

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA**



**CONFIGURACION DE UN SISTEMA DE ALIMENTACION DE  
GRANALLA DE 448 kg/hr.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**ULISES ADOLFO CHACALIAZA SOLANO**

**PROMOCIÓN 1991- II**

**LIMA-PERÚ**

**2014**

### *Dedicatoria*

*A la memoria de mi madre María y de mi hermano William que siempre me inculcaron al estudio como algo fundamental en una persona, a mi padre Oswaldo que me apoyó incondicionalmente durante toda mi carrera profesional y tuvo mucha fe y esperanza que de todas formas lograría mis objetivos. A mi esposa Dora y a mi hijo Saúl que son dos pilares que me sostienen, a mis familiares que siempre están pendiente de mí y que hacen que continuamente me esté superando.*

*Agradecimientos.*

*A los directivos de la empresa Cía.-SIME que me dieron la oportunidad y confianza para emprender este trabajo. A la comisión organizadora y a mi asesor por brindarme una excelente formación en esa parte tan fundamental que debe tener todo profesional, como es la elaboración de un trabajo de investigación debidamente estructurado y consistente.*

# ÍNDICE

	PÁG.
PRÓLOGO	1
<b>CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN</b>	
1.1 ANTECEDENTES.....	3
1.2 OBJETIVO PRINCIPAL.....	7
1.3 OBJETIVOS SECUNDARIOS.....	7
1.3.1 Configuración de la tolva de recolección.....	7
1.3.2 Configuración del transportador de fajas.....	7
1.3.3 Configuración de la tolva de recepción y dosificación.....	7
1.3.4 Configuración del elevador de cangilones.....	7
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.5 ALCANCES.....	8
1.6 LIMITACIONES.....	8
<b>CAPÍTULO 2: DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y PROCESO PRODUCTIVO</b>	
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO.....	9
2.1.1 Elementos componentes del sistema.....	10
2.1.2 Explicación de la función de cada componente.....	11
2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	12
2.2.1 Flujo del proceso productivo.....	12
2.2.2 Descripción del sistema de alimentación de granalla.....	12
<b>CAPÍTULO 3: IDENTIFICACION DEL PROBLEMA Y DETERMINACION DE LA HIPOTESIS DE TRABAJO</b>	
3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
3.2 DETERMINACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	14

## **CAPÍTULO 4: FUNDAMENTO TEORICO**

4.1	EL PROCESO DE GRANALLADO.....	16
	4.1.1 Generalidades.....	16
	4.1.2 Principios de limpieza por granallado.....	17
	4.1.3 Tipos de abrasivos metálicos para granallado.....	18
	4.1.4 Elección de las granallas .....	18
	4.1.5 Aplicación de las granallas.....	19
	4.1.6 Consideraciones sobre las granallas y el proceso de granallado.....	21
4.2	TOLVAS.....	22
	4.2.1 Generalidades.....	22
	4.2.2 Tipos de tolvas por su geometría.....	22
4.3	TRANSPORTADORES DE FAJAS.....	22
	4.3.1 Generalidades.....	22
	4.3.2 Principales componentes de una faja transportadora.....	23
	4.3.3 Características principales de los materiales a transportar.....	25
	4.3.4 Elección de velocidades y anchos de bandas .....	27
	4.3.5 Clasificación de las bandas según la norma UNE .....	28
	4.3.6 Cálculo de la capacidad de transporte de la faja .....	29
	4.3.7 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz .....	30
4.4	ELEVADORES DE CANGILONES.....	30
	4.4.1 Elementos de un elevador de cangilones.....	31
	4.4.2 Peso del material transportado por un cangilón.....	32
	4.4.3 Capacidad de transporte de un elevador de cangilones.....	32
	4.4.4 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz .....	33
	4.4.5 Potencia de accionamiento en el tambor motriz .....	33

## **CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA**

5.1	ENSAMBLE DEL SISTEMA PROPUESTO.....	34
5.2	DIAGRAMA DE MEDIOS –FINES .....	34

5.3	CONFIGURACIÓN DE LA TOLVA DE RECOLECCIÓN.....	34
5.3.1	Cantidad de granalla que se captará en la tolva en un turno de 8 horas al día.....	34
5.3.2	Dimensionamiento de la tolva.....	36
5.3.3	Selección del material para fabricar la tolva .....	36
5.3.4	Protección anticorrosiva de las superficies de la tolva.....	37
5.4	CONFIGURACIÓN DEL TRANSPORTADOR DE FAJAS.....	37
5.4.1	Régimen de funcionamiento del transportador.....	37
5.4.2	Dimensionamiento de la faja .....	38
5.4.3	Sección transversal promedio de granalla .....	38
5.4.4	Sección transversal máxima de granalla.....	38
5.4.5	Ventajas de la sección transversal máxima.....	39
5.4.6	Cálculo de la capacidad de transporte.....	39
5.4.7	Fuerza de accionamiento en el tambor motriz .....	40
5.4.8	Potencia de accionamiento y Potencia nominal en el tambor motriz.....	41
5.4.9	Selección del tambor motriz.....	41
5.4.10	Cálculo del torque nominal.....	42
5.4.11	Selección de reductor de velocidad.....	42
5.4.12	Selección del motor eléctrico.....	42
5.4.13	Flujo de masa que transportará la faja en cada arranque.....	42
5.4.14	Tiempo de operación de la faja en cada arranque .....	43
5.5	CONFIGURACIÓN DE LA TOLVA DE RECEPCIÓN Y DOSIFICACIÓN.....	43
5.5.1	Régimen de funcionamiento de la tolva.....	43
5.5.2	Dimensionamiento de la tolva.....	44
5.5.3	Selección del material para fabricar la tolva.....	44
5.5.4	Protección anticorrosiva de las superficies de la tolva.....	45
5.6	CONFIGURACIÓN DEL ELEVADOR DE CANGILONES.....	45
5.6.1	Régimen de funcionamiento del elevador.....	46
5.6.2	Dimensionamiento del elevador.....	46
5.6.3	Selección del tipo de cangilón a utilizarse.....	46
5.6.4	Peso transportado por un cangilón.....	47

5.6.5	Tipo de órgano tractor, velocidad de operación y separación entre cangilones.....	47
5.6.6	Cálculo de la capacidad de transporte del elevador.....	47
5.6.7	Fuerza de accionamiento en el tambor motriz.....	48
5.6.8	Potencia de accionamiento y Potencia nominal en el tambor motriz.....	48
5.6.9	Selección del tambor motriz.....	49
5.6.10	Cálculo del torque nominal.....	49
5.6.11	Selección del reductor de velocidad.....	49
5.6.12	Selección del motor eléctrico.....	50
5.6.13	Flujo de masa en cada descarga sobre el elevador de cangilones.....	50
5.6.14	Tiempo de operación del elevador de cangilones en cada descarga.....	50
5.7	VERIFICACIÓN DEL SUMINISTRO DE GRANALLA DE 448 Kg/Hr.....	51
5.7.1	Producción actual de granallado con el proceso existente.....	51
5.7.2	Nueva producción de granallado.....	52
5.8	ESTIMADO DE TIEMPOS Y COSTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	52
5.8.1	Estimado de tiempo de ejecución del proyecto.....	52
5.8.2	Cálculo de costos del proyecto.....	53
5.8.2.1	Cálculo de costo unitario de alimentación manual de granalla.....	54
5.8.2.2	Cálculo de costo unitario con nuevo sistema de alimentación de granalla.....	55
5.8.2.3	Ahorro mensual por alimentación de granalla al proceso productivo.....	55
5.8.2.4	Recuperación de la inversión.....	55

## CONCLUSIONES

## RECOMENDACIONES

## BIBLIOGRAFÍA

## PLANOS

## APENDICE

## PRÓLOGO

El presente informe de suficiencia profesional desea ser un aporte principalmente a los profesionales de la Ingeniería Mecánica y ramas afines, que se desempeñan en empresas de fabricación similares a la aquí expuesta, donde el tema principal que se ha desarrollado es la producción y productividad en el granallado.

Tanto la producción como la productividad son tan importantes que si no son lo suficientemente tomadas en consideración podrían poner en peligro la permanencia de una empresa en el mercado.

De acuerdo a lo expuesto en este informe, se muestra como los profesionales de la Ingeniería Mecánica podemos participar activamente en mejorar tanto la producción como la productividad en la empresa en la que nos desempeñamos ,poniendo en práctica un alto potencial que tenemos en el diseño y configuración de partes, estructuras, equipos y sistemas, así como enlazar nuestra imaginación y creatividad, y poder plantear soluciones consistentes y acordes a la realidad de las empresas en las que nos desempeñamos, como creemos que se presenta en este informe.

El planteamiento de esta configuración ha sido ideado para posteriormente implementarlo en el proceso de granallado de la Planta Trapiche.

En la Planta Trapiche se realiza el pintado de todas las estructuras metálicas que son fabricadas en dos plantas ubicadas en Lima, que son Planta San Alejandro y Planta Latón de la Cia. SIME SRL donde laboro actualmente.

El informe se ha desarrollado en cinco capítulos, cuyos contenidos se listan a continuación:

En el capítulo 1, Se presenta la introducción; se describen los antecedentes, objetivo principal, objetivos secundarios, justificación, alcances y limitaciones.

En el capítulo 2, Se presenta la descripción del producto y del proceso productivo; se describe la forma como planteamos la configuración de un sistema de alimentación de granalla y poder integrarlo al proceso existente y tener un nuevo proceso con mayor producción y mayor eficiencia.

En el capítulo 3, Se presenta la identificación del problema y determinación de la hipótesis de trabajo; se muestra la identificación del problema y el planteamiento de la hipótesis en base a argumentos lógicos.

En el capítulo 4, fundamento teórico, se muestra el universo teórico sobre el cual sustentamos nuestro trabajo.

En el capítulo 5, Se presenta el desarrollo de la solución del problema; se detalla nuestro planteamiento de la configuración del sistema de alimentación de granalla propuesto.

El presente trabajo es útil porque me permite cumplir con el requisito solicitado por la FIM-UNI para poder obtener el título profesional de Ingeniero Mecánico y transmitir en forma documentada la experiencia en sistemas de transporte de granalla.

También debido a que este informe se ha desarrollado de manera sistemática, metodológica, estructurada y consistente; será de mucha utilidad para enfocar y presentar proyectos de manera ordenada.

# CAPITULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

La Planta de granallado Trapiche viene funcionando aproximadamente un año y medio, nació con el objetivo de solucionar serios problemas que tenía la empresa al recurrir a empresas terceras para realizar trabajos de granallado.

Los problemas más graves y frecuentes eran por temas de tiempo de entrega que las empresas terceras no cumplían. También había mucho reproceso porque frecuentemente no eran aceptadas muchas piezas granalladas al no pasar el control de calidad.

Actualmente con el proceso de granallado existente se alcanza una producción diaria de 120m<sup>2</sup>, aplicados a estructuras metálicas de alma llena. Al realizar esta producción se genera una cantidad de granalla de 336 kg/h que se alimentan al proceso de granallado existente de forma manual como se muestra en las figuras 1.1 al 1.6.

Se ha determinado aumentar la capacidad de producción diaria de granallado a 160m<sup>2</sup>, que requerirá hacer una alimentación de granalla de 448 kg/h. Se tomó como iniciativa realizar un estudio previo que se planteó a la gerencia de la empresa, quien mostró mucho interés en el mismo, es así que se fue madurando la idea y luego tomé la decisión de desarrollarlo y documentarlo para fines académicos y profesionales.



Fig. 1.1 Recojo manual de granalla



Fig.1.2 Recojo manual de granalla

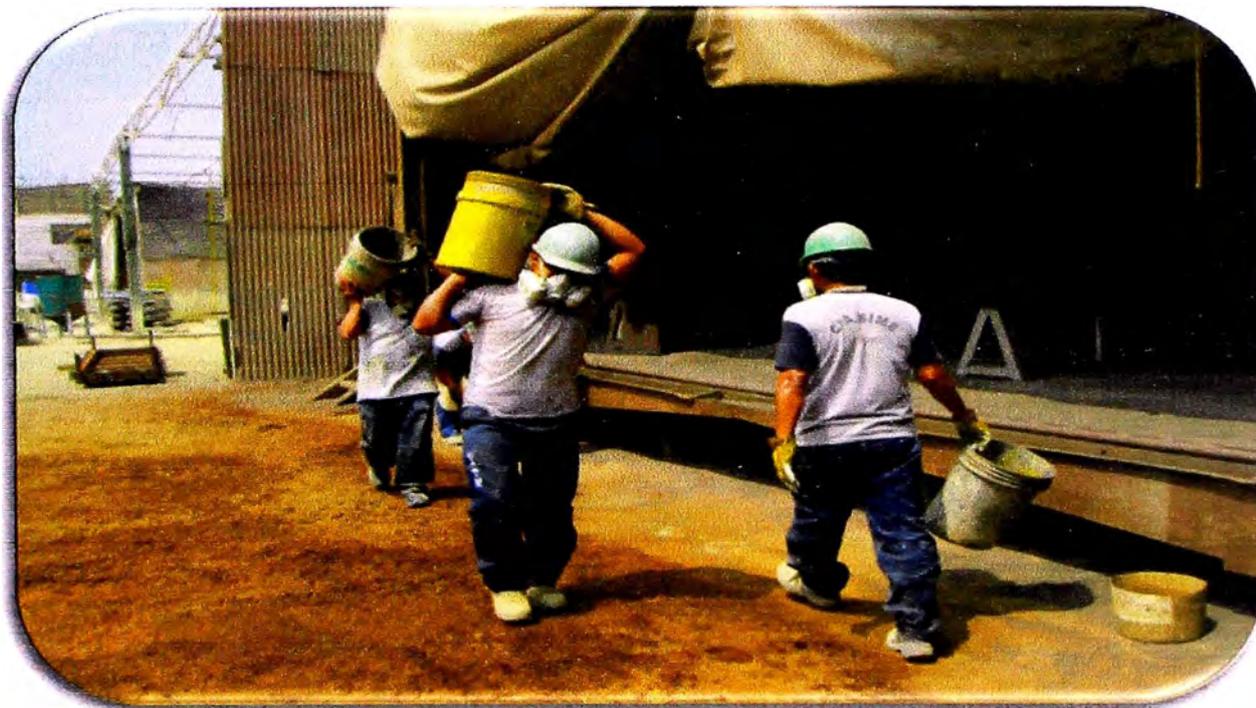


Fig. 1.3 Recojo manual de granalla



Fig.1.4 Recojo manual de granalla

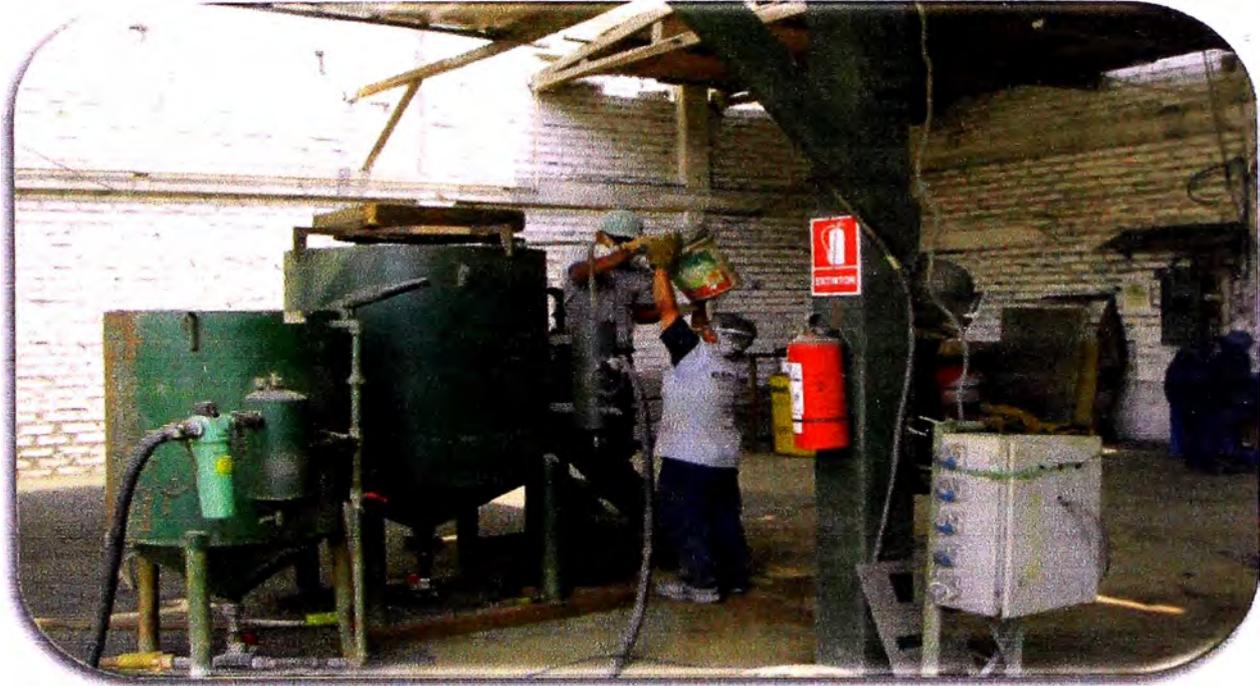


Fig. 1.5 Alimentación manual de granalla



Fig. 1.6 Alimentación manual de granalla

## **1.2 OBJETIVO PRINCIPAL**

El objetivo principal es configurar un sistema que permita suministrar 448 kg/h de granalla y aumentar la producción en un 33.3%

## **1.3 OBJETIVOS SECUNDARIOS**

Se consideraron los siguientes objetivos secundarios.

### **1.3.1 Configuración de la tolva de recolección**

Se verificará la configuración y especificaciones de la tolva, validando los planos y cálculos.

### **1.3.2 Configuración del transportador de fajas**

Se verificará la configuración y especificaciones del transportador, validando los planos y cálculos.

### **1.3.3 Configuración de la tolva de recepción y dosificación**

Se verificará la configuración y especificaciones de la tolva, validando los planos y cálculos.

### **1.3.4 Configuración del elevador de cangilones**

Se verificará la configuración y especificaciones del elevador, validando los planos y cálculos.

## **1.4 JUSTIFICACIÓN**

Se justifica la realización práctica del presente trabajo, porque con el sistema existente de alimentación de granalla que es manual, se está causando incomodidades a personal de otras áreas porque se les solicita realizar una actividad relativamente pesada para ellos no siendo su labor propia, y también causando retrasos e ineficiencias en las labores asignadas a ese personal, asimismo se están generando sobrecostos los que al final perjudican a la empresa.

