# INSTITUTO TECNOLOGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

**INFORME TECNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL**

**PROYECTO**:

DISEÑO DE EJE CONDUCTOR DE CAÑA Y BAGAZO

Y LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA

DE LAS ÁREAS DE BATEY, MOLINOS Y CALDERAS.

**LUGAR:** Ingenio Presidente Benito Juárez S.A. de C.V.

H. Cárdenas, Tabasco.

**PRESENTADO POR**: Braulio Alexander López Martínez

Tuxtla Gutiérrez Chiapas, a 19 de Diciembre del 2012.

# CONTENIDO


PAG

**CAPITULO 1.- GENERALIDADES**

1.1.- Introducción…….... 1
1.2.- Justificación…… 2
1.3.- Objetivos…… 2
1.4.- Caracterización del área de participación
1.4.1.- Área de batey……. 3
1.4.2.- Área de molinos……. 10
1.4.3.- Área de calderas……. 15
1.5.- Problemas a resolver……..... 23
1.6.- Alcances y limitaciones……. 23

**CAPITULO 2.- FUNDAMENTO TEÓRICO**

2.1.- Introducción……..... 25
2.2.- Materiales para fabricar ejes……..... 25
2.3.- Configuración del eje…….. 25
2.4.- Diseño de ejes para el esfuerzo…… 26
2.4.1.- Ubicaciones criticas……..... 26
2.4.2 - Teorías de falla bajo carga estática…….. 26
2.5.- Transmisión de potencia con cadenas……..... 28
2.5.1.- Factor $K_1$…… 28
2.5.2.- Factor $K_2$…… 29
2.5.3.- Factor Ka……..…… 30
2.5.4.- Cálculo de Hnominal…… 31

**CAPITULO 3.- PROCEDIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

3.1.- Procedimiento actividades en batey…… 32
3.2.- Procedimiento actividades en molinos……..... 33
3.3.- Procedimiento actividades en calderas……..... 35

**CAPITULO 4.- RESULTADOS**

4.1.- Área de batey……... 37
4.2.- Área de molinos……... 63
4.3.- Área de calderas……..... 75
4.4.- Diseño de eje conductor de bagazo……..... 98

**CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES……...** 108
**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS……....** 109

# CAPITULO 1.- GENERALIDADES

## 1.1.- INTRODUCCION

Información técnica es un serie de datos o características de una máquina o herramienta, e incluso de una instalación completa, referentes a su funcionamiento y/o identificación. Esta información puede ser tan específica como se desee o bastante resumida de acuerdo de lo que se esté describiendo, como ejemplo podríamos mencionar la datos de un motor en el cual la información técnica más importante puede ser la potencia del mismo y la velocidad de giro, o además para otros propósitos la información más valiosa sea el número de fases y el voltaje de consumo, etc.

Para ser más específicos, el levantamiento de información técnica es la recolección de datos de los componentes de una instalación ya sea industrial o cualquier otro. Dichos componentes pueden ser turbinas, motores, reductores de velocidad, poleas, catarinas, engranes, chumaceras, bujes, rodamientos, coples, etc. La información puede obtenerse de los datos de placa que algunos equipos traen adjunto a su carcasa, como son los motores, reductores y turbinas. Aunque también pueden obtenerse en los manuales de dichos equipos.

Un eje de transmisión es un elemento de sección circular cuya función es la de transmitir movimiento y potencia. La transmisión del movimiento se realiza a través de otros elementos tales como engranes, poleas, cadenas, etc.

Diseñar un eje consiste básicamente en la determinación del diámetro correcto del eje para asegurar una rigidez y una resistencia satisfactorias, cuando el eje transmite potencia bajo diferentes condiciones de carga.

## 1.2.- JUSTIFICACION

La información técnica de los equipos resulta importante para tener una base de datos de lo que existe en un área de trabajo. Estos datos resultan valiosos cuando se necesite consultar las características de un elemento, ya sea para una simple inspección o para trabajos mayores como una reparación o sustitución de dicho elemento. Además, la información técnica resulta imprescindible para que ésta se pueda dar a conocer a recién vinculados al área en cuestión.

El análisis de las condiciones de carga esperadas en un eje resulta importante para asegurar el trabajo continuo de este último. El estudio desde los diversos aspectos como la rigidez y la resistencia proporcionan dos puntos de vista para seleccionar el diámetro correcto.

## 1.3.- OBJETIVOS

- Selección del diámetro óptimo del eje conductor de caña y bagazo para la Seguridad operacional.

- Recolectar información técnica de las áreas de Batey, Molinos, Calderas y Llenar las fichas técnicas correspondientes.

## 1.4.- CARACTERIZACION DEL AREA

### 1.4.1.- AREA DE BATEY

Esta área es la primera en el proceso de obtención del azúcar. Es aquí donde la caña es preparada para la molienda. Primeramente la caña proveniente de los campos es transportado por los camiones hacia el ingenio, el contenido de estos es vertido directamente sobre un conductor auxiliar para alimentar al conductor principal. Además, la caña también es vertida al conductor auxiliar mediante 3 mesas alimentadores de dimensiones similares, estas mesas son cargadas mediante dos volteadores de hilo. Un dato importante es que las mesas alimentadoras 1 y 2 se encuentran en tándem.

Como se describió antes, toda la caña recae sobre el conductor auxiliar que alimentará al conductor principal. Este último se encarga de transportar la caña hacia la parte de la molienda, pasando por una serie de equipos que la prepara para dicho proceso.

Durante el recorrido de la caña sobre el conductor auxiliar, esta pasa por los equipos de nivelación auxiliar y picadora de caña. Una vez que se ha superado el proceso de picado, el conductor auxiliar entrega la caña al conductor principal. Éste conductor hace pasar la materia prima por el nivelador principal, la desfibradora y por ultimo por el pateador de caña.

A continuación se enlista y describe la función de cada equipo del área de batey:

**Volteador de Hilo No. 1 y 2.-** Éste equipo se encarga de verter la caña en las mesas alimentadoras 1 y 3. Esto se logra mediante un gancho de acercamiento que toma la caña de los camiones y la levanta para colocarla sobre la mesa. Todos los elementos necesarios para realizar esta función son descritos con detalle más adelante, los cuales son soportados por una estructura rígida de acero similar al de una grúa fija.

Figura 1.- Volteador de Hilo No.1

**Mesa alimentadora No.1, 2 y 3.-** Esta es una estructura de acero colocada de manera inclinada, conformada por placas de metal y cadenas que transportan la caña cuesta arriba de manera controlada y a un ritmo de tal manera que el conductor auxiliar no se sature. Toda la potencia necesaria para realizar esta tarea es proporcionada por un motor que en los diagramas se describe con mayor detalle, así como cada uno de los elementos existentes en la transmisión.

Figura 2.- Mesa Alimentadora 1 y 2 (En tándem)

**Nivelador de Caña Auxiliar.-** Como su nombre lo describe, este equipo se encarga de controlar el nivel de caña sobre el conductor auxiliar a no más de 1.72 m sobre el nivel de las duelas (piso del conductor). Esto se logra mediante una estructura rotatoria conforma por un eje sobre el cual se encuentran adheridos los machetes que le dan una forma de hélice. Esta nivelación se hace con el propósito de suministrar la caña para el equipo de la picadora de acuerdo a la capacidad de esta última. En los diagramas que se presentan más adelante se ve de forma más clara este equipo.

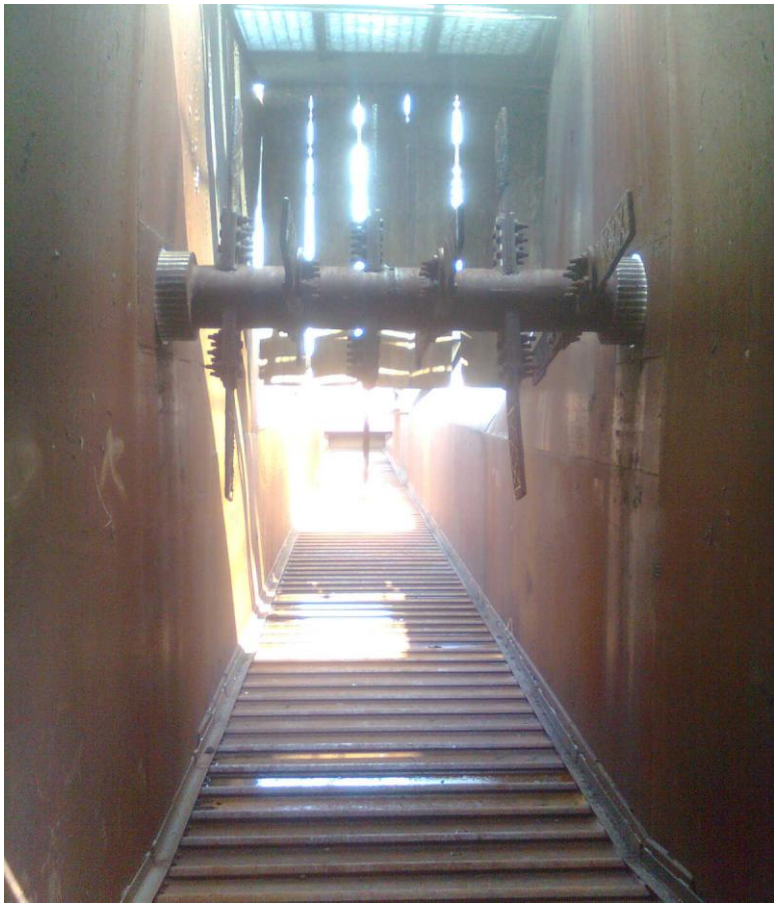


Figura 3.- Nivelador de la Picadora.

**Picadora de caña.-** Una vez que la caña ha pasado por el nivelador auxiliar, la materia prima es picada mediante varios juegos de cuchillas que están adheridos a cada eje porta cuchillas. Estos últimos se encuentran adheridos a lo largo de un rotor. En este equipo la potencia es suministrada por una turbina de vapor de 1200 HP. Toda la transmisión de potencia es descrita en los diagramas.

Figura 4.- Picadora de Caña (Sin cuchillas picadoras)

**Conductor auxiliar de caña.-** Este transportador está conformado por duelas metálicas que integran el piso, en los extremos de estos se tienen adheridas rodajas de metal resistentes que se deslizan sobre los rieles del conductor. Todo este conjunto es movido por cadenas de 12” de paso unidas en los extremos de las duelas. La fuente de potencia para esta transmisión es un motor de corriente alterna de 150 HP.  En el diagrama se observa con mayor detalle esta descripción.

Figura 5.- Conductor Auxiliar

**Nivelador Principal.-** El primer equipo en la línea del conductor principal es el nivelador principal. Este tiene una función similar al nivelador auxiliar descrito anteriormente, aunque en éste se trata de un tambor de 85” aproximadamente en el cual se encuentran adheridas pestañas niveladoras.

Figura 6.- Rodillo Nivelador Principal

**Rodillo Alimentador.-** Este rodillo toma la caña proveniente del nivelador para alimentar a la desfibradora. El objetivo se logra mediante un tambor o rodillo de aproximadamente 87.375” de diámetro, el cual se encuentra sesgado a lo largo de 83” en su superficie. Esto último sirve para “verter” la caña mediante la rotación del rodillo.

**Desfibradora.-** La desfibradora toma la caña picada del rodillo alimentador y mediante su juego de martillos la desfibra por completo. Los martillos se sostienen sobre flechas llamadas flechas porta martillos. A su vez estas flechas se encuentran adheridas a lo largo del rodete de la desfibradora de aproximadamente 83”. Todo el conjunto es movido por una turbina de 4200 HP.

Figura 7.- Turbina de Vapor de la Desfibradora

**Pateador.-** El pateador de caña tiene como función impulsar las fibras de caña hacia la banda rápida. Éste objetivo se logra mediante un eje de 12.375” de diámetro, al cual se encuentran pegados unas salientes en forma de “piernas” de 25” de largo. La rotación del conjunto a 75 rpm patea las fibras para que caigan sobre la banda que lo llevará hacia los molinos.

Figura 8.- Pateador de Caña

**Conductor Principal.-** Primeramente, el conductor se conforma por el eje motriz que carga con dos sprocks que mueven las cadenas, donde éstas jalan las duelas o piso del conductor. El eje inducido de igual manera carga con dos sprocks para hacer completa la función de arrastre. Las duelas en sus extremos cuentan con rodajas que se deslizan a lo largo de los rieles del conductor. La potencia necesaria para esta función de arrastre proviene de un motor de 150 HP.

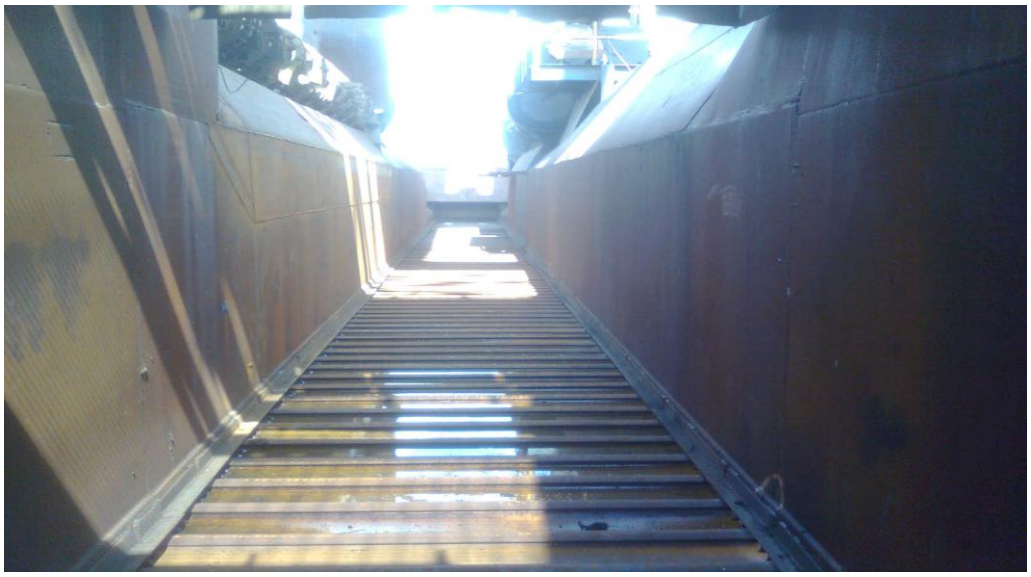


Figura 9.- Conductor Principal

## 1.4.2.- AREA DE MOLINOS

En esta área la caña es molida o macerada para extraer el jugo. El área de molinos inicia con la banda rápida que toma el bagazo de caña proveniente del área de batey y alimenta al primer molino o conjunto de 4 masas encontradas que exprimen el bagazo. El bagazo es enviado posteriormente del molino número 1 al molino número 2 mediante un conductor Donelly. Este proceso se repite hasta que el bagazo llega al molino numero 6.

A continuación se describe cada equipo que conforma el área de Molinos:

**Banda Rápida.-** Compuesta de hule resistente, rodillos de carga y tambor motriz y conducido. Esta banda toma el bagazo y lo transporta para verterlo sobre el primer molino. La potencia mecánica proviene de un motor eléctrico instalado en uno de los extremos de la banda.

Figura 10.- Vista Frontal de la Banda Rápida.

**Molinos.-** Conformada por cuatro masas o rodillos encontrados giratorios. Estos últimos debido a su proximidad exprimen el bagazo entre si hasta obtener el jugo. Una de las masas es aprisionada mediante un gato hidráulico que hace descender

una poca distancia la masa haciendo que esta haga contacto con las demás masas con el bagazo entre medio. Cabe mencionar que una de las masas giratorias sirve para “tragar” el bagazo y que pueda ser exprimida. Los 6 molinos funcionan de la misma forma descrita y además son de dimensiones similares. El torque necesario para hacer girar dichos molinos proviene de las turbinas de vapor.

Figura 11.- Vista lateral del Molino 2.

**Conductor Donelly.-** Como su nombre lo describe, este se encarga de trasladar el bagazo de molino en molino. Esta estructura inclinada a más de 45°, está compuesta de cadenas y arreadores que van empujando la caña hasta el siguiente molino. Todos los conductores son de dimensiones y características similares. La fuerza es provista por un motor eléctrico.

Figura 12.- Conductor Donelly.

**Bombas de jugo mezclado.-** Estas bombas centrífugas envían el jugo extraído de los molinos 1 y 2 a un rotofiltro para su filtración.

El jugo mezclado entra a este rotofiltro y por medio de la acción centrífuga el bagazo es separado y enviado nuevamente a los molinos para su maceración. El jugo a su vez es trasegado para iniciar su transformación en azúcar.

Figura 13.- Bomba de Jugo Mezclado.

**Gusano de Pachaquil.-** Este equipo en forma de “gusano” se encarga de trasladar el bagazo separado en el rotofiltro nuevamente hacia la banda rápida.

Figura 14.- Gusano de Pachaquil.

**Bombas de Maceración.-** Estas bombas se encargan de enviar el jugo obtenido de los molinos 3 al 6 para su procesamiento. Todas las bombas son centrífugas de características muy similares.

Figura 15.- Bomba de Jugo Mezclado.

**Bombas de Agua de Imbibición.-** Estas bombas manejan agua caliente para el proceso de separación de la cachaza. Se tienen 2 bombas para este propósito.

Figura 16.- Bomba de agua de imbibición simple 1.

### 1.4.3.- AREA DE CALDERAS

Esta área tiene un único propósito, generar vapor de alta calidad para distintos usos como; generar potencia mecánica en las turbinas, así como su uso en diferentes procesos de fábrica.

El área está ubicada estratégicamente después de molinos y batey, debido a que el mayor consumo de vapor se da en estas dos áreas, específicamente para mover las turbinas. Además, el vapor es usado en las turbinas de la planta eléctrica. Un dato importante es que el bagazo proveniente del área de molinos es utilizado en los generadores de vapor como combustible.

- **GENERADORES DE VAPOR**

Esta es una instalación completa que abarca en su totalidad al área. Se tienen 5 generadores de vapor con todos sus equipos correspondientes, que se describen a continuación.

**Bombas de agua de alimentación.-** En totalidad se tienen 6 bombas para alimentar los domos de la calderas, pero solo 3 de estas son de uso constante durante la Zafra (Temporada de Fabricación), 2 son de apoyo y la última bomba prácticamente queda fuera de servicio. Estas bombas son centrífugas y son movidas por motores eléctricos a excepción de la bomba 6 que es inducida por una turbina de vapor Eliot.

Figura 17.- Panel de Control de la bomba de agua de alimentación.

**Bombas de Combustóleo**.- Estas bombas se encargan de trasegar el combustible hacia los hornos de los generadores de vapor. Su uso está en decremento, ya que el combustible primario es el bagazo. La transmisión de potencia de estas bombas está conformada por un motor eléctrico, un reductor de velocidad y acoplamientos flexibles.

Figura 18.- Bombas de Combustóleo.

**Bombas de Condensado.-** Se encargan de trasegar el agua proveniente de los diferentes proceso de fábrica hacia el tanque deareador. Se tienen 3 bombas que realizan esta función.

Figura 19.- Bombas de Condensado.

**Conductor Inclinado de Bagazo**.- Este conductor toma el bagazo seco proveniente del área de molinos y lo conduce hacia el conductor principal de bagazo. La inclinación del conductor es de aproximadamente 40°. La estructura está formada por una placa de hierro que forma el piso, duelas que arrastran el bagazo y por cadenas que proporcionan la fuerza de arrastre. Las características de la transmisión se observan con detalle en las fichas técnicas.

Figura 20.- Conductor Inclinado de Bagazo.

**Conductor Principal de Bagazo.-** Este toma el bagazo del conductor inclinado y lo traslada hacia los hornos de los generadores de vapor para alimentarlos, lo cual se logra mediante aberturas hechas en el piso del conductor que se abren cuando el bagazo pasa por estas. Este conductor es totalmente horizontal y se encuentra en la parte superior de los generadores de vapor.

Figura 21.- Conductor Principal de Bagazo.

**Conductor de Retorno de Bagazo**.- Como el nombre lo indica, este conductor retorna el bagazo nuevamente al conductor principal. El propósito es asegurar que este último esté siempre alimentando de bagazo a los hornos de las calderas. La alimentación del retorno se hace mediante un camión que vierte directamente el bagazo sobre el conductor. Además, es importante mencionar que existe otro conducto que une a estos conductores, el propósito es que en dado caso de que el conductor de retorno no pudiera ser alimentado, el mismo principal alimentaría a este último haciendo un circuito de recirculación. La forma de este conductor es similar a los anteriores, el grado de inclinación del retorno es de unos 60°.

Figura 22.-Conductor de Retorno de Bagazo.

**Ventiladores de Sobrefuego.-** Estos equipos se encargan de crear una cortina de aire caliente que evita que el bagazo sea succionado por el ventilador de tiro inducido, es decir, retiene el bagazo en los quemadores, además de que lo seca parcialmente. Todos los generadores de vapor del área cuentan con un equipo de Sobrefuego a excepción del generador número tres. La transmisión de potencia se observa en las fichas técnicas.

Figura 23.- Placa de Datos Técnicos del Ventilador de Sobrefuego número 1.

**Ventiladores Esparcidores.-** Estos ventiladores tienen la función de esparcir de manera uniforme el bagazo por todo el quemador. El conducto de este equipo intersecta el conducto que viene del conductor principal por donde cae el bagazo, de manera que sopla el bagazo y lo reparte por todo el quemador. El generador de vapor número tres es el único que no cuenta con este equipo.

Figura 24.-Ventiladores Esparcidores de las Calderas 1 y 2.

**Ventiladores de Tiro Forzado.-** Este equipo se encarga de introducir el aire atmosférico al horno u hogar de los generadores de vapor para la combustión. En total se tienen 5 ventiladores de este tipo, correspondiendo a cada uno de los 5 generadores de vapor.

Figura 25.-Ventilador de Tiro Forzado.

**Ventiladores de Tiro Inducido.-** Se encargan de succionar los gases calientes de combustión que barren las superficies de calefacción del generador de vapor y la descarga directamente a las torres de enfriamiento. Tanto la parte motriz y los ventiladores se encuentran ubicados por fuera de la nave del área. Cada generador cuenta con un equipo de este tipo, las características se observan con detalle en las fichas técnicas.

Figura 26.-Ventilador de Tiro Inducido.

**Ventilador Fluidizado.-** Este ventilador se encuentra instalado únicamente para el generador número tres, debido al tipo de este último. Su función es mantener el bagazo en suspensión dentro del horno.

Es importante mencionar que los equipos descritos constituyen la parte más importante del área. Más sin embargo, se cuenta con equipos auxiliares, como son; válvulas de todo tipo, instrumentos de medición y control, analizadores de combustión, etc.

## 1.5.- PROBLEMAS A RESOLVER

1. No se cuenta con los datos técnicos de cada unos de los equipos y elementos que conforman el área de batey, molinos y calderas. Por lo tanto, mi trabajo será recolectar la información disponible en cada una de las áreas.
2. Se carece de un cuadernillo o manual con los datos técnicos de los equipos de las áreas de batey, molinos y calderas. Para cubrir esta necesidad, se elaborará un cuadernillo completo con la información levantada de cada una de las tres áreas de acuerdo a las especificaciones correspondientes.
3. Seleccionar un diámetro adecuado para el conductor auxiliar de caña, debido al incremento de molienda de 7,500 TCD a 10,000 TCD (Toneladas de caña diarias).

## 1.6.- ALCANCES Y LIMITACIONES

### ALCANCES

1. La recolección de datos técnicos se hizo de acuerdo a la información de los datos de placa de los equipos como motores, reductores y turbinas, etc. Así como el número o nombre de los elementos que acompañan a dichos equipos como son; chumaceras, rodamientos, coples, bujes de bronce, etc. Todo lo anterior en cada una de las tres áreas mencionadas con anterioridad.
2. En casos particulares, también se hizo la recolección de datos técnicos de las partes internas de los reductores de velocidad. Estos son los casos en que la programación de mantenimiento exigía el cambio de elementos internos del reductor, en ese tiempo se aprovechó para levantar los datos.
3. En el caso del diseño del eje, el análisis se realizó bajo el análisis de resistencia bajo cargas estáticas, tomando en cuenta condiciones reales de carga, obtenidas directamente de los datos de los equipos motrices.

## LIMITACIONES

1. Algunos equipos no cuentan con la placa de datos, por lo que fue necesario buscar otra fuente de información.
2. Debido a la antigüedad de algunos equipos y accesorios, la lectura de los datos no fue posible.
3. Debido al mantenimiento especial por empresas externas a algunos equipos, estos fueron trasladados fuera de las instalaciones del ingenio, lo cual imposibilitó la toma de datos.
4. Debido a cambios o modificaciones de algunos equipos y accesorios, los datos no pudieron tomarse, ya que los equipos se encuentran en proceso de selección.

# CAPITULO 2.- FUNDAMENTO TEORICO

## 2.1- INTRODUCCIÓN.

Una flecha es un elemento rotatorio, por lo general de sección transversal circular, que se emplea para transmitir potencia o movimiento. Ella constituye el eje de rotación u oscilación de elementos como engranes, poleas, volantes de inercia, manivelas, catarinas y miembros similares.

Es necesario tomar en cuenta que un análisis de esfuerzos en un punto específico de un eje se hace sólo mediante la geometría del eje en la proximidad de ese punto. De esta forma, no se necesita conocer la geometría de todo el eje. En diseño, por lo general, se localizan las áreas críticas, se dimensionan para cumplir los requisitos de resistencia y después se dimensiona el resto del eje para satisfacer las necesidades de los elementos soportados por éste.

