñón, con los cambios anteriores aumentamos de 318.18 a 497.15 RPM al piñón. La producción que se pretende como anteriormente se dijo es 1000Ton/Hora, con los cambios de velocidad llegaríamos a 700Ton/Hora, pero agregándole una mayor velocidad de descarga del material y alimentación por ambos lados del brocal, se estima llegar a 1000 Ton/Hora.

5.2.6.-Modificar el sistema de lubricación del excéntrico para que tenga un dispositivo de calentamiento y enfriamiento controlado.-La ventaja de tener la lubricación externa permite un calentamiento y enfriamiento de aceite por medio de un calentador y enfriador respectivamente. Actualmente

nuestra trituradora tiene un sistema de lubricación bastante ineficiente como ya se menciona, la lubricación es la vida de una maquina después de una reparación general o mantenimiento con calidad.

a).-Circuitos de protección de la trituradora en caso de fallar el sistema de lubricación..-Son dos switches de seguridad, el switch de temperatura (8) y el de flujo (7). ver la Fig.17, estas protecciones serán calibradas de tal forma que al pasar cierto tiempo (5minutos para el de flujo) la trituradora pare automáticamente. El switch de temperatura será instalado en la línea de retorno de aceite a la entrada del tanque, será calibrado en el rango de 149 a 155°F (65 a 68°C), a los 149°F el switch cerrara para calentar el aceite y a los 155°F abrirá. El switch de flujo de aceite será instalado en la descarga de la bomba (después del enfriador), este switch cerrara cuando no haya flujo de aceite y abrirá cuando el flujo sea restablecido. Estos switch son proyectados como dispositivos de protección, si ellos actúan es

para hacer algo durante su actuación, revisando rápidamente cual es el problema que pudiera existir en un cierto momento, para evitar daños de consecuencias que nos pudieran en cierto momento parar la planta o a obligarnos a buscar un abastecimiento externo de caliza, o sobre todo que el paro sea de muy alto costo. Para probar el switch de temperatura que funcione correctamente durante la operación de la maquina, se hará de la siguiente manera: Remover el switch de la línea de aceite sumergir el bulbo en una pequeña cantidad de aceite colocado en un recipiente conveniente, calentar el aceite lentamente y usar otro termómetro de confianza para notar la temperatura de aceite en ambos termómetros, el switch de flujo puede comprobarse su funcionamiento interrumpiendo el flujo de aceite por un momento con una válvula instalada antes del switch, con respecto a la dirección del flujo. La siguiente figura muestra la instalación eléctrica del circuito. Fig. 18.

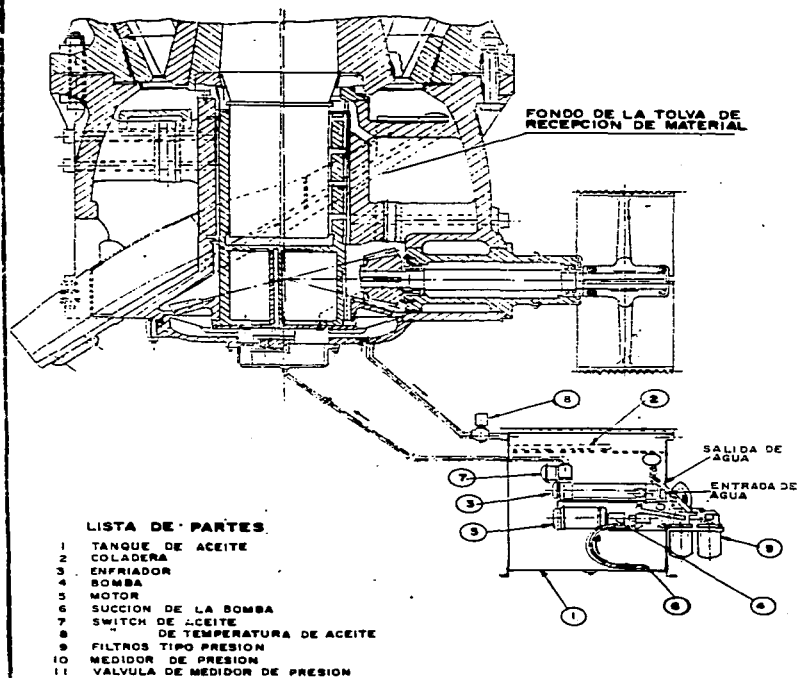


FIG.17 SISTEMA DE LUBRICACION EXTERNA

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

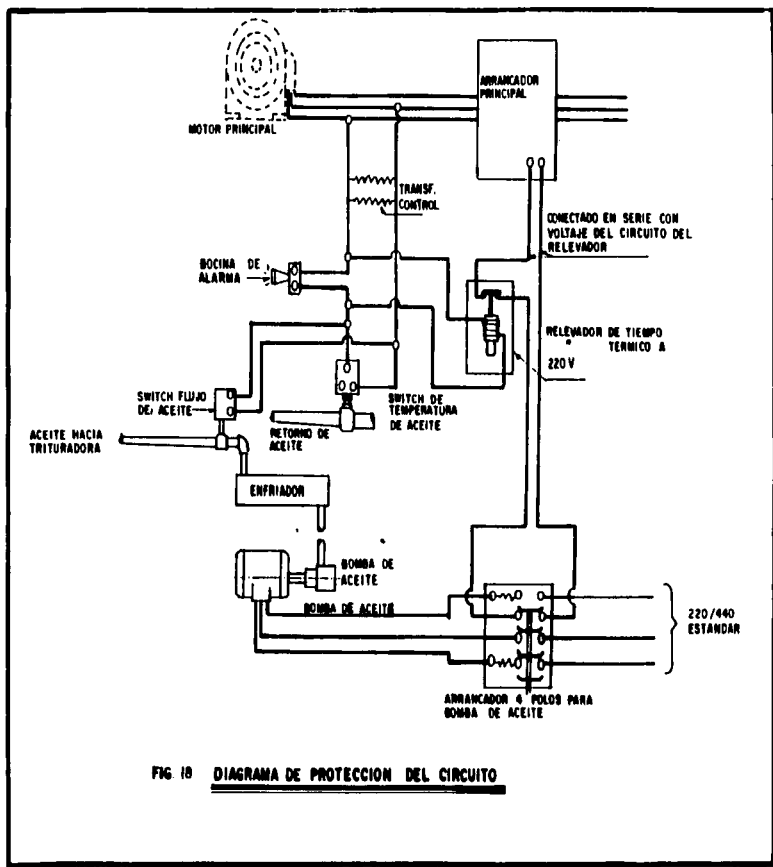


FIG 18 DIAGRAMA DE PROTECCION DEL CIRCUITO

b).-Sistema de enfriamiento.-El enfriador será de tipo condensador consistiendo de tubos de latón y cobre por los cuales el agua circulara, el aceite pasara alrededor (afuera) de estos tubos, transfiriendo el calor del aceite al agua, el enfriador tendrá una capacidad, para una operación normal alrededor de 5 a 15 galones de agua por minuto, con este flujo de agua se mantendrá la temperatura de operación del aceite de 100 a 130°F (38 a 55°C). En caso de que el agua no tuviera la presión adecuada en la línea de suministro se podrá instalar una bomba para hacer circular el agua. En este sistema de enfriamiento, se puede instalar un enfriador de aire-agua, en este caso nos referimos a un radiador, el sistema de enfriamiento por agua es como originalmente se debió de hacer ya que es una condición original.