## **1.5 ALCANCES**

El alcance del presente informe comprende la configuración de un sistema de alimentación de granalla para implementarlo en un futuro al proceso de granallado. Esta configuración la hemos dividido en 04 componentes, que son los siguientes:

- Configuración de la Tolva de recolección.
- Configuración del Transportador de fajas.
- Configuración de la Tolva de recepción y dosificación
- Configuración del elevador de cangilones.

## **1.6 LIMITACIONES**

La configuración propuesta en este informe no incluye modificaciones y/o mejoras a los componentes del proceso de granallado existente, como son la cabina de granallado y sus accesorios, la tolva de granallado, el mecanismo de tratamiento de granalla, y otros accesorios que están funcionando actualmente.

Otras limitaciones y consideraciones a ser tomadas en cuenta:

- Se ha considerado un turno de trabajo de 8 horas al día.
- No está considerado el diseño de la cimentación; solo se muestra la geometría principal de la cimentación para dejar los espacios para el montaje de partes mecánicas. Para la futura implementación de este proyecto, el diseño de la cimentación será por cuenta del profesional de la especialidad.

## CAPÍTULO 2

### DESCRIPCION DEL PRODUCTO Y PROCESO PRODUCTIVO

#### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Nuestro trabajo consiste en el planteamiento de la configuración de un sistema de alimentación de granalla, para el proceso de granallado de Planta Trapiche, que en un futuro se tiene previsto implementarlo. En la figura 2.1 se muestra la ubicación de los módulos productivos en la planta.

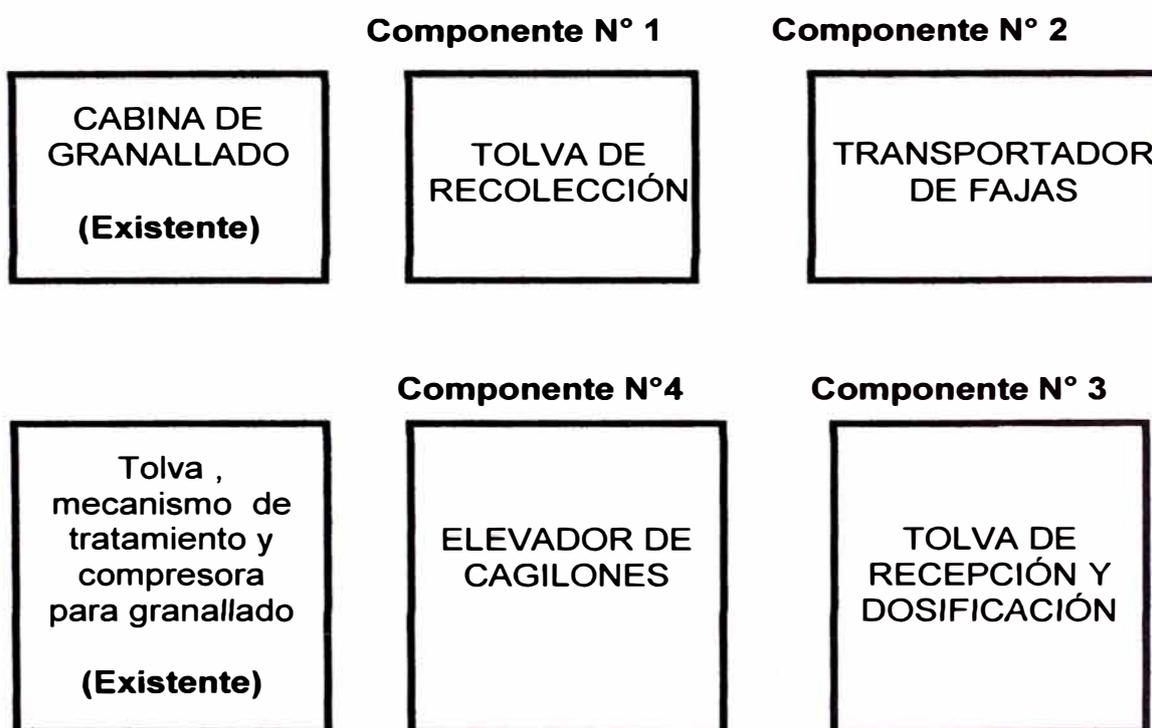


Fig. 2.1 Ubicación de los módulos productivos en la Planta

### 2.1.1 Elementos componentes del sistema

La figura 2.2 muestra los elementos componentes en planta.

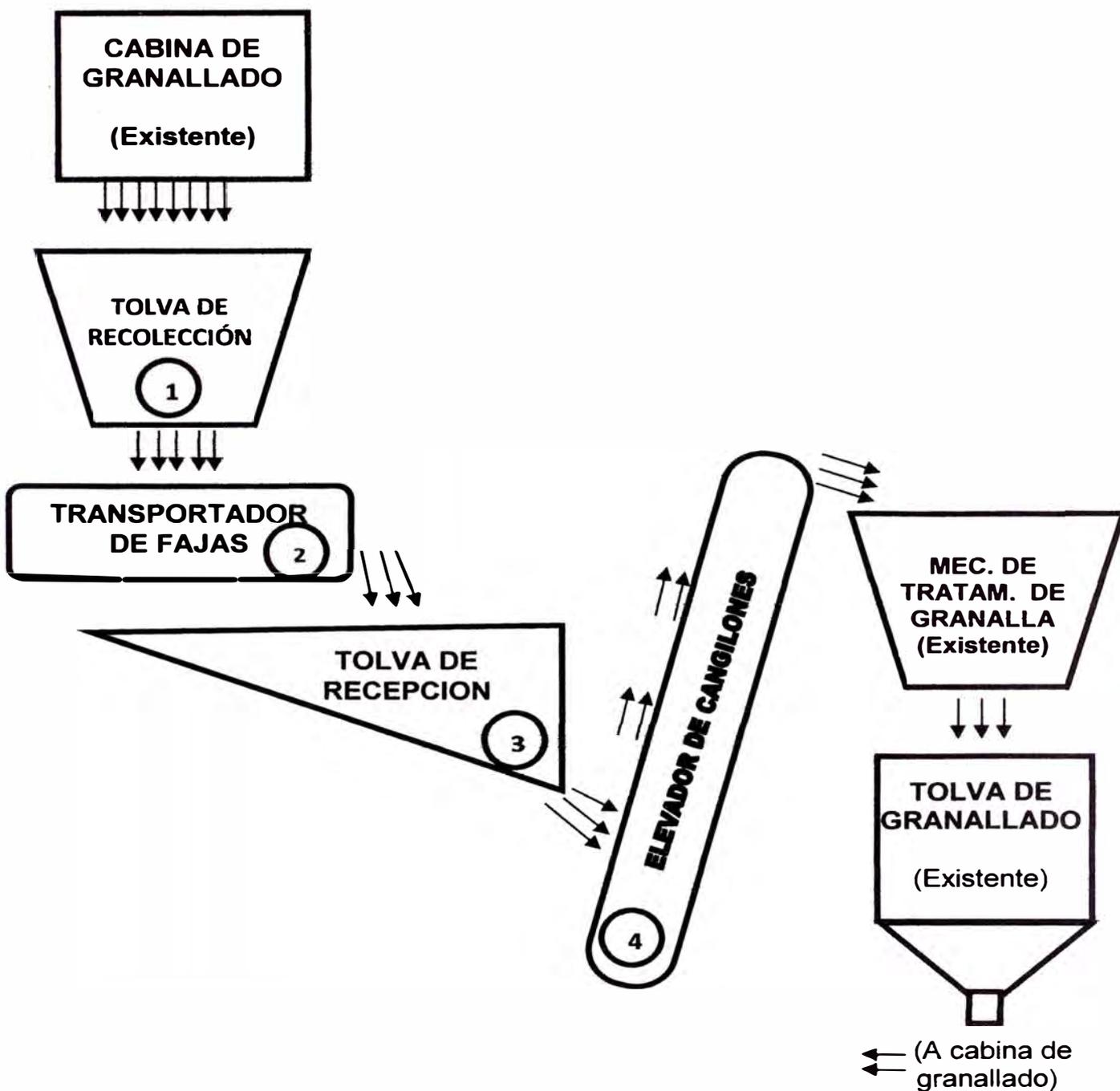


Fig. 2.2 Elementos componentes en planta

### **2.1.2 Explicación de la función de cada componente**

Las granallas que se están utilizando para la limpieza de estructuras metálicas de alma llena, son las esféricas y las angulares mezcladas en una proporción de cuarenta y sesenta por ciento respectivamente.

**1º Tolva de recolección:** Se encuentra ubicada debajo de la cabina de granallado, y es la encargada de captar la granalla que cae desde la cabina luego de ser aplicada sobre las estructuras a limpiar.

**2º Transportador de fajas:** Está ubicado debajo de la tolva de recolección, y tiene como primera función recoger la granalla que caerá desde la tolva de recolección, otra parte caerá directamente desde la cabina de granallado. La segunda función del transportador es llevar las granallas captadas en toda su longitud y las que siguen cayendo, al siguiente componente que es la tolva de recepción y dosificación; esta función se realizará periódicamente en intervalos de tiempos determinados.

**3º Tolva de recepción y dosificación:** Está ubicada a continuación del transportador de fajas, y tiene como primera función acumular la granalla proveniente del transportador de fajas, y como segunda función realizar una descarga dosificada hacia el transportador de cangilones en intervalos de tiempo determinados.

**4º Elevador de cangilones:** Está ubicado a continuación de la tolva de recepción y dosificación y tiene la función de recibir la granalla depositada por esta y llevarla hasta la parte superior y descargarla sobre el mecanismo de tratamiento de granalla. Los cuatro módulos son los que se deben precisar para configurar el sistema de granalla.

## 2.2 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO

### 2.2.1 Flujo del proceso productivo.

En la figura 2.3 se muestra el flujo del proceso , donde se muestra el sistema de alimentación de granalla propuesto.

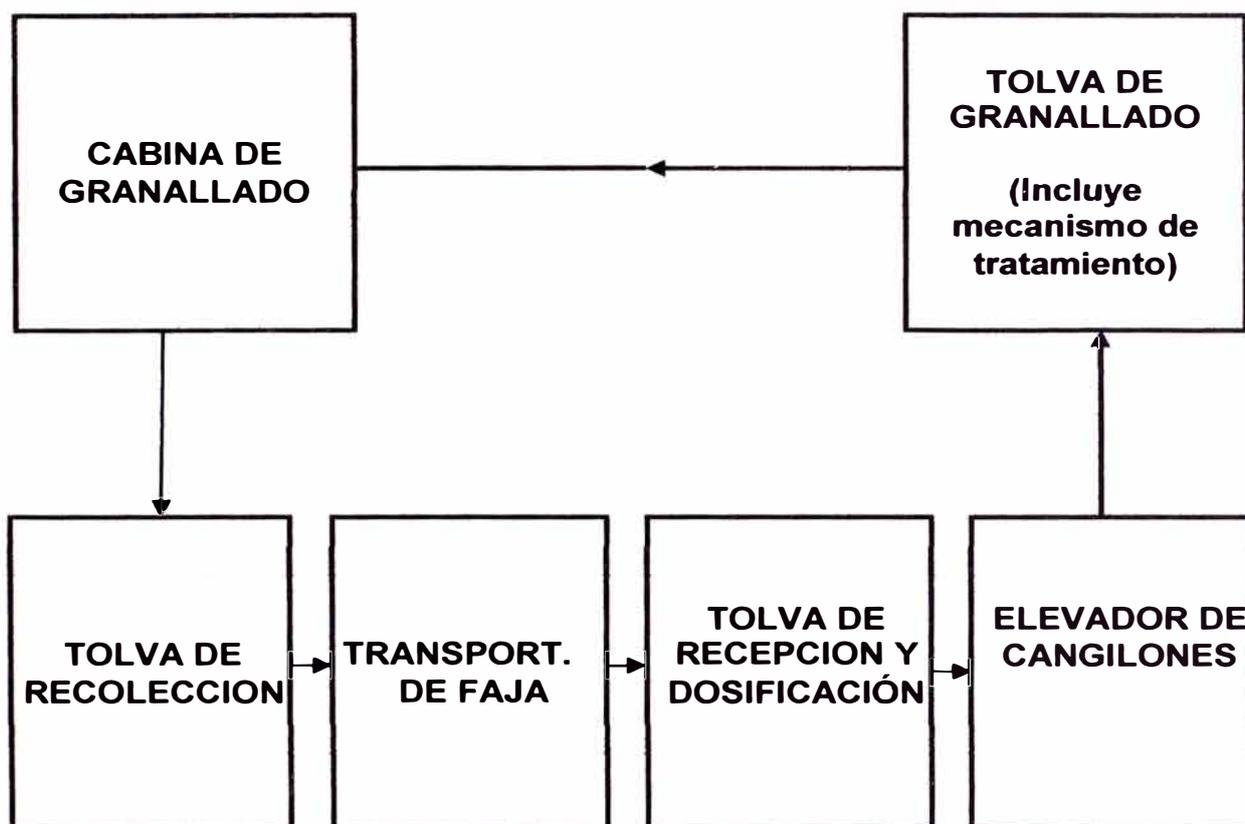


Fig. 2.3 Diagrama de flujo del proceso de alimentación de granalla.

### 2.2.2 Descripción del sistema de alimentación de granalla.

Al realizar la limpieza de las estructuras metálicas en la cabina de granallado, las granallas después de impactar en las superficies metálicas caen por gravedad la gran mayoría en las paredes de la tolva de recolección, y otras directamente al transportador de fajas. Estas granallas son capturadas a lo largo del transportador de fajas y periódicamente descargadas a la tolva de recepción y dosificación. La tolva de recepción y

dosificación acumulará la granalla que recibe del transportador de fajas y en forma periódica y sincronizada la descargará sobre el elevador de cangilones, quien finalmente alimentará al siguiente componente cerrando el circuito productivo.

## **CAPÍTULO 3**

### **IDENTIFICACION DEL PROBLEMA Y DETERMINACION DE LA HIPOTESIS DE TRABAJO**

#### **3.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Considerando que:

- a. En algunos días y durante los últimos ocho meses aproximadamente, se ha observado que la demanda interna ha superado la oferta actual de producción de limpieza por granallado.
- b. Al realizar la alimentación de granalla que se está haciendo de forma manual, se está requiriendo personal de apoyo de otras áreas, causando incomodidades y demoras de labores propias de dicho personal, así como el aumento de costo de mano de obra al realizar esta actividad.

Se ha identificado el problema mediante la siguiente interrogante:

¿Es factible configurar un sistema de alimentación de granalla de 448 kg/h?

#### **3.2 HIPÓTESIS DE TRABAJO**

Considerando que:

- a. La planta tiene capacidad de crecimiento.
- b. Al utilizar sistemas mecánicos que aumenten la producción se evitará sobrecostos innecesarios e inoportunos de mano de obra, al margen de causar incomodidades por el tipo de actividad.

Por lo anteriormente expuesto se plantea la hipótesis, que espera resolver el problema adecuadamente y que está expresada de la siguiente manera:

Al configurar un sistema de alimentación de granalla de 448 kg/h se aumentará la producción en 33.3 %

# **CAPÍTULO 4**

## **FUNDAMENTO TEORICO**

En este capítulo se muestra el marco teórico relacionado a nuestro sistema propuesto.

### **4.1 EL PROCESO DE GRANALLADO**

#### **4.1.1 Generalidades**

El proceso de granallado de superficies tuvo su inicio hace más de 100 años, cuando el 18 de octubre de 1870, Benjamín Chew Tilghman patentó el principio de limpieza con chorro de arena.

Los abrasivos metálicos (Granallas) se comenzaron a utilizar en la industria aproximadamente el año 1920, cuando comenzaron a aparecer evidencias de las ventajas económicas y técnicas como:

- Menor desgaste de los equipos
- Mejor acabado superficial
- Menor costo por tonelada acabada
- Menor volumen de material abrasivo manipulado, y principalmente para evitar la Silicosis generada por la utilización de arenas como abrasivos.

#### 4.1.2 Principios de limpieza por granallado

El granallado consiste en la limpieza de una superficie a través de un chorro de partículas abrasivas llamadas granallas tal como se muestra en la figura 4.1



Fig.4.1 Limpieza por Granallado

Puede considerarse como una verdadera operación de bombardeo, en que un sinnúmero de granallas son lanzadas a alta velocidad contra el objetivo.

Las granallas sufren una violenta desaceleración en el instante del impacto, transformando su energía cinética en:

- Trabajo efectivo de limpieza
- Energía de deformación
- Energía de fractura
- Calor.

Restando también una parte de energía cinética que no es transformada, parte de las granallas sufren un rebote.

La eficiencia de la conversión de energía cinética en trabajo efectivo de limpieza depende de factores relacionados al ángulo de incidencia del chorro, a las características de la granalla utilizada, al tipo de impurezas a retirar, etc.

#### **4.1.3 Tipos de Abrasivos Metálicos para granallado.**

Los principales tipos de abrasivos metálicos utilizados para la limpieza o el acabado de piezas ferrosas, son normalmente producidos en hierro fundido o en acero, pudiendo presentarse en las formas angular o esférica.

Las granallas son clasificadas por sus formas y tamaños, de acuerdo con normas específicas tales como la SAE J444 y SFSA 20-66. Al mismo tiempo, existen normas complementarias tales como la SAE J445 que especifica los ensayos mecánicos en las granallas metálicas y la SAE J827 que establece límites para los desvíos de forma, composición química, microestructura, dureza y contaminantes no magnéticos.

#### **4.1.4 Elección de las granallas**

Un abrasivo para granallado debe limpiar con rapidez y eficiencia, tener buena durabilidad, desgastar el mínimo posible los componentes internos del equipo y producir el nivel de acabado superficial, al menor costo posible.