## 2.2.- MATERIALES PARA FABRICAR EJES

La resistencia necesaria para soportar esfuerzos de carga afecta la elección de los materiales y su tratamiento. Muchos ejes están hechos de acero de bajo carbono, acero estirado en frio o acero laminado en caliente, como son los aceros ANSI 1020-1050.

A menudo no está garantizado el incremento significativo de la resistencia proveniente de un tratamiento térmico ni el contenido de alta aleación. La falla por fatiga se reduce moderadamente mediante el incremento de la resistencia, y después solo a cierto nivel antes de que los efectos adversos en el límite de la resistencia a la fatiga y la sensibilidad a la muesca comience a contrarrestar los beneficios de una resistencia mayor. Cuando están garantizadas, las aleaciones de acero típicas para tratamiento térmico incluyen ANSI 1340-50, 3140-50, 4140, 4340, 5140 Y 8650.

Las propiedades del eje dependen localmente de su historia: trabajo en frio, formado en frio, laminado de los rasgos del filete, tratamiento térmico, incluyendo el medio del temple, agitación y régimen de templado.

## 2.3.- CONFIGURACION DEL EJE

La configuración general de un eje para acomodar los elementos que lo conforman, por ejemplo, engranes, poleas y cojinetes, debe especificarse en los primeros pasos del

proceso de diseño. Por lo general, la geometría de un eje es la de un cilindro escalonado. El uso de hombros o resaltos constituye un medio excelente para localizar de forma axial los elementos del eje y para ejecutar cualquier carga de empuje necesaria.

Por lo general, la configuración geométrica del eje que se diseñará se determina con base en una revisión de los modelos existentes, en los que se debe hacer un número limitado de cambios.

## 2.4.- DISEÑO DE EJES PARA EL ESFUERZO

### 2.4.1.- UBICACIONES CRÍTICAS

Por lo general, las ubicaciones críticas se localizan en la superficie exterior de los elementos, en ubicaciones axiales donde el momento flexionante es grande, donde el par de torsión está presente y donde existen concentraciones de esfuerzo. Por comparación directa de diferentes puntos a lo largo del eje, pueden identificarse unas cuantas ubicaciones críticas, sobre las cuales puede hacerse el diseño.

### 2.4.2.- TEORIAS DE FALLA

#### A. TEORIA DEL ESFUERZO CORTANTE MAXIMO (TECM)

La fluencia comienza cuando el esfuerzo cortante máximo de cualquier elemento iguala al esfuerzo cortante máximo en una pieza de ensayo a tensión del mismo material cuando esta pieza comienza a fluir. La teoría del ECM también se conoce como la teoría de Tresca o Guest.

Para el esfuerzo en tensión simple: $\boldsymbol{\sigma = P/A}$ , y el esfuerzo cortante máximo ocurre a 45° de la superficie en tensión con una magnitud de $\boldsymbol{\tau_{max} = \sigma/2}$ . De manera que el esfuerzo cortante máximo en la fluencia es $\boldsymbol{\tau_{max} = S_y/2}$ . Para un estado de esfuerzo general, pueden determinarse y ordenarse tres esfuerzos principales; $\boldsymbol{\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3}$. Para un estado de esfuerzo biaxial, el esfuerzo cortante máximo es $\boldsymbol{\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} = \frac{S_y}{2}}$.

Para propósitos de diseño, la ecuación anterior puede modificarse para incorporar un factor de seguridad:

$$\boldsymbol{\tau_{max} = \frac{S_y}{2n}}$$

También:

$$\boldsymbol{\sigma_1 - \sigma_2 = \frac{S_y}{n}}$$

## B. TEORIA DE LA ENERGIA DE DISTORSION (TED)

La falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material.

En el caso del estado general de esfuerzos, se predice la fluencia sí;

$$\sqrt{\frac{(\sigma_1-\sigma_2)2+(\sigma_2-\sigma_3)2+(\sigma_3-\sigma_1)2}{2}} \geq \mathbf{S_y}$$

Si se tuviera un caso simple de tensión, entonces la fluencia podría ocurrir cuando $\boldsymbol{\sigma = S_y}$. Por lo tanto, el lado izquierdo de la ecuación anterior puede considerarse como un esfuerzo sencillo, equivalente o efectivo del estado general del esfuerzo. Por lo general, éste esfuerzo se llama esfuerzo de Von Mises, $\sigma'$. Así la ecuación de la fluencia puede escribirse como: $\boldsymbol{\sigma' \geq S_y}$ .

Donde el esfuerzo de Von Mises es: $\boldsymbol{\sigma' = \sqrt{\frac{(\sigma_1-\sigma_2)2+(\sigma_2-\sigma_3)2+(\sigma_3-\sigma_1)2}{2}}}$

Para el esfuerzo plano, sean $\boldsymbol{\sigma_A}$ **y** $\boldsymbol{\sigma_B}$ los dos esfuerzos principales no nulos. Entonces, el esfuerzo de Von Mises es: $\boldsymbol{\sigma' = \sqrt{\sigma_A^2 - \sigma_A\,\sigma_B + \sigma_B^2}}$

Utilizando las componentes xy, la ecuación anterior resulta en:

$$\boldsymbol{\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2}}$$

Finalmente, la ecuación de diseño de esta teoría resulta en:

$$\boldsymbol{\sigma' \geq \frac{S_y}{n}}$$

## 2.5.- TRANSMISION DE POTENCIA CON CADENAS

Si se utilizan tablas de cadenas para determinar la potencia real que se puede transmitir, entonces:

$$H_{real} = \frac{K_1 K_2 H_{nominal}}{K_a}$$

Donde: Ka= Factor de servicio

K2= Factor de ramal múltiple

K1= Factor de corrección por número de dientes

Hnominal= Potencia calculada para una cadena de rodillos de paso simple y un solo cordón para una Catarina de 17 dientes.

### 2.5.1.- FACTOR K1

| Número de dientes en la rueda impulsora | Factor de corrección por dientes $K_1$ |
|---|---|
| 11 | 0.53 |
| 12 | 0.62 |
| 13 | 0.70 |
| 14 | 0.78 |
| 15 | 0.85 |
| 16 | 0.92 |
| 17 | 1.00 |
| 18 | 1.05 |
| 19 | 1.11 |
| 20 | 1.18 |
| 21 | 1.26 |
| 22 | 1.29 |

| | |
|---|---|
| 23 | 1.35 |
| 24 | 1.41 |
| 25 | 1.46 |
| 30 | 1.73 |
| 35 | 1.95 |
| 40 | 2.15 |
| 45 | 2.37 |
| 50 | 2.51 |
| 55 | 2.66 |
| 60 | 2.80 |

Tabla 1.- Factor $K_1$ de corrección por número de dientes.

### 2.5.2.- FACTOR K2

| Número de ramales | Factor de ramales múltiples $K_2$ |
|---|---|
| 1 | 1.0 |
| 2 | 1.7 |
| 3 | 2.5 |
| 4 | 3.3 |
| 5 | 3.9 |
| 6 | 4.6 |
| 8 | 6.0 |

Tabla 2.- Factor $K_2$ de ramal múltiple.

### 2.5.3.- FACTOR Ka

| | Factores de servicio $(K_a)$ para condiciones de salida | | |
|---|---|---|---|
| **Fuente de potencia motriz** | Suave | Impacto moderado | . Impacto fuerte |
| Motor de C.I. con transmisión hidráulica | 1.0 | 1.0 | 1.2 |
| Motor eléctrico o turbina | 1.2 | 1.3 | 1.4 |
| Motor de C.I. con transmisión mecánica. | 1.4 | 1.5 | 1.7 |

Tabla 3.- Factor de Servicio Ka.

## 2.5.4.- CALCULO DE HNOMIMAL

| | | Número ANSI de cadena. | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Velocidad dela Catarina, rpm | 80 | 100 | 120 | 140 | 160 | 180 | 200 | 240 |
| II | 50 | 2.88 | 5.52 | 9.33 | 14.4 | 20.9 | 28.9 | 38.4 | 61.8 |
| | 100 | 5.38 | 10.30 | 17.40 | 26.9 | 39.1 | 54.0 | 71.6 | 115.0 |
| | 150 | 7.75 | 14.80 | 25.10 | 38.8 | 56.3 | 77.7 | 103.0 | 166.0 |
| | 200 | 10.00 | 19.20 | 32.50 | 50.3 | 72.9 | 101.0 | 134.0 | 215.0 |
| | 300 | 14.50 | 27.70 | 46.80 | 72.4 | 105.0 | 145.0 | 193.0 | 310.0 |
| | 400 | 18.70 | 35.90 | 60.60 | 93.8 | 136.0 | 188.0 | 249.0 | 359.0 |
| I | 500 | 22.90 | 43.90 | 74.10 | 115.0 | 166.0 | 204.0 | 222.0 | 0 |
| | 600 | 27.00 | 51.70 | 87.30 | 127.0 | 141.0 | 155.0 | 169.0 | |
| | 700 | 31.00 | 59.40 | 89.00 | 101.0 | 112.0 | 123.0 | 0 | |
| | 800 | 35.00 | 63.00 | 72.80 | 82.4 | 91.7 | 101.0 | | |
| | 900 | 39.90 | 52.80 | 61.00 | 69.1 | 76.8 | 84.4 | | |
| | 1000 | 37.70 | 45.00 | 52.10 | 59.0 | 65.6 | 72.1 | | |
| | 1200 | 28.70 | 34.30 | 39.60 | 44.9 | 49.9 | 0 | | |
| | 1400 | 22.70 | 27.20 | 31.50 | 35.6 | 0 | | | |
| | 1600 | 18.60 | 22.30 | 25.80 | 0 | | | | |
| III | 1800 | 15.60 | 18.70 | 21.60 | | | | | |
| | 2000 | 13.30 | 15.90 | 0 | | | | | |
| | 2500 | 9.56 | 0.40 | | | | | | |
| | 3000 | 7.25 | 0 | | | | | | |

Tabla 4.- Valores de Hnominal.

# CAPITULO 3.- PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

## 3.1.- AREA DE BATEY

Se realizó primeramente un recorrido por el área para reconocer los equipos y la función de cada uno.

Se inició tomando los datos de los volteadores de caña, dando inicio por el volteador número 1. Haciendo un dibujo a mano alzada de la transmisión: motor, cople, reductor, chumaceras, etc., para colocar debajo de cada elemento la información técnica correspondiente.

Se prosiguió con la toma de datos del volteador 2, el cual es muy similar al volteador número 1. El procedimiento fue el mismo.

Una vez terminadas las tareas anteriores, se continuó con las mesas alimentadoras. De igual manera para seguir un orden se empezó con la mesa 1. Haciendo un dibujo a mano alzada de la transmisión y tomando los datos correspondientes, se prosiguió con un dibujo de una vista superior de la mesa, lo anterior con la finalidad de colocar el ancho y el largo de la mesa. Este procedimiento se aplicó de la misma forma con la mesa 2 y 3.

Posteriormente se realizó la recolección de datos de los equipos en la línea del conductor auxiliar de caña. Se dió inicio con la toma de datos del nivelador auxiliar, esto es, se hizo de igual manera un dibujo a mano alzada de la transmisión y del eje nivelador. Anotando como en los casos anteriores la información debajo de cada elemento en el dibujo.

Se continuó con el dibujo de la transmisión de la picadora, así también de la picadora. Tomando los datos de placas de los equipos y anotándolo debajo en el dibujo. El siguiente equipo en el orden del proceso es el conductor auxiliar.

En este conductor auxiliar se hizo el dibujo de la transmisión, así como del eje motriz. Se tomó los datos de placas del motor y del reductor, así también se tomó medida del diámetro de los ejes. Se anotó los números de las chumaceras, así también se dimensionó los bujes de bronce correspondientes.

En la línea del conductor principal, la primera instalación es el nivelador principal. Se procedió a dibujar la transmisión y cada uno de los elementos de ésta, tomando los datos

correspondientes. En este caso la transmisión es con poleas y bandas, se tomó el diámetro y el número respectivo. Se hizo un dibujo sencillo del tambor nivelador, tomando la medida del diámetro y largo. Así también se tomó el diámetro del eje del motor y del reductor.

Seguido del nivelador se encuentra el Rodillo Alimentador. Como se ha venido haciendo, se dibujó la transmisión de potencia, tomando los datos del motor, reductor, así como los diámetros de poleas y número de banda. Se dimensionó los bujes de bronce, y se midió el largo del rodillo.

El equipo siguiente es el de la Desfibradora. Se hizo el esquema de la transmisión y se tomó los datos de placa de la turbina, del reductor de velocidad y los números de coples, así como los números de chumaceras y sus respectivos rodamientos, se midió los diámetros del eje de la turbina y del reductor. Se realizó un dibujo sencillo de la desfibradora, colocando el largo de ésta, pero no fue posible medir su diámetro. Se contó y dimensionó el número de flechas porta martillos y el número de martillos correspondientes. La penúltima instalación del área es el Pateador de caña. La transmisión de potencia sufrió cambios durante ésta etapa de reparación, por lo cual solo se procedió a hacer el dibujo de la posible transmisión a instalar. Esto último consta de poleas y bandas, desconociendo el diámetro y número respectivo. Debido a lo anterior, en los esquemas solo se hace mención de la transmisión sin sus respectivos datos. Se hizo también el dibujo del eje pateador, tomando el diámetro del mismo, largo de los pateadores, números de chumaceras y rodamientos. Siguiendo con la última instalación de Batey que es el conductor Principal. Se procedió a hacer el dibujo a mano alzada, se recolecto los datos de placa del motor y reductor, así como el número de cople, número de dientes de los sprocks y tipo, se contó el número de dientes de los dos engranes. Se tomó el número de las chumaceras y los rodamientos, se midió el diámetro del eje del motor y reductor. Se tomo los datos de los sprocks del eje conductor, así también se midió el diámetro de éste.

## 3.2.- AREA DE MOLINOS

Para conocer los equipos se procedió a realizar un recorrido por el área. Se tomó nota de cada instalación y su función, así como el nombre de cada uno de los equipos.

El área de molinos inicia con la banda rápida, en el cual se hizo un dibujo de una vista superior y se recolectó los datos del tipo de banda, largo, ancho y espesor. Además se

anotó el número de rodillos de carga, así como sus respectivas chumaceras. Se recolectó los datos de placa del motor y reductor, así también los diámetros de las poleas y el número de banda en “v”. Por último se leyó el número de los rodamientos de los soportes de la banda, en el cual las chumaceras quedaron sin identificación debido a su antigüedad. Siguiendo el orden de proceso se continuó con el molino 1, primeramente se tomaron los datos de placa de la turbina de vapor. Posteriormente se recolectó los datos de placa de los reductores de velocidad, comenzando con los datos del reductor de alta, pasando al reductor de media y finalmente el reductor de baja. Para los tres reductores anteriores, se dibujo la parte interna tomando los datos de los elementos de la flecha como son; el número de flecha, número de cada engrane, número de cada rodamiento y tazas, número de cada retén de aceite. También se tomó el número del acoplamiento entre los reductores. Por último, se hizo un esquema de la transmisión completa con todos los equipos anteriores. Estos datos recolectados para el molino 1, se repiten para los molinos 2, 3, 4, 5 y 6. Es de notar que los datos de las masas de los molinos no se pudieron recolectar, debido a que se encuentran en reparación.

La estructura que lleva el bagazo de molino en molino es el conductor Donelly. Se inició con el conductor número 1. Para éste se hizo un dibujo de una vista superior. Se procedió a tomar los datos de placa del reductor de velocidad, del motor, así como los diámetros de poleas y el número de banda. Se anotó los números de rodamientos de los soportes y las chumaceras de bronce. Por último se hizo un dibujo en dos dimensiones del arreador que va dentro del conductor, de igual manera se dimensionó. La información recolectada de este conductor 1, aplica para los conductores 4 y 5.

El procedimiento del párrafo anterior, se aplicó en la misma forma para el conductor Donelly número 2. Ésta información también es común con el conductor 5. El siguiente equipo a tomarle datos fue la transmisión del Gusano de Pachaquil. Los datos de placa del motor y del reductor no se recolectaron debido a la falta de la misma, pero se tomaron los datos técnicos de la parte interna del reductor de velocidad. Se tomó el número de flecha, el número de cada rodamiento y taza, el número de los retenes de aceite, así como el número de los engranes. Estos datos se tomaron en la flecha de alta, flecha de media y flecha de baja. El siguiente equipo fue el del filtro rotatorio en el cual a partir de su manual se obtuvieron algunos datos y se continuó con los datos de placa del motor y reductor.

Una vez concluida la transmisión del filtro, se dió paso a la toma de datos en la zona de las bombas. Tratando de seguir un orden en el proceso, se comenzó por tomar los datos a las bombas de jugo de mezclado. Como se ha estado haciendo, se copiaron los datos de placa de la bomba y del motor. Así también se midió el diámetro de la polea del motor y de la bomba y se tomó nota del número de banda. Los datos recogidos aplicaron también para la segunda bomba de jugo de mezclado.

Para las bombas de Maceración, se aplicó el mismo procedimiento anterior. Se tomó los datos de la bomba de maceración 1, el cual aplicó para las bombas 2 y 4.

De la misma forma que en el paso anterior se tomó los datos de la bomba de maceración 3. Leyendo los datos de placa de la bomba, del motor, midiendo el diámetro de la polea y anotando el número de banda. Siguiendo en la zona de las bombas, se recolectó la información correspondiente a la bomba de agua de Imbibición número 1. El procedimiento seguido fue el mismo aplicado a las bombas de maceración.

En la misma forma del paso descrito en el párrafo anterior, se levantó la información de la bomba de Imbibición simple número 2.

## 3.3.- AREA DE CALDERAS

Como se hizo en las dos áreas anteriores, primeramente se hizo un recorrido por el área para darse una idea general de los equipos.

La recolección de los datos dio inicio en la zona de las bombas de alimentación de las calderas. Se tomó nota de los datos de placa de los motores a excepción de la bomba de alimentación 6 que es impulsada por una turbina, también se anotó los números de los acoplamientos y los datos de placa de las bombas. Es importante mencionar que algunos motores, bombas y la turbina no cuentan con placa de datos debido a su antigüedad. Para seguir un orden, se prosiguió con la toma de datos de las bombas de condensado, aplicando el procedimiento descrito líneas arriba. De igual manera para estas bombas de condensado, un motor y una bomba no contaban con la placa de datos. Para finalizar con las bombas, se procedió a tomar los datos de la zona de las bombas de combustóleo, las 2 bombas existentes son de características similares, tanto en propiedades de funcionamiento como características técnicas, los datos recolectados fueron de los motores, los acoplamientos, los reductores, así como los datos de placa de la 2° bomba de combustóleo.

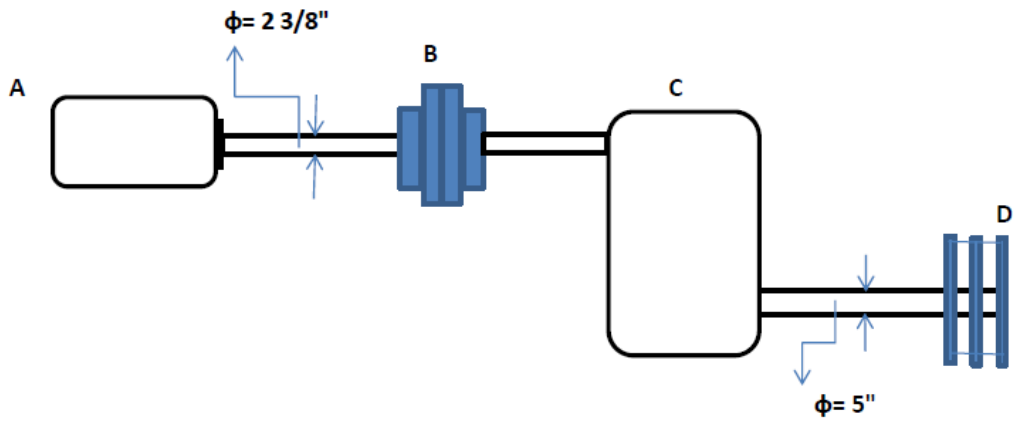
Una vez finalizado la parte correspondiente a las bombas, se procedió a tomar datos de los conductores de bagazo. Primeramente se recolectó los datos del conductor principal de bagazo, esto es, se anotó los datos de placa del reductor, del acoplamiento motor-reductor y reductor-eje. Además, se tomó nota de los datos de los sprocks. La información complementaria presentada más adelante sobre este conductor en las fichas técnicas, ya estaba archivada. El siguiente conductor a hacer el levantamiento fue el conductor inclinado, en el cual se tomaron los datos de placa del reductor, mas no del motor debido a la falta de los datos de placa. De igual manera, la información complementaria presentada más adelante fue tomada de una fuente archivada. Por último, se procedió a tomar los datos del conductor de retorno de bagazo. El procedimiento realizado para recolectar los datos fue el mismo aplicado a los dos conductores anteriores. Es importante mencionar que en el conductor inclinado y retorno de bagazo se midió los metros de cadena de la transmisión de potencia, además de las cadenas que forman parte en si del conductor.

La siguiente sección del área a trabajar fue la de Ventiladores. Los primeros en trabajarse fueron los ventiladores del generador número 1, a los cuales se tomó los datos de los motores, números de chumaceras de apoyo, se midió el diámetro a los ejes para obtener el número de rodamiento correspondiente a las chumaceras, se tomó el numero del cople, así como los datos de placa de los ventiladores. Para los 4 ventiladores del generador 2, el procedimiento aplicado fue el mismo descrito anteriormente. En el caso del generador número 3, el cual es la único equipo que solo cuenta con 3 ventiladores, se procedió a recolectar los datos tal y como se hizo en los generadores anteriores. Para los equipos del generador número 4, los datos de los ventiladores fueron obtenidos de la misma forma que en los casos anteriores, en los cuales todos los motores, chumaceras, acoplamientos y los propios ventiladores se lograron recoger todos los datos.

Con la sección de ventiladores se dio por terminado el levantamiento de información del área de calderas. Toda esta información fue descargada en las tarjetas de datos técnicos presentadas más adelante. Es importante señalar que muchos equipos auxiliares, instrumentos de medición e incluso los propios generadores de vapor no se consideraron debido a que son equipos mucho más sofisticados y se necesita más que una hoja y un lapicero para realizar un levantamiento.