Fig.17.

c).-Filtro de presión.-El filtro de presión consistirá de una caja y bolsa de filtro por dentro, como las bolsas de filtro se volverán obstruidas a través del tiempo, la diferencia de presión

aumentara por que el aceite entrara sucio y saldrá limpio, cuando alcance 25 libras, el By-pass abrirá la válvula de alivio. Estas condiciones existirán siempre que la temperatura y viscosidad del aceite sean correctas para las condiciones de operación normal. El sistema ha sido pensado para poner un filtro únicamente, por condición original, pero se pueden instalar dos filtros en paralelo para cuando uno se tape, sacarlo de funcionamiento y trabajar con el otro, mientras se le da mantenimiento al que fue tapado.

Fig.17.

d).-Tanque de aceite.-El aceite lubricante saldrá a la bomba por 1 o 2" arriba del fondo del tanque para que el agua y sedimentos puedan ser recolectados abajo, la colección de sedimentos y el agua podrán ser drenados regularmente, este tiempo dependerá de las condiciones de trabajo, con forme a la experiencia se fijaran tiempos razonables. Para limpiar el tanque se hará con la misma bomba colocando en tambos perfectamente limpios , el aceite. Una vez que el aceite es sacado hasta el nivel

mínimo de entrada a la bomba, el aceite sobrante se sacara junto con los sedimentos y agua (humedad). Si el aceite bombeado anterior esta en condiciones de volverlo a utilizar se volverá a vaciar al tanque en forma manual o por gravedad, en caso contrario se pondrá aceite nuevo. Así mismo el tanque deberá de contener un filtro-respiradero perfectamente sellado. Fig.17.

e).-Calentador tipo sumergible.-El calentador será de tipo sumergible, para calentar el aceite cuando las condiciones de clima así lo requieran. Este calentador será operado eléctricamente y con sus respectivos switches, el diagrama de instalación electrica se presenta en la Fig. 19.

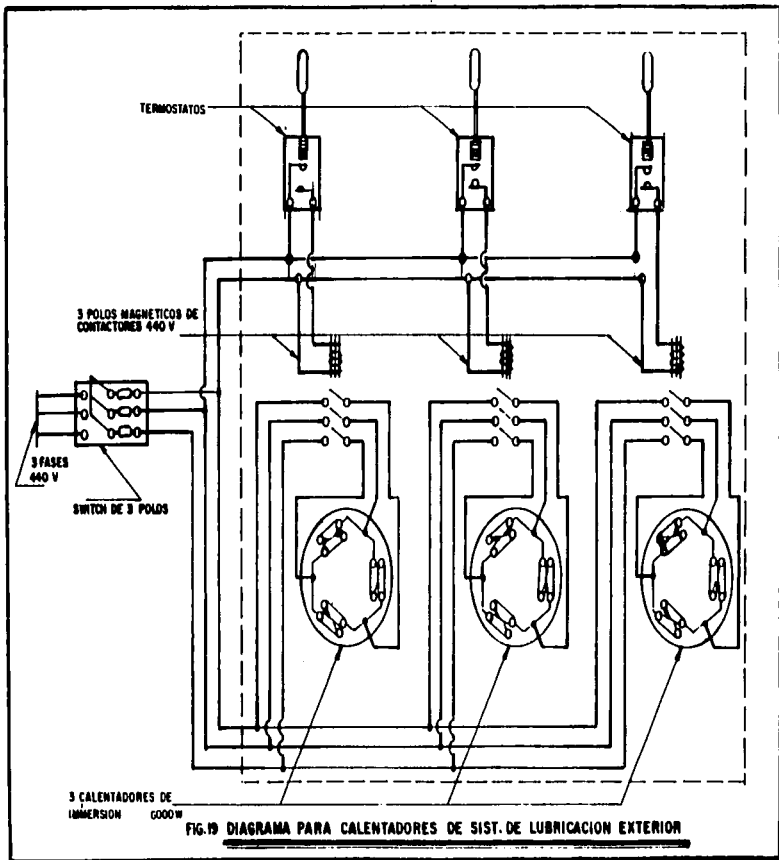


FIG.19 DIAGRAMA PARA CALENTADORES DE SIST.DE LUBRICACION EXTERIOR

5.2.7.-Cambiar el excéntrico a bujes de bronce, así como el piñón y corona a dientes helicoidales.-Actualmente el metal babbitt que se tiene instalado en el excéntrico de la trituradora, dura muy poco 8 o 9 meses, el cual debería de durar un promedio de 5 años, claro esto es en condiciones normales de operación y descarga de camiones. Ya se mencionaron ciertas mejoras que nos ayudaran a aumentar la durabilidad de algunos componentes de la maquina, una de las desventajas del metal babbitt es que aun limpiando bien la pieza, este no queda con una buena adherencia cuando se enmetala, máxime si la pieza (excéntrico) ya es de varias coladas, ocasionando con esto que a través del tiempo de trabajo se empieza a fisurar o a caerse el babbitt, cosa que con el bronce no sucede este problema por que estos bujes se instalan en el excéntrico en forma de bujes propiamente dicho, formando una pieza ensamblada en otra, con una cierta presión que no es lo mismo que se tenga que adherir a la pieza de alojamiento (que en este caso es el excéntrico), así mismo el buje

de bronce es el que ha dado excelentes resultados en las trituradoras modernas. En cuanto al cambio de dientes rectos a helicoidales se gana una mayor potencia en la transmisión del excéntrico, puesto que a diferencia de los dientes rectos que entran al engranaje individualmente, los helicoidales entran en forma simultánea dos o tres a la vez, es decir la carga se reparte en mas dientes, por otro lado el ruido es menos son mas silenciosos. Lo anterior se esta checando por el fabricante, si es posible y confiable para esta trituradora tales cambios, si las primeras propuestas nos resultan como se esperan, estos últimos cambios ya no se harían.

BIBLIOGRAFÍA

**Manual de ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING
COMPANY, Milwaukee 1, Wisconsin. Numero de serie 10009.**

**Manual de ALLIS-CHALMERS Milwaukee Wisconsin No.
53201.**

6.-CAPITULO 3

MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA ACTUAL Y MANTENIMIENTO DE LA MAQUINA MODIFICADA.