La elección de granalla angular o esférica dependerá de exigencias de acabado superficial. Generalmente se utiliza una mezcla de granallas esféricas y angulares (denominadas "mix")

#### 4.1.5 Aplicaciones de las granallas.

En la tabla 4.1 se muestran las aplicaciones generales de granallas esféricas y angulares

**TABLA 4.1 Aplicaciones de Granallas**

<b>APLICACIONES GENERALES DE GRANALLAS ESFERICAS Y ANGULARES</b>					
<b>ESFERICAS</b>			<b>ANGULARES</b>		<b>APLICACIONES GENERALES</b>
<b>TAM.</b>	<b>Ø MEDIO</b>	<b>RUGOSIDAD</b>	<b>TAM.</b>	<b>RUGOS.</b>	
<b>(SAE)</b>	<b>(mm)</b>				
S-660	2.00	Muy alta a	G-12	Muy alta	1.- Remoción de escama espesa ó tenaz
		alta			2.- Limpieza de fundidos de acero o hierro de grandes dimensiones
S-550	1.68	Alta a	G-14		1.- Limpieza de fundidos medianos de acero
S-460	1.41	Mediana	G-16	Alta	2.- Remoción de capas espesas de pintura u óxido
S-390	1.17		G-18		3.- Limpieza de fundidos espesos hierro gris, nodular
					4.- Granallado de cilindro laminador .
					5.- Remoción de escamas de zóquetes, planchas gruesas
S-330	1.00	Mediana a	G-25		1.- Limpieza de fundidos livianos de acero
S-280	0.84	Baja		Baja	2.- Limpieza de fundidos medianos de hierro
S-230	0.71				3.- Remoción de escamas de piezas tratadas térmicamente
					4.- Preparación de tanques de agua caliente antes de la esmaltación
					5.- Remoción de pinturas y óxido .
					6.- Granallado de cilindro laminador
S-170	0.55	Baja a	G-40		1.- Limpieza de fundidos livianos de acero
S-110	0.39	Muy baja	G-50	Baja	2.- Remoción de escamas de barras, bobinas forjadas, piezas con tratamiento térmico
			G-80		3.- Remoción de pintura y óxido liviano.
					4.- Limpieza de piezas mecanizadas.

En la tabla 4.2 se muestran algunos ejemplos de aplicaciones para diversos segmentos industriales

**TABLA 4.2 Aplicaciones para segmentos industriales**

<b>APLICACIONES ESPECIFICAS DE GRANALLAS ESFERICAS Y ANGULARES</b>	
<b>APLICACIONES</b>	<b>TIPOS DE ABRASIVOS</b>
<b>AEROESPACIAL</b>	
REACONDICIONAMIENTO GENERAL	G-50, G-80
CONFORMACION POR GRANALLADO	S-780 Hasta S-460
SHOOT PENNING	S-390 Hasta S-110
<b>AUTOMOTRIZ</b>	
EJES	S-280, S-230
EJE COMANDO DE VALVULAS	S-280, S-230
CIGUEÑALES	S-330
BLOQUES DE MOTORES	S-550, S-460
FORJADOS	S-550 Hasta S-330
CHASIS	S-230, S-170, G-40
RESORTES (SHOT PEENING)	S-390 Hasta S-230
PIEZAS DE TRANSMISION	S-230 Hasta S-110
<b>ACEROS BASICOS</b>	
ZOQUETES Y PLACAS	G-12, G-14
GALVANIZACION	G-14 Hasta G-25
GRANALLADO DE CILINDROS	G-12 Hasta G-80
PERFILES (Barras, etc)	S-330 Hasta S-170, G-40, G-50
HOJAS Y CHAPAS	S-330 Hasta S-170, G-40, G-50
INOXIDABLES	S-110, S-70
ALARMAS	S-170, S-110, G-40, G-50
<b>ALUMINIO</b>	
ANODOS	S-390, S-330
BARRAS COLECTORAS DE CATODOS	S-280, S-230
<b>EQUIPOS</b>	
TANQUES REVESTIDOS	G-25 Hasta G-50
ESTRUCTURAS	S-330 Hasta s-230, G-18 Hasta G-40
PIEZAS MECANIZADAS	G-25 Hasta G-120
METALIZACION	G-16 Hasta G-40
ACEROS HERRAMIENTA	G-50 Hasta G-80

#### **4.1.6 Consideraciones sobre las granallas y el proceso de granallado**

La eficiencia de una operación de granallado depende de la combinación entre la práctica de procedimientos operacionales adecuados, de la realización de mantenimientos periódicos cuidadosos y de la selección de abrasivos de buena calidad, con formas y tamaños que otorguen el grado de acabado superficial deseado.

La calidad de la granalla es influenciada por diversas variables, como su composición química, por su microestructura y por la cantidad de defectos físicos (grietas, huecos y rechupes, etc)

La presencia de defectos físicos y micro estructurales en las granallas de acero fundido está íntimamente relacionada a la composición química de la aleación y a las técnicas de desoxidación, desgasificación, granulación, rompimiento (para las angulares) y tratamiento térmico.

La estabilidad de una operación de granallado puede ser sensiblemente alterada, debido a la utilización de abrasivos de calidad inferior, pudiendo ocasionar serios problemas con el grado de acabado superficial, con la rapidez de limpieza, y evidentemente con los costos de producción.

Para que todo el proceso de granallado pueda ser mantenido trabajando constantemente dentro de patrones de calidad, de productividad, y de costos adecuados, se recomienda que sea elaborado un programa de mantenimiento periódico de todos los principales componentes del equipo y que se establezcan procedimientos que sean obedecidos por los operadores del equipo.

De esta forma se conseguirá conocer y controlar la productividad y los costos operacionales de cada equipo y por consiguiente de todo el proceso de granallado.

## **4.2 TOLVAS**

### **4.2.1 Generalidades**

Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares y otros. En ocasiones se monta sobre un chasis que permite el transporte.

Generalmente es de forma tronco cónica y siempre es de paredes inclinadas como las de un gran cono, de tal forma que la carga se efectúa por la parte superior y forma un cono de descarga que se realiza por una compuerta inferior.

Son muy utilizadas en agricultura, construcción y en instalaciones industriales. Se pueden construir de forma modular para facilitar el transporte y montaje.

### **4.2.2 Tipos de tolvas por su geometría.**

Por su geometría pueden ser: Cilíndricas, cuadradas y rectangulares.

## **4.3 TRANSPORTADORES DE FAJAS**

### **4.3.1 Generalidades**

Los primeros materiales que se transportaron por faja y de los que se tiene noticia histórica, fueron los cereales y las harinas.

Con posterioridad, el otro producto más transportado fue el carbón, y ello sucedió principalmente en Inglaterra, a consecuencia de la explotación intensiva de las minas de carbón.

En la figura 4.2 se muestra una faja transportadora.



Fig. 4.2 Faja transportadora

#### 4.3.2 Principales componentes de una faja transportadora

En las figuras 4.3 y 4.4 se muestran los elementos principales de una faja transportadora como son los polines superiores, la polea de cabeza (que va asociada al sistema motriz), los polines inferiores o de retorno, la polea de contrapeso, la banda, etc.

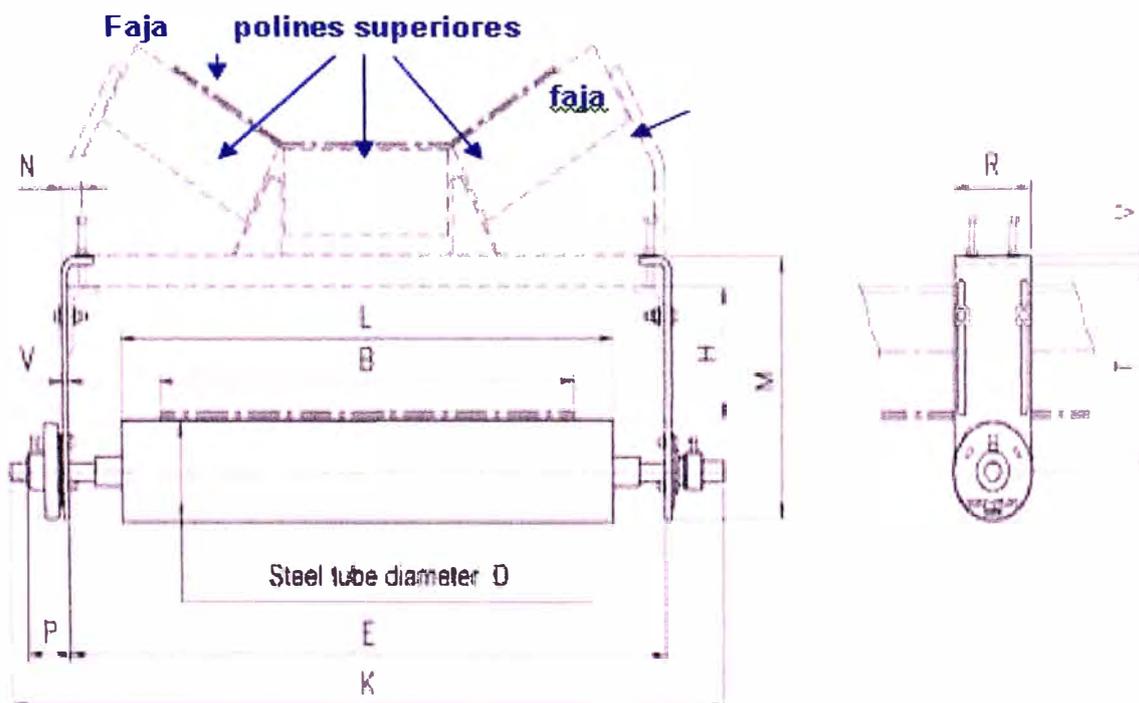
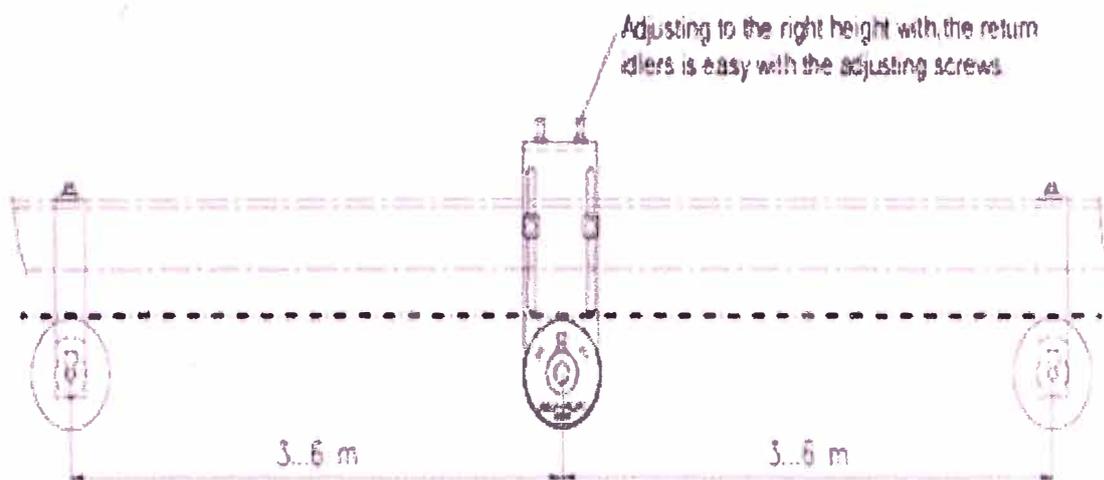


Fig. 4.3 Componentes de una faja transportadora



### Polea de cabeza

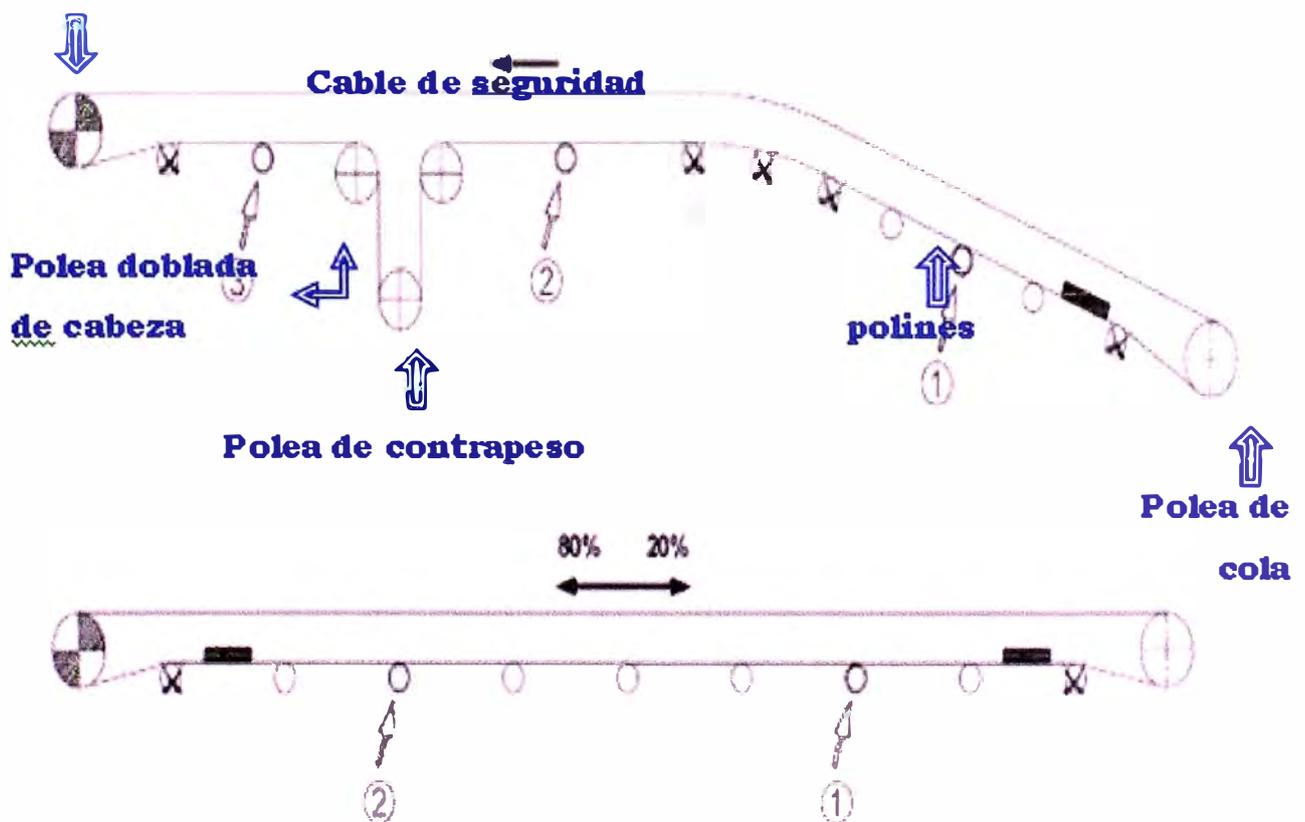


Fig. 4.4 Componentes de una faja transportadora

### **4.3.3 Características principales de los materiales a transportar.**

- **Peso específico a granel**

Relaciona el peso en Toneladas métricas con el volumen en metros cúbicos del material, tal como es alimentado en las fajas transportadoras, se expresa en  $T/m^3$ .

- **Tamaño.**

El tamaño del trozo de material se define por la mayor dimensión del paralelepípedo en el cual pueda inscribirse.

- **Forma.**

En general se pueden clasificar de aristas redondeadas, agudas y entrelazadas.

- **Fluidez.**

Como definición de fluidez, C.E.M.A. da la siguiente:

“Propiedad de los materiales a granel, caracterizada por la libertad de la partícula o grupo de ellas para moverse libremente, cuando el material se pone en movimiento por la fuerza de gravedad u otra cualquiera”

- **Cohesión**

Puede decirse que la cohesión es la inversa de la fluidez, cuanto mayor es esta, menor es la cohesión. Se mide generalmente por el ángulo de reposo; este ángulo es el formado con la horizontal, por la generatriz del cono que se forma al verter el material desde una cierta altura.

Relacionado con el ángulo de reposo, (que por naturaleza es un ángulo estático), está el ángulo de sobrecarga que es un ángulo de reposo dinámico; este es el que se forma en el perfil transversal

de las fajas cargadas, y generalmente es igual al ángulo de reposo menos un ángulo variable entre  $5^\circ$  y  $20^\circ$ .

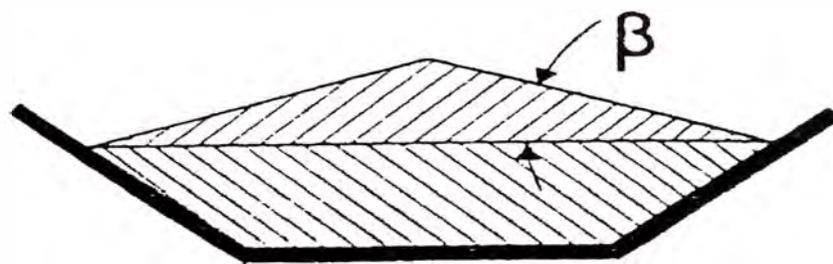


Fig. 4.5 Ángulo de reposo

En la tabla 4.3 se han indicado las calificaciones de fluidez, ángulo de reposo y ángulo de sobrecarga, este último referido a materiales situados sobre bandas con rodillos en terna.

TABLA 4.3 Calificaciones de fluidez

FLUIDEZ EN FUNCION DE LOS ANGULOS DE REPOSO Y SOBRECARGA			
FLUIDEZ	Ang. de reposo	Ang. de sobrecarga	PROPIEDADES GENERALES
<b>Muy Buena</b>	$0^\circ$ - $20^\circ$	$5^\circ$	Forma uniforme y redondeada tamaños muy pequeños, tales como arena silicea y cemento
<b>Buena</b>	$20^\circ$ - $30^\circ$	$10^\circ$	Forma uniforme y redondeada tamaño pequeño, tales como cereales y leguminosas.
<b>Normal</b>	$30^\circ$ - $40^\circ$	$20^\circ$ - $25^\circ$	Formas irregulares, granulares, de pesos medios, tales como carbones, piedra caliza, arcilla, minerales
<b>Mala</b>	$40^\circ$ - $45^\circ$	$30^\circ$	Formas irregulares, fibrosas, que se entretejen, tales como virutas, bagazo

#### **4.3.4 Elección de velocidades y anchos de bandas.**

En general interesa que las velocidades sean las mayores posibles, pues de esta forma los anchos de banda serán más pequeños, con la consiguiente economía, pero se deben tener en cuenta otros aspectos que la limitan como:

- **Fluidez.-** En la mayoría de casos, los materiales fluidos son pulverulentos y no deben transportarse a grandes velocidades por el riesgo de producción de polvo.
- **Abrasividad.-** Los materiales abrasivos tienen aristas agudas, por tanto sus velocidades tampoco deben ser grandes por el riesgo de producir cortes en la banda.
- **Tamaño.-** También limita la velocidad, pues los trozos grandes, y por tanto pesados, producen un gran impacto sobre la banda y debilitan el tejido de la misma.