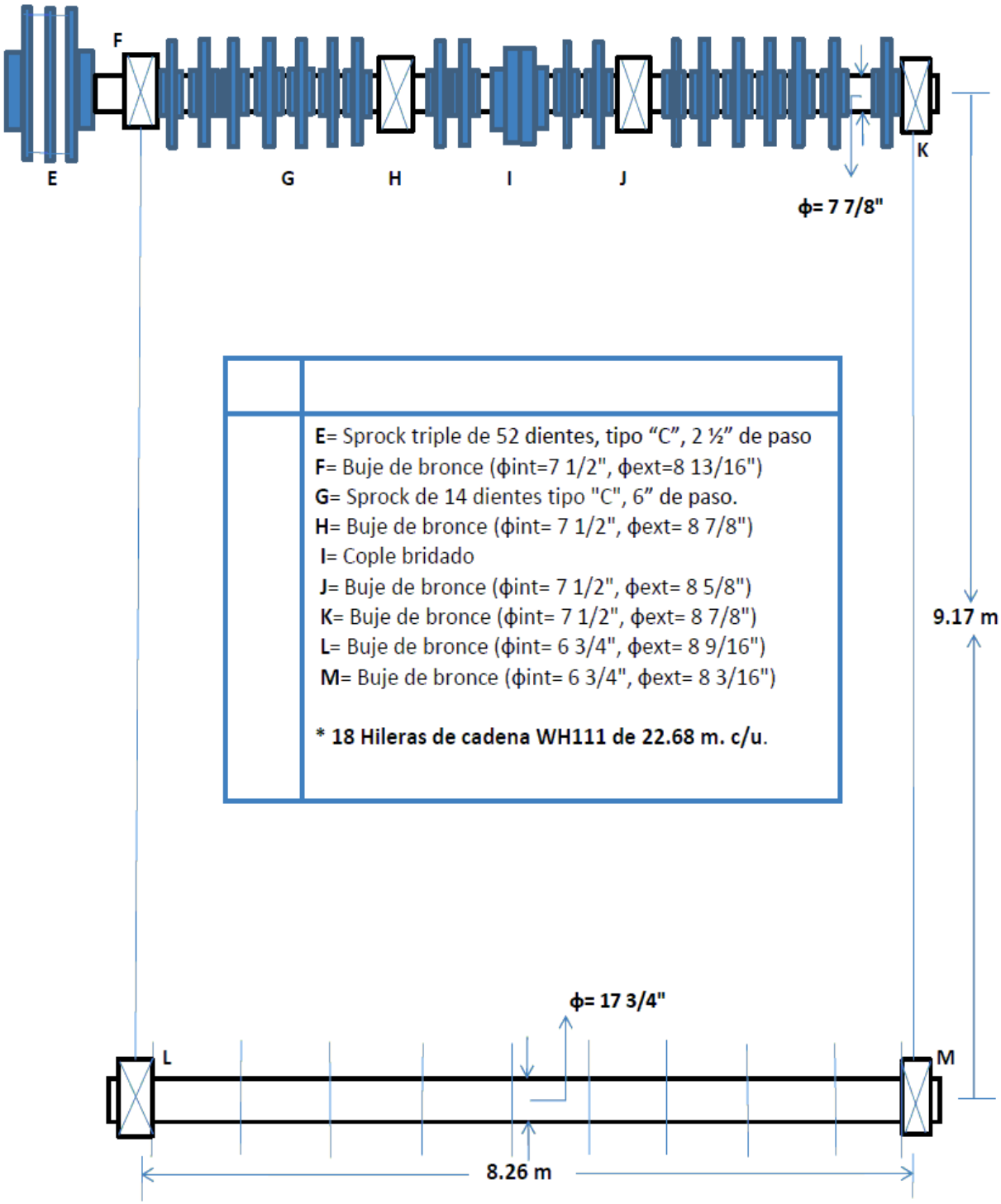
# CAPITULO 4.- RESULTADOS

## 4.1.- AREA DE BATEY




| | |
|---|---|
| | **A**= Motor BJ000023<br>HP:60<br>Rpm: 1770<br><br>**B**= Cople FALK-F9<br><br>**C**= Reductor de velocidad<br>Marca FALK<br>Modelo 2100 Y3-L<br>O.T. 27965-01<br>Rpm de entrada 1770<br>Rpm de salida 25<br>Clase ---<br>Relación 70.62<br>HP de servicio ----<br>Factor de servicio ---<br>HP de catalogo 77<br>Capacidad en lts (aprox) 56.7<br><br>**D**= Sprock triple de 15 dientes tipo "A", 2 ½" de paso y cadena TSUBAKY RS200, cantidad de 5.27 m. |

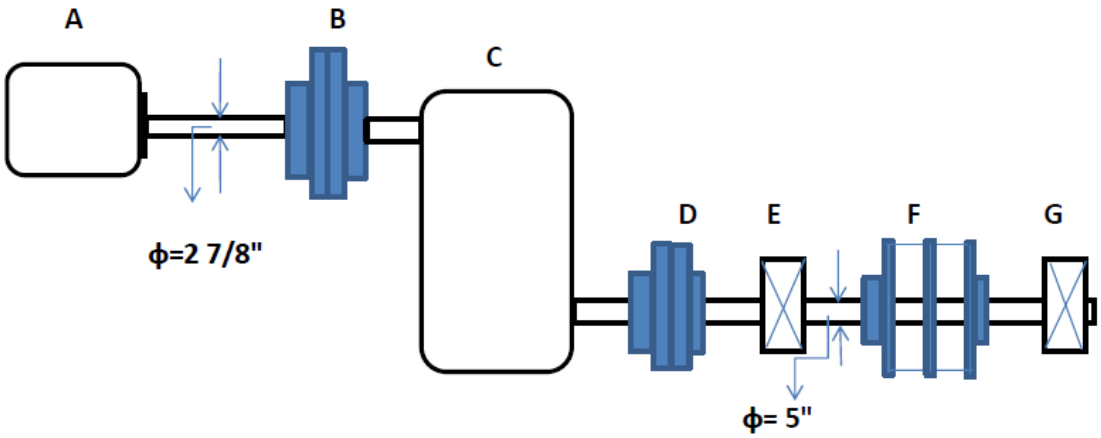
Figura 27.- Transmisión de Potencia Mesa alimentadora No.1




**E**= Sprock triple de 52 dientes, tipo "C", 2 ½" de paso
**F**= Buje de bronce (ϕint=7 1/2", ϕext=8 13/16")
**G**= Sprock de 14 dientes tipo "C", 6" de paso.
**H**= Buje de bronce (ϕint= 7 1/2", ϕext= 8 7/8")
**I**= Cople bridado
**J**= Buje de bronce (ϕint= 7 1/2", ϕext= 8 5/8")
**K**= Buje de bronce (ϕint= 7 1/2", ϕext= 8 7/8")
**L**= Buje de bronce (ϕint= 6 3/4", ϕext= 8 9/16")
**M**= Buje de bronce (ϕint= 6 3/4", ϕext= 8 3/16")

*** 18 Hileras de cadena WH111 de 22.68 m. c/u.**

Figura 28.- Vista Superior Mesa alimentadora No.1




| | |
|---|---|
| | **A**= Motor BJ000025<br>HP:50<br>Rpm: 900<br>**B**= Cople FALK-11F<br>**C**= Reductor de velocidad<br>Marca FALK<br>Modelo 2120Y2-L<br>O.T. 23073-01<br>Rpm de entrada 1750<br>Rpm de salida 37<br>Clase ---<br>Relación 47.08<br>HP de servicio 100<br>Factor de servicio 1.57<br>HP de catalogo 157<br>Capacidad en lts (aprox) 106<br>**D**=Cople<br>**E**= Chumacera CYTSA MEX BP 152 178 ((ϕint= 5 7/8", ϕext= 7 5/8")<br>**F**= Sprock triple de 19 dientes ,tipo "C", 2 ½" de paso |

Figura 29.- Transmisión de Potencia Mesa alimentadora No.2

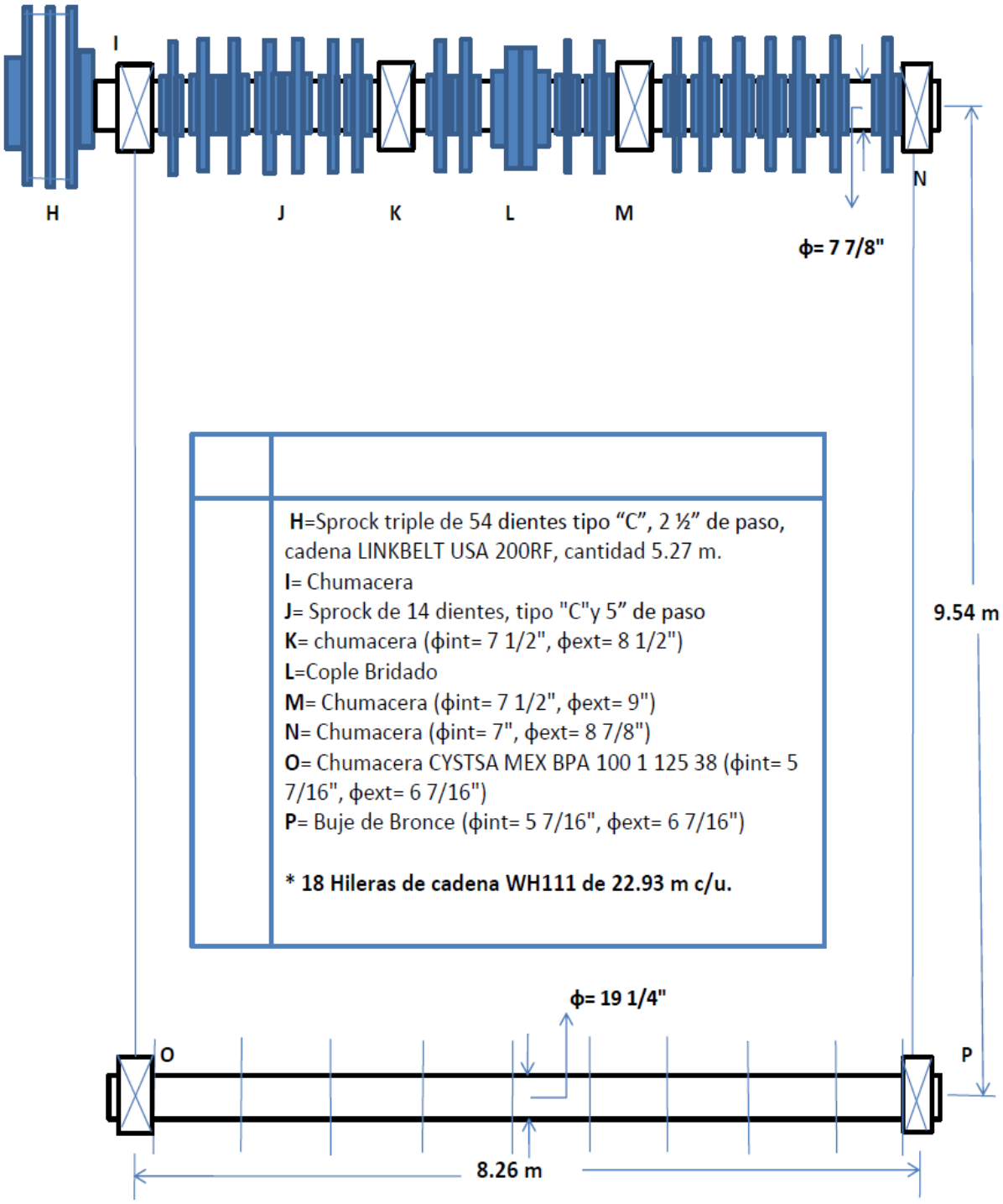
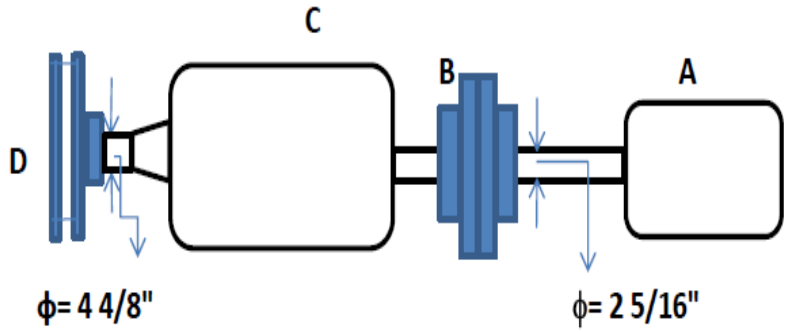



Figura 30.- Vista Superior Mesa alimentadora No.2.




**A**= Motor
Marca REG
MP. M.V.H. 103
Volteador de red de cadenas
Rpm 1770
Factor de servicio 1.10
Operación Hrs. 24
Aislante clase F
Modelo E.- 111894
Ser. 4710003
Carga axial máxima en kgs ---
Baleros 6311 y 6314

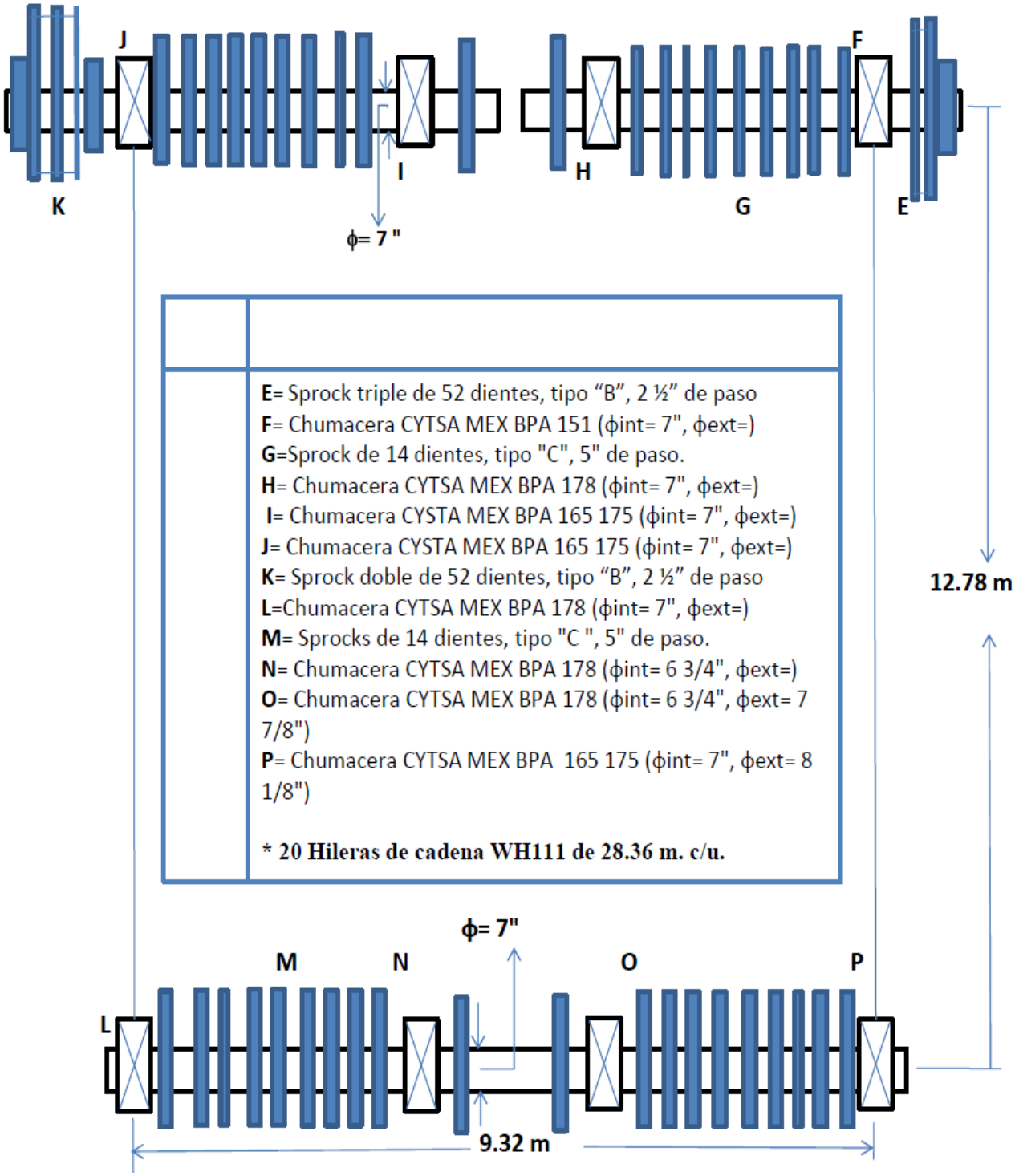
**C**= Reductor de velocidad de engranes planetarios
Marca Rexnoid
Modelo No. SABB 0633 34347
Serial No. 34347-1A
Cust. PO. 99329-009
Size Saturno
Rpm in 1750
Ratio 64.12
Rpm out 27
Date 11-99

Reducer only
Max Torque out 255 lb.in
Service HP 60
Service factor 1.9
Motorized Reducer
Motor HP 60
Service Class 17
Oil Cap. 13.0 aprox. U.S Gal

**B**= Cople FALK-11F

**D**= Sprock doble de 15 dientes tipo "B", 2 ½" de paso, cadena AL 200, cantidad de 5.72 m.

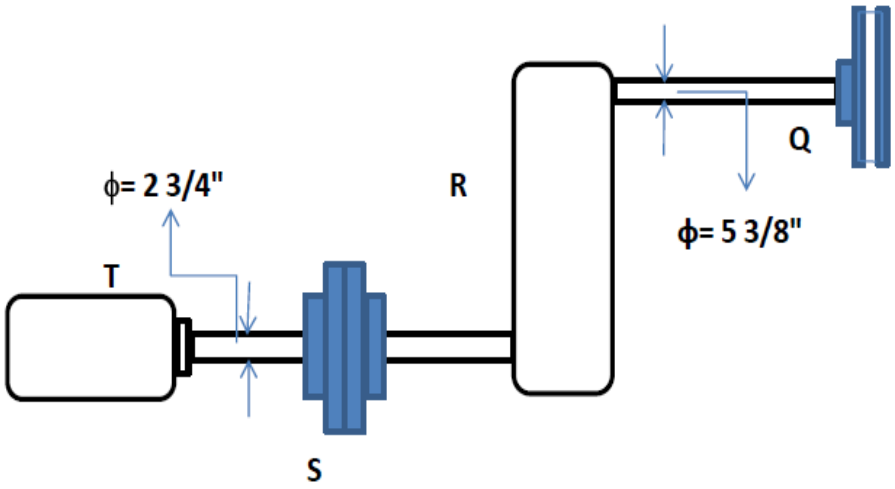
Figura 31.- Transmisión de Potencia Mesa alimentadora No.3, Lado Sur.




**E**= Sprock triple de 52 dientes, tipo "B", 2 ½" de paso
**F**= Chumacera CYTSA MEX BPA 151 (ϕint= 7", ϕext=)
**G**=Sprock de 14 dientes, tipo "C", 5" de paso.
**H**= Chumacera CYTSA MEX BPA 178 (ϕint= 7", ϕext=)
**I**= Chumacera CYSTA MEX BPA 165 175 (ϕint= 7", ϕext=)
**J**= Chumacera CYSTA MEX BPA 165 175 (ϕint= 7", ϕext=)
**K**= Sprock doble de 52 dientes, tipo "B", 2 ½" de paso
**L**=Chumacera CYTSA MEX BPA 178 (ϕint= 7", ϕext=)
**M**= Sprocks de 14 dientes, tipo "C ", 5" de paso.
**N**= Chumacera CYTSA MEX BPA 178 (ϕint= 6 3/4", ϕext=)
**O**= Chumacera CYTSA MEX BPA 178 (ϕint= 6 3/4", ϕext= 7 7/8")
**P**= Chumacera CYTSA MEX BPA 165 175 (ϕint= 7", ϕext= 8 1/8")

*** 20 Hileras de cadena WH111 de 28.36 m. c/u.**

Figura 32.- Vista Superior Mesa alimentadora No.3.



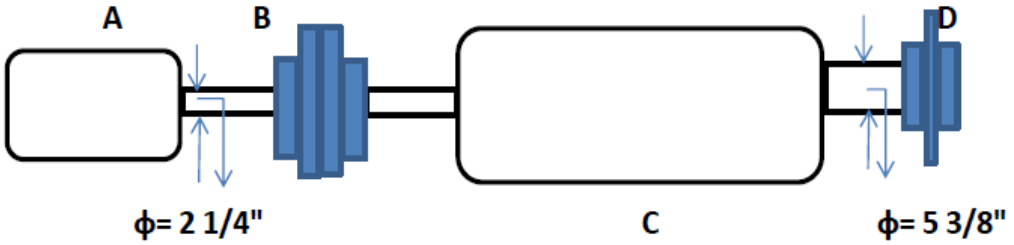

**Q**= Sprock doble 15 dientes tipo "B", 2 ½" de paso, cadena AL 200, cantidad de 6.1 m.

**R**= Reductor de velocidad
Marca FALK
Modelo 2090 Y3-K
O.T. 23306-01
Rpm de entrada 1750
Rpm de salida 27
Clase ---
Fecha 12/89
Relación 63.82
HP de servicio ---
Factor de servicio ---
HP de catalogo 53.5
Capacidad en lts (aprox) 40

**T**= Motor de corriente alterna
Marca IEM
Tipo Cerrado
CP 60
Factor de servicio 1.10
Aislante clase F
Carga axial máxima en kgs --
Ser. 4710002
Operación Hrs. 24
Modelo E.- 111894

**S**= Cople FALK 8F

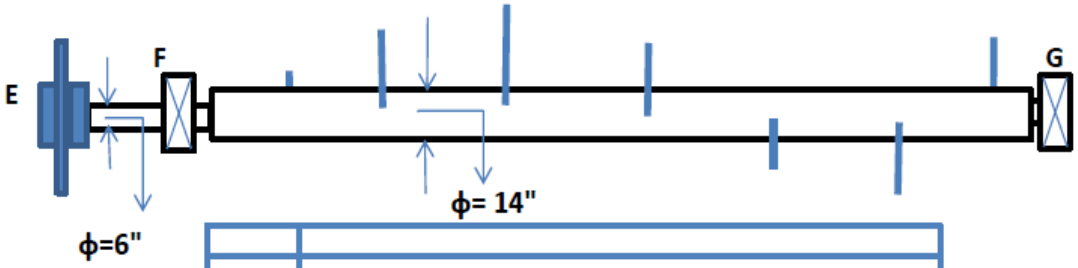
Figura 33.- Transmisión de Potencia Mesa alimentadora No.3, Lado Norte.




**A**= Motor BJ000000-142
**B**= Cople FALK-13F
**C**= Reductor de velocidad de Engranes Planetarios

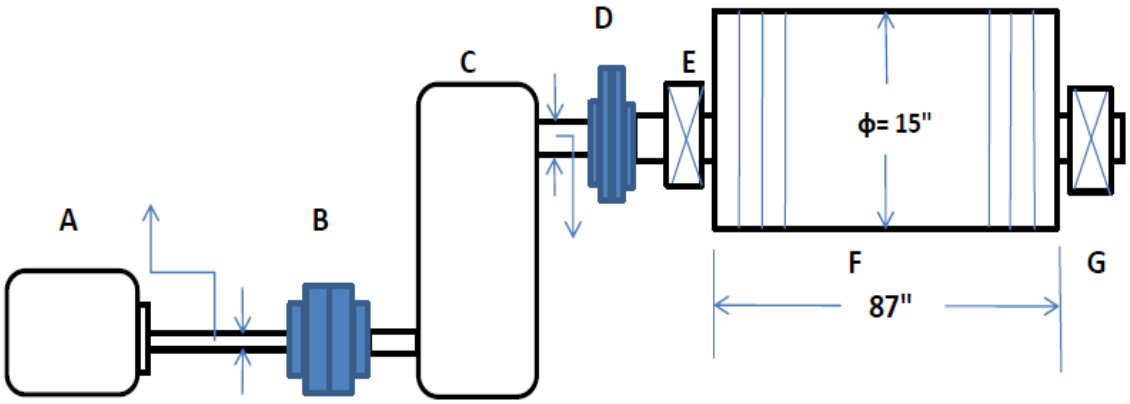
| | |
|---|---|
| Marca Rexnoid | Reducer Only |
| Model No. WAB 0323-343Max | Torque Out lb.in 170 |
| Serial No. 34344-1A | Service HP 75 |
| Cust. PO. 993235-009 | Service factor 1.10 |
| Size Orión | Motorized Reducer |
| Rpm in 1750 | Motor HP --- |
| Ratio 31.65 | Service class --- |
| Rpm out 55 | Date 10/99 |
| **D**= Sprock de 15 dientes, tipo "C", 2 ½" de paso | Oil Cap: 12.0 aprox. U.S. Gal |

**NIVELADOR GALLEGO**



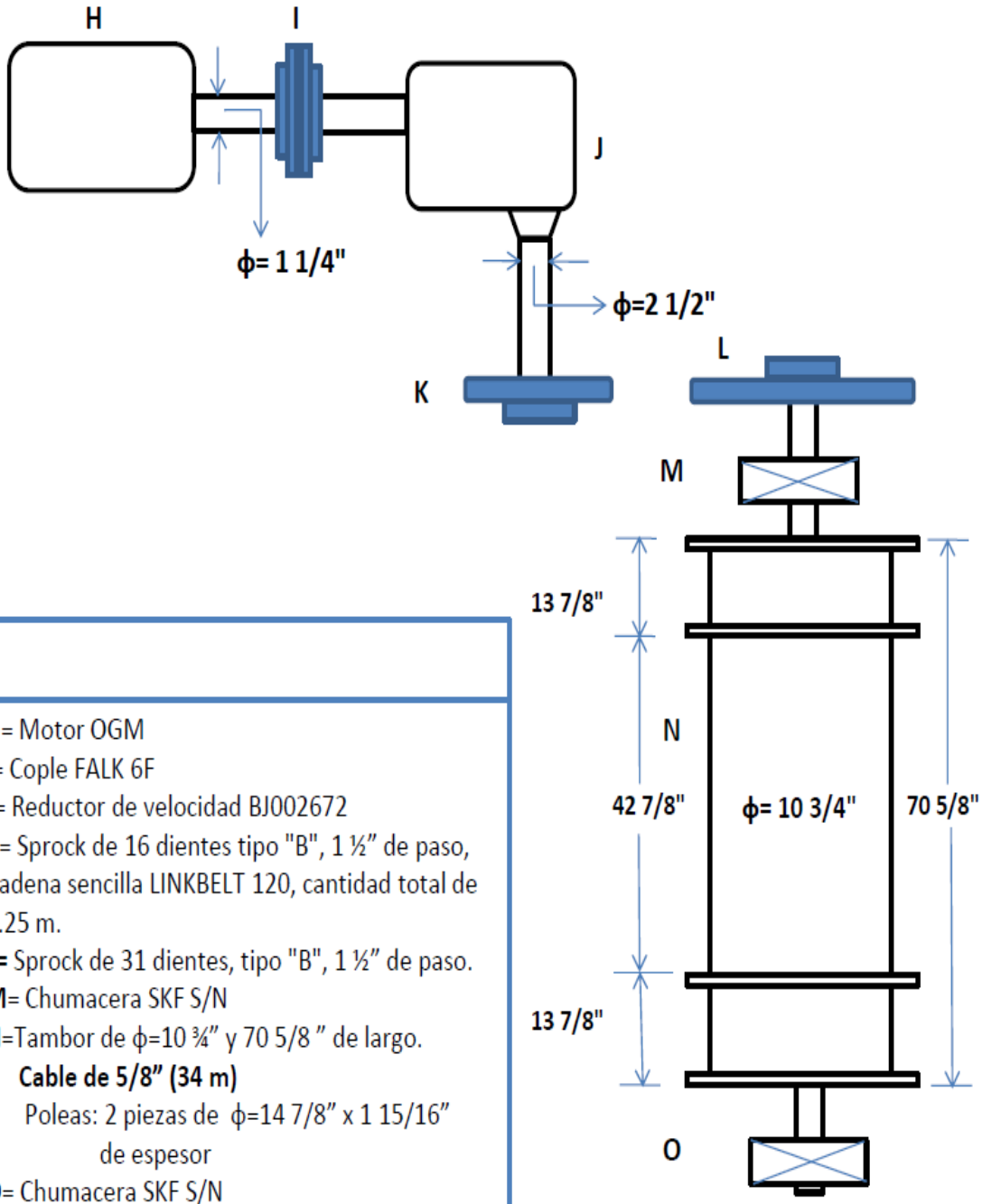

**E**= Sprock de 18 dientes, tipo "C", 2 ½" de paso, cadena sencilla TSUBAKY RS200, 3.56 m.
**F**= Chumacera (ϕint= 6", ϕext= 7 3/8")
**G**= Chumacera (ϕint= 6", ϕext= 7 1/2")

Figura 34.- Transmisión de Potencia Nivelador Gallego.