6.1.-Introducción.-Primeramente empezaremos por definir los distintos tipos de mantenimiento:

EL MANTENIMIENTO CORRECTIVO.-Son todos los trabajos que se ejecutan para corregir una falla, ya sea de emergencia o con diferente prioridad.

Se denomina mantenimiento correctivo cuando ya existe un problema en la maquinaria y que debe corregirse inmediatamente o lo mas pronto posible, según sea el caso. Generalmente ocasiona un paro imprevisto de la producción.

Elementos integrantes:

- a).-Poca planificación del mantenimiento.
- b).-Niveles de inventario de refacciones elevado.
- c).-Poco control de costos de mantenimiento.

Mantenimiento basado en la atención de fallas de acuerdo a prioridad.

EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO.-Es el conjunto de trabajos que se realizan para prevenir fallas imprevistas del equipo, las cuales se ajustan a una base planeada y programada.

Estos trabajos se ejecutan con los equipos en operación o cuando hay un paro programado que no afecta el objetivo de la producción.

El mantenimiento preventivo es la inspección periódica para detectar condiciones que pueden causar averías, paros de producción, o pérdidas perjudiciales de funciones, sirve para eliminar, controlar, o revertir tales condiciones en sus etapas tempranas. En otras palabras, el mantenimiento preventivo es la detección y tratamientos rápidos de anomalías en el equipo antes de que causen defectos o pérdidas. Esta es una medicina preventiva para el equipo.

El mantenimiento preventivo consiste en 2 actividades básicas:

1.-Inspección periódica.

2.-Restauración planeada del deterioro, basada en los resultados de las inspecciones.

Las rutinas diarias de mantenimiento sirven para prevenir el deterioro, son usualmente consideradas como una parte del mantenimiento preventivo.

Elementos integrantes:

a).-Estandarización de las actividades de mantenimiento.

b).-Planificación del mantenimiento.

c).-Registros de mantenimiento (Sistema computarizado para la administración del mantenimiento).

d).-Control de repuestos.

e).-Control de costos de mantenimiento.

MANTENIMIENTO PRODUCTIVO.-Es el conjunto de actividades de mantenimiento basadas en la fiabilidad del equipo, prevención del mantenimiento y una ingeniería económica.

La administración de los equipos puede ser dividida en ingeniería de proyectos e ingeniería del mantenimiento. La prevención del mantenimiento (PM) es un aspecto significativo de la ingeniería de proyectos, sirve como una interface entre la ingeniería del mantenimiento y la ingeniería de proyectos.

El objetivo de las actividades de prevención del mantenimiento es reducir los costos de mantenimiento y las pérdidas por deterioro en equipos nuevos, se consideran los últimos datos de mantenimiento y la más reciente tecnología cuando diseñan la alta fiabilidad, mantenibilidad, operabilidad, seguridad y otros requerimientos en los equipos. En otras palabras, esto significa diseñar e instalar equipo que puede ser fácil de mantener y operar.

Elementos integrantes:

- a).-Administración del ciclo de vida de partes y equipos.**
- b).-Confiabilidad basada en el diseño.**
- c).-Equipos libres de mantenimiento.**
- d).-Reducción de costos de mantenimiento.**

MANTENIMIENTO PREDICTIVO.-Es el conjunto de trabajos que se realizan para detectar daños incipientes (Que inician) en la maquinaria sin que ocasionen paros.

El mantenimiento predictivo o mantenimiento basado en las condiciones del equipo , usa técnicas modernas de monitoreo para diagnosticar las condiciones del equipo durante su operación para detectar o identificar señales de deterioro o fallas inminentes.

La tecnología de diagnostico para la maquinaria, mide la fatiga en el equipo y su mal funcionamiento, deterioro, potencia, desempeño y otras propiedades sin necesidad de desarmarlo. Esta ayuda diagnostica y predice la confiabilidad y capacidad del equipo para distinguir y evaluar la causa, localización y grado de

peligro de algún mal funcionamiento, e indica un metodo de reparación.

El monitoreo de condiciones es la aplicación de tecnologia de diagnóstico de maquinaria o equipo. Las siete tecnicas siguientes son usadas para tal fin:

- **Métodos térmicos.** Estos incluyen el uso de pintura térmica para mostrar calentamiento en los motores y termografía para monitorear la temperatura de hornos y las condiciones de centros de carga o lineas de energia eléctrica.
- **Monitoreo de lubricantes.**-Son métodos de monitoreo del color del lubricante, oxidación y contenido de particulas metálicas, por medio de analisis quimicos espectroscopicos.
- **Detección de fugas.**- Fugas en recipientes de presión, son detectadas usando ultrasonido o gases de halógeno.
- **Detección de fisuras.**- Las fisuras son detectadas usando flujo magnetico, resistencia eléctrica, corrientes de Eddy, ondas ultrasónicas o radiación.

- **Monitoreo de vibraciones.**-Son usados pulsos de choque y otros métodos principalmente en maquinaria con partes en movimiento.
- **Monitoreo de ruido.**-Varios tipos de dispositivos monitorean la condición del equipo directamente del ruido que generan.
- **Monitoreo de corrosión.**-Emisión acústica y otros métodos son usados para monitorear la condición de los metales.

Elementos integrantes:

- a).-Mantenimiento basado en las condiciones del equipo.
- b).-Tecnología de monitoreo para diagnóstico.
- c).-Planificación del mantenimiento.
- d).-Sistemas computarizados para la administración y el registro de tendencias.

MANTENIMIENTO AUTONOMO.-Es el conjunto de actividades de mantenimiento básico desarrolladas por los propios operadores del equipo, las cuales constan de cuatro

etapas principales que son la limpieza, inspección, lubricación y ajustes.

Idealmente, la persona que opere un equipo debe ser capaz de darle mantenimiento, originalmente, estas dos funciones estaban combinadas. Sin embargo, gradualmente las funciones de mantenimiento y operación fueron separándose como equipos, hasta llegar a tener una relación muy compleja. Durante el periodo de postguerra la industria creció rápidamente en japon, mucho equipo fue reemplazado por maquinaria nueva y desconocida. Respondiendo a la demanda de incrementar la producción, el departamento de producción se concentro en las salidas, asumiendo gradualmente el departamento de mantenimiento la responsabilidad de casi todas las funciones de mantenimiento. El resultado fue una especialización bipolar que continua hasta nuestros tiempos.

El corazón del mantenimiento autónomo es la prevención del deterioro, que ha faltado en la mayoría de las fábricas hasta

últimas fechas. Considerando la importancia de estas actividades en la industria actual, es sorprendente que el mantenimiento autónomo no haya sido promovido anteriormente.