Siendo de muy difícil valoración todas estas circunstancias, las relaciones de la velocidad con ellas son empíricas.

La tabla 4.4 muestra las velocidades y anchos de banda en función de las propiedades citadas de los materiales.

**TABLA 4.4 Velocidades máximas en Fajas**

<b>VELOCIDADES MAXIMAS EN FAJAS TRANSPORTADORAS</b>		
<b>EN FUNCION DEL MATERIAL A TRANSPORTAR</b>		
<b>MATERIAL A TRANSPORTAR</b>	<b>ANCHO DE</b>	<b>VELOCIDAD</b>
	<b>FAJA (mm)</b>	<b>MAXIMA (m/s)</b>
Granos y otros materiales que fluyen bien y no son abrasivos	500	2,62
	650-800	3,35
	1000-1200	4,19
	1400-2400	5,24
Carbón, arcilla compactada, minerales blandos y tierras, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	2,09
	650-1000	3,35
	1200-1600	4,19
	1800-2400	5,24
Minerales con aristas vivas, duros y pesados, piedras trituradas de pequeño tamaño	500	1,68
	650-800	2,09
	1000-2400	3,35
Arena de fundición preparada o apelmazada	Cualquier ancho	1,05-1,68
Materiales no abrasivos (Productos de origen vegetal, fertilizantes)	Cualquier ancho	1,31-2,09
Bandas extractoras, planas o en artesa, con materiales finos no abrasivos o medianamente abrasivos (de silos o tolvas)	Cualquier ancho	0,3-0,6

#### **4.3.5 Clasificación de las bandas según la norma UNE**

La norma UNE 18025 clasifica y distingue las bandas, según las características siguientes:

- El ancho, expresado en milímetros
- La calidad de los recubrimientos, expresada en grado A, B, o C, según la norma UNE 18052.
- La calidad del tejido, expresada por L, LS o P, según norma UNE 18052

- El espesor del recubrimiento superior, expresado en décimas de milímetro.
- El espesor del recubrimiento inferior, expresado en décimas de milímetro.
- El desarrollo o longitud de la banda, expresada en metros.

Por otra parte, la norma UNE-EN ISO 14890 especifica como se deben denominar las cintas transportadoras con recubrimientos de caucho y/o plásticos de núcleo textil para uso general sobre rodillos en plano o artesa:

- Referencia de la norma europea, es decir EN ISO 14890
- La longitud requerida en metros
- La anchura requerida en milímetros
- El tipo de fibra de la carcasa, en direcciones de la cadena y de la trama.
- La resistencia a la tracción en N/mm del espesor completo de la anchura de la cinta.
- El número de capas o tipo de cinta
- Espesor superior del recubrimiento en milímetros
- Espesor inferior del recubrimiento en milímetros
- Clasificación del recubrimiento, donde sea apropiado
- Categoría de seguridad de acuerdo con la norma EN 12882

#### **4.3.6 Cálculo de la capacidad de transporte de la faja.**

Un parámetro importante de las fajas transportadoras es la capacidad de transporte de material a granel que puedan transportar expresada en toneladas por hora.

La capacidad de transporte está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 3600 \times V \times A \times Pe \quad (\text{T/h})$$

Dónde :

- $V =$  Velocidad de la banda (m/s)
- $A =$  Sección transversal del material sobre la banda (m<sup>2</sup>)
- $Pe =$  densidad del material (T/m<sup>3</sup>)

#### **4.3.7 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz.**

La fuerza de accionamiento en el tambor motriz, está dada por la siguiente expresión:

$$Fa = Fh + Fn \quad (\text{kg}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dónde:

- $Fn =$  Resistencias secundarias
- $Fh =$  Resistencias principales
- $Fh = f \times lc \times (q_{RO} + q_{RU} + (2 \times q_B + q_G) \times \text{Cos } d) \quad (\text{kg}) \quad \dots\dots\dots (2)$

Dónde:

- $f = 0.02$
- $lc =$  Longitud corregida de faja
- $q_{RO} =$  Peso de rodillos superiores por metro lineal
- $q_{RU} =$  Peso de rodillos inferiores por metro lineal
- $q_B =$  Peso de la banda por metro lineal
- $q_G =$  Peso de material transportado por metro lineal
- $\text{Cos } d =$  Coseno del ángulo de inclinación del transportador.

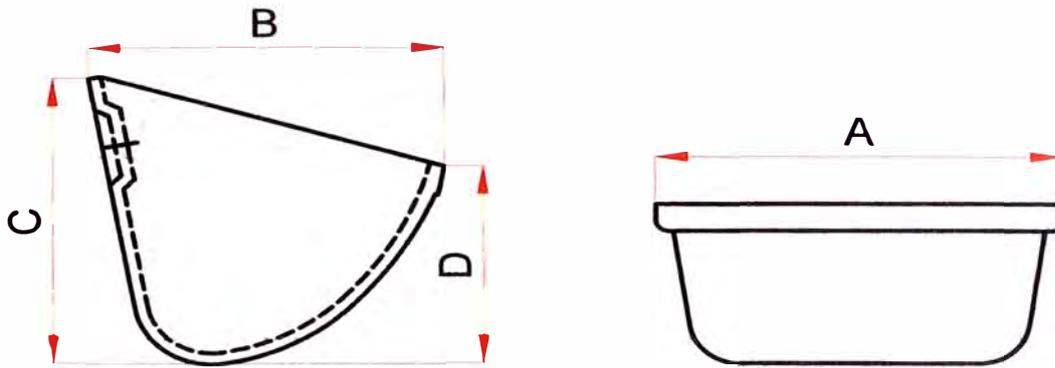
#### **4.4 ELEVADORES DE CANGILONES**

Un elevador de cangilones es el mecanismo más empleado para el transporte vertical de materiales a granel, secos, húmedos e incluso líquidos.

#### **4.4.1 Elementos de un elevador de cangilones**

Los elementos más importantes que constituyen un elevador de cangilones son:

- El cangilón : Es el recipiente encargado del transporte del material. El tamaño y perfil de los cangilones están normalizados. Las medidas que definen un cangilón son principalmente el largo (A), la proyección (B), la profundidad (C), la altura hasta el labio frontal (D) y el espesor (T), Ver Fig. N° 4.6
- El órgano tractor: Los cangilones van montados sobre un órgano tractor que es el encargado de transmitir el movimiento proporcionado por el tambor de accionamiento. En los elevadores de cangilones, el órgano tractor puede ser de banda o de cadena.
- Cabeza: Es el elemento situado en la parte superior del elevador y tiene por objeto soportar el peso del motor, el tambor de accionamiento y la transmisión. El sistema motriz, situado en la cabeza, incorpora un sistema antirretorno que impide que al producirse una parada, los cangilones llenos de material retornen y descarguen sobre la bota.
- Bota: Es el elemento situado en la parte inferior del elevador. La carga del material se realiza en la bota a través de una tolva de carga.



- A: Largo  
 B: proyección  
 C: Profundidad  
 D: Altura  
 T: Espesor

Fig. 4.6 Nomenclatura de un cangilón

#### 4.4.2 Peso del material transportado por un cangilón.

El peso del material transportado por un cangilón es :

$$P_c = i \times d \times j \quad (\text{kg})$$

Dónde:

- $i$  = Volumen del cangilón (L)
- $d$  = densidad de la carga a granel (kg/L)
- $j$  = coeficiente de relleno del cangilón (0.6 a 0.9)

#### 4.4.3 Capacidad de transporte de un elevador de cangilones.

La capacidad de transporte de un elevador de cangilones será:

$$Q = 3.6 \times P_c \times v/S \quad (\text{T/h})$$

Dónde:

- $P_c$  = peso transportado por un cangilón (kg)
- $v$  = velocidad de desplazamiento (m/s)
- $S$  = separación entre cangilones (m)

#### **4.4.4 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz.**

Para que el tambor de accionamiento pueda mover la banda es necesario que genere una fuerza dada por la siguiente expresión:

$$F_a = Q \times (H + H_o) / (3.6 \times v) \text{ (kg)}$$

Dónde:

- Q= capacidad de transporte (T/h)
- H= altura de elevación (m)
- H<sub>o</sub>=altura ficticia añadida (m)
- V= velocidad (m/s)

#### **4.4.5 Potencia de accionamiento en el tambor motriz.**

La potencia de accionamiento en el tambor motriz está dada por:

$$P_a = F_a \times v / 76 \text{ (HP)}$$

Dónde:

- F<sub>a</sub>= fuerza de accionamiento (kg)
- v= velocidad (m/s)

# **CAPÍTULO 5**

## **DESARROLLO DE LA SOLUCION DEL PROBLEMA**

### **5.1 ENSAMBLE DEL SISTEMA PROPUESTO**

El ensamble del sistema se muestra en la sección planos, plano N° 01

### **5.2 DIAGRAMA DE MEDIOS-FINES**

Con la finalidad de tener una estructura coherente en el desarrollo del informe y lograr el objetivo principal, se ha realizado una correlación entre los medios y los fines, cuyo diagrama se muestra en la figura 5.1

### **5.3 CONFIGURACIÓN DE LA TOLVA DE RECOLECCIÓN**

De acuerdo a como lo muestra el diagrama de medios-fines, esta tolva está identificada como el componente N° 1 del sistema propuesto.

#### **5.3.1 Cantidad de granalla que se captará en la tolva en un turno de 8 horas al día**

Considerando el caso crítico cuando se opera con 02 boquillas en la cabina para granallado, se tiene un consumo total de 448 kg/h

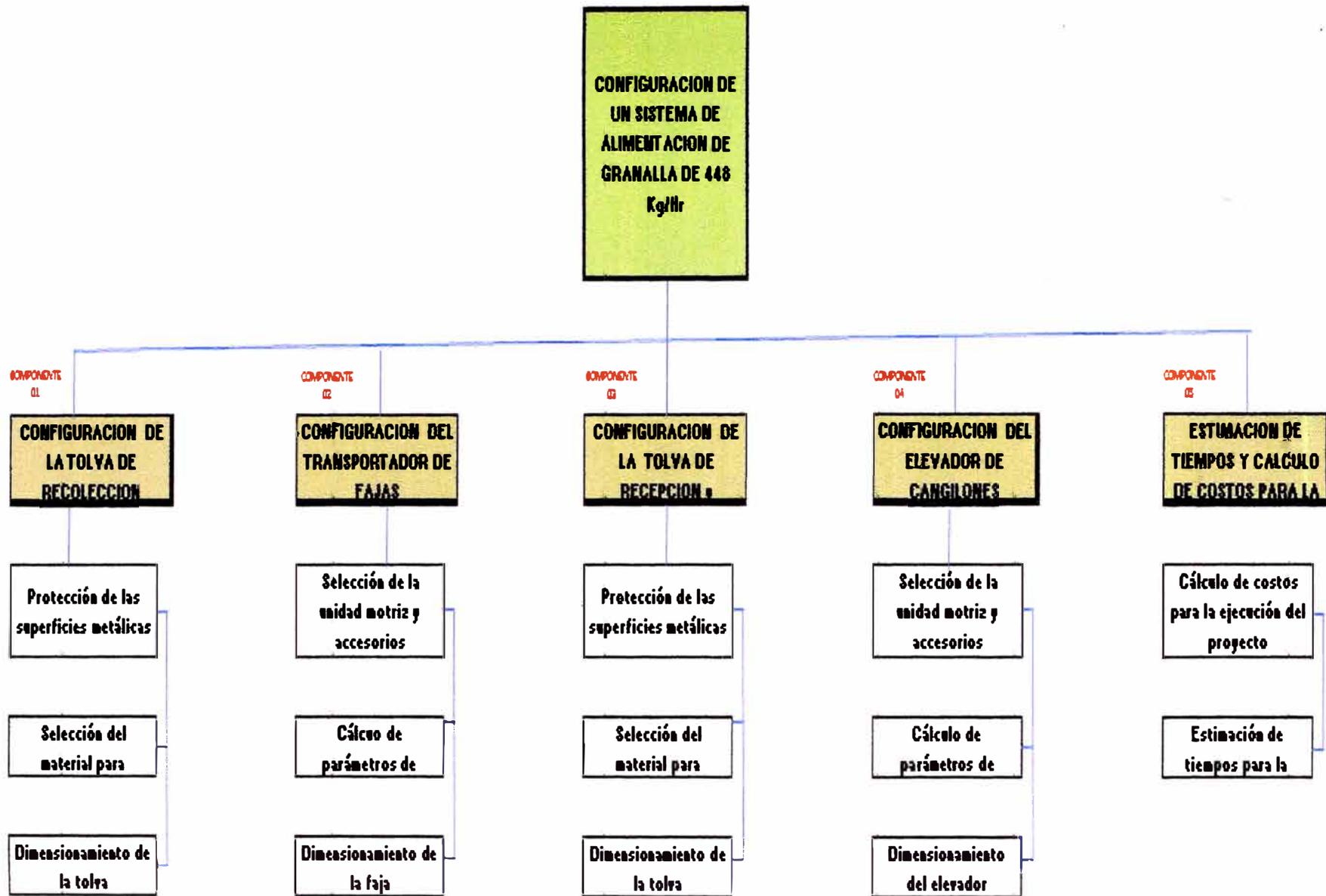


Fig. 5.1 Diagrama de medios / fines

Con este consumo horario, en una jornada diaria de 8 horas se habrá depositado sobre la tolva un total de  $8 \times 448 = 3584$  kilogramos de granalla.

### **5.3.2 Dimensionamiento de la Tolva**

La mayor parte de la geometría de esta tolva está determinada por las dimensiones de la cabina de granallado (existente) y el ancho de la faja transportadora.

Las dimensiones intermedias estarán condicionadas principalmente por la pendiente adecuada que deben tener las paredes laterales de la tolva para que las granallas captadas fluyan sobre la faja transportadora.

La pendiente requerida debe ser mayor que el ángulo de reposo, para asegurar que las granallas fluyan por la acción de la fuerza de la gravedad hacia la faja transportadora.

Se tiene como dato teórico que el ángulo de reposo para este tipo de materiales es de  $39^\circ$ , por lo que hemos asumido que las paredes laterales de la tolva tengan un ángulo mínimo de inclinación de  $45^\circ$ .

### **5.3.3 Selección del material para fabricar la tolva.**

Se ha seleccionado como material para fabricar esta tolva, plancha metálica de acero estructural A-36 de 6.0mm de espesor y reforzamiento de sus paredes laterales con perfiles de ángulo  $\frac{1}{4}'' \times 2''$ .

Las planchas metálicas y los ángulos de refuerzo serán unidos entre sí mediante proceso de soldadura eléctrica, recomendándose el proceso GMAW (Soldadura por arco eléctrico con protección de gas argón más dióxido de carbono) por tener mayor velocidad de avance, menor aporte de calor, mejor acabado del cordón, menor desperdicio de material de aporte que el tradicional proceso SWAW (Soldadura por arco eléctrico manual).

Para realizar los procesos de soldadura tendremos como marco de referencia la norma AWS D1.1

En el Apéndice, se muestra el procedimiento de soldadura (WPS) a utilizar en las uniones soldadas.

Este WPS es para el proceso GMAW, y está identificado como WPS-SIME-18.

#### **5.3.4 Protección anticorrosiva de las superficies de la tolva**

Se ha considerado proteger las superficies de la tolva mediante lo siguiente:

- Limpieza por granallado según SP10
- Aplicación de base epóxica de 3 mils
- Aplicación de acabado epóxico de 6 mils

Con las consideraciones expuestas se ha llegado a plasmar el plano de fabricación de la tolva (Plano N° IS-TR-02) que se muestra en la sección planos, con lo cual se tiene el entregable del componente N° 1.

### **5.4 CONFIGURACIÓN DEL TRANSPORTADOR DE FAJAS**

Como se ha mostrado en el diagrama de medios-fines, el transportador de fajas ha sido identificado como el componente N° 2 del sistema propuesto.

#### **5.4.1 Régimen de funcionamiento del transportador**

En el capítulo anterior se mostró que la cantidad de granalla que se genera en el proceso es de 448 kg/h

En nuestro sistema propuesto se ha considerado que el transportador arranque cada media hora, operando el tiempo que demore en recorrer la longitud total del transportador, llevando la granalla generada en media hora de trabajo que es de 224 kilogramos al siguiente componente que es la tolva de recepción y dosificación.

El horario de trabajo establecido en la planta de granallado es de 7:00a.m a 11:00am y de 12:00 m a 4:00 p.m. En este horario de trabajo del proceso de granallado la faja arrancará 16 veces al día según el horario siguiente : 7:30 am, 8:00 am, 8:30 am, 9:00 am, 9:30 am, 10:00 am, 10:30 am, 11:00 am, 12:30 pm, 1:00 pm, 1:30 pm, 2:00 pm, 2:30 pm, 3:00 pm, 3:30 pm, 4:00 pm.

La cantidad de granalla transportada será de  $16 \times 224 = 3584$  kg/día

#### **5.4.2 Dimensionamiento de la faja.**

La longitud total del transportador está determinada por la tolva de recolección y es de 11.14 m.

El ancho de banda a utilizar será de 500 mm.

Se utilizará la disposición de rodillos superiores en artesa (terna de rodillos), considerando un ángulo de terna de  $35^\circ$

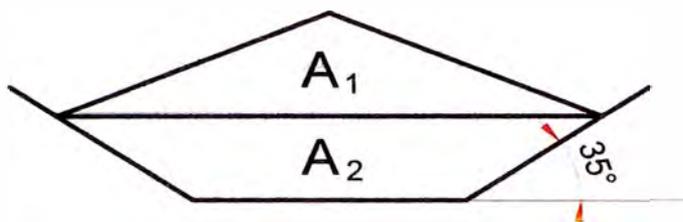
#### **5.4.3 Sección transversal promedio de granalla.**

Teniendo en cuenta que el transportador arranca cada media hora, la cantidad de granalla depositada sobre la banda será de 224 kg. Como el peso específico de la granalla es de  $2700 \text{ kg/m}^3$  el volumen de granalla será de  $0.082963 \text{ m}^3$ .

Entonces la sección transversal promedio en toda la longitud de la banda será de  $0.00744730 \text{ m}^2$ .