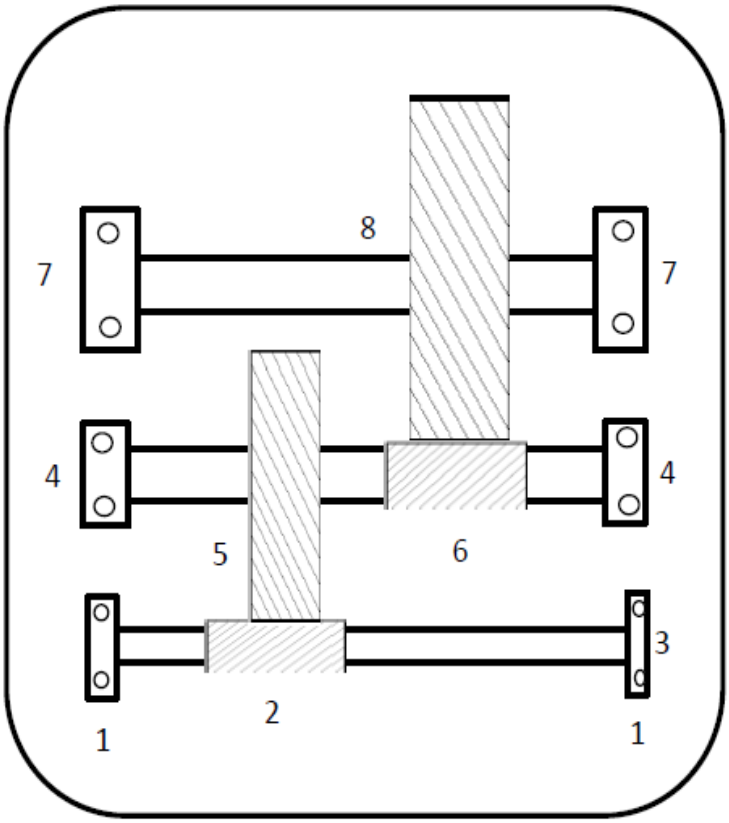

A= Motor
B= Cople 40G20 B4
C= Reductor de velocidad
Relación 36:1
D= Cople Bridado
E= Chumacera SKF SN 528
F= Tambor de ϕ=15" y 87" de largo
**Cable de ¾" (34 m)**
Poleas: 4 piezas de ϕ=20" x 2" de espesor
2 piezas de ϕ=20"x 1 ½" de espesor
G= Chumacera SKF SN 528

Figura 35.- Transmisión de Potencia Volteador de Hilo No 1.




**H**= Motor OGM
**I**= Cople FALK 6F
**J**= Reductor de velocidad BJ002672
**K**= Sprock de 16 dientes tipo "B", 1 ½" de paso, Cadena sencilla LINKBELT 120, cantidad total de 2.25 m.
**L=** Sprock de 31 dientes, tipo "B", 1 ½" de paso.
**M**= Chumacera SKF S/N
**N**=Tambor de ϕ=10 ¾" y 70 5/8 " de largo.
**Cable de 5/8" (34 m)**
Poleas: 2 piezas de ϕ=14 7/8" x 1 15/16" de espesor
**O**= Chumacera SKF S/N

Figura 36.- Transmisión de Potencia Gancho de Acercamiento del Volteador No. 1.




**FLECHA DE ALTA**

1.- Rodamiento TIMKEN HM813842, Taza TIMKEN HM813811
2.- Piñon Helicoidal de 15 dientes
3.- Retén No. 24986 C/R

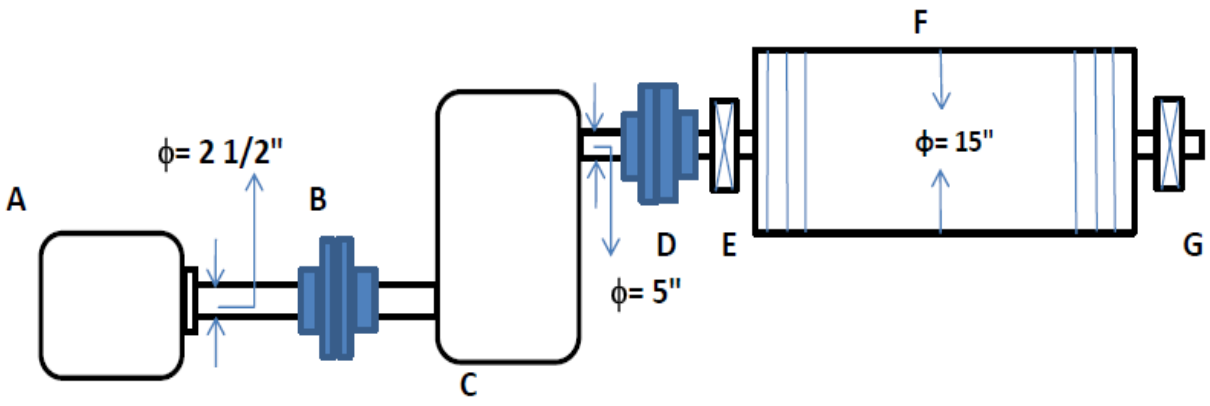
**FLECHA DE MEDIA**

4.- Rodamiento TIMKEN 6576, Taza TIMKEN 6535
5.- Engrane Helicoidal de 77 dientes
6.- Piñon Helicoidal de 15 dientes

**FLECHA DE BAJA**

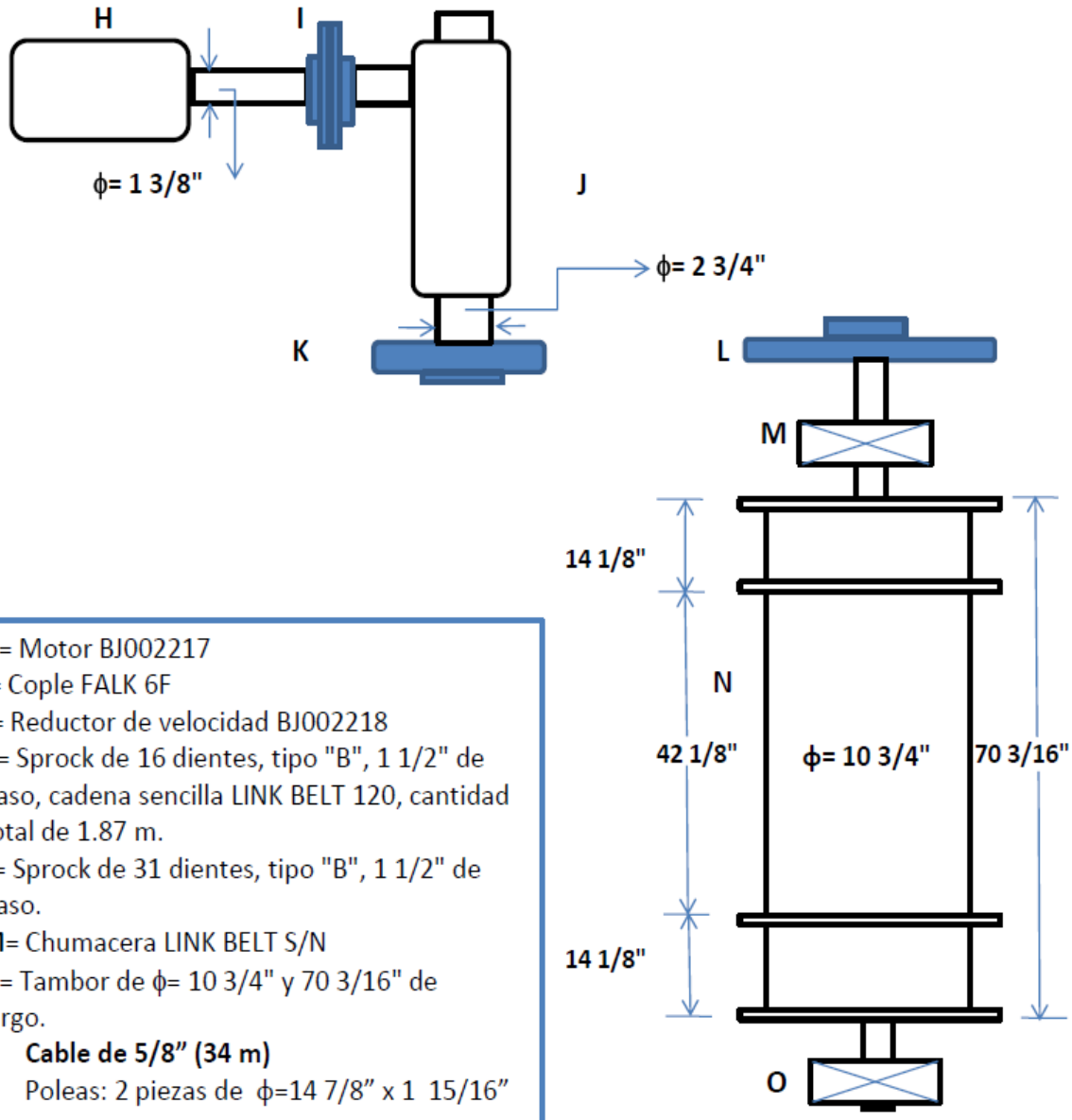
7.- Rodamiento TIMKEN 95500, Taza TIMKEN 95925

Figura 37.- Reductor de Velocidad del Volteador de Hilo No 1.



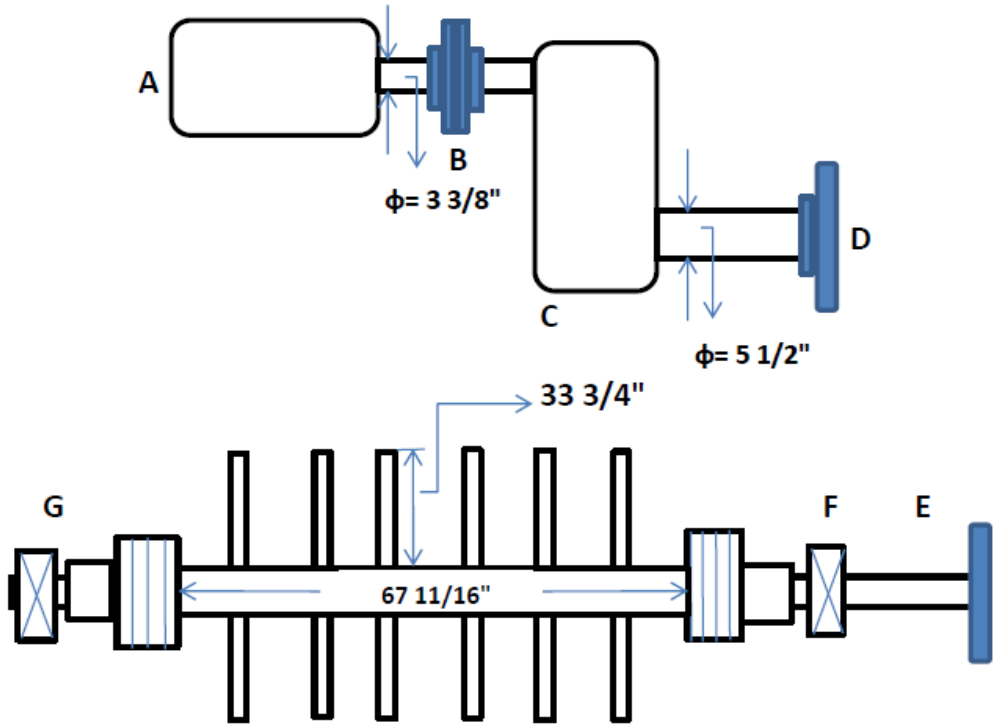

| | |
|---|---|
| | **A**= Motor BJ000020<br>**B**= Cople 40G20 B4<br>**C**= Reductor de velocidad BJ000021<br>**D**= Cople S/N<br>**E**= Chumacera SKF SAF 528<br>**F**= Tambor de ϕ=15" y 87" de largo<br>**Cable de ¾" (34 m)**<br>Poleas: 4 piezas de ϕ=20" x 2" de espesor<br>2 piezas de ϕ=20"x 1 ½" de espesor<br>**G**= Chumacera SKF SN 528 |

Figura 38.- Transmisión de Potencia Volteador de Hilo No 2.




**H**= Motor BJ002217
**I**= Cople FALK 6F
**J**= Reductor de velocidad BJ002218
**K**= Sprock de 16 dientes, tipo "B", 1 1/2" de paso, cadena sencilla LINK BELT 120, cantidad total de 1.87 m.
**L**= Sprock de 31 dientes, tipo "B", 1 1/2" de paso.
**M**= Chumacera LINK BELT S/N
**N**= Tambor de ϕ= 10 3/4" y 70 3/16" de largo.
**Cable de 5/8" (34 m)**
Poleas: 2 piezas de ϕ=14 7/8" x 1 15/16" de espesor
**O**= Chumacera LINK BELT S/N

Figura 39.- Transmisión de Potencia Gancho de Acercamiento del Volteador No.2.

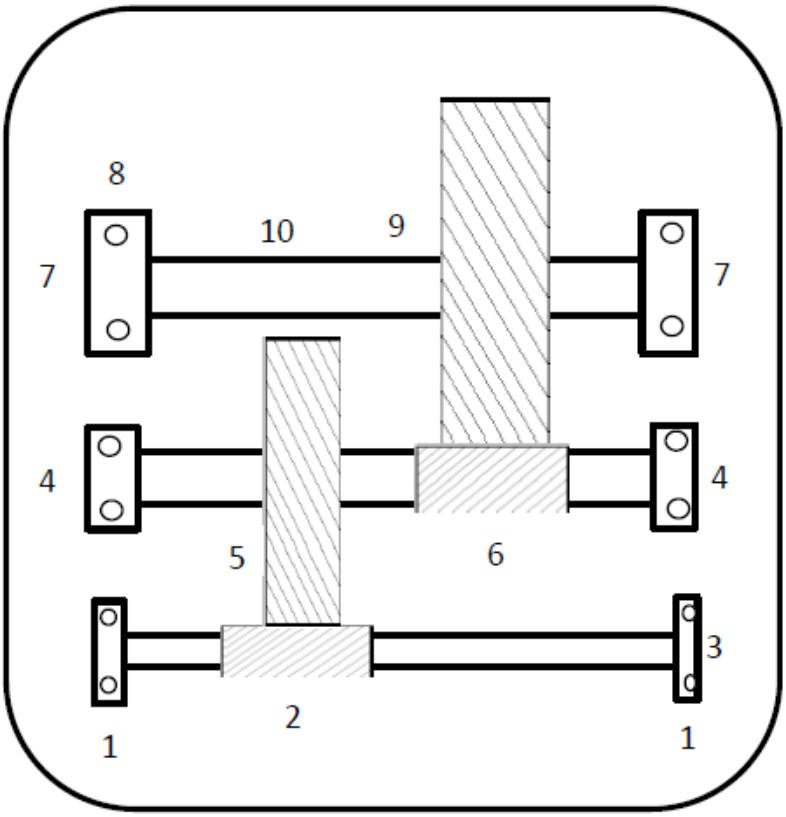



**A**= Motor BJ000211
Marca IEM
HP 100
Rpm 1800
**B**=Cople FALK-11F
**C**=Reductor de velocidad
Marca: FALK
Modelo: 2110 Y2 A-L
O.T. : 20137-02
Rpm de entrada: 1750
Rpm de salida: 60
Clase ---
Fecha Oct-97
Relación 29.13
HP de servicio ---
HP de catálogo 170
Capacidad Lts (Aprox) 79.5

**D**= Sprock 16 dientes , tipo "B", 21/2"de paso, cadena sencilla RC-200, cantidad de 2.99 m.
**E**=sprock 16 dientes, tipo "B" 2.5" de paso
**F**=chumacera NIETHER
**G**=chumacera NIETHER

*** Largo del Machete aprox. 1.72 mts.**

Figura 40.- Transmisión de Potencia Nivelador Auxiliar.




**FLECHA DE ALTA**

1.- Rodamiento TIMKEN HM715345, Taza TIMKEN H715311
2.- Flecha Piñon de 18 dientes No. 258074
3.- Retén No. 27417 C/R

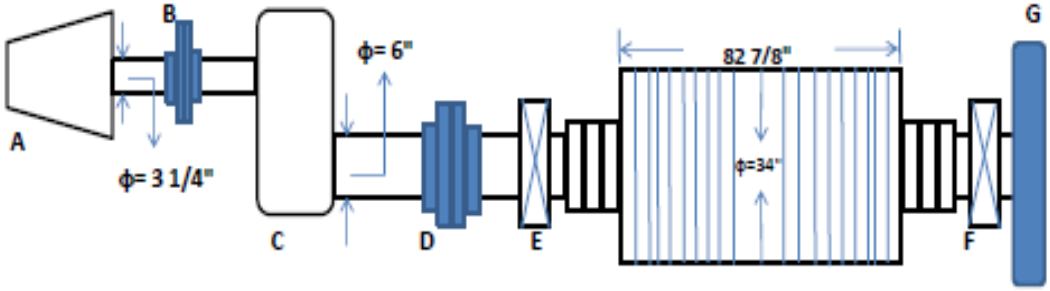
**FLECHA DE MEDIA**

4.- Rodamiento HH221431, Taza HH221410
5.- Engrane Helicoidal de 92 dientes No. 684226
6.- Piñon Helicoidal de 21 dientes

**FLECHA DE BAJA**

7.- Rodamiento TIMKEN 99550, Taza Timken 99100
8.- Reten No. ------
9.- Engrane Helicoidal de 121 dientes

Figura 41.- Reductor de Velocidad del Nivelador Auxiliar.




**A**=Turbina de Vapor
Marca **Bresser-Rand**
**Turbodyne T Terry**
Serial No. D2038
KW or HP : 1200 HP
Inlet Press. (N) 275 Psig
Inlet Press. (M) 280 Psig
Inlet Temp. (N) 540 F
Inlet Temp. (M) 560 F
Trip Speed 5500
Max. Cont. RPM 5000
1st. Crit. RPM 7580
Frame 703 WB
RPM 4500
Exh. Press. (N) 20 Psig
Exh. Press. (M) 20 Psig
Exh. Temp. (N) 279 F
Exh. Temp. (M) 296 F
Extr. Press. (N) ---
Extr. Press. (M) ---
2nd. Crit. RPM ---
Order No. UE-25466(N) Normal(M) Maximum

**B**=Cople FALK 1025G 20

**C**=Reductor de velocidad
Marca LUFKIN GEARS
Model No. : MM16020
Serial: 9171
Order No.: 840309
Oil capacity: 30 Gals
Ratio:6.258.1
Input rpm: 4505
Unit Ranking: 2163
Application Factor: 1.8
Application Power: 1200
AGME LUBRICANT NUMBER
Use: 1 for 15° to 60° F Ambient
Or: 2 for 5° to 125° F Ambient

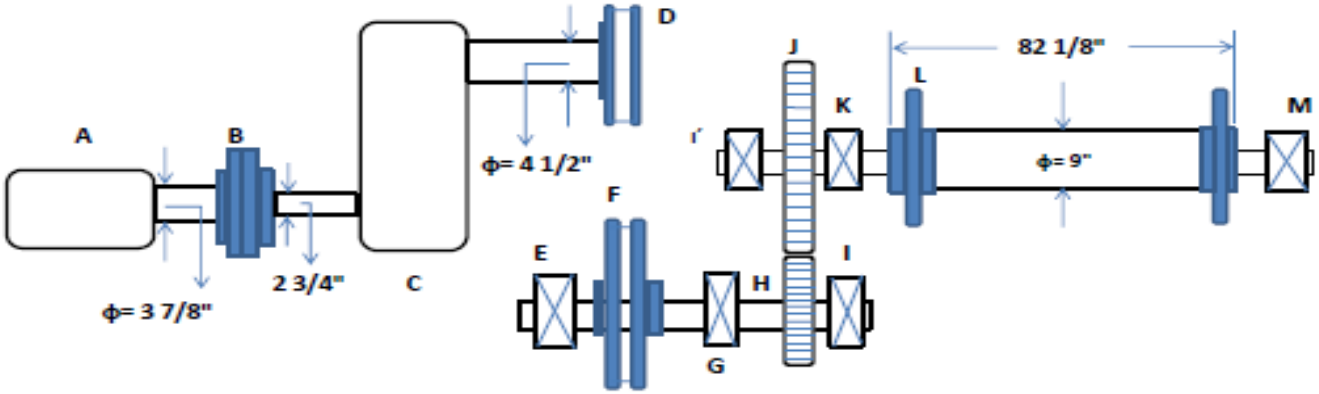
**D**= Cople S/N

**E**=Chumacera DODGE SAF-XT544

**F**=Chumacera NIETHER 85711

**G=** Volante de inercia ϕ= 42" y espesor de 7 3/4"

Figura 42.- Transmisión de Potencia de la Picadora.




**A**= Motor cerrado
Marca Baldor M8V1006
HP 150
Armazon 1503
Diseño B
Clave 1
Temp max.ambiente: 40° C a 1000 m.
30° C a 2280 m.
Rpm 1180
Volts 450
Amp 124
Serie C02051450/5
Rod L.L 6314 y L.C. NU319

**B**= Cople FALK-14F

**C**= Reductor de velocidad
Marca FALK

Relación 7.5

**D**= Sprock doble 12 dientes, tipo "B", 2 1/2" de paso, cadena TL-200, 6.42 m.

**E**= Chumacera BPA 108 125 38 (ϕint= 5 3/8", ϕext= 6 3/8")

**F=** Sprock doble de 74 dientes, tipo "C", 2 1/2" de paso.

**G**= Chumacera BPA 151 178 (ϕint= 7 3/8", ϕext= 8 3/8")

**H=** Engrane recto de 19 dientes

**I=** Chumacera BPA 151 178 (ϕint= 7 15/16", ϕext= 9 1/16")

**J**= Engrane recto de 74 dientes

**K**= Buje de Bronce (ϕint= 7 7/8", ϕext= 8 3/4")

**L=** Sprock de 9 dientes, tipo "C", 12 " de paso.

**M**= Buje de Bronce (ϕint=7 15/16", ϕext= 9 1/4")

* I´= Chumacera de apoyo (Øint= 5 1/8" , Øext= 5 3/4)

Figura 43.- Transmisión de Potencia del Conductor Auxiliar.

FLECHA DE ALTA

1.- Flecha Piñon de 13 dientes No. 750581
2.- Rodamiento TIMKEN H715345, Taza SKF H715311
3.- Retén No. 28041
4.- Rodamiento TIMKEN H715345, Taza SKF H715311

FLECHA DE BAJA

5.- Flecha No. 257856
6.- Rodamiento TIMKEN 938, Taza TIMKEN 932
7.- Engrane Helicoidal de 98 dientes No. 285974
8.- Retén No. 55200S

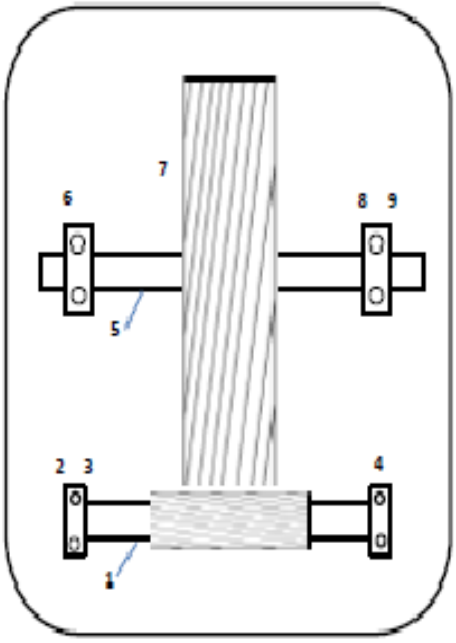
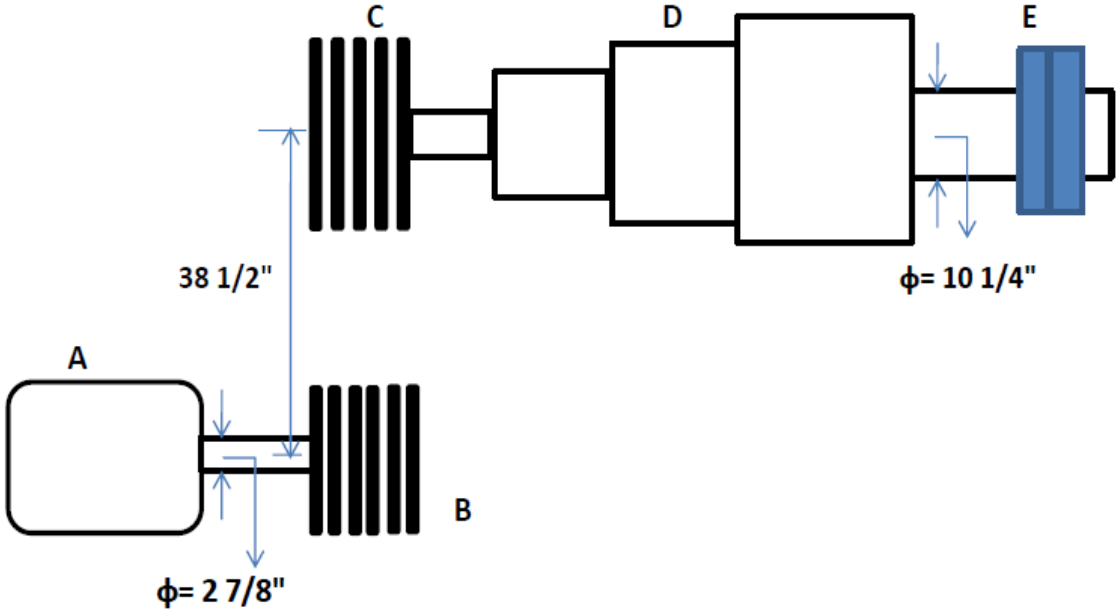



Figura 44.- Reductor de Velocidad del Conductor Auxiliar.




| | |
|---|---|
| | **A**= Motor<br>Marca: Siemens<br>HP: 75<br>Rpm: 1770<br>**B**= Polea de ϕ=10 1/2" y Banda Super HC Vextra V80, 5VX 1120.<br>**C**= Polea de ϕ= 12 1/2"<br>**D**= Reductor de velocidad<br>Relacion 57:1<br>**E**= Cople S/N<br>**F**= Chumacera FSQ SD 3148 (Rod. 22248 CCK/W33)<br>**G**= Nivelador de caña de 2.04 m de largo<br>**H**= Chumacera FSQ SD 3148 (Rod. 23148)<br><br>***Centro-centro de poleas : 38 ¾"** |

Figura 45.- Transmisión de Potencia del Nivelador Principal.