Elementos integrantes:

- a).-Confiabilidad basada en la operación.**
- b).-Integración de departamentos de operación y mantenimiento.**
- c).-Clasificación y asignación de las actividades del mantenimiento realizadas por los operarios.**
- d).-Adiestramiento, formación y metodología para el mantenimiento autónomo.**
- e).-Prevención del mantenimiento.**
- f).-Desarrollo de habilidades en operarios para la detección del origen de las fallas.**

Cualquier planta lo que busca, es tener costos de operación cada vez mas bajos para mayores utilidades, en la actualidad con las crisis de energéticos y económicas del mundo moderno, una planta entre mas moderna, los mantenimientos preventivos y

correctivos tienden a disminuir, traduciéndose esto en ahorros considerables, el mantenimiento predictivo a la viceversa tiende a aumentar. Por lo que es mas importante hablando de la conducta humana, será mas motivante, para el personal que este operando o manteniendo la maquina en optimas condiciones. Se evitara lo “rutinario” y la maquina será mas amigable.

6.2.-En el mantenimiento actual se hace lo siguiente:

Diariamente.

1.-Se saca la granza, son piedras pequeñas, que se meten por el sello del polvo, causado por el calzamiento del pilón por parte del material que no se desaloja rápido de la cámara de trituración. La limpieza de la trampa se hace normalmente dos veces por turno, se destapa la trampa y se saca la malla, sacudiéndola para que la granza se le desprenda, una vez limpia se coloca otra vez, cerrando perfectamente la trampa. La trampa se encuentra en la línea de retorno del aceite.

2.-Abrir los registros laterales (mirillas) para observar que no se haya desprendido el babbitt del excéntrico.

Estas actividades nos cuestan dos horas hombre y en dinero \$14.28.

Por año de 312 días hábiles tenemos un costo de \$4457.14. En la figura 16 se observan los registros laterales.

Quincenalmente

De la rutina PMQ01, con el tiempo programado, mano de obra y materiales tenemos el siguiente costo:

Estopa	= \$2.32
Solvente	= \$39.8
Mano de obra 1 mecánico	= \$28.57
Costo total para la realización de la rutina	= \$70.69

Bimestralmente

De la rutina PMB01, con el tiempo programado, mano de obra y materiales tenemos el siguiente costo:

2 Metros de manta	= \$3.70
10 Litros de solvente	= \$199.00
15 Kg de grasa Molux E.P-2	= \$200.25
5 Litros de aceite Meropa 220	= \$44.00
Mano de obra 4 Mecánicos	= \$171.42

En esta rutina no se menciona cambiar el aceite, ha habido ocasiones que se ha cambiado en 1.5 meses, pero en historial de

la maquina en un promedio cada dos meses se cambian 1200 litros.

Costo de 1200 litros de aceite = \$10560.00

Costo total de la realización de la rutina y el aceite = \$11178.37

Semestralmente

De la rutina PMS01, el costo por materiales, refacciones y mano de obra tenemos lo siguiente:

La manga de la flecha principal pieza No.107, no se va a tomar en los costos para esta rutina, únicamente se considera refacción de seguridad.

Roldanas de desgaste 2 piezas	= \$16000
Manta 2 metros	= \$3.7
Solvente 15 litros	= \$298.50
Grasa EP-2 15Kg	= \$200.25
Aceite Meropa 220 5 litros	= \$40.4
Mano de obra 4 Mecánicos	= \$342.85
Costo total para la realización de la rutina	= 16885.70

Cada 8 o 9 meses

1.-Cambiar el excéntrico, por excesivo desgaste en el metal, o por caerse el metal (desprenderse del excéntrico), este tipo actividad se presenta cuando la quebradora ya no tritura bien, es decir se vuelve mas lento el movimiento de péndulo del pilón, el desprendimiento del metal babbitt se nota cuando en la malla de la trampa, hay capas delgadas de metal y por la parte interior de la trituradora, donde esta la transmisión, cuando se encuentren pedazos de metal babbitt.

El costo del excéntrico por reparación general es el siguiente

= \$59300

Mano de obra por la instalación

= \$685.71

El tiempo programado para la realización de este trabajo es de 12 horas.

El costo por materiales es de

= \$1000

Costo total para el cambio del excéntrico

= \$60985.71

Las rutinas de los periodos anteriores están clasificadas de la siguiente manera:

PMQ01 Paro mecánico quincenal ruta uno.

PMB01 Paro mecánico bimestral ruta uno.

PMS01 Paro mecánico semestral ruta uno.

Las anteriores rutinas se muestran a continuación.

Recurso No. = 11-
Plant Code = 25
Area Code = 0
Unit Code = 25001
Machine Ref. = PM001

- VERIFIQUE EL OPERADOR DEL CONTROL QUE SE EFEC LA LA ACTIVACION DEL EQUIPO .
- REVISE QUE LOS INTERRUPTORES ESTEN DESENERGIZADOS .
- COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD .

A. TRITURADORA PRIMARIA.

- 1.- Verificar referencias de ajuste del pilon y buje (araña) comparandola con referencia anterior o la dejada en el momento de hacerle una revision al causal.
- 2.- Revisar posible contaminacion del aceite con granza o polvo, si es necesario hacer limpieza.
- 3.- Revisar que no haya fugas de aire y grasa por la bomba linea (mangueta) que trabaja con el tiempo y caudal adecuado de grasa.
- 4.- Revisar tornillos sujetadores del soporte del collarin de pilon.

VERIFIQUE QUE LAS SUARDAZ ESTEN COLOCADAS.
RECOGER CHATARRA, ESTOPAS Y REPARACIONES SOBREVANTES.
DEJAR LIMPIO LUGAR DE TRABAJO.

REPARACIONES Y MATERIALES:

T.PROD. Y HORAS.

1/4 kg. de aceite.
2 lit. de lubricante.

Record No. = 167
Plant Code = 25
Area Code = 9
Unit Code = 25001
Machine Def. = FMEC1

- * AVISE AL OPERADOR DEL CONTROL QUE SE EFECTUARA REVISION DEL EQUIPO *
- * CHEQUEE QUE EL INTERRUPTOR ESTE DESENERGIZADO *
- * COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD *

A. TRITURADORA PRIMARIA.

- 1.- Desmontar tapas de los brazos de la araña.
- 2.- Desmontar tapa del cabezal de la araña.
- 3.- Hacer limpieza en la parte superior de la tuerca y portatuercas.
- 4.- Checar ajuste y desgaste del anillo de empuje de la flecha principal, tuerca y portatuercas. Dicho ajuste debe de ser de 1/4".
- 5.- Si todo esta bien agregar 20 kg de grasa EP noli con aceite MEROFA en un recibo de ambos, para que penetre por las demás piezas del cabezal.
- 6.- En caso de que se haya desajustado aflojar tornilleria que fija el anillo de empuje. Quitar linternas que sean necesarias para que el ajuste sea correcto, ajustillar completamente el anillo y checar nuevamente.
- 7.- Si el ajuste quedo correcto se procede a armar colocando la tapa del cabezal y tapas de los brazos respectivamente de la araña.