#### **5.4.4 Sección transversal máxima de granalla .**

Como se observa en la figura N° 5.2, el área máxima se obtendrá sumando las áreas 1 y 2, siendo de  $0.0485658 \text{ m}^2$ .



$$A_1 = 0.0293125 \text{ m}^2$$

$$A_2 = 0.0192533 \text{ m}^2$$

$$A \text{ total (máxima)} = A_1 + A_2 = 0.0485658 \text{ m}^2$$

Fig. 5.2 Sección transversal máxima

#### 5.4.5 Ventajas de la sección transversal máxima.

Se ha calculado que el área promedio de material sobre la banda es de  $0.00744730 \text{ m}^2$  y el área máxima es de  $0.0485658 \text{ m}^2$ , que es muy importante porque asegura que se pueda capturar en algunos puntos mayor material que el promedio calculado, principalmente porque en el proceso de granallado las descargas de granalla no son uniformes a lo largo de toda la banda.

#### 5.4.6 Cálculo de la capacidad de transporte.

Un parámetro importante de las fajas transportadoras es la capacidad de transporte de material a granel que puedan transportar expresada en T/h.

Para el tipo de material a transportar, la velocidad recomendada de la banda es de 0.3 a 0.6 m/s.

En nuestro caso la velocidad de la banda será de 0.327 m/s.

La capacidad de transporte está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 3600 \times V \times A \times P_e$$

Dónde:

- $Q$  = Capacidad de transporte (T/h)
- $V$  = Velocidad de la banda = 0.327 m/s
- $A$  = Sección transversal promedio del material sobre la banda
- $A = 0.00744730 \text{ m}^2$
- $Pe$  = Peso específico de granalla = 2.7 T/m<sup>3</sup>

Reemplazando estos valores en la fórmula, se tendrá que la capacidad de transporte de la faja es de 23.67 T/h.

#### 5.4.7 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz

La fuerza de accionamiento en el tambor motriz, está dada por la siguiente expresión:

$$F_a = F_h + F_n \quad (\text{kg}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dónde:

- $F_n$  = Resistencias secundarias
- $F_h$  = Resistencias principales
- $F_h = f \times l_c \times (q_{RO} + q_{RU} + (2 \times q_B + q_G) \times \text{Cos } d) \quad (\text{kg}) \quad \dots\dots\dots (2)$

Dónde:

- $f = 0.02$
- $l_c$  = Longitud corregida de faja
- $l_c = 3.2 \times 2 \times 10.883 = 69.65 \text{ m}$
- $q_{RO}$  = Peso de rodillos superiores por metro lineal = 9 kg/m
- $q_{RU}$  = Peso de rodillos inferiores por metro lineal = 1.6 kg/m
- $q_B$  = Peso de la banda por metro lineal = 7.6 kg/m
- $q_G$  = Peso de material transportado por metro lineal
- $q_G = Q / (3.6 \times v) = 23.67 / (3.6 \times 0.327) = 20.11 \text{ kg/m}$
- $\text{Cos } d$  = Coseno del ángulo de inclinación del transportador.
- $\text{Cos } 0^\circ = 1$

Reemplazando en la expresión (2) se tiene que las resistencias principales  $F_h$  se han calculado en 63.95 kg. En nuestro caso se considerará las resistencias secundarias  $F_h$  iguales a las resistencias principales  $F_h$ , por lo que reemplazando en la expresión (1) se obtiene que la fuerza de accionamiento ( $F_a$ ) en el tambor motriz será de 127.9 kg.

#### **5.4.8 Potencia de accionamiento y Potencia nominal en el tambor motriz**

La potencia de accionamiento en el tambor motriz está dada por :

$$P_a = F_a \times v / 76 \text{ (HP)}$$

Dónde:

$$F_a = \text{Fuerza de accionamiento} = 127.9 \text{ kg}$$

$$V = \text{Velocidad de la faja} = 0.327 \text{ m/s}$$

Entonces se tendrá que la potencia de accionamiento en el tambor motriz es de 0.55 Hp.

Considerando un factor de servicio de 1.25 , la Potencia nominal será de 0.69 Hp.

#### **5.4.9 Selección del tambor motriz**

Según valores normalizados de acuerdo a DIN 22101, se ha seleccionado el diámetro exterior del tambor motriz igual a 250mm.

Sabiendo que la velocidad tangencial del tambor es igual a la velocidad de la banda = 0.327 m/s , y que el radio del tambor motriz es de 0.125 metros , se calcula que la velocidad angular del tambor motriz es de 25 RPM

Asimismo la velocidad en la entrada del reductor es de 1750 RPM, y teniendo en cuenta que la velocidad angular del tambor motriz es de 25 RPM, se calcula que la reducción es de 70.

#### **5.4.10 Cálculo del Torque Nominal**

El torque nominal está dado por la siguiente expresión:

- $\text{Pot Nominal (HP)} = \text{T Nominal (lb -pulg)} \times \text{N (RPM)}/63025$

Con los valores calculados, de Pot Nominal= 0.69 HP y N=25 RPM, reemplazando en la expresión anterior se tiene que el Torque Nominal = 1739.49 lb-pulg.

#### **5.4.11 Selección del reductor de velocidad**

Con los valores calculados anteriormente, seleccionamos el reductor de velocidad tipo sin fin corona marca "Hampton" (Ver Apéndice).

Ratio= 70, velocidad máxima al ingreso 1800 RPM, torque máximo a la salida 2790 lb-pulg , Tamaño 100, 3 15/16" distancia entre centros, Potencia máxima a la salida=1.21 HP, Eficiencia= 63%

#### **5.4.12 Selección del motor eléctrico**

La Potencia del motor está dada por la siguiente expresión:

- $\text{Pot (Motor)} = \text{Pot Nominal}/ (\text{Ef. Reductor} \times \text{Ef acoplamiento})$

Con los valores calculados, de Pot(Nom)= 0.69 HP , eficiencia del reductor =0.63 , eficiencia del acoplamiento=0.95, se obtiene que la potencia del motor es de 1.15 HP.

Por lo tanto el motor eléctrico seleccionado es trifásico de 1.5 HP, 1750 RPM.

#### **5.4.13 Flujo de masa que transportará la faja en cada arranque**

La capacidad de transporte de la faja se calculó como 23.67 T/h que es igual a 6.58 Kg/s.

Es decir la faja descargará sobre la tolva de recepción y dosificación en cada arranque, un flujo de masa de granalla 6.58 kg/s

#### **5.4.14 Tiempo de operación de la faja en cada arranque**

La cantidad de granalla a descargar sobre la tolva de recepción y dosificación en cada arranque será de 224 kg.

En el paso anterior se calculó que la descarga se realiza a razón de 6.58 kg/s por lo que el tiempo de operación del transportador de fajas en cada arranque será de en cada descarga será de 34 s.

Con los cálculos mostrados, las recomendaciones y demás consideraciones se tiene el plano de fabricación (Plano N° IS-FT- 03) del transportador de fajas, que corresponde al entregable del componente N° 2 que se muestra en la sección planos.

### **5.5 CONFIGURACIÓN DE LA TOLVA DE RECEPCIÓN Y DOSIFICACIÓN**

De acuerdo a lo mostrado en el diagrama de medios-fines, la tolva de recepción y dosificación ha sido identificada como el componente N° 3 del sistema propuesto.

#### **5.5.1 Régimen de funcionamiento de la tolva.**

En el capítulo anterior se observó que cada media hora el transportador de fajas deposita sobre esta tolva la cantidad de 224 kg de granalla.

Para nuestro caso se ha considerado que esta tolva recibe cuatro descargas de granalla del transportador de fajas que equivale a haber almacenado en la tolva la cantidad de  $4 \times 224 = 896$  kg de granalla en un tiempo acumulado de 2 h.

Entonces está determinado que cada dos horas, esta tolva descargará sobre el siguiente componente que es el elevador de cangilones la cantidad de 896 kg de granalla.

Teniendo en cuenta que el peso específico de la granalla es de 2700 kg/m<sup>3</sup>, el volumen de granalla depositado sobre esta tolva será de 0.332 m<sup>3</sup>.

Como el horario establecido en la planta de granallado es de 7:00 am a 11:00 am y de 1:00 pm a 4:00 pm; en este horario la tolva de recepción y dosificación realizará 04 descargas sincronizadas sobre el elevador de cangilones de acuerdo al siguiente horario: 9:00 am, 11:00 am, 2:00 pm, y 4:00 pm.

La cantidad total de granalla depositada sobre el elevador de cangilones será de  $4 \times 896 = 3584$  kg/día.

### **5.5.2 Dimensionamiento de la tolva**

La geometría de la tolva es piramidal invertida, con suficiente área en su parte superior para capturar la granalla proveniente del transportador de fajas.

La capacidad (en volumen de la tolva) es de 0.5m<sup>3</sup>, que es mayor que el depositado por el transportador de fajas (que es de 0.332m<sup>3</sup>) suficiente para operar sin problemas y realizar las 04 descargas previstas al día sobre el elevador de cangilones.

### **5.5.3 Selección del material para fabricar la tolva**

Se ha seleccionado como material para fabricar esta tolva, plancha metálica de acero estructural A-36 de 6.0mm de espesor, y reforzamiento en sus paredes laterales con perfiles de ángulo ¼" x 2"

Las planchas metálicas y los ángulos serán unidos entre sí mediante proceso de soldadura eléctrica, recomendándose el proceso GMAW por

tener mayor velocidad de avance, menor aporte de calor, mejor acabado del cordón, menor desperdicio de material de aporte que el tradicional proceso SWAW.

Para realizar los procesos de soldadura tendremos como marco de referencia la norma AWS D1.1

En el Apéndice, se muestra el procedimiento de soldadura (WPS) a utilizar en las uniones soldadas.

Este WPS es para el proceso GMAW, y está identificado como WPS-SIME-18.

#### **5.5.4 Protección anticorrosiva de las superficies de la tolva.**

Se ha considerado proteger las superficies de la tolva mediante lo siguiente:

- Limpieza por granallado según SP10
- Aplicación de base epóxica de 3 mils
- Aplicación de acabado epóxico de 6 mils

Con las consideraciones expuestas se ha llegado a plasmar el plano de fabricación de la tolva de recepción y dosificación (Plano N° IS-TRD- 04) que se muestra en la sección Planos, con lo cual se tiene el entregable del componente N° 03.

### **5.6 CONFIGURACIÓN DEL ELEVADOR DE CANGILONES**

De acuerdo a lo mostrado en el diagrama de medios-fines, el elevador de cangilones ha sido identificado como el componente N° 4 del sistema propuesto.

### **5.6.1 Régimen de funcionamiento del elevador**

En el capítulo anterior se observó que cada dos horas la tolva de recepción y dosificación descarga sobre este elevador la cantidad de 896 kilogramos de granalla.

Asimismo como se mostró en el capítulo anterior la descarga de estos 896 kilogramos de granalla es sincronizada con el arranque del elevador, quien operará el tiempo que dura la descarga de la tolva sobre este.

Cabe mencionar que los arranques del elevador estarán sincronizados con las descargas, por lo que el elevador tendrá cuatro arranques diarios transportando un total de  $4 \times 896 = 3584$  kg/día.

### **5.6.2 Dimensionamiento del elevador**

El elevador tendrá una altura de 8.885 metros y un ancho de banda (órgano tractor) de 0.250 metros.

### **5.6.3 Selección del tipo de cangilón a utilizarse**

Por el tipo de material que se va a transportar (granalla). Se utilizará cangilones de polietileno de tamaño 8x5, que tiene las siguientes características:

- Longitud= 207 mm
- Proyección=131mm
- Profundidad=134mm
- Capacidad bruta=1.83 litros

#### **5.6.4 Peso transportado por un cangilón**

El peso transportado por cada cangilón de tamaño 8x5, está dado por :

$$P_c = \frac{2}{3} \times i \times d \text{ (kg)}$$

Dónde:

- $i$  = Volumen del cangilón = 1.83 L
- $d$  = densidad de la granalla = 2.7 kg/L

Reemplazando valores en la expresión anterior, se tiene que el peso que puede transportar cada cangilón es de 3.294 kg.

#### **5.6.5 Tipo de órgano tractor, velocidad de operación y separación entre cangilones.**

Por el tipo de material que se va a transportar, que es de grano pequeño, se considerará utilizar el órgano tractor de banda.

La velocidad de operación de este será de 1.145 m/s (se acepta hasta 2.5 m/s como máximo)

La separación entre cangilones será de 0.3 metros (que está en el rango recomendado de 2 a 3 veces la altura del cangilón que es de 0.134m.

#### **5.6.6 Cálculo de la capacidad de transporte del elevador.**

La capacidad de transporte del elevador está dada por la siguiente expresión:

$$Q = 3.6 \times P_c \times v / S \text{ (T/ h)}$$

Dónde:

- $P_c$  = peso que puede transportar cada cangilón = 3.294 kg
- $v$  = velocidad del elevador = 1.145 m/s
- $S$  = Separación entre cangilones = 0.3 m

Reemplazando valores en la expresión anterior, se tiene que la capacidad de transporte del elevador de cangilones será de 45.26 T/h.

### **5.6.7 Fuerza de accionamiento en el tambor motriz**

La fuerza de accionamiento en el tambor motriz, está dada por la siguiente expresión:

$$F_a = Q \times (H + H_o) / (3.6 \times v) \text{ (kg)}$$

Dónde:

- Q = Capacidad de transporte del elevador = 45.26 T/h
- H = Altura del elevador = 8.885 metros
- H<sub>o</sub> = Altura ficticia = 1.777 metros (Se ha estimado 20 % de la altura)
- V = velocidad del elevador = 1.145 m/s

Reemplazando valores en la expresión anterior, se tiene que la fuerza de accionamiento en el tambor motriz será de 117.07 kg.

### **5.6.8 Potencia de accionamiento y Potencia nominal en el tambor motriz**

La potencia de accionamiento en el tambor motriz está dada por :

$$P_a = F_a \times v / 76 \text{ (HP)}$$

Dónde:

$$F_a = \text{Fuerza de accionamiento} = 117.07 \text{ kg}$$

$$V = \text{Velocidad del elevador} = 1.145 \text{ m/s}$$

Entonces se tendrá que la potencia de accionamiento en el tambor motriz es de 1.764 HP.

Considerando un factor de servicio de 1.25 la Potencia nominal será de 2.205 HP.

### **5.6.9 Selección del tambor motriz**

Según valores normalizados de acuerdo a DIN 22101, se ha seleccionado el diámetro exterior del tambor motriz igual a 250mm.

Sabiendo que la velocidad tangencial del tambor es igual a la velocidad de la banda = 1.145 m/s , y que el radio del tambor motriz es de 0.125 metros , se calcula que la velocidad angular del tambor motriz es de 87.47 RPM

Asimismo la velocidad en la entrada del reductor es de 1750 RPM, y teniendo en cuenta que la velocidad angular del tambor motriz es de 87.47 RPM, dividiendo se calcula que la reducción que debe tener el reductor de velocidad es de 20.

### **5.6.10 Cálculo del Torque Nominal**

El torque nominal está dado por la siguiente expresión:

- $$\text{Pot Nominal (HP)} = \text{T Nominal (lb -pulg)} \times \text{N (RPM)} / 63025$$

Con los valores calculados, de Pot Nominal= 2.205 HP y N=87.47 RPM, reemplazando en la expresión anterior se tiene que el Torque Nominal = 1588.77 lb-pulg.

### **5.6.11 Selección del reductor de velocidad.**

Con los valores calculados anteriormente, seleccionamos el reductor de velocidad tipo sin fin corona marca "Hampton" (Ver apéndice).

Ratio= 20, velocidad máxima al ingreso 1800RPM, torque máximo a la salida 2860 lb-pulg , Tamaño 100, 3 15/16" distancia entre centros, Potencia máxima a la salida=4.09 HP, Eficiencia= 78.5 %

### **5.6.12 Selección del motor eléctrico**

La Potencia del motor está dada por la siguiente expresión:

- $Pot (Motor) = Pot \text{ Nominal} / (Ef. \text{ Reductor} \times Ef \text{ acoplamiento})$

Con los valores calculados, de  $Pot(Nom)= 2.205 \text{ Hp}$  , eficiencia del reductor  $=0.785$ , eficiencia del acoplamiento $=0.95$ , se obtiene que la potencia del motor es de  $2.96 \text{ Hp}$ .

Por lo tanto el motor seleccionado es trifásico de  $3 \text{ HP}$ ,  $1750 \text{ RPM}$

### **5.6.13 Flujo de masa en cada descarga sobre el elevador de cangilones**

La capacidad de transporte del elevador se calculó como  $45.26 \text{ T/h}$  que es igual a  $12.57 \text{ kg/s}$ .

Es decir la tolva de recepción y dosificación descargará la granalla sobre el elevador a razón de  $12.57 \text{ kg/s}$

### **5.6.14 Tiempo de operación del elevador de cangilones en cada descarga**

La cantidad de granalla a descargar sobre el elevador en cada operación es de  $896 \text{ kilogramos}$ .

En el paso anterior se calculó que la descarga se realiza a razón de  $12.57 \text{ kg/s}$  por lo que el tiempo de operación del elevador en cada descarga será de  $71.3 \text{ s}$ .

Con los cálculos mostrados, las recomendaciones y demás consideraciones se tiene el plano de fabricación (Plano N° 05) del elevador de cangilones, que corresponde al entregable del componente N° 04 que se muestra en la sección planos.

## **5.7 VERIFICACIÓN DEL SUMINISTRO DE GRANALLA DE 448 kg/h**

### **5.7.1 Producción actual de granallado con el proceso existente**

En el proceso existente el horario de trabajo es de 7:00 am a 11:00 am y de 12:00m a 5:00 pm

En este horario se realizan las siguientes actividades:

- 7:00 am – 9:00 am: En estas 2 primeras horas se granalla 40 m<sup>2</sup> (el rendimiento de granallado es de 20 m<sup>2</sup>/hora) y se generan 896 kg de granalla.
- 9:00 am – 10:00 am: En esta hora se detiene el granallado y se procede a recoger los 896 kg de granalla en forma manual.
- 10:00 am – 11:00 am: En esta hora se granalla 20 m<sup>2</sup> y se genera 448 kg de granalla.
- 11:00 am – 12:00 m: 1 hora de refrigerio
- 12:00 am – 1:00 pm: Se granalla otros 20 m<sup>2</sup> y se tiene un acumulado de 896 kg de granalla.
- 1:00 pm – 2:00 pm: Se detiene el granallado y se recoge en forma manual los 896 kg de granalla.
- 2:00 pm – 4:00 pm: En estas 2 últimas horas se granallan los 40 m<sup>2</sup> restantes y se generan los restantes 896 kg de granalla.
- 4:00 pm – 5:00 pm. En esta última hora del día solo se procederá a recoger en forma manual los restantes 896 kg de granalla.