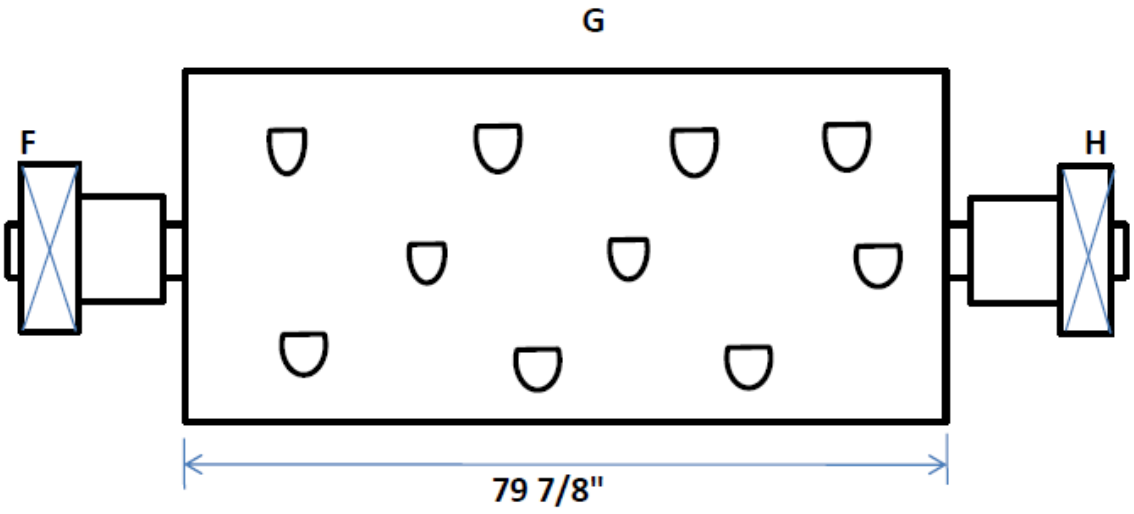



Figura 46.- Rodillo Nivelador Principal.

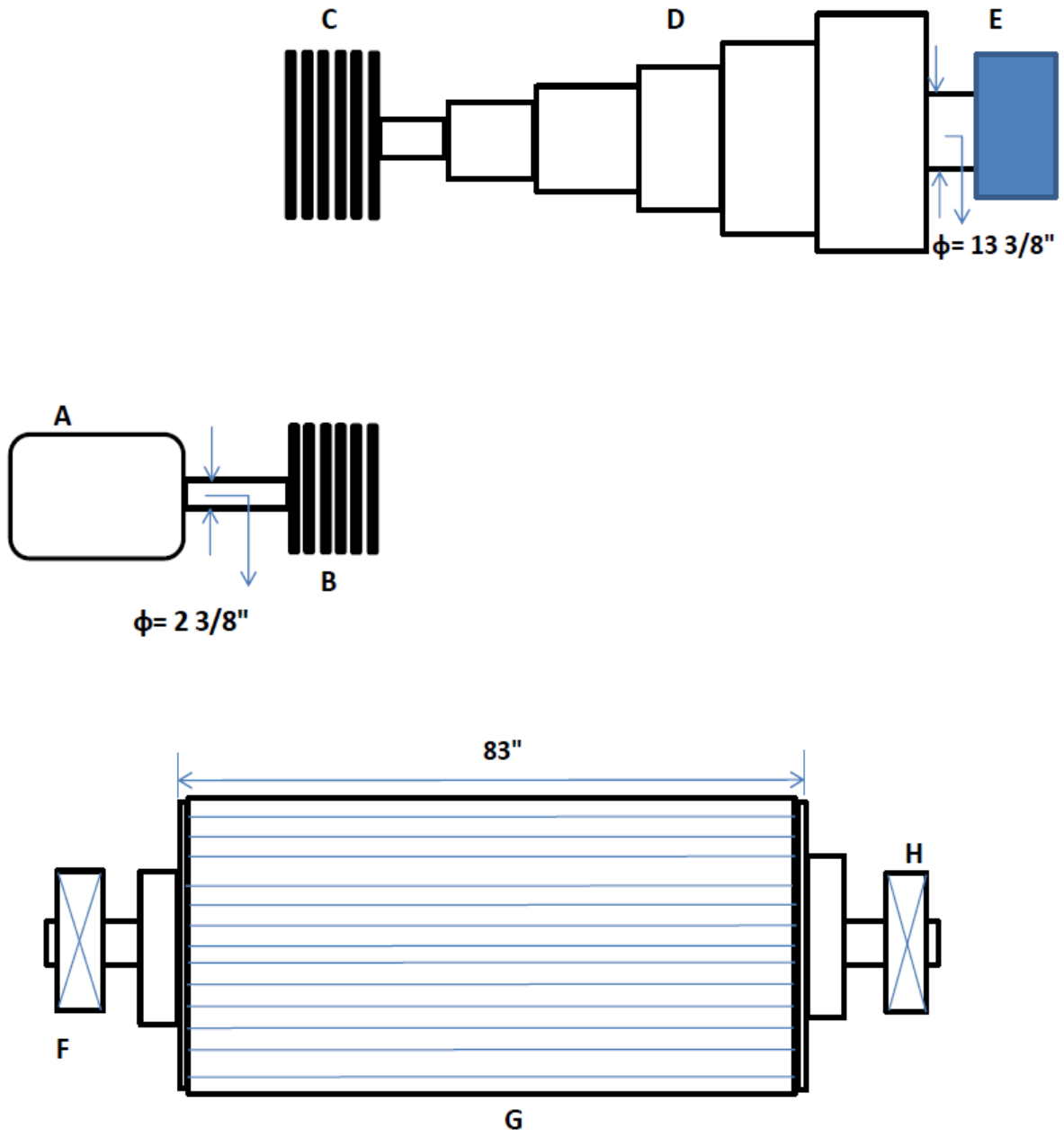



Figura 47.- Transmisión de Potencia del Rodillo Alimentador.

**A**= Motor de Induccion Trifásica

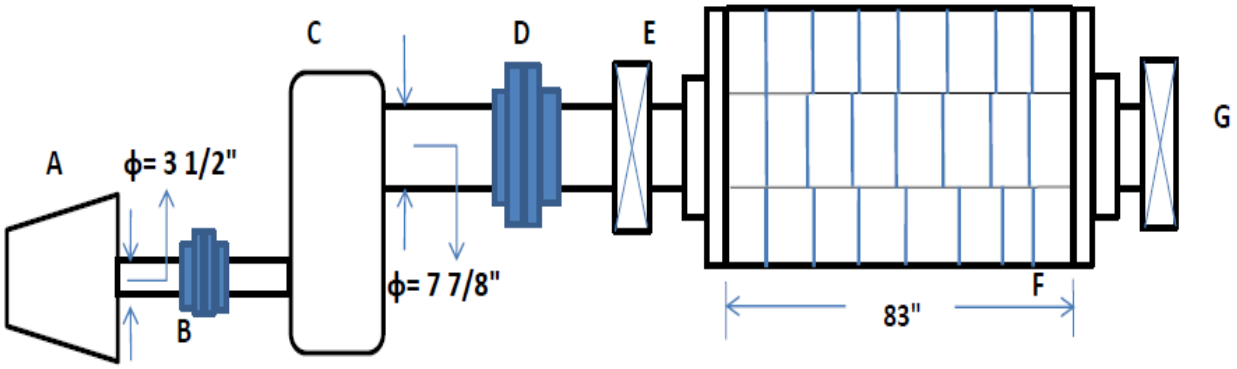
Marca:MAX-SE (TEC WESTINGHOUSE)
Tipo: AFFANE
Polos: 4
Hz: 60
V: 230/460
A: 171/85.5
HP: 75
Rpm: 1770
Efic. Nom. η: 94.1 %
Rodamientos: 6313 y 6213
Ser. No.: HRH2066762 003

No. CAT: N0754
Armazón: 365T TCOVE
Fases: 3
Diseño: B
F.S: 1.15
AMB: 40° C
Efic. Min. ηmin: 93.0 %
Código: G
Peso: 374 Kg.

-Para usarse a: 208 v con una corriente de 189 A
-Datos a 50 Hz 75, CP: 19/38, V196/98.2 A

**B**= Polea de ϕ= 10 ½"
No. De banda: 5 5V1120
**C**= Polea de ϕ=18"
**D**= Reductor de velocidad
Marca Brevini
Relación: 278.8
**E**= Cople S/N
**F**= Buje de Bronce (ϕint= 10", ϕext= 12 3/8")
**G**= Rodillo alimentador de largo 2.11 m y Ø= 87.375"

Figura 48.- Datos Técnicos de la Transmisión de Potencia del Rodillo Alimentador.




**A**= Turbina de vapor
Marca: TGM Turbinas
Año de fabricación: 2006 OS 40.636
Potencia (en el cople): 4200 HP
Presión de vapor de admisión: 250 PSIG
Presion de vapor de escape: 15 PSIG
Rotación nominal: 6500 rpm
Velocidad de disparo: 7150 rpm
Turbina modelo: TMFLEX 3000
Rotacion contra las agujas del reloj visto en el sentido Turbina-Maqu. Accionada.

**B=** Cople S/N

**C**= Reductor de velocidad tipo "RTS"
Marca TGM Transmissoes
Año de fabricacion 2006
No. De serie/Modelo 4800 171/RTM. 2.450. H
Potencia nominal 3132 kw
Factor de servicio 2.0
Rotación de entrada 6500 rpm
Rotación de salida 1007,08 rpm
Relación de transmisión 6.454:1
Caudal de aceite 224 l/min
Viscosidad del aceite ISO VG 68 (cst/40°C)
Peso 3032 kg.
Licencia PEKRUN

**D**= Cople 1060G52
**E**= Chumacera SKF SNLD 3152 (Rodamiento 23152 cck/w33)
**F**= Desfibradora de 83" largo
**G**= Chumacera SKF SNLD 3152 (Rodamiento 23152 cck/w33)

*** 7 Flechas portamartillo de ϕ= 2 3/4" y largo de 2.165 m.**

Figura 49.- Transmisión de Potencia de la Desfibradora.

**FLECHA DE ALTA**

1.- Chumaceras

2.- Piñon Helicoidal de 31 dientes

**FLECHA DE MEDIA**

3.- Rodamiento SKF 22328 cc/c3w33

4.- Engrane Helicoidal de 100 dientes

5.- Engrane Helicoidal de 49 dientes

**FLECHA DE BAJA**

6.- Rodamiento NSK 24040CE4 511

7.- Engrane Helicoidal de 98 dientes

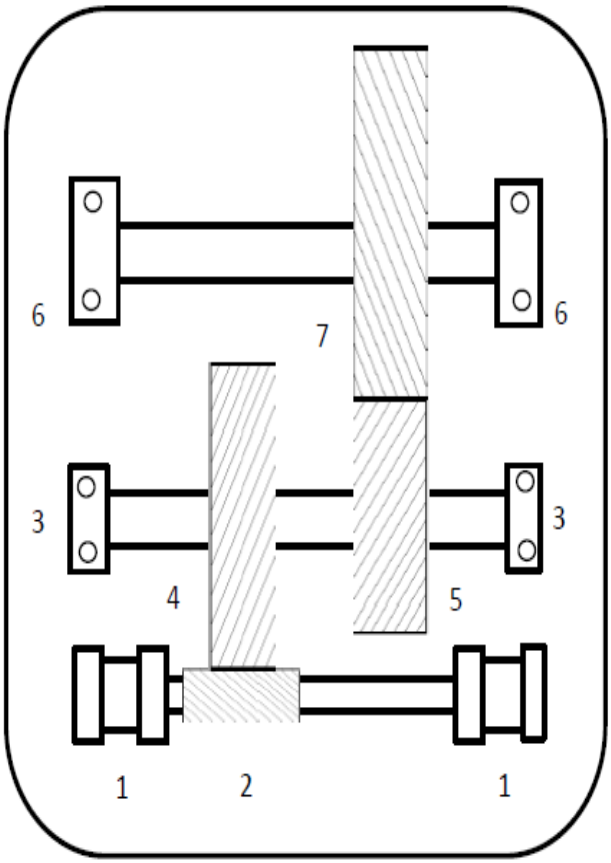
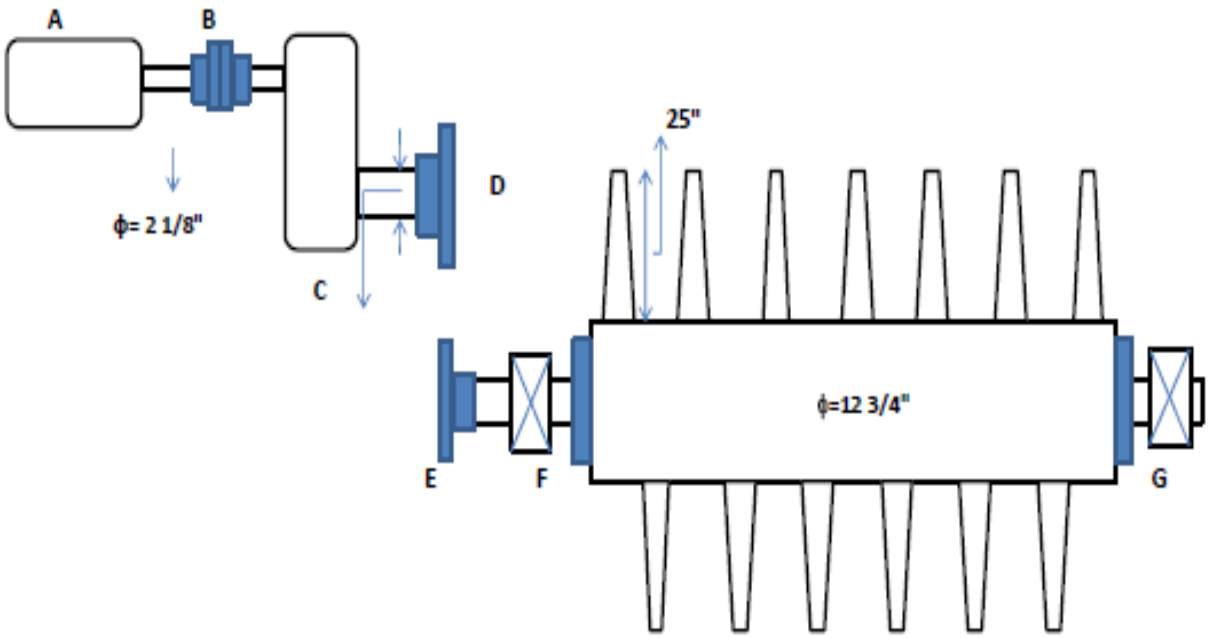



Figura 50.- Reductor de Velocidad de la Desfibradora.




**A**= MOTOR BJ000631

HP:

**B**= Cople FALK-9F

**C**= Reductor de velocidad

Relacion 47:1

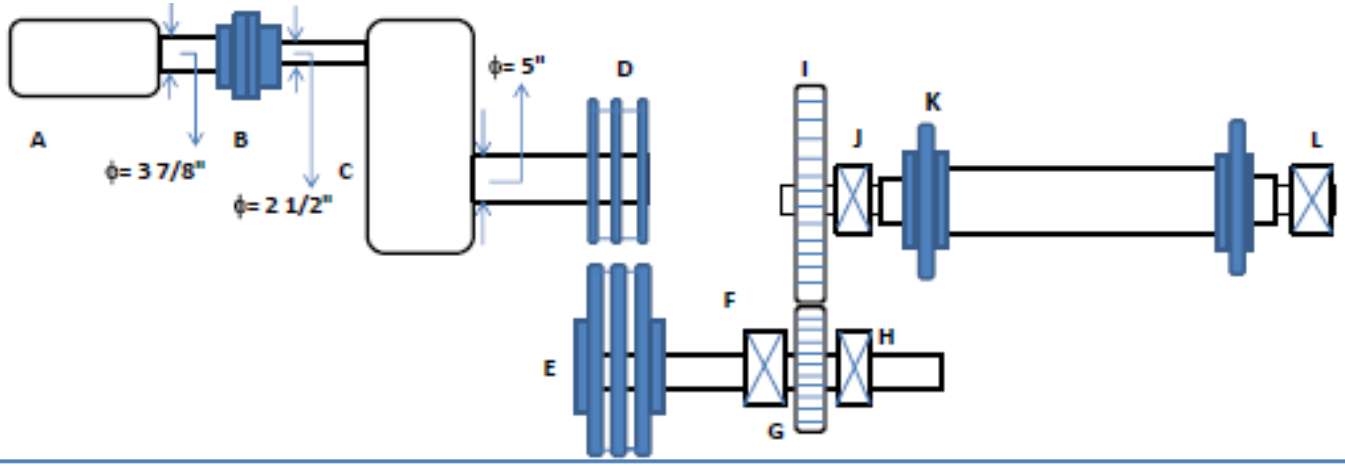
**D**= Sprock tipo"B", 22 dientes, 2 1/2" de paso, Cadena sencilla RC-200, 6 mts.

**E**= Sprock tipo "B", 15 dientes, 2 1/2 de paso.

**F**= Chumacera SKF SNL530 (Rodamiento SKF 23230 CCK/W33)

**G**=Chumacera SKF SNL530 (Rodamiento SKF 23230 CCK/W33)

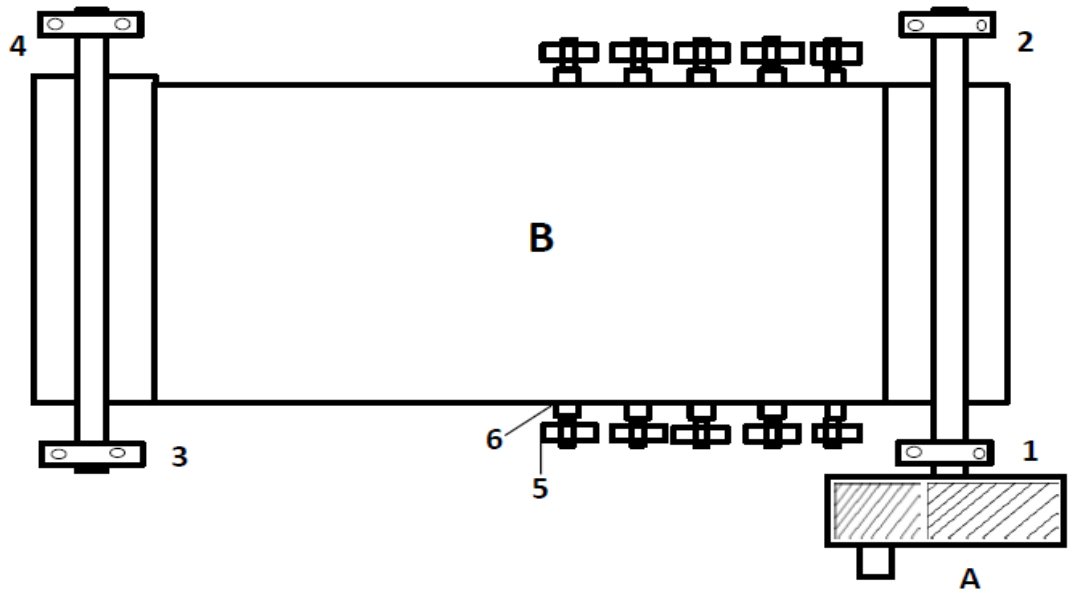
Figura 51.- Transmisión de Potencia del Pateador.




| | |
|---|---|
| **A=** Motor cerrado | O.T. 24197 |
| Marca Motors US | RPM de entrada 1200 |
| HP 150 | RPM de salida 56 |
| Armazón 1508 | Clase --- |
| Tipo J | Fecha Nov-98 |
| Diseño B | Relación 21.47 |
| Clave F | HP de servicio --- |
| Temp Max amb: 40°C a 1000 m | Factor de servicio --- |
| 30°C a 2280 m | HP de catálogo 123 |
| Fases 3 | Capac. Lts (aprox) 50.8 |
| Volts 440 | **D**= Sprock triple de 17 dientes, tipo "A", 3" de paso, cadena LINK-BELT FR RC-240, 5.64 m . |
| Ciclos 60 | **E**= Sprock triple de 50 dientes, tipo "C", 3" de paso |
| Amps 188 | **F**= Rodamiento 23040 cck/c3w33 |
| RPM 900 | **G**= Engrane recto de 19 dientes |
| Serie 074688818 | **H**= Rodamiento 23040 cck/w33 |
| **B**= Cople FALK-13F | **I**= Engrane recto de 75 dientes |
| **C**= Reductor de Velocidad | **J**= Chumacera POVEL (Rodamiento FAG 23144 cck/c3w33), Manguito SKF H3144. |
| Marca FALK | **K**= Sprock de 9 dientes, tipo "C", 12" de paso |
| Modelo 2100Y2-A | **L**= Chumacera POVEL (Rodamiento FAG 23144 cck/c3w33), Manguito SKF H3144. |

Figura 52.- Transmisión de Potencia del Conductor Principal.

## 4.2.- AREA DE MOLINOS




**A. Reductor de Potencia**

Marca:
Relacion: 25:1
HP: 50
RPM: 1800
Nota: Cuenta con Variador de Velocidad

**B. Banda de Hule**

Medidas: 5/8"x83"x 32 mts.

1.- Rodamiento No. 22232 cck/w33 SKF idem. para 2,3 y 4.

5.- Chumacera de Pedestal para flecha de 1 1/2"

6.- Rodillo de Carga en acero inoxidable, cantidad 29 piezas.

Polea reductor: 12 1/8"

Banda No. 5VX1120

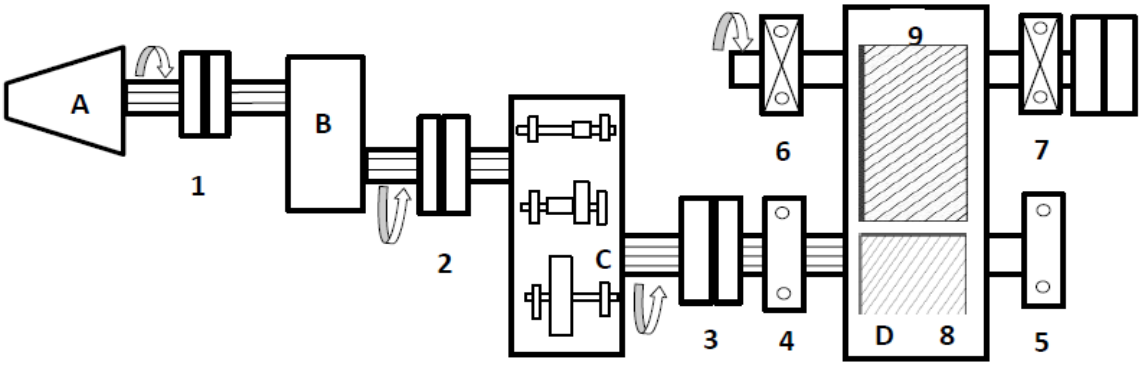
4 Piezas.

**Motor**

RPM: 1800

HP: 50

Figura 53.- Transmisión de Potencia de la Banda Rápida.




**A. Turbina Molino No. 1**

Marca: TGM

Modelo: TMFLEX

Potencia: 1350 HP

Presion de vapor de Admision: 250 Lbs

Temperarura de Admision de vapor: 555 °F

Presion de vapor de salida: 15 Lbs

Velocidad Nominal: 6500 RPM

Velocidad de disparo: 7150 RPM

1. Cople FALK No. 40G20

**B. Reductor de Alta Velocidad Molino No. 1**

Tipo: SE6S270

Modelo: TMFLEX

Marca: FLENDER

Potencia: 896 KW

Velocidad de Entrada: 6500 RPM

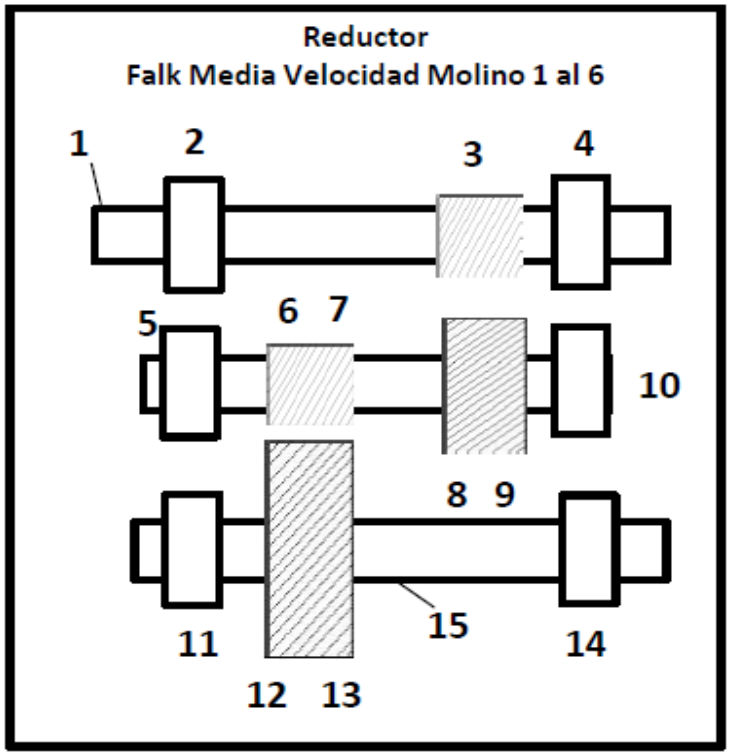
Velocida de Salida: 1211.18 RPM

Relacion: 5.365:1

Factor de Servicio: 2

2.- Cople Marca FALK No. 40G20

Figura 54.- Transmisión de Potencia de los Molinos.