VERIFIQUE QUE LAS GUARDAS ESTEN COLOCADAS.
RECOPON CHATARRA, ESTOFA Y REFACCIONES SOBREPANTES.
DEJAR LIMPIO LUGAR DE TRABAJO.

REACCIONES Y MATERIALES:

TIEMPO: 3 HORAS.

- 1. 01. DE MANTEN.
- 1. 11. DE ALIVIA.
- 1. 12. DE GRASA MOBILUX EP-2.
- 1. 13. DE ACEITE MEROFA 220.
- 1. 14. DE SIERRAS ESPECIALES.

Orden No. # 127
Plant Code # 25
Area Code # 0
Unit Code # PSC01
Working Day. # 1MS01

- AVISE AL OPERADOR DEL CONTACTO QUE SE EFECTUARA REVISION DEL EQUIPO.
• CHEQUEE QUE EL INTERRUPTOR ESTE DESENERGIZADO.
• COLOQUE SU TARJETA DE SEGURIDAD.

A. REPARACION PRIMARIA.

- 1.- Desmontar tapas de los brazos de la araña.
 - 2.- Desmontar braca del cabezal de la araña.
 - 3.- Retirar tornillos para desmontar el anillo de empuje de la flecha principal.
- NOTA: Para desmontar lo anterior se usa el colipasto de 5 ton. ubicado en ese lugar.
- 1.- Con el colipasto de 5 ton. se sube el brazo portando antes una barra para poder al interior, hasta que quede la flecha bisartada con el eje principal.
 - 2.- Sacar punta de la tuerca bisartada. Se empieza a girar la tuerca contra para sacarla, hasta que quede libre de contacto con el pylon. Cuando esto se hace completamente.
 - 3.- Con el colipasto de 5 ton. se pone maniobra para alzar la portatuerca. Desplazándose primero de una viga sacando la tuerca contra para que se quite de sobre el eje. Luego se saca o quita su anillo de seguridad con el uso de la fuerza de la flecha principal.
 - 4.- Sacar punta de la flecha principal y tuerca de desgaste. Para poder sacar estas partes se usan colipastos colocados como se muestra en el dibujo del equipo.
 - 5.- Se hace limpieza y pintura al interior a las partes correspondientes. Para el interior se desmontan, para poder hacer limpieza, los tornillos de la suspensión principal y flechas secundarias de ese momento.
 - 6.- Se hace limpieza al eje de la flecha para poder limpiar el eje principal.
 - 7.- Se hace limpieza de desgaste. Limpieza de la flecha principal, para poder hacer todo el mantenimiento.
 - 8.- Se hace ajuste al portatuerca, junto con la tuerca contra para que la primera sirve de soporte a la segunda. Entonces la tuerca contra se hace como apoyo (entonces se ira dejando la portatuerca ya que la portatuerca se encuentra suspendida en el colipasto de 5 ton.).
 - 9.- Se procede a colocar la flecha principal.
 - 10.- El ajuste de la tuerca contra va sin la portatuerca en suspensión se procede a levantar la flecha-nylon. La cual esta descansando en el colicón de polvo. A partir de ahí se levanta de 3/16 a 1/2", es decir, el ajuste del pylon en suspensión debe de quedar en ese rango.
 - 11.- Cuando el ajuste queda en su rango, poner la CURA a la tuerca contra y asegurarse de apretar bien el tornillo seguro de la CURA.
 - 12.- Se coloca el anillo de empuje de la flecha principal. Se orientan 4 tornillos a 90° de separación cada uno y se chequea el ajuste del cabezal (incluya de tuerca-portatuerca con el anillo). Este ajuste debe de quedar de 1/4", va sea colocando o sacando calzas del asiento del anillo de empuje.
 - 13.- Si el ajuste queda correcto se procede a atornillar perfectamente el anillo de ajuste quedando o sacando calzas de la araña y brazos de la misma.

VERIFIQUE QUE LAS GUARDAS ESTEN COLOCADAS.
RELOJER CHATARRA, ESTOPAS Y REFACCIONES SOBREPANTES.
DEJAR LIMPIO LUGAR DE TRABAJO.

REFACCIONES Y MATERIALES:

T.PROG. 12 horas.

Manga para flecha principal.
Calzas de desgaste.
Cable de acero.

15 qt. de solvente.
15 lb. de grasa mobilux EP-1.
5 lt. de aceite Meropa 220.
Estrobo largos y cortos (1/2" x 2 mt. 1/2" x .5 mt.)
Orejas de 7/8" y 1" rosca std.
Medidor de ultrasonido.

6.3.-Mantenimiento modificado

Empezaremos por analizar rutina por rutina del mantenimiento actual contra el modificado:

En la rutina diaria del mantenimiento actual, la actividad de sacar la granza ya no se haría en el mantenimiento modificado por dos cosas:

1.-Como la modificación consiste en poner placas antiadherentes, el material fluiría mas rápido disminuyendo así la probabilidad de que se pueda meter al aceite, lo cual el pilón ya no se calzaría.

2.-Una vez que se instale la línea que meterá aire al sello de polvo, para evitar la entrada de granza y polvo, se disminuye casi al 100% la entrada de impurezas al aceite. Por consecuencia esta actividad se dejaría de hacer Con lo anterior se tendrá un ahorro de \$4457.14, anuales

En la rutina quincenal, no hay cambios significativos por lo cual no ahorraríamos nada. En cuanto a las actividades de la

rutina PMQ01, el punto No.3 no se haría, que corresponde al revisar posible contaminación del aceite con polvo y granza.

En la rutina Bimestral , lo que nos ahorraríamos sería lo del cambio de aceite, por las modificaciones que se están proponiendo por tres puntos:

- 1.-Con la instalación de placas antiadherentes, el material fluye más rápido estando menos tiempo en la cámara de trituración disminuyendo así, casi al 100% la entrada de impurezas al aceite, puesto que el collarín de polvo ya no se calzara, evitando así la entrada de granza al sistema de lubricación.**
- 2.-Con la instalación de filtros en la línea de entrada del aceite a la trituradora, el aceite se limpiara cada que pase por dichos filtros, en tal caso los filtros son los que se limpiaran, pero su mantenimiento será mínimo, por el perfecto confinamiento del tanque y trampa del sistema de lubricación.**
- 3.-Principalmente por la instalación de la línea que alimentara aire al sello (del polvo) pieza numero 242, el aire tendrá una**

dirección de adentro hacia afuera con respecto a la entrada del polvo y granza.

El ahorro sería de \$10560.00 que es el costo del aceite, la rutina se realizaría completa.