En resumen se tiene que al día con el proceso existente se granalla 120m<sup>2</sup> y se alimenta en forma manual al proceso 2688 kg de granalla, que equivale a tener una alimentación de forma manual al proceso existente de 336 kg/h

### **5.7.2 Nueva producción de granallado (incluyendo el sistema propuesto de alimentación de granalla)**

En el proceso propuesto el horario de trabajo es de 7:00 am a 11:00 am y de 12:00m a 4:00 pm

En este horario se realizan las siguientes actividades:

- 7:00 am – 11:00 am: En estas 4 horas se granallan 80m<sup>2</sup>, y se generan 1792 kg de granalla, que serán alimentadas al nuevo proceso mediante el sistema propuesto.
- 11:00 am – 12:00 m: 1 hora de refrigerio.
- 12:00 m - 4:00 pm : En estas 4 horas restantes se granallarán otros 80m<sup>2</sup>, y se generaran nuevamente 1792 kg de granalla , que serán alimentadas al nuevo proceso mediante el sistema propuesto.

En resumen se tiene que al día (se ha considerado un turno de 8 horas al día) con el nuevo sistema propuesto se granallará 160m<sup>2</sup> y se alimentará al nuevo proceso con 3584 kg de granalla, que equivale a una alimentación de 448 kg/h de granalla.

Por lo tanto se ha determinado que la producción pasará de 120m<sup>2</sup> a 160m<sup>2</sup> de granallado cuando se implemente el sistema de alimentación de granalla de 448 kg/h con lo cual se aumentará la producción de granallado en 33.3 %.

## **5.8 Estimado de tiempos y costos para la ejecución del proyecto.**

### **5.8.1 Estimado de tiempo de ejecución del proyecto.**

El tiempo de ejecución estimado de este proyecto, es de 36 días hábiles (no está considerado domingos y feriados). Este tiempo ha sido calculado con ayuda del programa MS Project 2010. (Ver Apéndice)

### **5.8.2 Cálculo de costos del proyecto (Para el sistema propuesto)**

#### **a) COSTO DIRECTO DE LA TOLVA DE RECOLECCION**

Costo de fabricación = \$ 6.00/kg x 1000 kg = \$6000.00

Costo de montaje = \$ 4.00/HH x 96 HH = \$ 384.00

Costo de grúa = \$ 25/h x 8 h = \$ 200.00

Entonces el costo directo de la tolva será:

Costo directo= \$ 6584.00

#### **b) COSTO DIRECTO DEL TRANSPORTADOR DE FAJAS**

Costo de fabricación= \$ 10.00/kg x 400 kg = \$ 4000.00

Costo del sistema motriz = \$ 1000.00

Costo de banda = \$ 1400.00

Costo de montaje = \$ 5.00/h x 120 HH = \$ 600.00

Costo de grúa = \$ 25.00/h x 12 h = \$ 300.00

Entonces el costo directo del transportador de fajas será:

Costo directo = \$ 7300.00

#### **c) COSTO DIRECTO DE LA TOLVA DE RECEPCION Y DOSIFICACION**

Costo de fabricación = \$ 6.00/kg x 200 kg = \$ 1200.00

Costo de electroválvula = \$ 600.00

Costo de montaje = \$ 4.00/HH x 40 HH = \$ 160.00

Costo de grúa = \$ 25.00/h x 4 h = \$ 100.00

Entonces el costo directo de la tolva de recepción y dosificación será:

Costo directo = \$ 2060.00

#### **d) COSTO DIRECTO DEL ELEVADOR DE CANGILONES**

Costo de fabricación = \$ 10.00/kg x 350 kg = \$ 3500.00

Costo del sistema motriz = \$ 1000.00

Costo de banda y cangilones = \$ 1250.00

Costo de montaje = \$ 5.00/HH x 120 HH = \$600.00

Costo de grúa = \$25.00/h x 8 h = \$ 200.00

Entonces el costo directo del elevador de cangilones será:

Costo directo= \$ 6550.00

**e) COSTO DIRECTO DE OBRAS CIVILES**

Costo de excavación = \$16/m<sup>3</sup>x104m<sup>3</sup>= \$1664.00

Costo de eliminación de desmonte= \$8/m<sup>3</sup>x104m<sup>3</sup>= \$832

Encofrado y desencofrado=\$8/m<sup>2</sup>x68m<sup>2</sup>= \$544

Fierro corrugado y acero=\$1/kgx1596 kg= \$1596.00

Concreto armado 210 kg/cm<sup>2</sup>=\$70/m<sup>3</sup>x26m<sup>3</sup>= \$1820.00

Entonces el costo directo de obras civiles será:

Costo directo= \$6456.00

Por lo tanto el costo directo total del sistema propuesto será:

**COSTO DIRECTO TOTAL = \$ 28950.00**

**5.8.2.1 Cálculo de costo unitario de alimentación manual de granalla**

Con el proceso existente se realizan 03 paradas al día, cada parada de 01 hora donde intervienen 08 trabajadores que realizan el traslado y alimentación manual de granalla, por lo que diariamente en esta actividad se emplean 24 HH.

Teniendo en cuenta que el costo horario del personal es de \$2.50/HH, el costo diario que se tiene en esta actividad es de 24 HH x \$ 2.50/ HH = \$60.00 por día.

Se determinó que al día en forma manual se alimenta 2688 kilogramos de granalla, por lo que el costo unitario de alimentación manual de granalla será de

$Cu (\text{Manual}) = 60/2688 = 0.02232443 \text{ \$/kg.}$

#### **5.8.2.2 Cálculo de costo unitario con nuevo sistema de alimentación de granalla**

Con el sistema de alimentación de granalla propuesto, se tendrá un costo diario de \$ 19.7 (que incluye costo de energía y mantenimiento).

Se determinó que al día con este sistema se alimenta 3584 kilogramos de granalla, por lo que el costo unitario de alimentación (con equipos ) de granalla será de

$Cu (\text{Equipos}) = 19.7/3584 = 0.00549665 \text{ \$/kg.}$

#### **5.8.2.3 Ahorro mensual por alimentación de granalla con el nuevo sistema de alimentación**

Comparando los 02 items anteriores se observa una diferencia significativa a favor de implementar el nuevo sistema.

La diferencia en costo unitario será de  $(0.02232443 - 0.00549665) = 0.01682778 \text{ \$/kg.}$

Teniendo en cuenta que al día se alimenta 3584 kilogramos de granalla. Al mes se alimentará  $26 \times 3584 = 93184$  kilogramos de granalla, por lo se tendrá un ahorro mensual de  $93184 \times 0.01682778 = \$1568.1$

#### **5.8.2.4 Recuperación de la inversión**

Para dar viabilidad al proyecto se solicitará a una entidad financiera el monto de los \$28950.00, que deberán ser pagados en 24 cuotas mensuales de \$1568.1, que serán obtenidos del ahorro mensual calculado en el ítem anterior, por lo que la recuperación de la inversión se realizará en 02 años.

Asimismo se tendrán otros beneficios, cuando se implemente este sistema, que mejorará la producción en 33.3%, evitará el impacto a otras

áreas al no utilizar su personal para realizar la actividad de recojo de granalla manualmente, incurriendo en gastos e incomodidades a personal no acostumbrado a realizar estas labores.

## CONCLUSIONES

- 1° Se ha configurado la tolva de recolección
- 2° Se ha configurado el transportador de fajas
- 3° Se ha configurado la tolva de recepción y dosificación
- 4° Se ha configurado el elevador de cangilones
- 5° Los cuatro componentes mencionados en las conclusiones anteriores son compatibles con la cabina de granallado, la tolva y mecanismo de separación de granalla.
- 6° Al configurar el Sistema propuesto, permitirá alimentar granalla a razón de 448 kg/h y aumentar la producción en un 33.3%.
- 7° El costo de la implementación asciende a \$28950.00.
- 8° La fabricación e instalación del sistema propuesto se ha estimado en 36 días hábiles.

## **RECOMENDACIONES**

- 1º Se recomienda iniciar la etapa de implementación práctica basada en el presente informe.
- 2º Se recomienda que lo informado sea transmitido a los directivos de la empresa Cia-SIME SRL para que prioricen la inversión necesaria
- 3º Se recomienda abordar el estudio complementario sobre la operación automatizada del sistema.

## BIBLIOGRAFIA

1. Brandis, A. Transmisiones por Engranajes
2. López Borda, J. López Borda, B. Díaz López,V. Ingeniería del transporte. Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España
3. López Roa, A. Cintas transportadoras. CIE Inversiones Editoriales, Madrid, España
4. Miravete, A . Transportadores y Elevadores. Editorial Reverté SA.

# PLANOS

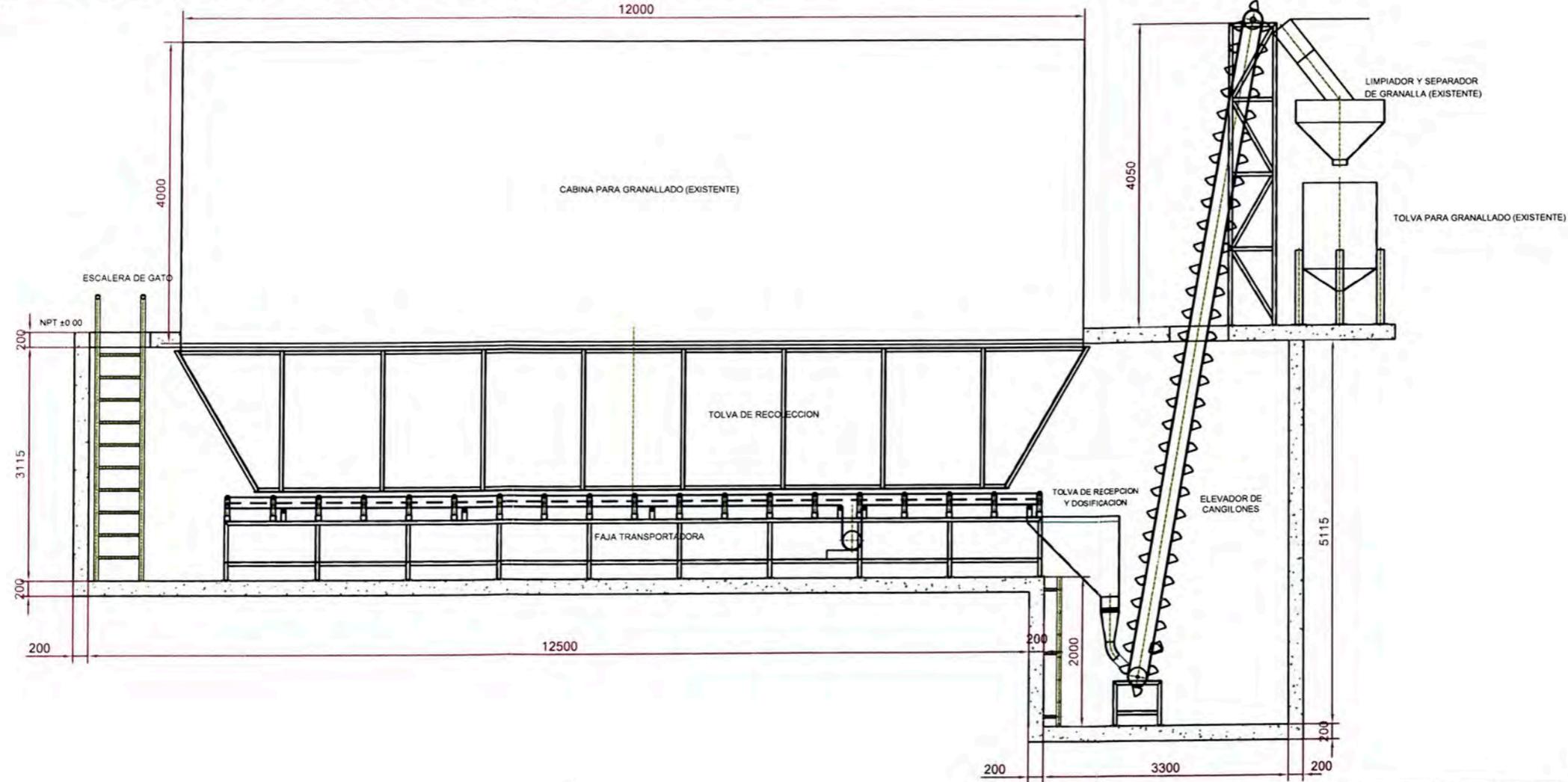
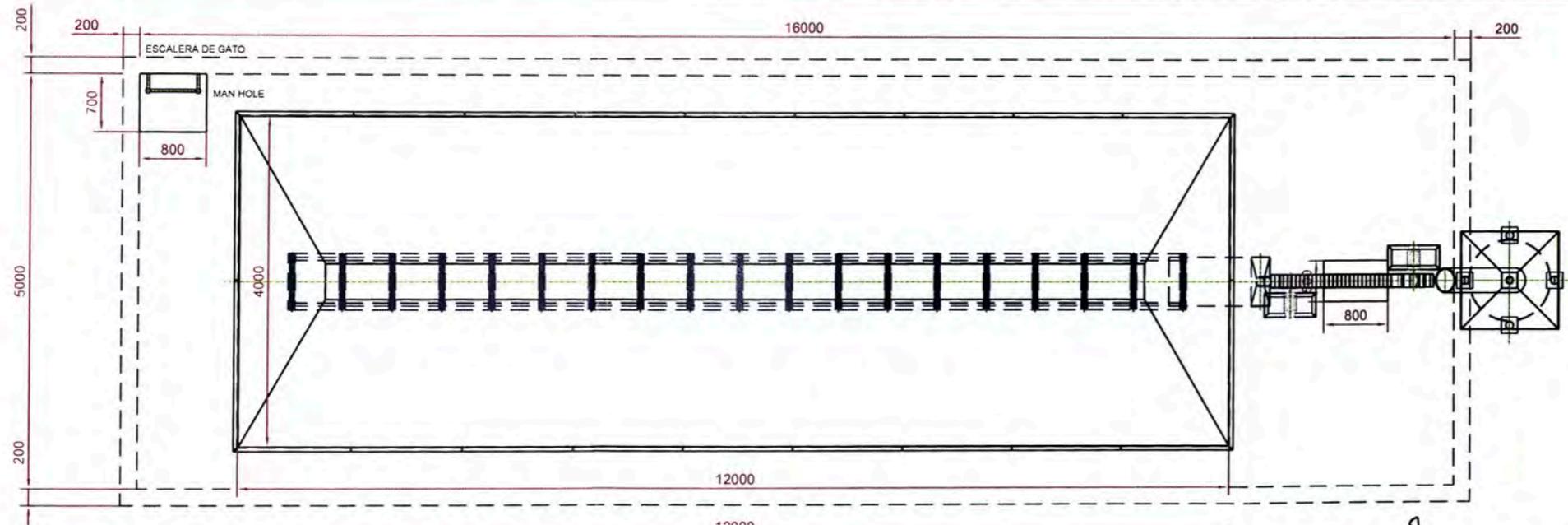
Plano de ensamble. (Plano N° IS-E-01)

Plano de Tolva de recolección. (Plano N° IS-TR-02)

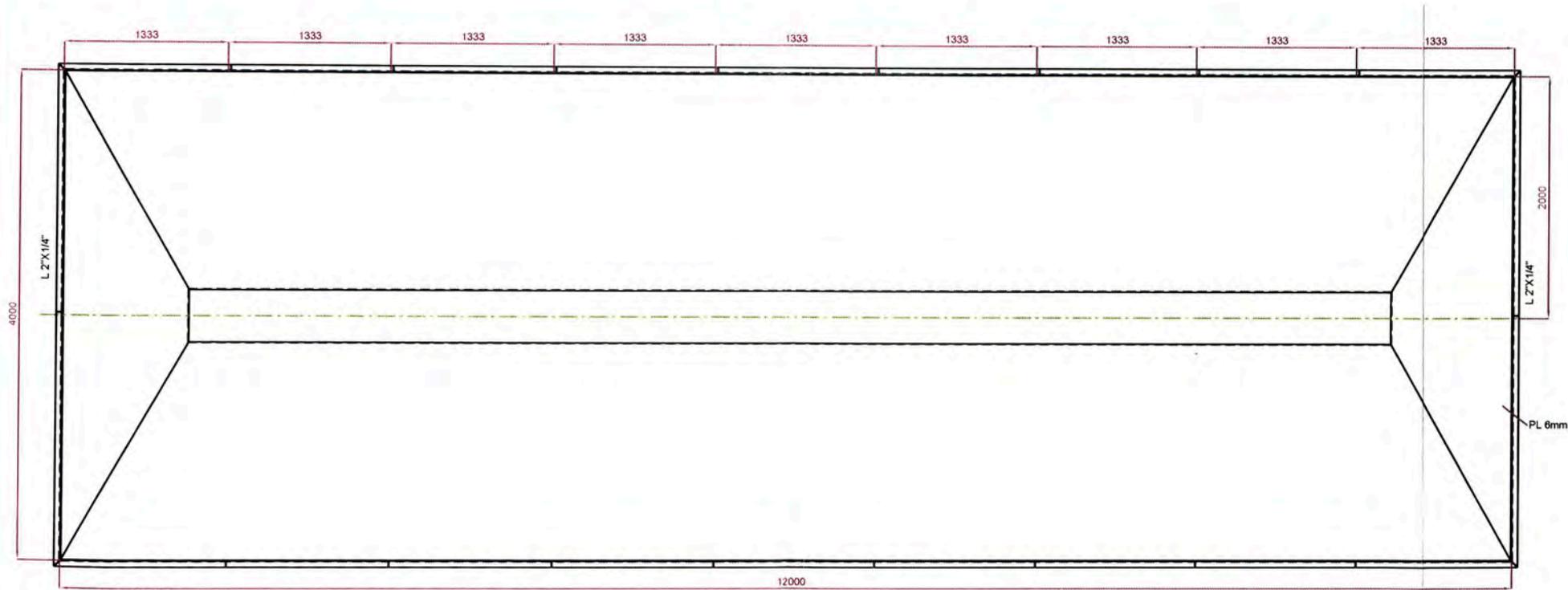
Plano del transportador de fajas (Plano N° IS-TF-03)

Plano de la tolva de recepción y dosificación (Plano N° IS-TRD- 04)