**C. Reductor de Media Velocidad Molino No. 1**

Marca: FALK

Modelo: 290-Y-2B

OT: 17149-01

Potencia de Diseño: 1281 HP

Relacion: 21.11:1

Factor de Servicio: 1.5

RPM: 1200/600/60

3.- Cople Marca "FIVES LILLE CAIL"

**Datos de Placa**

Modelo: 290-Y-2B

OT: 17149-01

Relacion: 21.11:1

Factor de Servicio: 1.5

HP 1281

RPM: 1200/600/60

Aceite: Movil Bear 632

Cantidad: 600 Lts.

Figura 55.- Reductor de Media Velocidad de los Molinos.

**D. Reductor de Baja Velocidad Molino No. 1**

Marca: "FIVES LILLE CAIL"

Tipo: Ejes Paralelos

Relacion de Velocidad: 7.5:1

Velocidad de Entrada: 60 RPM

Velocida de Salida: 8 RPM

4.- Rodamiento No. 23248 R Koyo

5.- Rodamiento No. 23238 R Koyo

6.- Rodamiento No. 23044 R Koyo

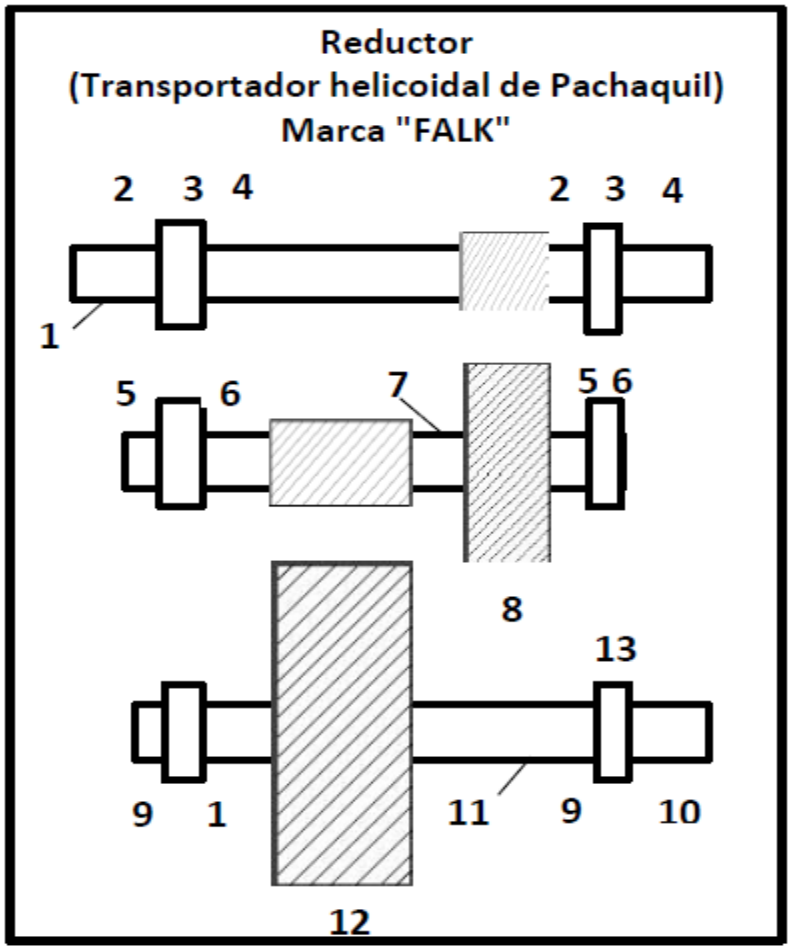
7.- Rodamiento No. 23084 R Koyo

8.- No. de Dientes 27, Ancho 23 3/16"

9.- No. de Dientes 204, Ancho 23 3/16"

Observaciones: Transmision de Potencia del molino 1 aplica para el molino 2,3,4,5 y 6.

Figura 56.- Reductor de Baja Velocidad de los Molinos.




**Flecha de Alta Velocidad**

1.- Flecha No. 259960

2.- Retén No. 19328 C/R

3.-No. de Balero TIMKEN HM 807046 Cono

4.- Taza No. TIMKEN HM 807010

**Flecha de Media Velocidad**

5.- Balero No. TIMKEN H715336

6.- Taza No. TIMKEN H715311

7.- Flecha Piñón No. 258502

8.- Engrane No. 257091

**Flecha de Baja Velocidad**

9.- Balero No. TIMKEN 861

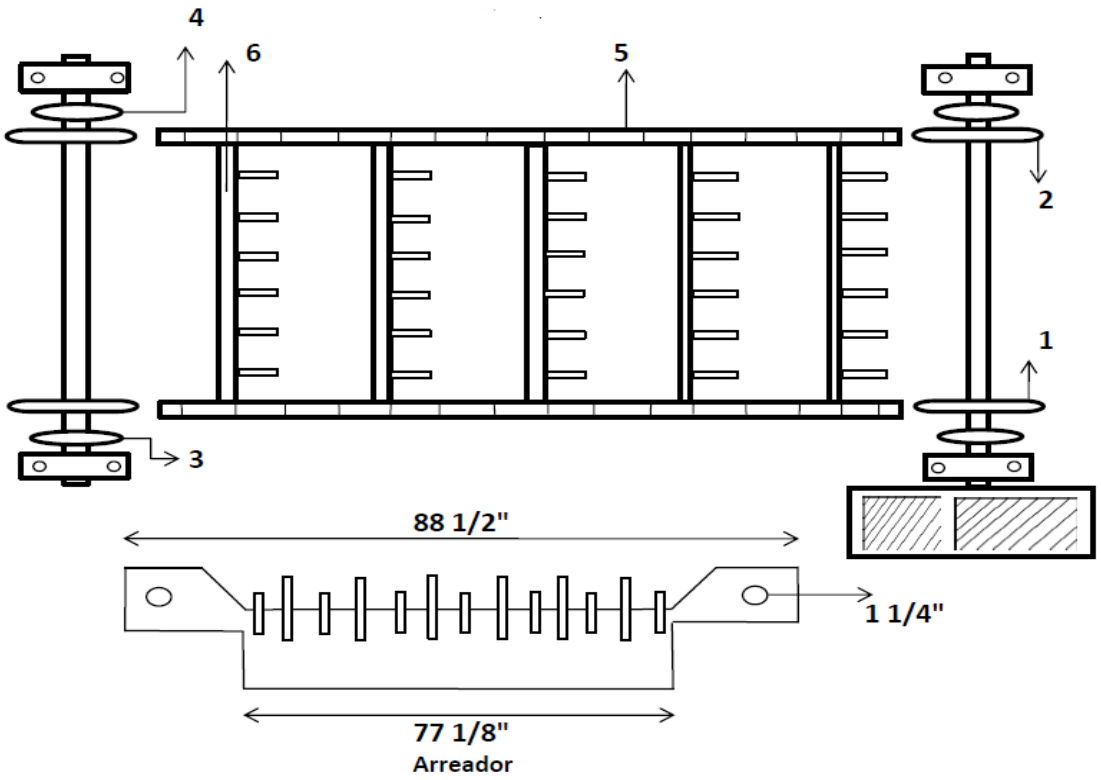
10.- Taza No. TIMKEN 854

11.- Flecha No. 258484

12.- Engrane No. 256240

13.- Retén No. 39934 C/R

Figura 57.- Reductor del Gusano de Pachaquil.




**A. Reductor de Potencia**

Marca: FALK

Modelo: 4507 JR 25-C

OT: 0211-41323-01

Relacion 25:1

HP: 40

фpoleareductor: 20"

No. de Banda: 5V1250 , 5 Piezas.

фpoleamotor: 6 1/2"

Motor P/DONELLY No. 1 y 4: RPM 1800, HP 40

Motor P/DONELLY No. 5: RPM 1800, HP 30

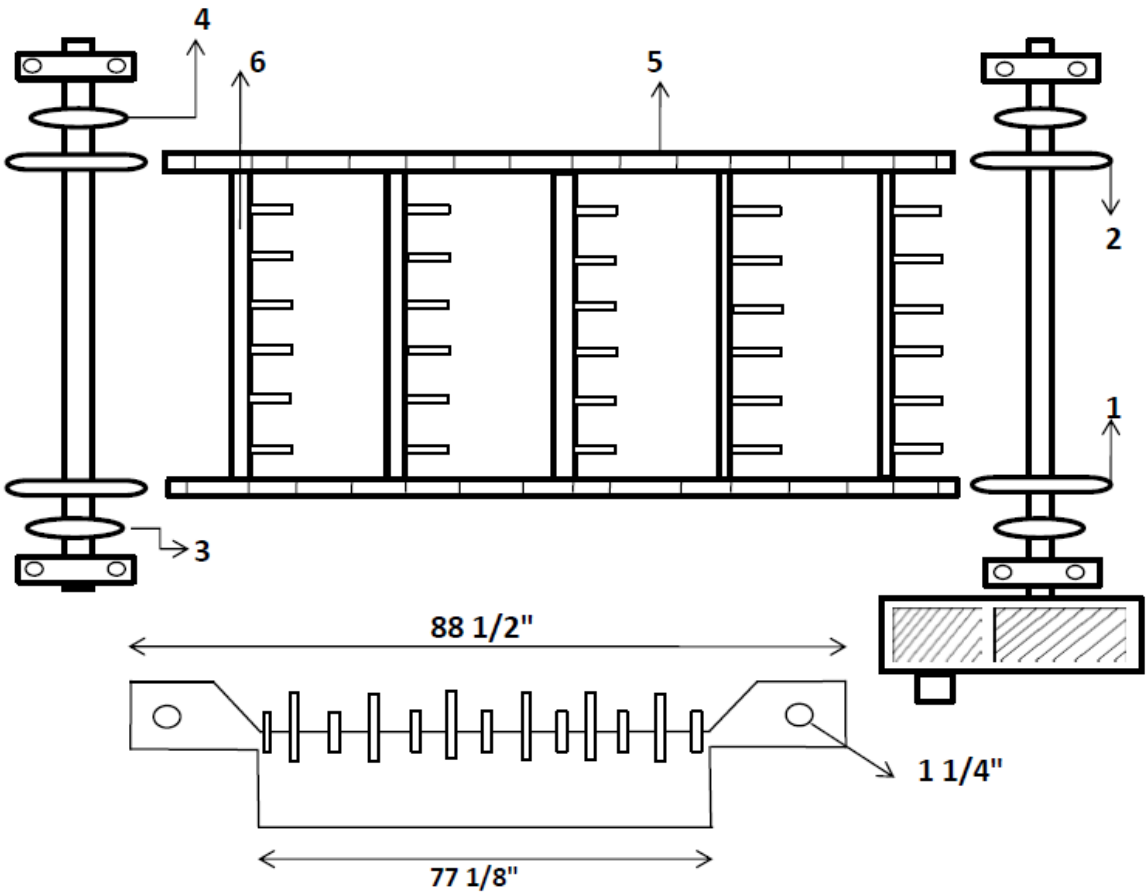
1 y 2.- Rodamiento No. 22232 CCK/W33

3 Y 4.- Chumacera de Bronce

5.- Cadena Marca "REX" No. 5002 con adimento cada 4 eslabones, cantidad 30 mts.

6.- Arreador de acero al carbon, cantidad 19 Pzas.

Figura 58.- Conductor Donelly 1,4 y 5..




**A. Reductor de Potencia**

Marca: SUMI TOMO

Serie: LT 13034

Modelo: 507/L

No. de Parte: 019L2505

фpoleareductor: 25 1/2"

No. de Banda: 5V1400 5 Piezas.

фpoleamotor: 6 1/2"

1 y 2.- Rodamiento No. 22232 CCK/W33

3 Y 4.- Chumacera de Bronce

5.- Cadena Marca "REX" No. 5002 con adimento cada 4 eslabones, cantidad 30 mts.

6.- Arreador de acero al carbon, cantidad 19 pzas.

Motor P/DONELLY No. 2 y 3: RPM 1800, HP 40

Figura 59.- Conductor Donelly 2 y 3.

| | |
|---|---|
| Modelo Trumel | T18X59 |
| Serie | 04-TR8-01 |
| Diametro Interno | 1800 mm |
| Longitud Filtrante | 5900 mm |
| Potencia Requerida | 13 HP |
| Peso Aproximado | 6000 Kg. |
| Malla Cuerpo Entrada | 0.014" |
| Malla Cuerpo Intermedio | 0.014" |
| Malla Cuerpo de Descarga | 0.028" |

| Motor | Reductor |
|---|---|
| RPM: 1775 | Marca: Flender |
| HP: 15 | Tipo: 18-KY (132) |
| | Rel: 29.35:1 |
| | RPM: 1775 |

Tabla 5.- Características Técnicas del Rotofiltro.

**Bomba: Pullstar de 8"x6"**

Modelo: 6 VR 62 PP SL

RPM: 600

No. de Serie: MDS 22911

G P M: 900

Cabeza: 45

ϕPolea: 18"

No. de Banda: B-81 4 Piezas.

**Motor**

RPM: 1800

HP: 40

ϕPolea: 6 3/4"

Tabla 6.- Características Técnicas de las Bombas de Maceración 1, 2 y 4.

**Bomba: Pullstar 10"x 8"**

Modelo: SPM-102

Rpm: 311

No. Serie: 2611040129

G P M: 2500

ϕImpulsor: 22"

Material del impulsor: Acero inoxidable

ϕPolea: 23 5/8"

No. de Banda: 5VX1320  5 Pzas.

**Motor**

RPM: 1800

HP: 125

ϕPolea: 11 1/4"

Tabla 7.- Características Técnicas de la Bombas de Jugo Mezclado.

**Bomba: Wenco de 6"x 4"**

Material del impulsor: Acero Inoxidable

Tipo de impulsor: Semiabierto

ϕimpulsor= 16"

RPM: 993

No. de Serie: 96 W 11849

G P M: 600

Cabeza: 43

ϕPolea: 11 1/2"

No. de Banda: B-81 3 Piezas.

**MOTOR**

RPM: 1800

HP: 25

ϕPolea: 6 1/2"

Tabla 8.- Características Técnicas de la Bomba de Maceración 3.

**Bomba Durco**

Marca: Durco

Tamaño: 4x3-13

RPM: 1750

GPM: 550

No. de Serie: 18-05100015

Cople Marca FALK 7F

**Motor**

RPM:1750

HP:25

Tabla 9.- Características Técnicas de la Bomba de agua de Imbibición No. 1.

**Bomba: Gould Pumps de 6"x 8"-13**

Modelo: 3756

ϕImpulsor= 13"

RPM: 765

No. de Serie: 18BFFRMA5

Cople FALK 9F

Tabla 10.- Características Técnicas de la Bomba de agua de Imbibición No. 2.

## 4.3.- AREA DE CALDERAS

### A) BOMBAS CENTRIFUGAS Y DESPLAZAMIENTO POSITIVO

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA CENTRIFUGA | |
|---|---|
| MOTOR | Eficiencia Nominal/Eficciency Nominal h: 95 % |
| Marca: IEM | Min. Garantizada/Gharantice: 94.8% |
| CP/HP: 200 | Conexión/Conection: Delta |
| Polos/Poles: 2 | Rodamiento Frontal o Inferior: 6313 C3 |
| Tipo: HTCCVE | Rodamiento de Carga o Superior: 6313 C3 |
| Armazón/Frame: 447TS | Modelo/Model: 168361AE |
| Potencia/Power: 149.2 KW | Temp. Max. Total/Max. Winding Temp.: 155 °C |
| Frecuencia/Hertz: 60 | Serie/Serial: 2003001 |
| Voltaje/Volts: 440 | Hecho en México |
| Corriente F.L. Amps: 218 | ACOPLAMIENTO |
| Min-1/RPM: 3572 | Cople Flexible FALK-10F |
| Factor de Servicio/Service Factor: 1.15 | BOMBA |
| Temp. Ambiente: 30 °C a 2300 m.s.n.m | Marca: Worthington |
| 40 °C a 1000 m.s.n.m | Modelo: 4 Uno-11 |
| Diseño Nema/Nema Design: B | Hecho en México |
| Operación Continua/Continous Operation. | |
| Aislam. Clase/Insulation Class: F | |

Tabla 11.- Ficha Técnica Bomba de Alimentación No. 2 de las Calderas.

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA CENTRIFUGA | |
|---|---|
| MOTOR | BOMBA |
| BJ000228 | Marca: Worthington |
| HP: 200 | Bomba: 60NFF-104 |
| ACOPLAMIENTO | País de Origen: México |
| Cople Flexible FALK-8F | Serie No.: MX-73-0290/1 |
| | Grupo: 10-9/16 |

Tabla 12.- Ficha Técnica Bomba de Alimentación No. 3 de las Calderas.

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA CENTRIFUGA | |
|---|---|
| MOTOR | BOMBA |
| CP/HP: 500 | Marca: GM |
| Fases: 3 | Modelo: 5UNO |
| Hertz: 60 | Impulsor: 11.125” |
| Rpm: 3573 | No. De Etapas: 2 |
| Diseño: B | Serie: GM10759/11 |
| F.S. 1.0 | Mat: HG-AI |
| Temp.: 40°C Ambiente | Tamaño: 5”x 8”. |
| ACOPLAMIENTO | Fabricado Por: Grupo Industrial GM |
| Cople Flexible FALK-11F | Hecho en México |

Tabla 13.- Ficha Técnica Bomba de Alimentación No. 4 de las Calderas.

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA CENTRIFUGA | |
|---|---|
| MOTOR | Balero Superior: 6312 |
| CP: 50 | Temp. Máxima Total: 130 °C |
| Fases: 3 | Serie: 67C800 |
| Voltaje: 220/440 | Carga Máxima axial en Kg.: ---- |
| Hertz: 60 | ACOPLAMIENTO |
| Rpm: 1780 | Cople Flexible FALK-8F |
| Operación Hrs.:24 | BOMBA |
| F.S. 1.10 | Marca: Worthington |
| Polos: 4 | TAG No.: EP-209 |
| Armazón: 326T | Bomba: 4CNFE-104 |
| Clave KVA/CP: F | Serie NO. MX: MX-73-0332/2 |
| Aislamiento Clase: B | Grupo: 10-13/16 |
| Balero Inferior: 6311 ZZ | Hecho en México |

Tabla 14.- Ficha Técnica Bomba de Condensado No. 416

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA CENTRIFUGA | |
|---|---|
| MOTOR | **Rodamiento Lado Ventilador: 6210 Z C3** |
| **Marca: Siemens** | **Rodamiento lado eje: 6314 Z C3** |
| **CP: 75 (55.95 KW)** | **Diseño Nema: B** |
| **Fases: 3** | **L. Código KVA: G** |
| **Hertz: 60** | **Peso: 326 Kg.** |
| **Voltaje: 230/460** | **Parte No.: 1LA03654FE21** |
| **A: 174.8/87.0** | **Serie No.: SP K09T5362 TM 6** |
| **Rpm: 1775** | **Hecho en México** |
| **F.S. 1.15** | ACOPLAMIENTO |
| **F.S.A: 200/100** | **Cople Flexible FALK-8F** |
| **Eficiencia Nominal h: 94.1%** | BOMBA |
| **Eficiencia Mínima hmin: 93%** | **Marca: Goulds Pumps** |
| **Armazón: 365T TCVE** | **Índex: 18BFFRMA5** |
| **Aislamiento Clase: F** | **Model: 3756** |
| **Temp. Ambiente: 40 °C** | **Size: 6” x 8”-13” (Diámetro de succión, diámetro de descarga y diámetro del impulsor.** |
| **Incremento de Temperatura: 90°C** | |

Tabla 15.- Ficha Técnica Bomba de Condensado No. 418.

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO | |
|---|---|
| MOTOR | Rodamiento Superior: 6311 ZZ |
| Marca: IEM | Modelo: 168282 |
| CP: 60 | Serie: 6906001 |
| Polos: 4 | Hecho en México |
| Fases: 3 | REDUCTOR |
| Frecuencia: 60 Hertz | Marca: FALK |
| Volts: 220/440 | Modelo: 4C2-04 |
| Amperes: 82/41 | O.T: 19852-04 |
| Temp. Ambiente Max: 30 °C a 2300 m.s.n.m | Relación: 3.58: 1 |
| 40 °C a 1000 m.s.n.m | Rpm de entrada: 1800 |
| Temperatura Máxima Total: 155 °C | Rpm de Salida: 520 |
| Tipo: HTCCVE | Usar Aceite MEX No.: 4 |
| Armazón: 286T | Capacidad en litros: 10 |
| Aislamiento Clase: F | Fecha: 16/ENE/74 |
| Operación en Hrs.: 24 | Hecho en México |
| RPM: 1772 | ACOPLAMIENTOS |
| Factor de Servicio: 1.15 | Cople Flexible FALK-7F, Motor-Reductor. |
| Amperes a Factor de Servicio: 94/47 | Cople Flexible FALK-8F, Reductor-Bomba. |
| Clave KVA a Rotor Bloqueado: G | BOMBA |
| Rodamiento Inferior: 6209 ZZ | Marca: Worthington |

Tabla 16.- Ficha Técnica Bomba de Combustóleo No. 258

| AREA DE CALDERAS<br>FICHA TECNICA BOMBA DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO | |
|---|---|
| MOTOR | |
| Marca: US de México | Rpm de Entrada: 1800 |
| HP: 25 | Rpm de Salida: 520 |
| Fases: 3 | Usar Aceite MEX No.: 4 |
| Ciclos: 50/60 | Capacidad de Aceite: 10 |
| Rpm: 1500/1800 | Hecho en México |
| V: 220/440 | ACOPLAMIENTOS |
| A: 67-66/33.5-33 | Cople Flexible FALK-7F, Motor-Reductor. |
| Armazón: 256T | Cople Flexible FALK-9F, Reductor-Bomba. |
| Aislante Clase: F | BOMBA |
| Diseño: B | Marca: WDM Pumps |
| Temp. Max. Ambiente: 40 °C a 1000 mts. | Modelo: GR |
| 30 °C a 2280 mts. | Mat: FV0 |
| Serie: 055874319 | Gpm: 150 |
| Fabricante: Motores US de México S.A. de C.V. | F.T.: 590.4 |
| Hecho en México | No. De Parte: 19W8503 |
| REDUCTOR | Tamaño: 3 |
| Marca: FALK | No. De Serie: 24184301010 |
| Modelo: 4C2-04 | Fabricado Por: Worthington de México S.A. de C.V. |
| O.T.: 19852-04 | Fecha: 16/ENE/74 |
| Relación: 3.38:1 | Hecho en México |

Tabla 17.- Ficha Técnica Bomba de Combustóleo No. 254

## B) CONDUCTORES DE BAGAZO

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| IPBJ S.A. de C.V. | **TARJETA DE DATOS TECNICOS CONDUCTORES Y TRANSPORTADORES EN GENERAL** | | **FECHA:** 30 NOV 2012 | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:** CONDUCTOR PRINCIPAL DE BAGAZO | | **TIPO:**- - - - - - | | |
| **ANCHO:** 85 3/4" | **DISTANCIA CENTRO A CENTRO:** 75" | **INCLINACION:** CERO GRADOS | **VELOCIDAD LINEAL:** 0.59 m/s (23.22 in/s) | |
| **TABLILLAS** | **MATERIAL:** A-36 | **CANTIDAD:** 319 | **TIPO:** - - - - - - | **SEPARACION DE DUELAS:** 30" |
| | **LARGO C/U:** 69 3/4" | | | |
| **CADENAS** | **MATERIAL:** ACERO CARBURIZADO | **TIPO:** W | **FABRICANTE:** ALI | |
| | **CANTIDAD TOTAL:** 494 M APROX | **No. DE HILERAS:** 2 | **PASO:** 6" | |
| **MOTRIZ** | **TIPO:** MOTOR | | **SISTEMA LIMPIEZA CADENAS** | |
| | **POTENCIA:** - - - - - - | **VELOCIDAD:** 1750 RPM | ESCOBILLAS | |
| **REDUCTOR** | **SPROCK MOTRIZ:**- - - - - - | | **SPROCK INDUCIDO:** - - - - - - - | **REL. VEL.:**100:1 |
| **ESTADO TECNICO** | | | | |
| **OBSERVACIONES:** COPLE FALK-14F, MOTOR-REDUCTOR | | | | |
| COPLE SEISA TYPE GCSSM 400, REDUCTOR-EJE MOTRIZ | | | | |

Tabla 18.- Ficha Técnica Conductor Principal de Bagazo.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | **TARJETA DE DATOS TECNICOS CONDUCTORES Y TRANSPORTADORES EN GENERAL** | | **AREA DE CALDERAS** | |
| | | | **FECHA:** 30 NOV 2012 | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:** CONDUCTOR INCLINADO DE BAGAZO | | **TIPO:** - - - - - - | | |
| **ANCHO:** 80 3/4" | **DISTANCIA CENTRO A CENTRO:** 75" | **INCLINACION:** 33° APROX | **VELOCIDAD LINEAL:** 0.5 m/s (19.68 in/s) APROX | |
| **TABLILLAS** | **MATERIAL:** ACERO A-36 | **CANTIDAD:** 58 | **TIPO:** - - - - - | **SEPARACION DE DUELAS:** 30" |
| | **LARGO C/U:** 69 3/4" | | | |
| **CADENAS** | **MATERIAL:** ACERO CARBURIZADO | **TIPO:** W | **FABRICANTE:** ALI | |
| | **CANTIDAD TOTAL:** 90 M APROX | **No. DE HILERAS:** 2 | **PASO:** 6" | |
| **MOTRIZ** | **TIPO:** MOTOR SIEMENS | | **SISTEMA LIMPIEZA CADENAS** | |
| | **POTENCIA:** - - - - - - - - | **VELOCIDAD:** 1750 RPM | ESCOBILLAS | |
| **REDUCTOR** | **SPROCK MOTRIZ:** SPROCK DOBLE, 25 DIENTES, TIPO "C" | | **SPROCKINDUCIDO:** SPROCK DOBLE, 60 DTES. TIPO "C". | **REL. VEL.:** 46.27 |
| **ESTADO TECNICO** | | | | |
| **OBSERVACIONES:** COPLE FALK-7F, MOTOR-REDUCTOR. | | | | |
| CADENA DOBLE AL 160, 4.53 MTS. | | | | |

Tabla 19.- Ficha Técnica Conductor Inclinado de Bagazo

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IPBJ S.A. de C.V. | **TARJETA DE DATOS TECNICOS CONDUCTORES Y TRANSPORTADORES EN GENERAL** | | | **FECHA:** 30 NOV 2012 | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:** CONDUCTOR RETORNO DE BAGAZO | | | **TIPO:** - - - - - - - - - | | |
| **ANCHO:** 80" | **DISTANCIA CENTRO A CENTRO:** 75" | **INCLINACION:** 54° APROX | | **VELOCIDAD LINEAL** 1.93 m/s (76.22 in/s) | |
| **TABLILLAS** | **MATERIAL:** A-36 | **CANTIDAD:** 98 | | **TIPO:** - - - - - | **SEPARACION DE DUELAS:** 30" |
| | **LARGO C/U:** 69 3/4" | | | | |
| **CADENAS** | **MATERIAL:** ACERO CARBURIZADO | **TIPO:** W | | **FABRICANTE:** ALI | |
| | **CANTIDAD TOTAL:** 145 M APROX | **No. DE HILERAS:** 2 | | **PASO:** 6" | |
| **MOTRIZ** | **TIPO:** MOTOR SIEMENS | **TIPO:** T | | **SISTEMA LIMPIEZA CADENAS** | |
| | **POTENCIA:** 40 HP | **VELOCIDAD:** 1750 RPM | | ESCOBILLAS | |
| **REDUCTOR** | **SPROCK MOTRIZ:** SPROCK DOBLE D200B17 (17 DIENTES, TIPO "B") | | | **SPROCK INDUCIDO:** SPROCK DOBLE D200B34 (34 DTES, TIPO "B") | **REL. VEL.:** 31:1 |
| **ESTADO TECNICO** | | | | | |
| **OBSERVACIONES:** COPLE FALK-8F, MOTOR REDUCTOR. | | | | | |
| CADENA DOBLE LINK-BELT 200FR, 4 MTS. | | | | | |

Tabla 20.- Ficha Técnica Conductor Retorno de Bagazo.