En la rutina semestral, en esta rutina el ahorro sería del 100% del costo de la misma que es de \$16885.20, la rutina fue hecha por los problemas que se tienen de rotura de roldanas de desgaste, piezas 111, Fig. 24 .Así mismo la rutina no tendrá razón de ser.

Cada 8 o 9 meses, como el sistema de lubricación será modificado, con un incremento en flujo y limpieza de aceite, las partes que están expuestas a rozamiento, aumentara su película de aceite evitando así la fricción entre ellas, el polvo o suciedad ya no formaran con el aceite una lija que desgasten las piezas que se lubrican.

Por lo que se concluye que el ahorro será del 100% del costo de este trabajo, con las modificaciones el cambio del excéntrico será

garantizado por lo menos cada 5 años, . El ahorro es de \$60985.71, el trabajo del cambio de excéntrico se hace en 12 horas con 8 Mecánicos.

Cambiar excéntrico cada 10 años, por la garantía de que el bronce difícilmente se fisurara o se caerá, por su perfecto asentamiento en el excéntrico. Sobre todo por la lubricación y sellado del polvo perfecta, es decir temperatura y limpieza adecuados. Lo anterior es llevando a cabo las siete propuestas, para las primeras cinco comprende cuando los cojinetes del excéntrico son de metal babbit y en este caso se cambiara cada 5 años.

Por ultimo se estima cambiar el aceite una vez al año mínimo, como el aceite ya no se contaminara por polvo o granza y a la vez se contara con un sistema de filtrado que limpiara el aceite, aumentándole lo de la temperatura controlada, este no perderá sus propiedades de lubricación, para evitar la fricción entre metal y metal de las partes en movimiento entre si.

Como se puede ver con las aseveraciones anteriores el mantenimiento, se reduce bastante y sobre todo ahorro de costos, por el cambio menor de piezas de desgaste y lubricante.

COSTOS Y AHORROS ANUALES DE MANTENIMIENTO

Rutina	Mantto. Actual	Mantto. Modificado
Diaria	+\$4,457.14	-\$4,457.14
Quincenal	+\$1,696.56	+\$1,696.56
Bimestral	+\$67,070.22	-\$67,070.22
Semestral	+\$33,771.4	-\$33,771.40
Cada 8 o 9 meses	+\$60,985.71	-\$60,985.71
Total	+167,981.03	-166,284.47

Nota: El signo (+) es gasto, el (-) es ahorro.

En las siguientes figuras se muestran las partes de la trituradora en forma desglosada.