Plano del elevador de cangilones (Plano N° IS-EC-05)



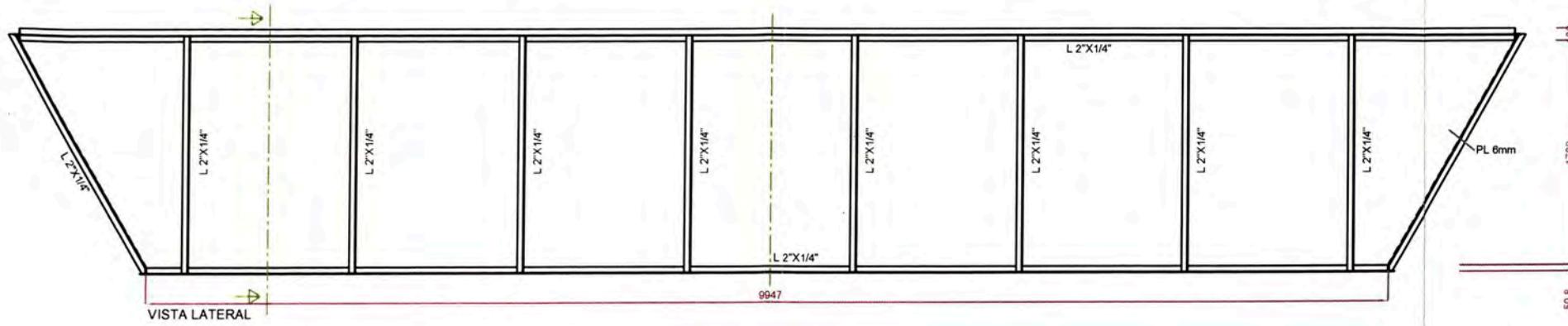
Proyecto		La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.		
Configuración de un sistema de alimentación de granalla de 448 Kg / hr				
		Fecha	Nombre	Área
Designación		Dibujado	U.CH.S.	
		Revisado	J.C.Z.	
		Escala	S/E	
Plano de Ensamble		Nro de plano		
		IS - E - 01		



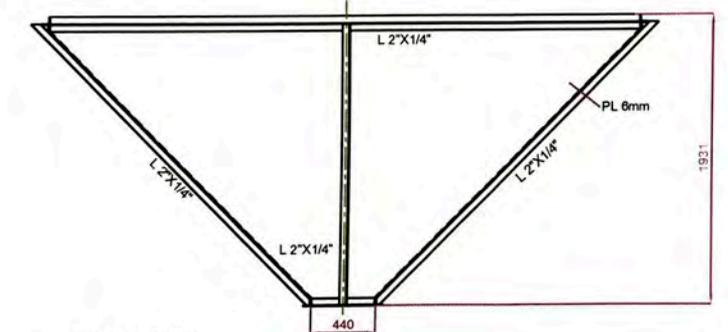
VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMETRICA

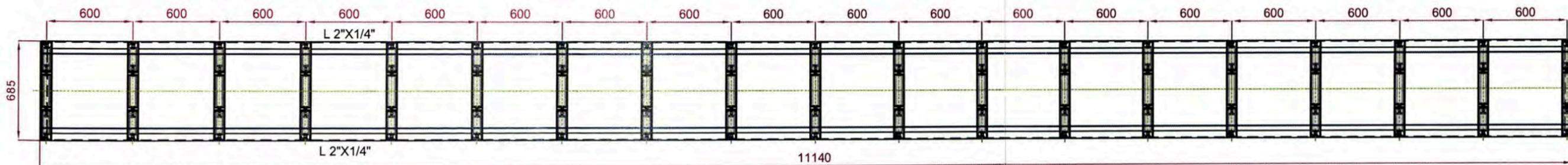


VISTA LATERAL

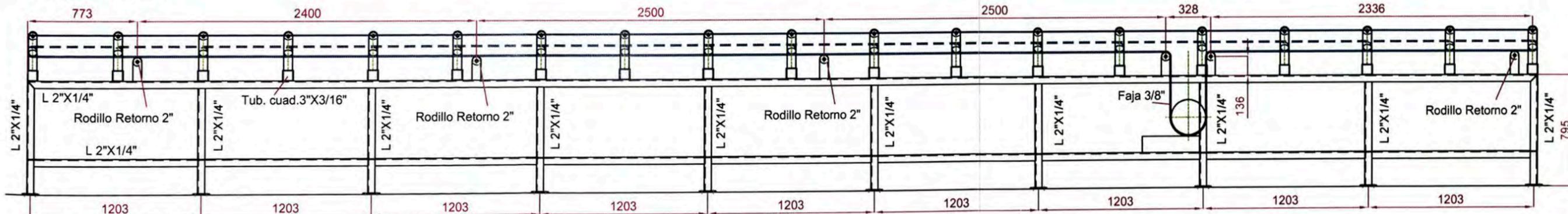


VISTA FRONTAL

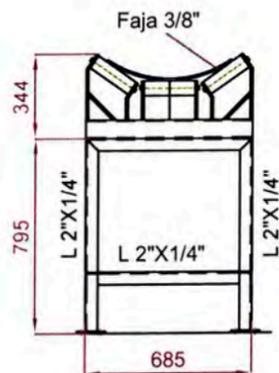
Proyecto	Configuracion de un sistema de alimentacion de granalla de 448 Kg / hr			
	Tolva de Recoleccion			
Designación	La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.			
	Nro de plano			
	Fecha	Nombre	Área	
Dibujado		U.C.H.S.		
Revisado		J.C.Z.		
Escala		S/E		
	IS - TR - 02			



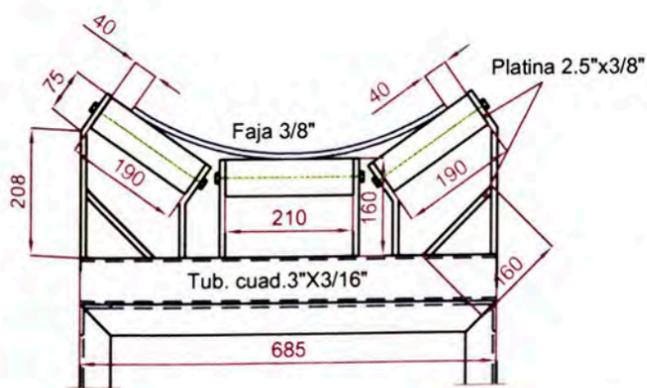
VISTA SUPERIOR



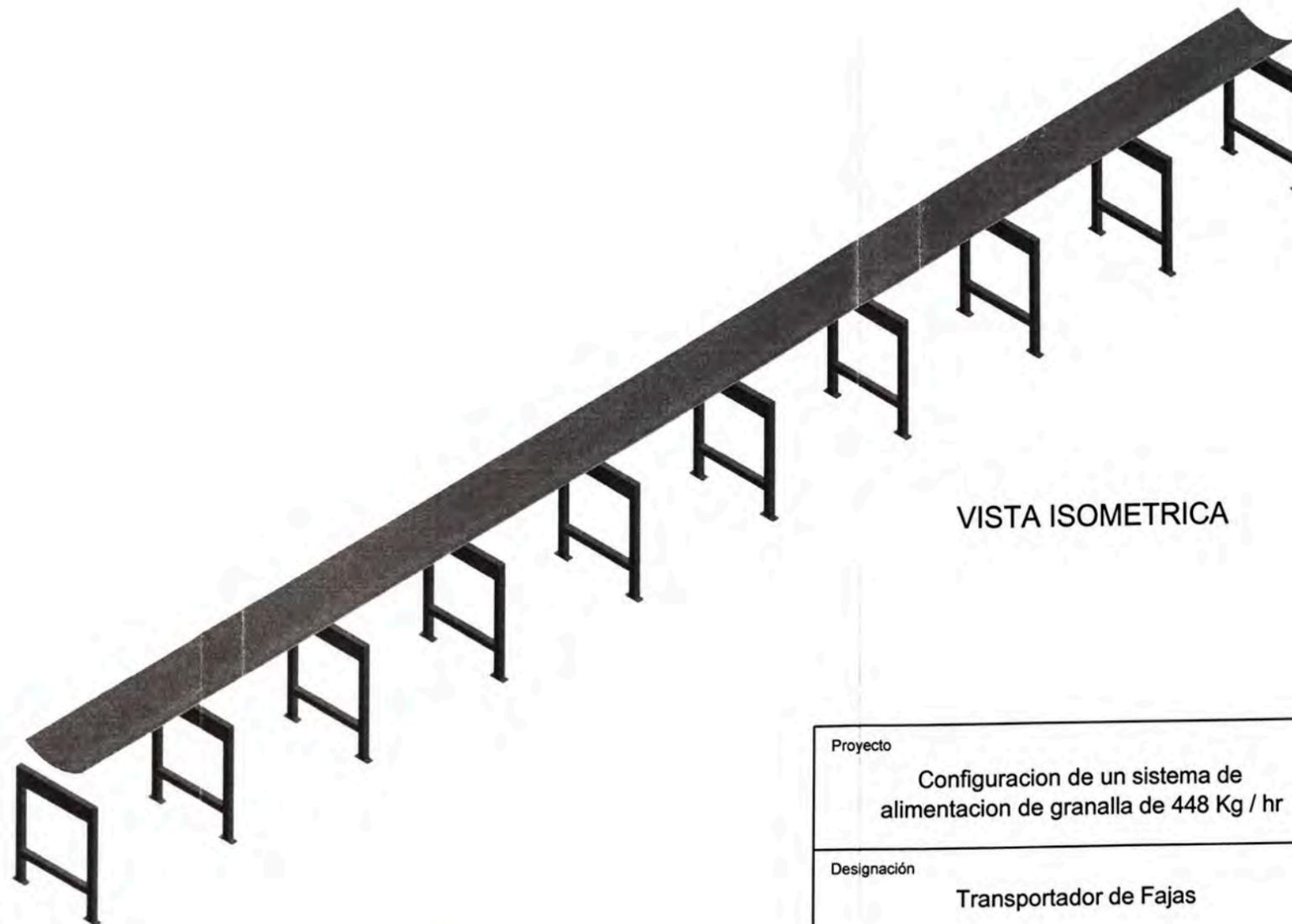
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL

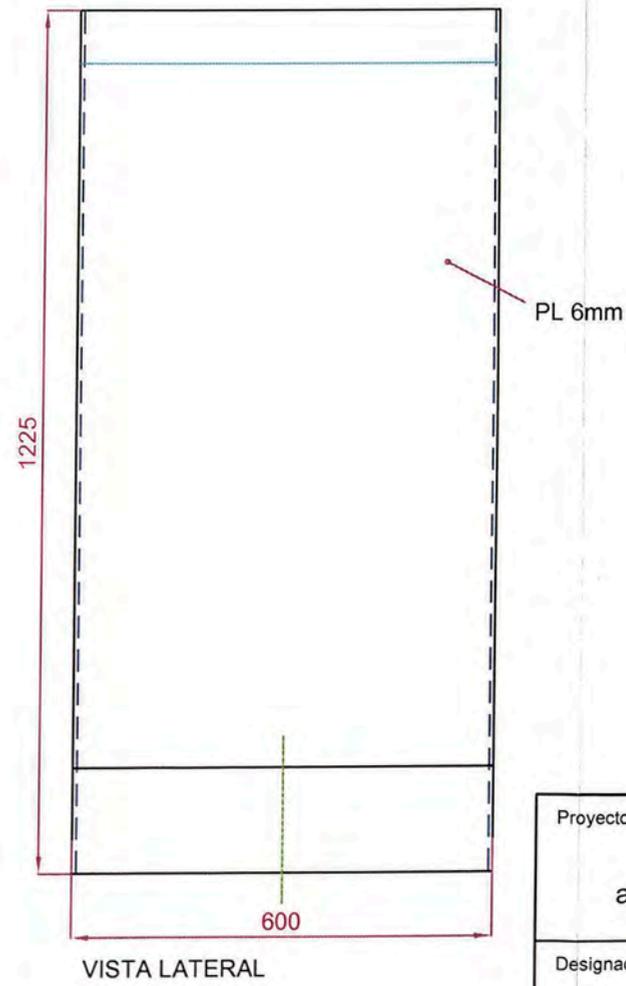
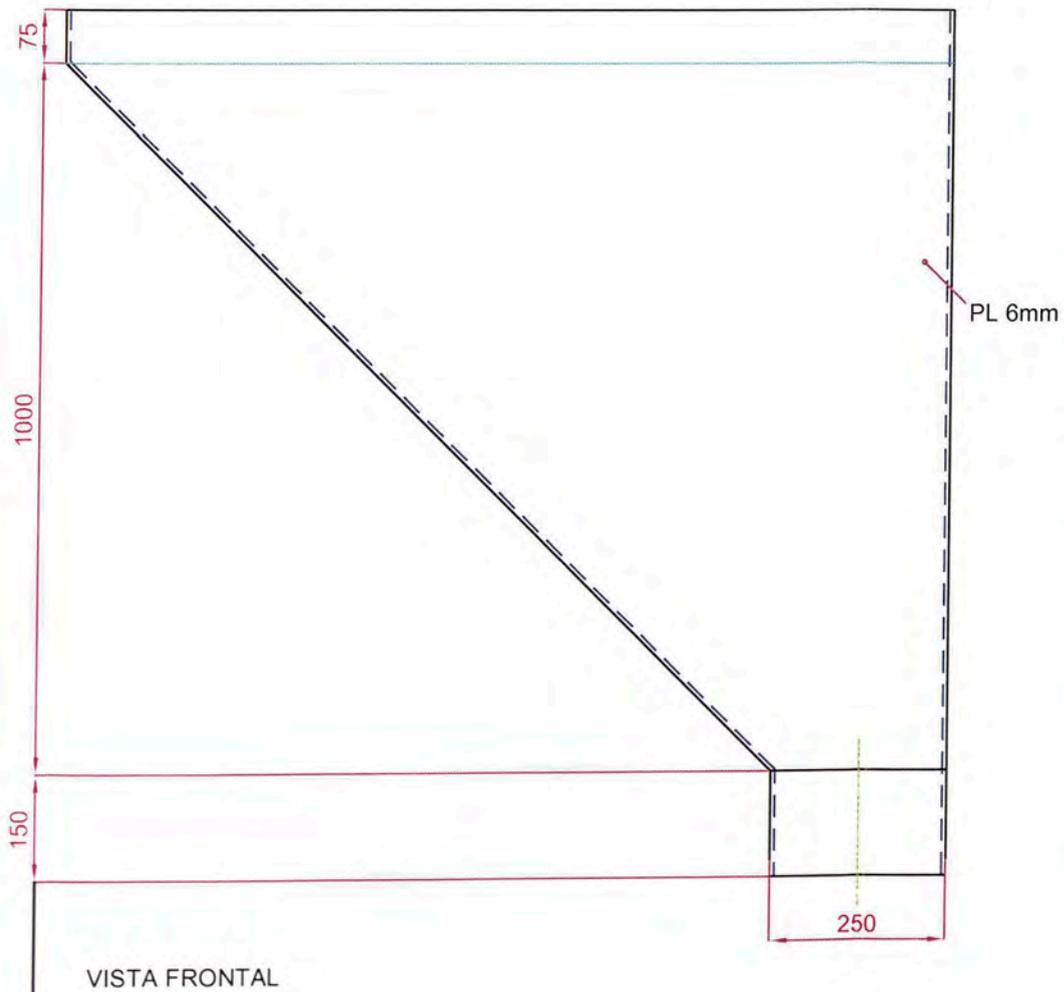
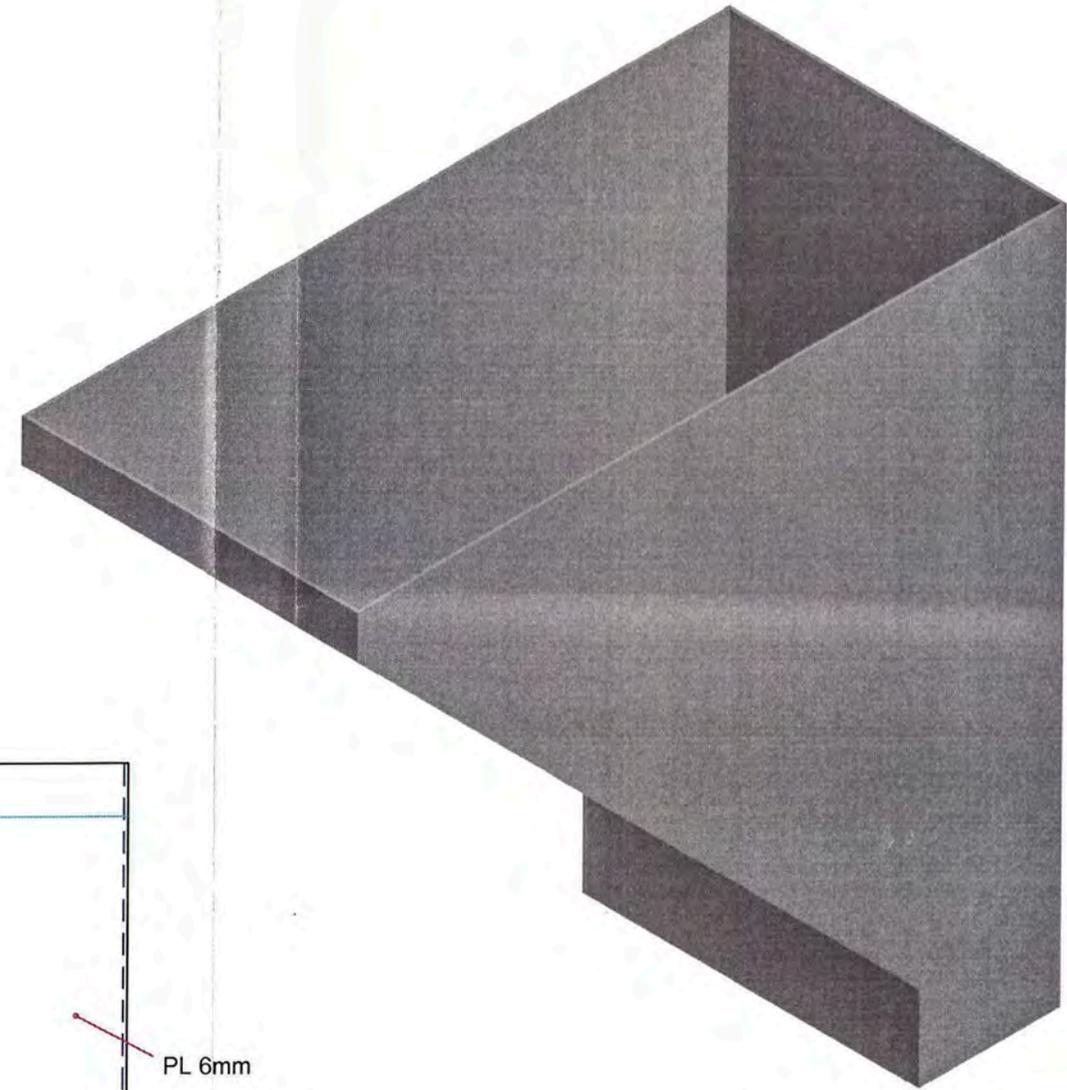
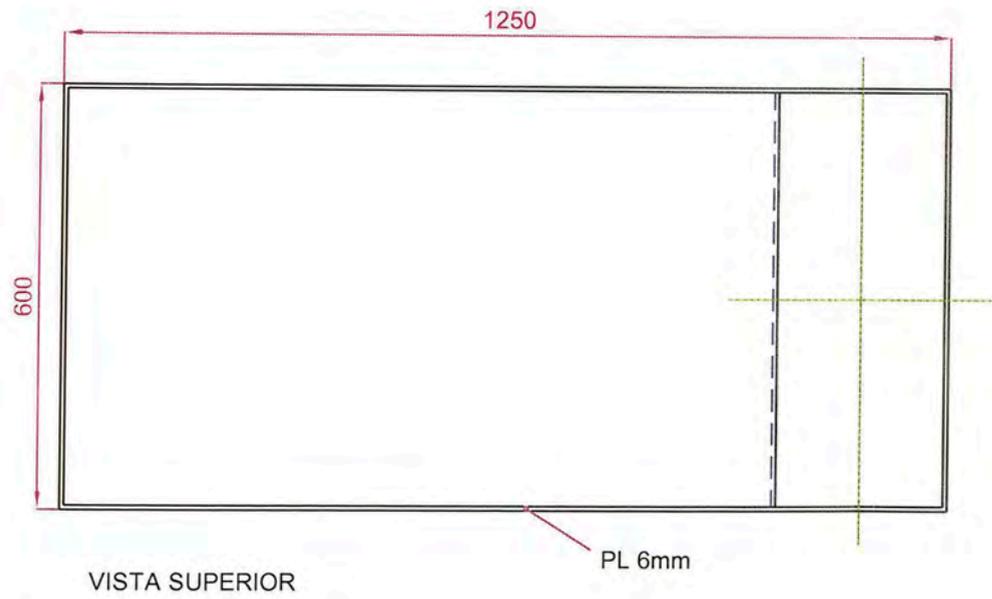