## C) REDUCTORES DE VELOCIDAD

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| IPBJ S.A. de C.V | **TARJETA DE DATOS TECNICOS**<br>**REDUCTOR DE VELOCIDAD** | | | **FECHA:** 30 NOV 2012 | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:** REDUCTOR DEL COND. PPAL. DE BAGAZO | **EQUIPO AL QUE ESTA ACOPLADO:** MOTOR | | **AÑO DE FABRICACION:** 2011 | **AÑO DE INSTALACION:** 2001 | **No. DE CLAVE** - - - - - - - |
| **FABRICANTE:** SUMITOMO | **MARCA:** SUMITOMO | **TIPO:** EJES PARALELOS | **MODELO:** PHD9085P4-RL-100 **VOLTAJE Y RPM:** - - - - - - - | **TAMAÑO:** 9085 | **No. DE SERIE** MX0055813 |
| **ORIGEN:** MEXICO | | **PROVEEDOR:** - - - - - - - | | **PESO TOTAL:** 1620 KG | |
| **CARACTERISTICAS** | | | | | |
| **POTENCIA DE DISEÑO:** 100 HP | **VEL. DE TRABAJO:17.5 RPM** | **FACTOR DE SERVICIO:** 1.25 (CONVEYOR: UNIFORMLY LOAD OR FED) | **RELACION DE VELOCIDAD :** 100:1 | **TEMPERATURA DE OPERACIÓN:** 40° c | |
| **VEL. DE ENTRADA:** 1750 RPM | **VEL. DE SALIDA:** 17.5 RPM | **No. PASO DE REDUCCION:** 4 | | **PAR DE TORSION SALIDA:** 73.1 KN.M ( 647 LB.PULG) | |
| **MECH RATING:** 179.6 HP | **TIPO DE LUBRICACION:** SALPICADURA | | | | |
| **DIA. FLECHA DE ENTRADA:** 45 mm | **FLECHA DE SALIDA:** 175 mm | | **TIPO:** - - - - -- | **PASO:** 6 **IN DIST. CENTRO:** 75" | **LONGITUD:** 123 **MTS.** |
| **OBSERVACIONES:** | | | **COPLE:** ENGRANES | **MARCA:** SEISA | **TAMAÑO:** TYPE GCSSM 400 |

Tabla 21.- Ficha Tecnica Reductor del Conductor Principal de Bagazo.

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **TARJETA DE DATOS TECNICOS**<br>**REDUCTOR DE VELOCIDAD** | | **AREA DE CALDERAS**<br>**FECHA:** 30 NOV 2012 | | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:**<br>REDUCTOR DEL COND. INCLINADO DE BAGAZO | **EQUIPO AL QUE ESTA ACOPLADO**<br>MOTOR | **AÑO DE FABRICACION:**<br>2003 | | **AÑO DE INSTALACION:**<br>2003 | **No. DE CLAVE**<br>S/N |
| **FABRICANTE:**<br>INDUSTRIAS FALK DE MEXICO | **TIPO:**<br>EJES PARALELOS | **MODELO:**<br>RED 2070FC3A | **VOLTAJE Y RPM:**<br>230 V Y 1750 RPM | **TAMAÑO:**<br>- - - - - - - | **No. DE SERIE**<br>S/N |
| **ORIGEN:** MEXICO | **PROVEEDOR:** - - - - - - | | | **PESO TOTAL:** - - - - - - - - - | |
| **CARACTERISTICAS** | | | | | |
| **POTENCIA DE DISEÑO:** --- | **VEL. DE TRABAJO:** 37.82 RPM | **FACTOR DE SERVICIO:** - - - - - - - | **RELACION DE VELOCIDAD:** 46.27:1 | **TEMPERATURA DE OPERACIÓN:**<br>- - - - - - - | |
| **VEL. DE ENTRADA:** 1750 RPM | **VEL. DE SALIDA:** 37.82 RPM | **No. PASO DE REDUCCION:** 1 | | **PAR DE TORSION SALIDA:** - - - - - | |
| **O.T:** 0310-45126-01 | | | | | |
| **DIA. FLECHA DE ENTRADA:** 1 3/4" | **FLECHA DE SALIDA:**- - - - - - - | | **TIPO:** EJES SOLIDOS | **PASO:** 2 **IN DIST. CENTRO:**1.22 M | **LONGITUD:**<br>4.53 MTS. |
| **OBSERVACIONES:** | | | **COPLE:**<br>FLEXIBLE DE REJILLAS | **MARCA:**<br>FALK | **TAMAÑO:**<br>7F |

Tabla 22.- Ficha Tecnica Reductor del Conductor Inclinado de Bagazo.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **TARJETA DE DATOS TECNICOS**<br>**REDUCTOR DE VELOCIDAD** | | | **AREA DE CALDERAS**<br>**FECHA:** 30 NOV 2012 | | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:**<br>REDUCTOR DEL COND. DE RETORNO DE BAGAZO | **EQUIPO AL QUE ESTA ACOPLADO:**<br>MOTOR | | **AÑO DE FABRICACION:**<br>- - - - - - - - - - - | | **AÑO DE INSTALACION:**<br>- - - - - - - | **No. DE CLAVE:**<br>- - - - - - - |
| **FABRICANTE:**<br>INDUSTRIAS FALK DE MEXICO SA. DE C.V. | **MARCA:**<br>FALK | **TIPO:**<br>EJES PARALELOS | **MODELO:**<br>- - - - - - - - - | **VOLTAJE Y RPM:**<br>220/240 Y 1500/1800 | **TAMAÑO:**<br>- - - - - - - | - - - - - - - - - - |
| **ORIGEN:** MEXICO | | **PROVEEDOR:** - - - - - - - - - - | | | **PESO TOTAL:** - - - - - - - - | |
| **CARACTERISTICAS** | | | | | | |
| **POTENCIA DE DISEÑO:** 40 HP | **VEL. DE TRABAJO:** 58 RPM | | **FACTOR DE SERVICIO:** | **RELACION DE VELOCIDAD:** 31:1 | **TEMPERATURA DE OPERACIÓN:**<br>- - - - - - - - - | |
| **VEL. DE ENTRADA:** 1800 RPM | **VEL. DE SALIDA:** 58 RPM | | **No. PASO DE REDUCCION:** 2 | | **PAR DE TORSION SALIDA:** - - - - | |
| | | | | | | |
| **DIA. FLECHA DE ENTRADA:** 1 1/2" | **FLECHA DE SALIDA:** 5" | | | **TIPO:** EJES SOLIDOS | **PASO:** 2.5 **IN**<br>**DIST. CENTRO:** 1.06 M | **LONGITUD:** 4 **MTS.** |
| **OBSERVACIONES:** | | | | **COPLE:**<br>FLEXIBLE | **MARCA:**<br>FALK | **TAMAÑO:**<br>8F |

Figura 23.- Ficha Tecnica Reductor del Conductor Retorno de Bagazo.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IPBJ S.A. de C.V. | **TARJETA DE DATOS TECNICOS**<br>**REDUCTOR DE VELOCIDAD** | | | **AREA DE CALDERAS**<br>**FECHA:** 30 NOV 2012 | | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:**<br>REDUCTOR #258 DE LA BOMBA DE COMBUSTOLEO | **EQUIPO AL QUE ESTA ACOPLADO:**<br>MOTOR | | **AÑO DE FABRICACION:**<br>1974 | | **AÑO DE INSTALACION:**<br>1975 | **No. DE CLAVE**<br>S/N |
| **FABRICANTE:**<br>INDUSTRIAS FALK | **MARCA:**<br>FALK | **TIPO:**<br>EJES PARALELOS | **MODELO:**<br>4C2-04 | **VOLTAJE Y RPM:**<br>220/240 Y 1772 | **TAMAÑO:**<br>S/T | **No. DE SERIE**<br>S/N |
| **ORIGEN:** MEXICO | | **PROVEEDOR:**--------- | | | **PESO TOTAL:**---------- | |
| **CARACTERISTICAS** | | | | | | |
| **POTENCIA DE DISEÑO:** 60 HP | **VEL. DE TRABAJO:** 520 RPM | | **FACTOR DE SERVICIO:**---- | **RELACION DE VELOCIDAD:** 3.38:1 | **TEMPERATURA DE OPERACIÓN:** | |
| **VEL. DE ENTRADA:** 1800 RPM | **VEL. DE SALIDA:** 520 RPM | | **No. PASO DE REDUCCION:** 2 | | **PAR DE TORSION SALIDA:** ------ | |
| **O.T.:** 19852-04 | | | | | | |
| **DIA. FLECHA DE ENTRADA:** 1 21/32" | **FLECHA DE SALIDA:** 2 1/2" | | | **TIPO:** EJES SOLIDOS | **PASO:**------IN DIST. CENTRO:----- | **LONGITUD:**-----MTS. |
| **OBSERVACIONES:** | | | | **COPLE:**<br>FLEXIBLE DE REJILLAS | **MARCA:**<br>FALK | **TAMAÑO:**<br>8F |

Tabla 24.- Ficha Técnica Reductor #258 de la Bomba de Combustóleo.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| IPBJ S.A. de C.V | **TARJETA DE DATOS TECNICOS**<br>**REDUCTOR DE VELOCIDAD** | | | **AREA DE CALDERAS**<br>**FECHA:** 30 NOV 2012 | | |
| **NOMBRE DEL EQUIPO:**<br>REDUCTOR #255 DE LA BOMBA DE COMBUSTOLEO | **EQUIPO AL QUE ESTA ACOPLADO:**<br>MOTOR | | **AÑO DE FABRICACION:**<br>1974 | | **AÑO DE INSTALACION:**<br>1975 | **No. DE CLAVE**<br>S/N |
| **FABRICANTE:**<br>INDUSTRIAS FALK | **MARCA:**<br>FALK | **TIPO:**<br>EJES PARALELOS | **MODELO:**<br>4C2-04 | **VOLTAJE Y RPM:**<br>220/440 Y 1500/1800 | **TAMAÑO:**<br>S/T | **No. DE SERIE**<br>S/N |
| **ORIGEN: MEXICO** | | **PROVEEDOR:** | | | **PESO TOTAL:** | |
| **CARACTERISTICAS** | | | | | | |
| **POTENCIA DE DISEÑO: ---** | **VEL. DE TRABAJO:**520 RPM | | **FACTOR DE SERVICIO:---** | **RELACION DE VELOCIDAD:** 3.38:1 | **TEMPERATURA DE OPERACIÓN: --------** | |
| **VEL. DE ENTRADA:** 1800 RPM | **VEL. DE SALIDA:** 520 RPM | | **No. PASO DE REDUCCION:** 2 | | **PAR DE TORSION SALIDA:---** | |
| **O.Y.:** 19852-04 | **ACEITE:** ACEITE MEX NUM 4 | | **CANTIDAD DE ACEITE:** 10 LTS | | | |
| **DIA. FLECHA DE ENTRADA:** 1 5/8" | **FLECHA DE SALIDA:** 2 1/2" | | | **TIPO:**EJES SOLIDOS | **PASO:-----IN DIST. CENTRO:----** | **LONGITUD:-----MTS.** |
| **OBSERVACIONES:** | | | | **COPLE:** FLEXIBLE DE REJILLAS | **MARCA:**<br>FALK | **TAMAÑO:**<br>9F |

Tabla 25.- Ficha Técnica Reductor #255 de la Bomba de Combustóleo.

## D) VENTILADORES

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Potencia: 75 hp (55.95 KW) | Cople FALK-13F |
| Rpm: 1785 | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Factor de servicio: 1.15 | Chumacera SLB SN516, Motor lado cople (Rod. 22216 EK) |
| Eficiencia nominal: 94.1 % | Chumacera SKF SNL 516-613, Ventilador lado cople |
| Eficiencia mínima: 93% | (Rodamiento 22216 EK) |
| Voltaje: 230/460 | **VENTILADOR** |
| A: 170/85 | Sin datos de placa. |
| Fases: 3 | |
| Hz: 60 | |
| Baleros: Lado flecha: 6313 | |
| Lado corto: 6212 | |

Tabla 26.- Ficha Técnica Ventilador de Sobrefuego de la Caldera No. 1

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| HP: 60 (44.76 KW) | Cople FALK-10F |
| Rpm: 1770 | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Voltaje: 230/460 | Chumacera SKF SNL 516-613, Posterior al cople. |
| A: 139/69.5 | (Rodamiento 22216 EK) |
| Tipo: HTCCVE | Chumacera SKF SNL 516-613, Ventilador lado cople |
| Serie: 3006022 | (Rodamiento 22216 EK) |
| Modelo: 198N0604 | **VENTILADOR** (Sin datos de placa) |
| Rodamientos: Rodamiento Frontal 6213 | |
| Rodamiento Carga 6313 | |

Tabla 27.- Ficha Técnica Ventilador Esparcidor de la Caldera No.1

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **VENTILADOR** |
| Marca: WEG | Marca: ARMEE |
| HP: 250 (186.5 KW) | Serie: 0950120-1 CCW UB |
| Rpm: 1780 | Diseño: 1903 |
| Voltaje: 208-230/460 | Tipo: AIRF0IL |
| A: 566/283 | Volumen: 72,000 Pies^3/min |
| η: 95.4 % | Tamaño: 4014 |
| Modelo: A.E. | Clase: 2070 |
| Rodamientos: Rodamiento Frontal 6319 C3 | Presión: 12 Pulg. col. De agua |
| Rodamiento de Carga 6316 C3 | Arreglo: 3 |
| **ACOPLAMIENTO** | Rpm: 1770 |
| Cople FALK-13F | |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | |
| Chumaceras SKF SNL 515-612, Ventilador Lado cople y Lado libre (Rodamientos 22215 EK) | |

Tabla 28.- Ventilador Tiro Forzado de la Caldera No.1

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Marca: Parson Peebles | Cople FALK-120 |
| Output KW: 600 KW | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Rpm: 585 | Chumacera SKF SNH 530, Motor lado cople (Rod. ----) |
| Volts: 4160 | Chumaceras SKF SNL 532, Ventilador lado cople y libre |
| Input Amp: 113 | (Rodamiento 22232 CCK/W33) |
| Serial No.: 254460/1 | **VENTILADOR** |
| Specification: B52613/1970 | Sin datos de Placa |

Tabla 29.- Ventilador Tiro Inducido de la Caldera No.1

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Marca: U.S. de México. | Cople 3G10 |
| HP: 100 | CHUMACERAS DE APOYO |
| Rpm: 1760 | Chumacera SLB SN516, Posterior al cople. |
| Voltaje: 220/240 | (Rodamiento 22216 EK) |
| A: 259/129 | Chumacera SKF SN56, Ventilador lado cople. |
| Tipo: T | (Rodamiento 22216 EK) |
| Modelo: 6628 | **VENTILADOR** (Sin datos de Placa) |
| Rodamientos: Rodamiento lado corto 6214 J | |
| Rodamiento lado polea 6217 J | |

Tabla 30.- Ficha Técnica Ventilador Sobrefuego de la Caldera No. 2

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Marca: WEG | Cople FALK-11F |
| HP: 200 (149.2 KW) | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Rpm: 1780 | Chumaceras SKF SNL 517, Motor lado cople y |
| Voltaje: 208-230/460 | Vent. Lado cople |
| A: 506-460/230 | **VENTILADOR** |
| Tipo: TCCV (IC 411) | Sin datos de Placa |
| Modelo: A.E. | |
| η: 95 % | |
| Rodamientos: Rodamiento lado libre NU-319-C3 | |
| Rodamiento lado cople 6316-C3 | |

Tabla 31.- Ficha Técnica Ventilador Esparcidor de la Caldera No. 2

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | |
| Sin datos de placa | Diseño: 1903 |
| **ACOPLAMIENTO** | Tipo: AIRF0IL |
| Cople FALK-13F | Volumen: 72,000 Pies^3/min |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | Rpm: 1770 |
| Chumaceras SKF SNL 515-612, Ventilador lado cople y libre. | Tamaño: 4014 |
| (Rodamientos 22215 EK) | Clase: 2070 |
| **VENTILADOR** | Presión: 12 Pulg. Col de agua |
| Marca: ARMEE | .Arreglo: 3 |
| Serie: 0950502-1 CCW UB | |

Tabla 32.- Ficha Técnica Ventilador Tiro Forzado de la Caldera No. 2

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Marca: Tec Westinghouse | Cople FALK-16F |
| HP: 600 | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Rpm: 590 | Chumaceras SKF SNL 526, Ventilador lado cople |
| Voltaje: 4160 | Y lado libre (Rodamientos 22226 EK). |
| A: 101 | **VENTILADOR** |
| Tipo: ANCK-WT | Sin datos de placa |
| η: 95 % | |
| ηmin: 94.1 % | |
| Serial No.: GT-D087231--1 | |
| Rodamientos: 6326/6330 | |

Tabla 33.- Ficha Técnica Ventilador Tiro Inducido de la Caldera No. 2

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | |
| Sin datos de placa | Diseño: 2300 |
| **ACOPLAMIENTO** | Tipo: P.A. |
| Cople FALK-10F | Volumen: 6,000 Pies^3/min |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | Rpm: 1770 |
| Chumacera LKS 517, Motor lado cople (Rod.22217 EK) | Tamaño: 4000 |
| Chumacera FK SNU517, Vtl. lado cople (Rod. 22217 EK) | Clase: 1800 |
| **VENTILADOR** | Presión: 30 Pulg. Col de agua. |
| Marca: ARMEE | Arreglo: 8 |
| Serie: 9340970 6 | |

Tabla 34.- Ficha Técnica Ventilador Fluidizado de la Caldera No.3

| | |
|---|---|
| **MOTOR** | **ACOPLAMIENTO** |
| Marca: WEG | Cople FALK-12F |
| HP: 150 (111.4 KW) | **CHUMACERAS DE APOYO** |
| Rpm: 1780 | Chumacera FK SNU517, Mtr. lado cople (Rod. 22217 EK) |
| Voltaje: 208-230/460 | Chumacera SKF SNL 517, Vt. lado cople (Rod. 22217 EK) |
| A: 335/168 | **VENTILADOR** |
| Tipo: TCCV (IC 411) | Marca: IMEHSA |
| Modelo: A.E. | Ventilador MOD.: A.A |
| η: 95 % | Tamaño: 4017 |
| ηmin: 94.1 % | Rotación: 1750 |
| Rodamientos: | Tipo de Impulsor: A.H.S.S. |
| Rodamiento lado libre NU-319-C3 | |
| Rodamiento lado cople 6316-C3 | |

Tabla 35.- Ficha Técnica Ventilador Tiro Forzado de la Caldera No.3

| **MOTOR** | **VENTILADOR** |
|---|---|
| Marca: WEG | Marca: ARMEE |
| HP: 150 (111.9 KW) | Serie: 1050917.4 CW TAU 45 |
| Rpm: 1780 | Diseño: 2300 |
| Voltaje: 208-230/460 | Tipo: P.A. |
| A: 335/168 | Volumen: 12,000 Pies^3/min |
| η: 95 % | Tamaño: 4900 |
| Modelo: A.E. | Clase: 1800 |
| Rodamientos: Rodamiento Frontal 6319 C3 | Presión: 24 Pulg. col. De agua |
| Rodamiento de Carga 6316 C3 | Arreglo: 8 |
| Código: 15018EP3E445T | Rpm: 1780 |

**ACOPLAMIENTO**

Cople FALK

**CHUMACERAS DE APOYO**

Chumaceras SKF SNL 522-619, Motor lado cople y Ventilador lado cople.

(Rodamientos 2222 K)

Tabla 36.- Ficha Técnica Ventilador Sobrefuego Caldera No. 4

| **MOTOR** | **VENTILADOR** |
|---|---|
| Marca: WEG | Marca: ARMEE |
| HP: 75 (55.95 KW) | Serie: 1050917.3 CW TAU 45 |
| Rpm: 1775 | Diseño: 22/40 |
| Voltaje: 208-230/460 | Tipo: CBI |
| A: 164.8/82.4 | Volumen: 12,000 Pies^3/min |
| η: 94.1 % | Tamaño: 500 |
| Modelo: A.E. | Clase: 1800 |
| Rodamientos: Rodamiento Frontal 6314- C3 | Presión: 28 Pulg. col. De agua |
| Rodamiento de Carga 6314-C3 | Arreglo: 8 |
| Código: 07518EP3E365T | Rpm: 1780 |
| **ACOPLAMIENTO** | |
| Cople FALK | |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | |
| Chumaceras SKF SNL 513-611, Motor lado cople y Ventilador lado cople. | |
| (Rodamientos 2213 K y 22213 CCK) | |

Tabla 37.- Ficha Técnica Ventilador Esparcidor de la Caldera No.4

| **MOTOR** | **VENTILADOR** |
|---|---|
| Marca: WEG | Marca: ARMEE |
| HP: 250 (186.5 KW) | Serie: 10509172 CCW UB |
| Rpm: 1780 | Diseño: 1903 |
| Voltaje: 208-230/460 | Tipo: AIRF0IL |
| A: 566/283 | Volumen: 72,000 Pies^3/min |
| η: 95 % | Tamaño: 4014 |
| Modelo: A.E. | Clase: 2070 |
| Rodamientos: Rodamiento Frontal 6319-C3 | Presión: 12 Pulg. col. De agua |
| Rodamiento de Carga 6316-C3 | Arreglo: 3 |
| Código: 25018EP3E447T | Rpm: 1770 |
| **ACOPLAMIENTO** | |
| Cople FALK-13F | |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | |
| Chumaceras SKF SNL 515-612 Ventilador lado cople y lado libre. | |
| (Rodamientos 22215 EK) | |

Tabla 38.- Ficha Técnica Ventilador Tiro Forzado de la Caldera No. 4

| **MOTOR** | **VENTILADOR** |
|---|---|
| Marca: Tec Westinghouse | Marca: ARMEE |
| HP: 800 | Serie: 1050917.1 CCW BAU 515 |
| Rpm: 590 | Diseño: 28/60 |
| Voltaje: 4160 | Tipo: CBI |
| A: 116 | Volumen: 140,000 Pies^3/min |
| η: 95 % | Tamaño: 1120 |
| Serial No.: KV.D10A218-1 | Clase: 700 |
| Rodamientos: 6326/6330 | Presión: 11 Pulg. col. De agua |
| Peso: 4600 kg. | Arreglo: 3D2 |
| Código: G | Rpm: 586 |
| **ACOPLAMIENTO** | |
| Cople FALK-16F | |
| **CHUMACERAS DE APOYO** | |
| Chumaceras COOPER P07/25, Ventilador lado cople y lado libre. | |
| (Rodamientos ---------) | |

Tabla 39.- Ficha Técnica Ventilador Tiro Inducido de la Caldera No. 4

## 4.4.- DISEÑO DEL EJE CONDUCTOR AUXILIAR DE CAÑA.

### A) RECONOCIMIENTO DE LA NECESIDAD

Debido al incremento de la molienda de 7,500 TCD, a 10,000TCD (Toneladas de caña diarias), se debe calcular un nuevo diámetro del eje conductor para la seguridad operacional.