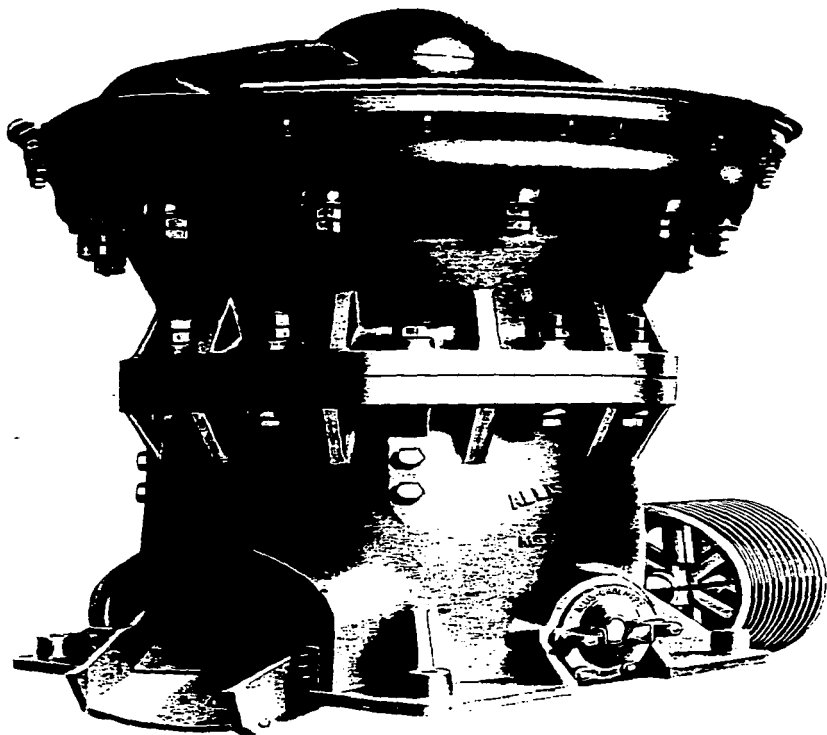


FIG. 20 TRITURADORA EN FORMA GENERAL

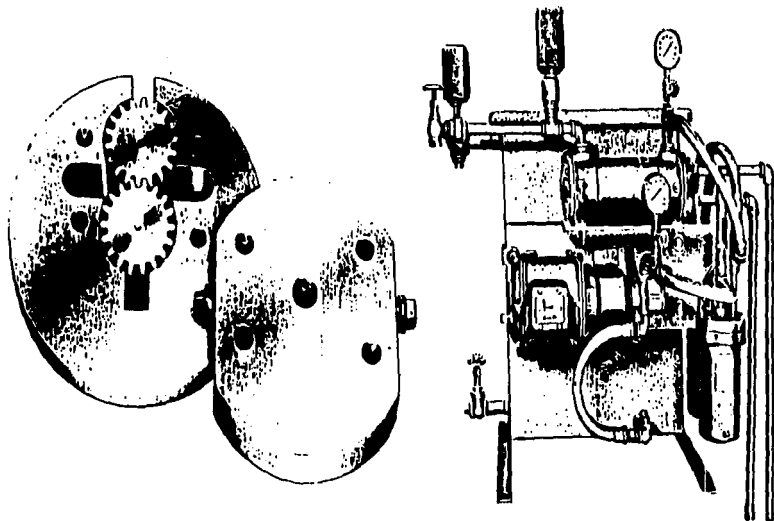


FIG. 21 DEPOSITO Y BOMBA DEL SISTEMA DE LUBRICACION

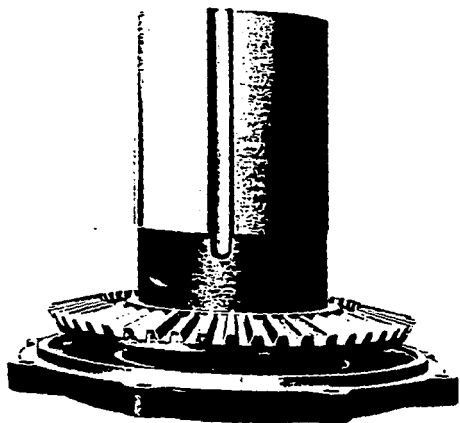


FIG. 22 EXENTRICO



FIG. 23 TEJUELO DE BRONCE

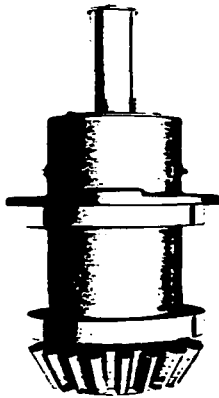


FIG. 24
HOUSING, CABEZA CENTRAL Y MANTO

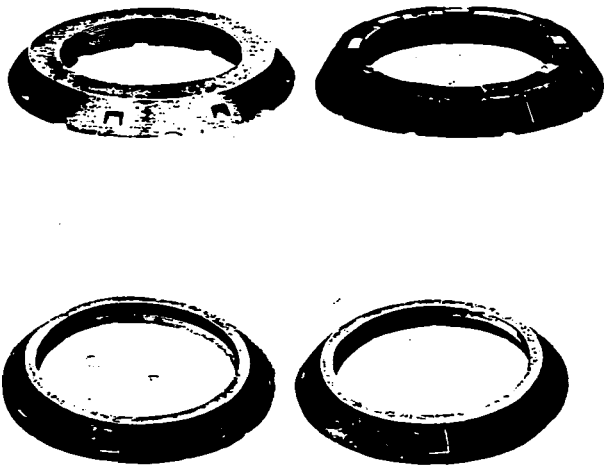


FIG.25 TUERCA DEL MANTO SUPERIOR

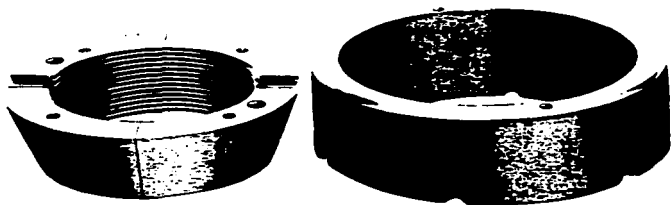


FIG. 26 TUERCA BY-PARTIDA Y PORTATUERCA

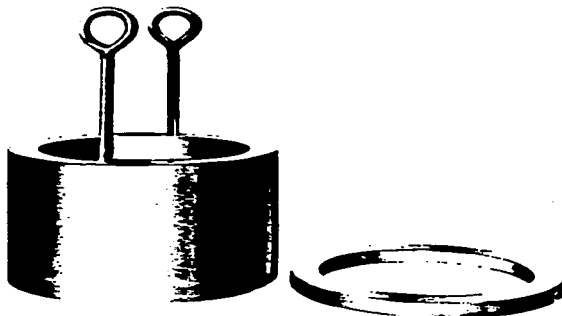


FIG. 27 ROLDANA DE DESGASTE Y MANGUITO DE LA FLECHA PRINCIPAL

BIBLIOGRAFÍA

**Manual de ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING
COMPANY, Milwaukee 1, Wisconsin. Numero de serie 10009.**

**Manual de ALLIS-CHALMERS Milwaukee Wisconsin No.
53201.**

7.-CAPITULO 4

ANÁLISIS FINANCIERO (COSTO BENEFICIO)

7.1.-Introducción.-Como se ha podido ver en el capitulo anterior los costos de mantenimiento mecánico se reducen bastante por la operación mas eficiente y optima, en esta maquina los costos tienden a bajar bastante por la compra de refacciones ya modernizadas y originales, aprovechando el presupuesto que ya se tiene, que primeramente era para comprar las piezas originales para sustituir las actuales, las cuales de cualquier forma ya estaban programadas para comprarse y cambiarse . En el presente capitulo se analizaran los costos de mantenimiento mecánico por ser las modificaciones mecanicas que se realizaran a mas corto plazo.

7.2.-Analizaremos los objetivos específicos punto por punto:

7.2.1.-En el punto referente de descarga de material por ambos lados de la trituradora.-Realmente esta medida o

solución no nos lleva a gastar mas de lo normal (no genera gastos), únicamente es cuestión de acostumbrarse o dar una explicación de los problemas que se causan por no hacer esta medida a los técnicos para que se convensen y llevar a cabo al pie de la letra esta propuesta.

7.2.2.-Modificar el sistema de lubricación, para que pueda dar mas caudal y limpio el aceite.- En esta propuesta lo único que se va a invertir mas impactante es en la bomba de 26 G.P.M., la cual tendrá un costo de 6500 dólares (\$51025.00), en lo que se refiere a materiales por lamina soldadura, y malla para la trampa únicamente se esta estimando un costo de \$500.00, los filtros que se instalaran para limpieza del aceite tendrán un costo de \$350.00 cada uno, la tubería que será usada es la misma, en caso de faltar esta se recuperara del almacén de recuperación que se tiene en planta. Se observa que lo que mas nos cuesta es la bomba del aceite, de cualquier forma como ya se comento la lubricación es la vida de una maquina por lo que en este tipo de

situaciones en costos no hay que escatimar para una mayor utilidad.

Por lo tanto el costo total para esta propuesta es de \$51875.00, los costos anteriores unicamente se haran una vez en el año. Fig. 28.

7.2.3.-Meter aire por el soporte del collarín de polvo,
Para llevar a cabo esta propuesta, únicamente es necesario comprar la tubería de 1/2 pulgada (50 metros de largo) para transportar el aire del compresor al sello, este costo será mínimo, el compresor ya existe en el área, se usara el mismo que surte aire al colector de primaria que seria el máximo costo que nos pudiera ver resultado para esta propuesta, el costo de la tubería es de \$2000.00. el costo de la mano de obra estimada en una semana es de \$1500.00 pesos. Con esta modificación se estaria garantizando el cambio de aceite por lo menos una vez al año, con un ahorro de \$63360.00.

El costo total para esta propuesta es de \$3500.00

7.2.4.-Instalar placas antiadherentes en el fondo de la tolva de alimentación, Se esta estimando un costo de \$20000.00 con mano de obra y materiales. Fig.28.

7.2.5.-Para aumentar de revoluciones la transmisión del excéntrico El costo de cada polea es para la motriz 8000 pesos y para la polea conducida 12000. Las revoluciones se incrementaran de 328 a 497.15 en el piñon.

7.2.6.-En la modificación del sistema de lubricación del excéntrico para que tenga un dispositivo de calentamiento y enfriamiento controlado.-Esta proposición actualmente se encuentra en proyecto, por lo que los estudios de costo se determinaran hasta que el proyecto este concluido.

7.2.7.-El cambiar el excéntrico de bujes de bronce y la transmisión por dientes helicoidales. Actualmente se encuentra en estudio por parte del representante en México del fabricante, por las informaciones indican que si es posible que se puedan hacer, así mismo el manual indica que dichas modificaciones se

pueden realizar, por lo que, únicamente se esta esperando el reporte del fabricante de Estados Unidos para que dichas modificaciones se puedan llevar a cabo con seguridad en cuanto a la ingeniería. De lo que se puede concluir es que con las cinco primeras propuestas es suficiente para que en dicha trituradora los costos se puedan bajar en una manera bastante aceptable.