DET. "A"  
ESC. 1/10

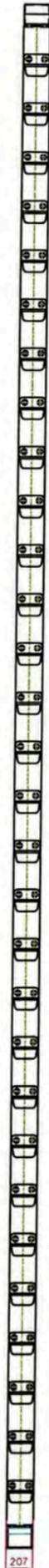


VISTA ISOMETRICA

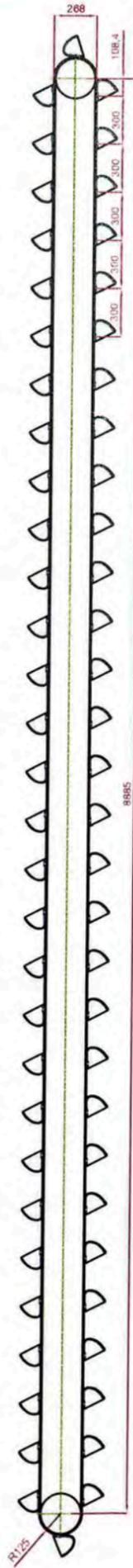
Proyecto		La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.			
Configuración de un sistema de alimentación de granalla de 448 Kg / hr			Fecha	Nombre	Área
		Dibujado		U.CH.S.	
		Revisado		J.C.Z.	
		Escala		S/E	
Designación		Nro de plano			
Transportador de Fajas		IS - TF - 03			



Proyecto				La Información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.			
Configuración de un sistema de alimentación de granalla de 448 Kg / hr				Fecha		Nombre	
				Dibujado		U.CH.S.	
				Revisado		J.C.Z.	
				Escala		S/E	
Designación				Área			
Tolva de recepción y Dosificación				Nro de plano			
				IS - TRD - 04			



VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



VISTA ISOMETRICA

Proyecto		La información contenida en este plano son propiedad de ... y se prohíbe su uso y reproducción sin autorización.		
Configuración de un sistema de alimentación de granalla de 448 Kg / hr				
		Fecha	Nombre	Área
Designación		Dibujado	U.CH.S.	
		Revisado	J.C.Z.	
		Escala	S/E	
Elevador de Cangilones		Nro de plano		
		IS - EC - 05		

# APENDICE

1. Procedimiento de Soldadura (WPS)
2. Tabla para selección de reductor de velocidad "HAMPTON"
3. Cronograma de Fabricación con MS Project 2010

CIA. SIME S.R.L.	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)	SC-F-98
	(De acuerdo a AWS D1.1 - 2010)	V2

**ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)**  
**PRECALIFICADO \_\_\_\_\_ CALIFICADO POR PRUEBA X**

Nombre de la Compañía: CIA. SIME S.R.L.	Identificación WPS: WPS-SIME-18
Proceso(s) de soldadura: GMAW	Revisión: 0 Fecha: 25/01/2011
Soporte PQR N°(s): PQR-SIME-03	Autorizado por: Ing. Fernando Pérez
<b>DISEÑO DE LA JUNTA USADA</b>	Tipo: Manual <input type="checkbox"/> Semi-automático <input checked="" type="checkbox"/> Máquina <input type="checkbox"/> Automático <input type="checkbox"/>
Tipo: B-U2-GF: a tope con bisel Simple <input checked="" type="checkbox"/> Doble <input type="checkbox"/>	<b>POSICIÓN</b>
Respaldo: Si <input type="checkbox"/> No <input checked="" type="checkbox"/>	Posición a tope: Horizontal <input checked="" type="checkbox"/> Filete: _____
Material de respaldo: _____	Progresión vertical: Ascendente <input type="checkbox"/> Descendente <input type="checkbox"/>
Abertura de raíz: 2-3 mm Dimensión cara raíz: 2-3 mm	<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>
Ángulo de bisel: 60° Radios (J-U): _____	Modo de transferencia (GMAW): Cortocircuito <input checked="" type="checkbox"/> Globular <input type="checkbox"/> Pulverizado <input type="checkbox"/>
Soldadura de respaldo Si <input checked="" type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	Corriente: CA <input type="checkbox"/> CCEP <input checked="" type="checkbox"/> CCEN <input type="checkbox"/> Pulsado <input type="checkbox"/>
Método: Disco abrasivo	Otro: _____
<b>METAL BASE</b>	Electrodo de Tungsteno (GTAW): _____ Tamaño: _____ Tipo: _____
Especificación del material: ASTM A36	<b>TÉCNICA</b>
Tipo o Grado: _____	Arrastre u oscilación: Oscilación
Esesor: A tope 10-20mm Filete: _____	Pasada simple o múltiple (por cara): Simple
Diámetro (tubo): _____	Número de electrodos: _____
<b>METAL DE APORTE</b>	Espaciado de electrodos: _____
Especificación AWS: A5.18	Longitudinal: _____
Clasificación AWS: ER70S-6	Lateral: _____
Nombre comercial: Carbofil PS-6 GC	Ángulo: _____
<b>PROTECCIÓN</b>	Stickout: 12-16 mm
Fundente: _____ Gas: Si	Forjado: _____
Composición: 80%Ar+20%CO <sub>2</sub>	Limpeza entre pasadas: Escobillado y/o esmerinado
Fundente-electrodo (clase): _____	<b>TRATAMIENTO TÉRMICO POST SOLDADURA</b>
Ratio de alimentación: 25-30 CFH	Temperatura: _____
Tamaño de la copa: 16 mm	Tiempo: _____
<b>PRECALENTAMIENTO</b>	
Temperatura de precalentamiento, mínima: 10 °C	
Temperatura entre pases, mínima: 10° C	

**PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA**

Pase o capa (s)	Proceso	Metal de aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)
		Clase	Diám. (mm)	Tipo y polaridad	Amperaje (A)		
Raíz	GMAW	ER70S-6	0.8	CCEP	80-90	19-21	13-14
Relleno	GMAW	ER70S-6	0.8	CCEP	90-100	19-21	8-10
Acabado	GMAW	ER70S-6	0.8	CCEP	100-110	19-22	13-14
Respaldo	GMAW	ER70S-6	0.8	CCEP	100-110	19-22	13-14


**GUARDIA CALLEGOS**  
 C.R. 0592061  
 Detalles de la Junta  
 12-01/11



# Horsepower and Torque Ratings, Continued

**Size 80 All single reduction models, 3<sup>5</sup>/<sub>2</sub> inch center distance. Torque in Inch/Pounds**

RATIO	1800 RPM INPUT SPEED			1200 RPM INPUT SPEED			900 RPM INPUT SPEED			600 RPM INPUT SPEED			300 RPM INPUT SPEED			MAXIMUM TORQUE 100 RPM INPUT		
	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE
5	Available. Contact HPP for price and delivery.																	
10	4.95	4.03	1410	4.24	3.41	1790	3.70	2.91	2040	2.93	2.26	2370	1.75	1.30	2730	.672	.468	2950
15	3.68	2.88	1510	3.17	2.43	1920	2.77	2.07	2170	2.20	1.59	2510	1.33	.92	2890	.520	.331	3130
20	2.73	2.05	1440	2.37	1.74	1830	2.09	1.48	2070	1.67	1.14	2390	1.01	.65	2740	.403	.235	2960
25	2.59	1.92	1680	2.24	1.60	2100	1.95	1.35	2360	1.53	1.02	2690	.92	.57	3020	.361	.204	3210
30	2.38	1.66	1740	2.08	1.40	2210	1.85	1.19	2490	1.50	.92	2890	.90	.51	3210	.340	.170	3210
40	1.75	1.14	1590	1.55	.96	2030	1.38	.81	2280	1.13	.63	2630	.72	.36	3020	.293	.127	3210
50	1.60	1.01	1770	1.42	.84	2220	1.25	.71	2470	1.01	.54	2840	.62	.30	3180	.244	.102	3210
60	1.30	.79	1670	1.14	.65	2040	1.00	.54	2260	.80	.41	2590	.49	.26	2850	.203	.080	3030
70	.94	.53	1320	.85	.44	1640	.76	.37	1840	.62	.28	2100	.39	.16	2360	.166	.056	2530

**Size 100 All single reduction models, 3<sup>15</sup>/<sub>16</sub> inch center distance. Torque in Inch/Pounds**

RATIO	1800 RPM INPUT SPEED			1200 RPM INPUT SPEED			900 RPM INPUT SPEED			600 RPM INPUT SPEED			300 RPM INPUT SPEED			MAXIMUM TORQUE 100 RPM INPUT		
	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE
5	Available. Contact HPP for price and delivery.																	
10	9.09	7.47	2610	7.53	6.09	3200	6.79	5.43	3810	5.57	4.34	4560	3.02	2.27	4770	1.07	.76	4770
15	6.40	5.09	2670	5.40	4.18	3290	4.85	3.70	3890	3.97	2.92	4600	2.16	1.51	4770	.78	.50	4770
20	5.21	4.09	2860	4.49	3.45	3620	3.93	2.93	4110	3.12	2.26	4750	1.69	1.14	4770	.60	.38	4770
25	4.01	3.07	2690	3.47	2.59	3400	3.04	2.20	3850	2.41	1.69	4440	1.37	.91	4770	.50	.30	4770
30	4.33	3.10	3260	3.73	2.56	4030	3.39	2.27	4740	2.42	1.51	4770	1.31	.76	4770	.49	.25	4770
40	3.25	2.27	3170	2.84	1.92	4030	2.52	1.62	4540	1.86	1.14	4770	1.01	.59	4770	.38	.19	4770
50	2.46	1.64	2880	2.19	1.38	3630	1.91	1.16	4080	1.54	.89	4690	.86	.45	4770	.33	.15	4770
60	2.05	1.33	2790	1.81	1.11	3490	1.59	.93	3890	1.27	.71	4460	.75	.38	4770	.29	.13	4770
70	1.92	1.21	2790	1.69	1.01	3490	1.49	.84	3890	1.20	.64	4460	.71	.34	4770	.27	.11	4770

**Size 120 All single reduction models, 4<sup>23</sup>/<sub>32</sub> inch center distance. Torque in Inch/Pounds**

RATIO	1800 RPM INPUT SPEED			1200 RPM INPUT SPEED			900 RPM INPUT SPEED			600 RPM INPUT SPEED			300 RPM INPUT SPEED			MAXIMUM TORQUE 100 RPM INPUT		
	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE	In. HP	Out. HP	OUTPUT TORQUE
5	Available. Contact HPP for price and delivery.																	
10	14.0	11.6	4050	11.6	9.49	4980	10.4	8.39	5880	8.71	6.89	7200	4.89	3.71	7810	1.74	1.24	7810
15	10.3	8.26	4340	8.66	6.67	5340	7.80	6.01	6320	6.53	4.87	7670	3.48	2.48	7810	1.26	.83	7810
20	7.36	5.69	3990	6.18	4.64	4880	5.60	4.14	5800	4.73	3.35	7040	2.78	1.86	7810	1.03	.62	7810
25	6.70	5.40	4730	5.93	4.56	5990	5.20	3.88	6790	4.12	2.98	7810	2.16	1.49	7810	.78	.50	7810
30	6.90	5.00	5250	5.86	4.08	6248	5.33	3.62	7600	3.86	2.48	7810	2.09	1.24	7810	.79	.41	7810
40	4.60	3.14	4390	3.94	2.56	5380	3.64	2.29	6410	3.12	1.83	7680	1.74	.93	7810	.67	.31	7810
50	4.09	2.85	4990	3.58	2.41	6340	3.18	2.02	7143	2.43	1.49	7810	1.32	.74	7810	.50	.25	7810
60	2.88	1.88	3950	2.53	1.58	4970	2.29	1.35	5690	1.90	1.05	6630	1.23	.62	7790	.47	.21	7810
70	2.83	1.84	4310	2.51	1.56	5490	2.24	1.31	6160	1.83	1.01	7140	1.10	.55	7810	.42	.18	7810

All ratings per AGMA standards.

The values used in the table are at AGMA service factor 1.0

Gearbox sizes are the center distance between input and output shafts in millimeters

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>SISTEMA DE ALIMENTACION DE GRANALLA DE 448 Kg/Hr</b>	36 días?	mar 01/07/14	vie 08/08/14
Inicio	0 días	mar 01/07/14	mar 01/07/14
<b>FABRICACION E INSTALACION DE LA TOLVA DE RECOLECCION</b>	36 días?	mar 01/07/14	vie 08/08/14
Suministro de materiales	3 días	mar 01/07/14	jue 03/07/14
Habilitado	3 días	jue 03/07/14	lun 07/07/14
Armado	5 días	sáb 05/07/14	vie 11/07/14
Soldeo	5 días	jue 10/07/14	mié 16/07/14
Enderezado	2 días	lun 14/07/14	mié 16/07/14
Granallado	1 día?	mié 16/07/14	jue 17/07/14
Pintado	1 día?	jue 17/07/14	vie 18/07/14
Montaje	3 días	mié 06/08/14	vie 08/08/14
<b>FABRICACION E INSTALACION DEL TRANSPORTADOR DE FAJAS</b>	33 días	mar 01/07/14	mié 06/08/14
Suministro de materiales del sistema estructural y mecánico	5 días	mar 01/07/14	sáb 05/07/14
Habilitado	6 días	sáb 05/07/14	sáb 12/07/14
Armado	8 días	mié 09/07/14	vie 18/07/14
Soldeo	6 días	mar 15/07/14	lun 21/07/14
Enderezado	2 días	lun 21/07/14	mié 23/07/14
Granallado	2 días	mié 23/07/14	vie 25/07/14
Pintado	2 días	vie 25/07/14	lun 28/07/14
Suministro de materiales del sistema motriz y mecánico	15 días	mar 01/07/14	jue 17/07/14
Ensamble del sistema estructural, mecánico y motriz	3 días	lun 28/07/14	jue 31/07/14
Montaje del equipo	5 días	jue 31/07/14	mié 06/08/14
<b>FABRICACION E INSTALACION DE LA TOLVA DE RECEPCION Y DOSIFICACION</b>	16 días	mar 01/07/14	vie 18/07/14
Suministro de materiales	3 días	mar 01/07/14	jue 03/07/14
Habilitado	2 días	jue 03/07/14	sáb 05/07/14
Armado	2 días	sáb 05/07/14	mar 08/07/14
Soldeo	2 días	mar 08/07/14	jue 10/07/14
Enderezado	1 día	jue 10/07/14	vie 11/07/14
Granallado	1 día	vie 11/07/14	sáb 12/07/14
Pintado	2 días	sáb 12/07/14	mar 15/07/14
Suministro de electroválvula de descarga	5 días	mar 01/07/14	sáb 05/07/14
Ensamble de electroválvula de descarga	1 día	mar 15/07/14	mié 16/07/14
Montaje del equipo	2 días	mié 16/07/14	vie 18/07/14
<b>FABRICACION E INSTALACION DEL ELEVADOR DE CANGILONES</b>	30 días	mar 01/07/14	sáb 02/08/14
Suministro de materiales del sistema estructural y mecánico	5 días	mar 01/07/14	sáb 05/07/14
Habilitado	5 días	sáb 05/07/14	vie 11/07/14
Armado	6 días	jue 10/07/14	jue 17/07/14
Soldeo	5 días	mar 15/07/14	sáb 19/07/14
Enderezado	2 días	sáb 19/07/14	mar 22/07/14
Granallado	2 días	mar 22/07/14	jue 24/07/14
Pintado	2 días	jue 24/07/14	sáb 26/07/14
Suministro de materiales del sistema motriz	15 días	mar 01/07/14	jue 17/07/14
Ensamble del sistema estructural, mecánico y motriz	3 días	sáb 26/07/14	mié 30/07/14
Montaje del equipo	3 días	mié 30/07/14	sáb 02/08/14
fin	0 días	vie 08/08/14	vie 08/08/14