### B) DEFINICION DEL PROBLEMA

De acuerdo a las condiciones del eje anterior, se tomaran en cuenta las siguientes especificaciones:

- La transmisión de potencia a considerar será de acuerdo a lo existente en la instalación, lo cual consta de un motor como fuente principal de potencia, el reductor de velocidad, catarinas, cadenas y engranes. Se presenta más adelante un esquema de dicha transmisión.
- Las cargas a considerar sobre el eje se calcularan con la potencia máxima transmitida por el motor, 150 Hp a 1180 rpm y con la fuerza de arrastre necesaria para mover el peso total de la caña, esto calculado más adelante.
- Las apoyos físicos del eje se consideraran tal y como la instalación existente lo exige. Estos últimos constan de chumaceras de carga radial. En el diagrama de más adelante se apreciaran dichos apoyos.
- El largo del eje estará limitado por el espacio ya establecido para este. Para se mas especifico, el largo máximo del eje será de 4.13 m. El diámetro del eje se considerara único para toda la longitud del mismo. Todas las dimensiones importantes aparecen en el diagrama presentado más adelante.
- El material del eje será un acero 41 Cr+QT de Sy= 116030 PSI
- Se espera una vida útil infinita del eje.
- La temperatura del trabajo del eje se considera a una temperatura ambiente.
- Las deflexiones del eje no se consideraran, debido a que el análisis bajo resistencia resulta más importante.

## C) SINTESIS

### SOLUCION BAJO CARGAS DINÁMICAS

Esta solución representa una perspectiva realista de las condiciones verdaderas de operación del eje. Mas sin embargo, es difícil obtener las condiciones de estas cargas dinámicas, para ser más específicos, la potencia variable del motor es la única variable que cambiaria las condiciones de carga sobre el eje.

Además el análisis con este punto de vista, haría del problema algo muy laborioso, ya que muchos factores presentes en las teorías de falla bajo carga dinámica o fatiga, tienen que ver directamente con el diámetro del eje. Esto último representa un problema adicional, ya que el diámetro es el parámetro desconocido.

Las teorías de falla por fatiga o criterios bajo cargas dinámicas se enuncian a continuación:

- Criterio de Soderberg
- Criterio de Goodman Modificado
- Criterio de Gerber
- Criterio ASME-Eliptica

### SOLUCION BAJO CARGAS ESTATICAS

Este análisis aunque un poco menos realista, representa una buena opción para un diseño relativamente sencillo. Para nuestro caso, los cambios de carga sobre el eje son insignificantes, además la velocidad de giro del eje es baja para que el momento alternante represente un factor a tomar en cuenta.

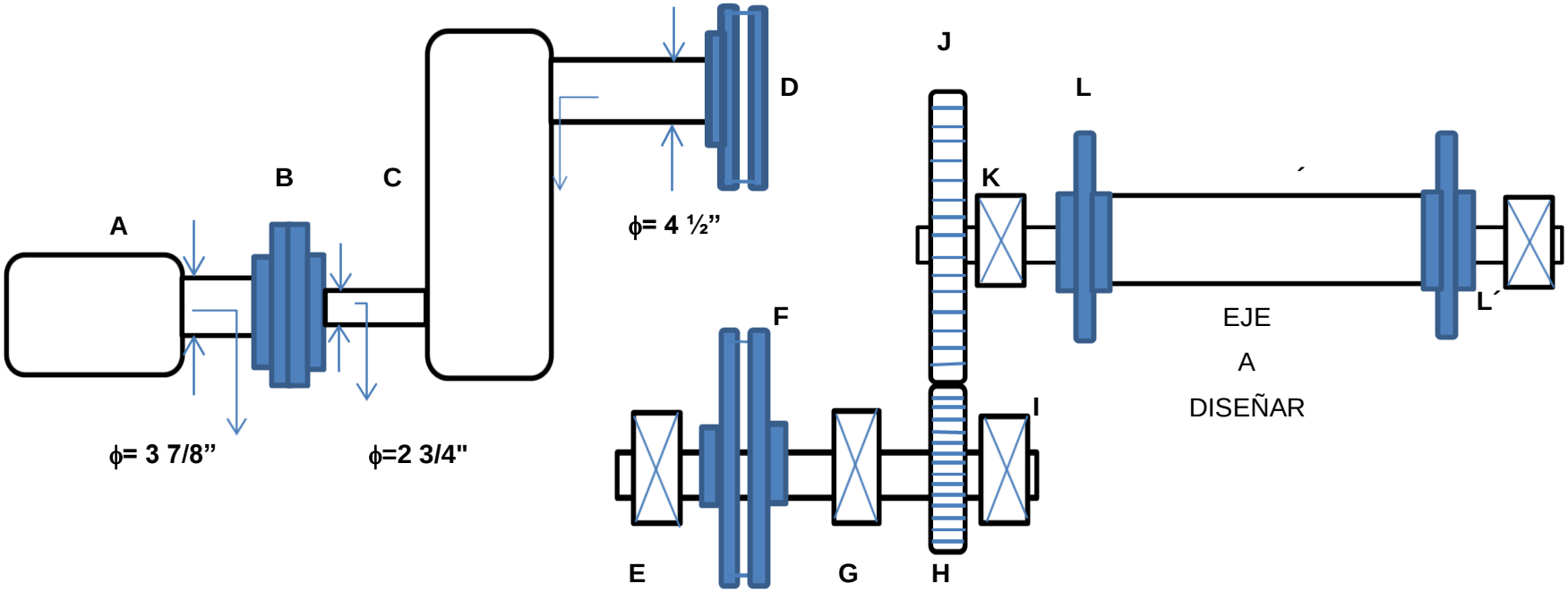
Bajo este punto, las ecuaciones de la estática representan las principales herramientas de análisis para el diseño del eje. Además, los diagramas de momentos serán útiles y por supuesto los criterios de diseño bajo carga estática.

Se enuncian los criterios de cargas estáticas a utilizar:

- Teoría del Esfuerzo Cortante Máximo (TECM)
- Teoría de la Energía de Distorsión (TED)

## D) ANALISIS Y OPTIMIZACION

1.- Panorama General de la Transmisión de Potencia.



Datos: A= Motor de 150 Hp a 1180 Rpm

C= Reductor de Velocidad con una Relación de 7:1

D= Catarina Impulsora de ND=12

F= Catarina Impulsada de NF=74

Cadena doble numero 200, designación ANSI.

H= Engrane Recto Impulsor de 19 dientes, dp= 14.75” y $\phi$=20°

J= Engrane Recto Impulsado de 75 dientes y dp= 59.75”

K y M= Apoyos de Cargas Radiales.

L y L´= Sprocks o Catarinas de dp= 34”.

Wj= Peso engrane impulsado J= 500 kg= 1102.24 Lb

*Se desprecian los pesos de las catarinas L y L´.

* La cadena se encuentra inclinada 8° con respecto al eje Z.

2.- Calculo de las fuerzas sobre el engrane J.

La flecha del motor se acopla directamente sobre el eje de alta del reductor, entonces:

$\frac{\omega_{entrada}}{\omega_{salida}} = \frac{7.5}{1}$ , donde $\omega_{entrada} = 1180\ rpm\ \therefore\ \omega_{salida} = 158\ rpm = n_D$

3.- La velocidad de salida calculada, es la velocidad de giro de la Catarina Impulsora D y para obtener la velocidad de giro de la flecha de la Catarina F:

$$\frac{n_D}{n_F} = \frac{N_F}{N_D} \longrightarrow n_F = \frac{N_D}{N_F} * n_D = \frac{12}{74} * 158 = 25.63\ rpm$$

4.- Para el cálculo de la potencia transmitida por la cadena, de acuerdo a la teoría de las cadenas, tenemos:

$$H_{real} = \frac{K_1 K_2 H_{nominal}}{K_a}$$

Donde: Ka= Factor de servicio

K2= Factor de ramal múltiple

K1= Factor de corrección por numero de dientes

Hnominal= Potencia calculada para una cadena de rodillos de paso simple y un solo cordón para una Catarina de 17 dientes.

Para las características de nuestra transmisión, se obtuvo:

Ka= 1.3 (Carga moderada)

K2= 1.7 (2 ramales o cadena doble)

K1= 0.62 (12 dientes)

Hnominal= 103 HP (Cadena ANSI No. 200 y velocidad de la Catarina impulsora D a 158 rpm)

$$H_{real} = \frac{0.62 * 1.7 * 103}{1.3} = 83.5\ HP$$

5.- La potencia calculada en el paso 4, es la potencia que se tiene en el eje donde se encuentra el engrane H, entonces las fuerzas en el engranaje es:

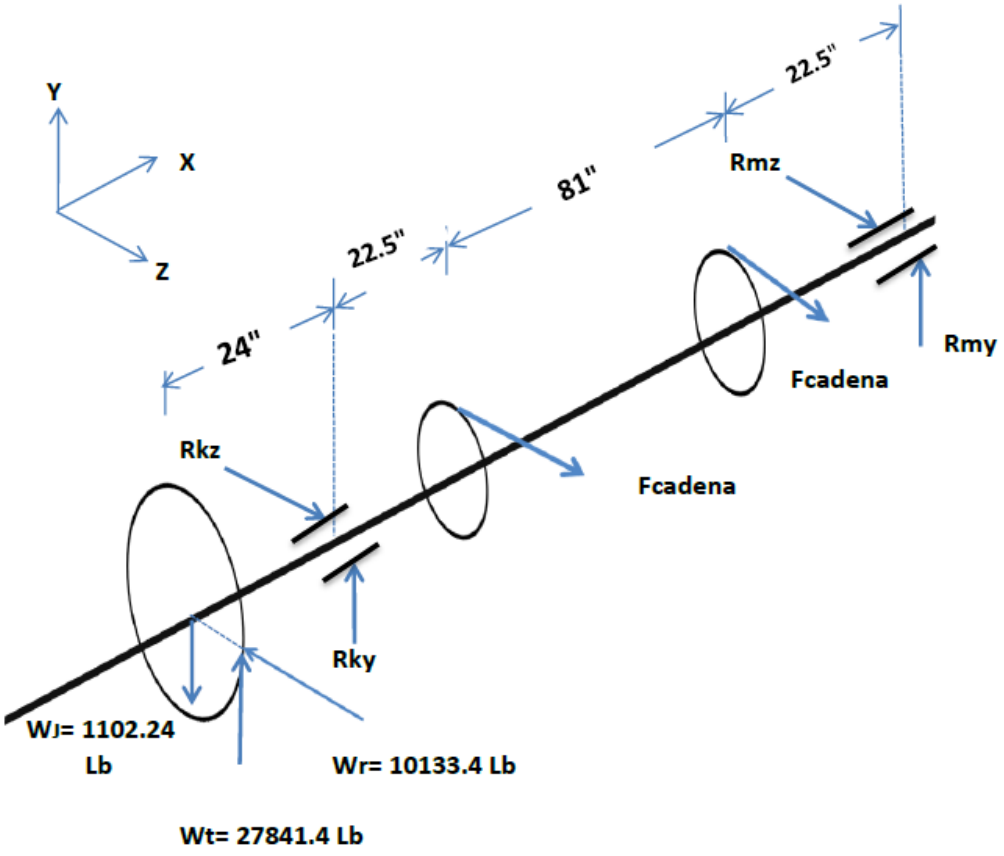
Fuerza tangencial:

$$w_t = \frac{33000H}{\frac{\pi * d_p * n}{12}} = \frac{33000H_{real}}{\frac{\pi * d_{pH} * n_H}{12}} = \frac{33000 * 83.5}{\frac{\pi * 14.75 * 25.63}{12}} = 27\ 841.4\ lb$$

Fuerza Radial:

$$w_r = w_t \tan\varphi = 27\ 841.4 \tan 20° = 10\ 133.4\ lb$$

6.- Finalmente el diagrama de cuerpo libre final resulta en:




7.- Aplicando las ecuaciones de equilibrio, tenemos:

$$\Sigma Fx = 0 \qquad 0 = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

$$\Sigma Fy = 0 \qquad -Wj + Wt + Rky - 2Fcadena \sin 8° + Rmz = 0 \ldots\ldots (2)$$

$$\Sigma Fz = 0 \qquad -Wr + Rkz + 2Fcadena \cos 8° + Rmz = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

$$\begin{aligned}\Sigma Mk = 0 \qquad & (-24\hat{\imath} + 29.87\hat{k})X(Wt\hat{\jmath}) + (-24\hat{\imath})X(-Wr\hat{k}) + (-24\hat{\imath})X(-Wl\hat{\jmath}) \\ & + (22.5\hat{\imath} + 1717\hat{\jmath})X(Fcadena \cos 8° \hat{k} - Fcadena \sin 8° \hat{\jmath}) \\ & + (103.5\hat{\imath} + 17\hat{\jmath})X(Fcadena \cos 8° \hat{k} - Fcadena \sin 8° \hat{\jmath}) \\ & + (126\hat{\imath})X(Rmz\hat{k} + Rmy\hat{\jmath}) = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (4)\end{aligned}$$

Haciendo el producto cruz y separando la ecuación 4, obtenemos:

$\Sigma Mx = 0 \qquad -29.87Wt + 2(17Fcadena\cos 8°) = 0 \ldots\ldots (5)$

$\Sigma My = 0 \qquad -24Wr - 22.5Fcadena\cos 8° - 103.5Fcadena\cos 8° - 126Rmz = 0 \ldots. (6)$

$\Sigma Mz = 0 \qquad -24Wt + 24Wj - 22.5Fcadena\sin 8° - 103.5Fcadena\sin 8° + 126Rmy = 0 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots. (7)$

De la ecuación (5): $Fcadena = \frac{29.87*27841.4}{17*2*\cos 8°} = 24700\ Lb$

De la ecuación (6): $Rmz = \frac{-24*10133.4-126*24700\cos 8°}{126} = -26389.7\ Lb\ \therefore Rmz = 26389.7\ Lb$ ↖

De la ecuación (7): $Rmy = \frac{-24*27841.4+24*1102.24-126*24700\sin 8°}{-126} = 8530.75\ Lb$ ↓

De la ecuación (2):

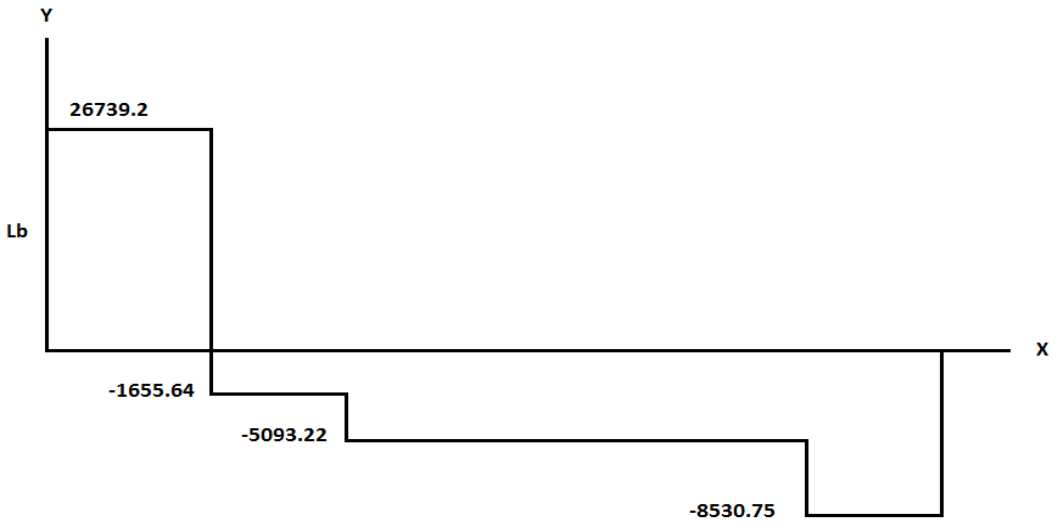
$Rky = 1102.24 - 27841.4 + 2*24700\sin 8° - 8530.75 = -28394.8\ Lb\ \therefore Rky = 28394.8\ Lb$ ↓

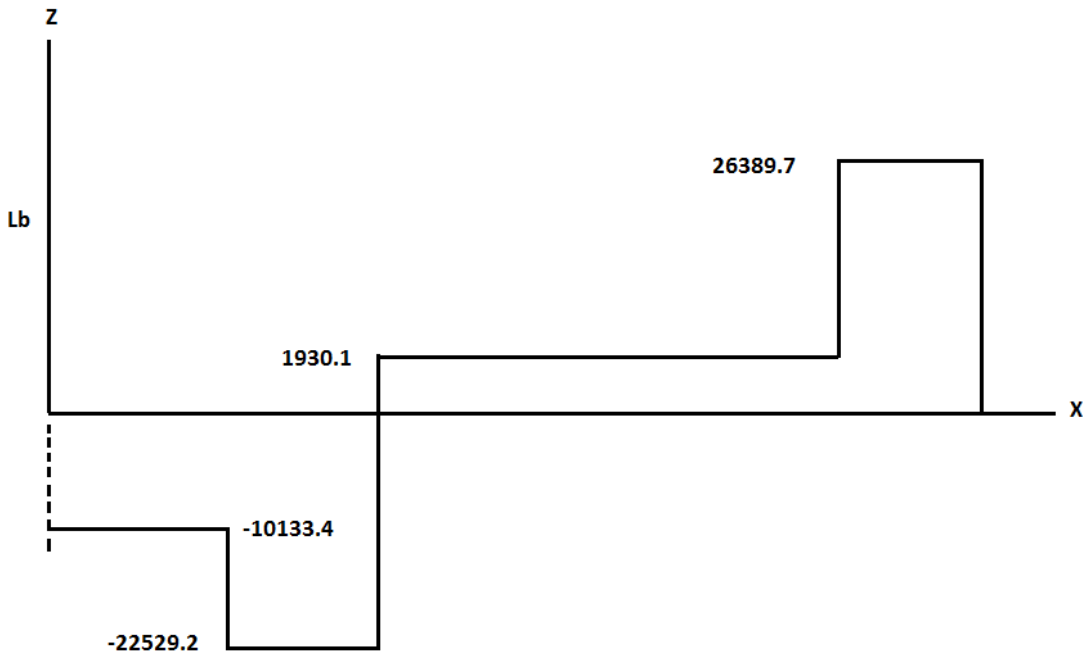
De la ecuación (3):

$Rkz = 10133.4 - 2*24700\cos 8° - (-26389.7) = -12396.1\ Lb\ \therefore Rkz = 12396.1\ Lb$ ↖

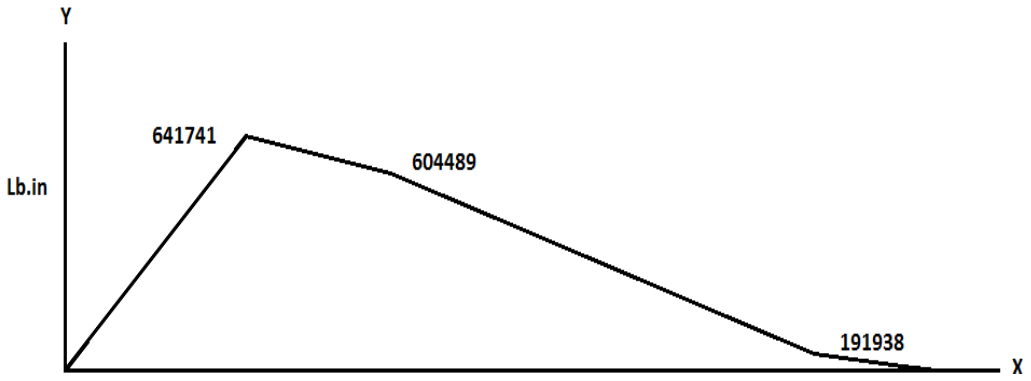
8.- Diagramas de Cortante y Momento Flexionante:

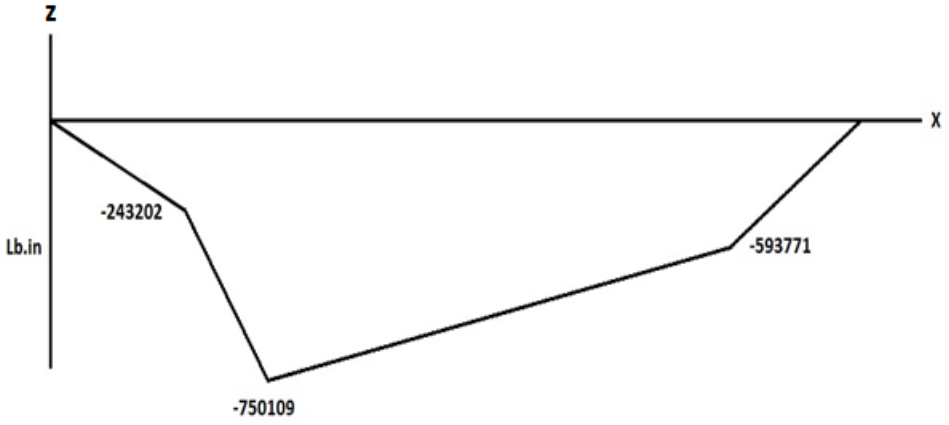
<u>Diagramas de Cortante</u>






Diagramas de Momento Flexionante



Analizando los puntos, observamos que en el punto K (apoyo) y el punto L (Posición de la Catarina L), están los momentos flexionantes más altos, entonces:

$$Mk = \sqrt{641741^2 + 243202^2} = 686,279\ Lb.in$$

$$ML = \sqrt{604489^2 + 750109^2} = 963,364\ Lb.in$$

∴El punto a analizar es el punto L.

9.- Aplicación de las teorías de diseño, para obtener el diámetro óptimo del eje.

Datos: $n = 3$

$$T = Wt * \frac{d_{pj}}{2} = 27841.4 * \frac{59.75}{2} = 831,762\ Lb.in$$

<u>Teoría del Esfuerzo Cortante Máximo</u>:

$$\tau_{max} = \frac{S_y}{2n} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_x^2}{4}\right) + \tau_{xy}^2}$$

$$\frac{116030}{2*3} = \sqrt{\left(\frac{963364 * \frac{d}{2}}{\frac{\pi(\frac{d}{2})^3}{4}}\right)^2 + \left[\frac{\left(831762 * \frac{d}{2}\right)}{\frac{\pi}{4} * \frac{d^3}{64}}\right]^2}$$

Resolviendo para d:

$\boldsymbol{d = 6.94\ in}$:

<u>Teoría de la Energía de Distorsión Máxima</u>

$$\sigma' = \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x\sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} = \frac{S_y}{n}$$

$$\frac{116030}{3} = \sqrt{\left(\frac{963364 * \frac{d}{2}}{\frac{\pi(\frac{d}{2})^3}{4}}\right)^2 - 0 + 0 + 3\left[\frac{\left(831762 * \frac{d}{2}\right)}{\frac{\pi}{4} * \frac{d^3}{64}}\right]^2}$$

Resolviendo para d:

$\boldsymbol{d = 6.81\ in}$

Finalmente, se elige un diámetro inmediato superior: $\boxed{\boldsymbol{d = 7.0\ in}}$

# CONCLUSION

Durante el desarrollo del proyecto la comunicación fue importante, debido a que esta fue una herramienta importante para realizar el trabajo de acuerdo a las especificaciones del asesor. El intercambio de opiniones, las recomendaciones, las diversas consultas, dieron al proyecto una buena vía para su conclusión. Además, no menos importante fue la comunicación que se logró con los mismos empleados de la empresa, la experiencia en el campo de trabajo, los años de servicio, representaron una buena fuente de conocimientos que enriquecieron el trabajo realizado.

Siendo más específicos, el trabajo cumplió los objetivos planteados, se atendieron las recomendaciones del asesor externo y se satisfizo la necesidad de tener los cuadernillos de datos técnicos de las áreas correspondientes. Además, cabe mencionar que el trabajo puede y debe mejorarse.

De acuerdo a lo anterior y a la experiencia obtenida durante el desarrollo del proyecto y la conclusión del mismo, podría enunciarse las siguientes **recomendaciones**:

1.- Debido a la falta de placa de datos de muchos equipos, se sugiere la búsqueda de la información en otras fuentes como; los inventarios de los equipos, catálogos de fabricantes y manuales para complementar mucho más el trabajo realizado.

2.- Para una mejora importante del trabajo, se sugiere que los diagramas de las transmisiones y de los equipos, se puedan realizar en un programa de dibujo profesional como Solidworks y Solidesh.

3.- Para las áreas de batey y de Molinos, es recomendable elaborar Fichas de Datos Técnicos para una mayor organización de la información recolectada.

4.- Para una mejora continua del trabajo, resulta indispensable que conforme la información técnica vaya fluyendo, este último se vaya complementando.

# REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS


1. Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley.
   Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett
   Octava Edición, 2008
   Editorial Mc Graw Hill

2. Catálogo General de SKF
   Catalogo 4000/III Sp
   Italia, 1994

3. Catálogo Conveyors, Elevator and Drive Chains
   Rexnord Engineered Division
   Bulletin No. 5050, USA 1998.

4. Catálogo Coples Steelflex
   Industrias FALK
   Boletin 431-110E

5. Catálogo Sumitomo Paramax 9000 Series, Reducer and Drive Units.
   No. G2002E-7.0
   Impreso Enero 2010.