Comparando los ahorros en un año de los mantenimientos mecánicos modificados y los costos de las propuestas tenemos:

Concepto	Costo de propuestas	Ahorros de Manto. Modificado
7.2.2	\$51,875.00	
7.2.3	\$3,500.00	
7.2.4	\$20,000.00	
7.2.5	\$20,000.00	
Total	\$95,375.00	\$166,284.47

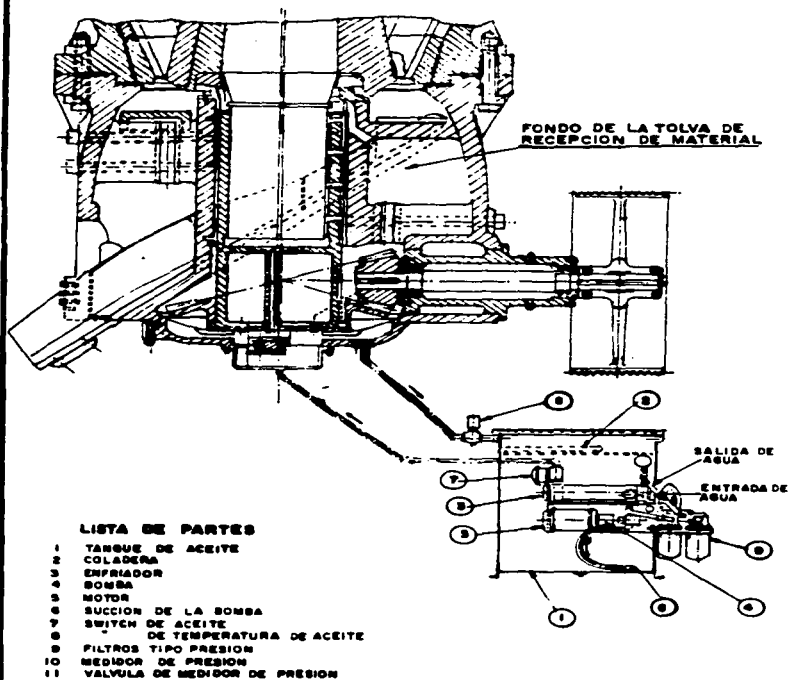


FIG. 28

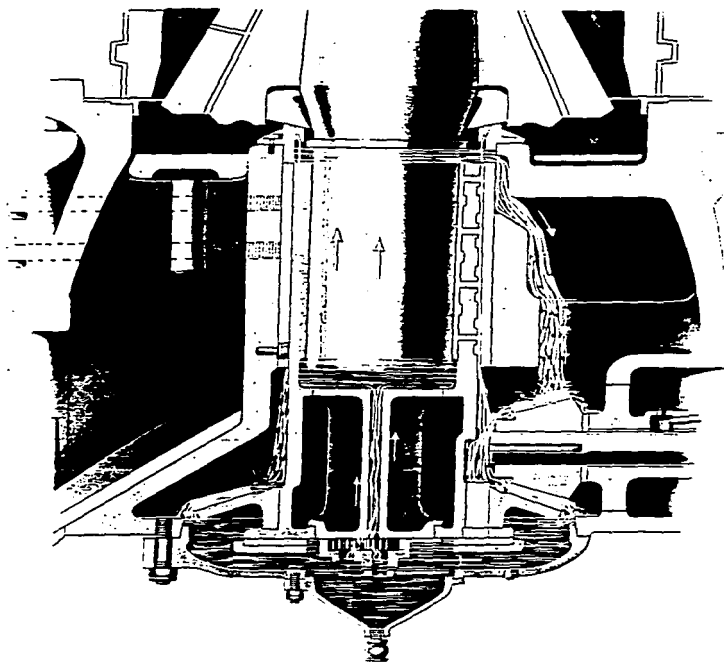


FIG. 29 FLUJO DE ACEITE INTERNAMENTE

BIBLIOGRAFIA

Sistema J.D.E de planta.

8.-CONCLUSIONES

Con la modificación nos ahorraremos tiempo dinero y esfuerzo, del total de las siete modificaciones que se están proponiendo, las dos últimas se dejaran para mas adelante, lo que se pretende primero es dar a la maquina una originalidad con modificaciones económicas y sencillas, refiriéndonos a las dos últimas son modificaciones delicadas que requieren de un análisis minucioso por parte de nosotros en coordinación con el fabricante, lo único que se puede adelantar con respecto a estas modificaciones es que los manuales indican que si es posible llevarlas a cabo.

Espero que este trabajo sirva de consulta, para enriquecer el conocimiento de mucha gente que no ha tenido la suerte de tener acceso a una planta cementera, que la conozca de una manera superficial o muy a fondo según sea el caso, a mis compañeros de la universidad actuales y del pasado que les pueda servir de mucha ayuda esta tesis para un trabajo de escuela y así poder

conocer mas acerca de la fabricación del cemento, cuyo producto es algo indispensable en la vida moderna, así mismo el personal que tenemos en planta, gente nueva con una mentalidad de trabajo en equipo e innovadora, principalmente la del Área 1 llegue adquirir los conocimientos en forma rápida y eficiente apoyándose de este trabajo y no pasar por momentos difíciles. En las organizaciones tradicionales como originalmente era la nuestra, uno avanzaba mas lento, por la consecuencia de no trabajar en equipo, no transmitiendo los conocimientos en forma rápida y eficaz, es un cáncer que puede ser mortal para una empresa, de lo cual adquiriendo los conocimientos mas rápido, queda tiempo para innovar o modernizar a una planta. Por ejemplo en la nuestra así sucedía, prueba de ello, es que la maquina en cuestión se le pudieron haber hecho modificaciones sencillas y económicas, como las que se están proponiendo. Otra situación muy importante es que no nos acostumbremos a vivir siempre con problemas, que pueden tener soluciones sencillas y

económicas, investigando información para el siguiente trabajo así lo pude constatar, por ejemplo la maquina posiblemente no llego con un sistema de lubricación adecuado, pero en planta se pudo ver mejorado mucho, siendo que después de una reparación con calidad la vida de una maquina es la lubricación, detalle que se tenia demasiado olvidado o simplemente por acostumbrarse a ver los problemas como lógicos y correctos.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

Manual ALLIS-CHALMERS MANUFACTURING COMPANY.

Milwaukee 1, Wisconsin. Numero de serie 10009.

Manual ALLIS-CHALMERS.

Milwaukee Wisconsin. Numero 53201.

Manual Superior Mc Cully Gyrotory Chushers.

Numero de serie 07b6004b.

Sistema J.D.E de planta.