

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**DISEÑO Y FABRICACION DE UNA MAQUINA DE 11 HP  
DE POTENCIA PARA CORTAR LAS TAPAS DE LAS  
BATERIAS ELECTRICAS.**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

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

**ALVARO EFRAIN, RAMIREZ CHOQQUE**

**PROMOCION 2010-I**

**LIMA-PERU**

**2013**

# CONTENIDO

## PROLOGO

### CAPITULO I INTRODUCCION

3

1.1 ANTECEDENTES

3

1.2 OBJETIVOS

4

1.3 ALCANCE

4

1.4 JUSTIFICACION

4

1.5 LIMITACIONES

5

### CAPITULO II GENERALIDADES

6

2.1 PRODUCCION DE INSUMOS A BASE DE PLOMO

6

2.2 LA BATERIA ELECTRICA AUTOMOTRIZ

13

2.3 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE MANUAL DE LAS TAPAS DE LAS BATERIAS.

15

2.4 RIESGO DE SALUD CON EL ACIDO SULFURICO

16

2.5 TAMAÑO DE LA BATERIA A CORTAR

18

2.6 PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN MANUAL DE LAS PLACAS DE PLOMO DE LAS BATERÍAS ELÉCTRICAS

18

2.7 DEFINICION DEL PROBLEMA

20

2.8	DIAGRAMA DE PROCESO DEL DESTAPE DE BATERÍAS ELÉCTRICAS, FUNDICIÓN DE PLACAS DE PLOMO Y RECICLADO DE PLÁSTICO	21
	<b>CAPITULO III MARCO TEORICO</b>	<b>22</b>
3.1	EL ACERO	22
3.2	ELEMENTOS DE MAQUINA A UTILIZAR	26
3.3	MOTORES ELECTRICOS Y MOTOREDUCTORES	27
	<b>CAPITULO IV DISEÑO DE LA MAQUINA</b>	<b>29</b>
4.1	REQUERIMIENTOS DE MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS	29
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA CORTADORA DE TAPAS DE BATERÍAS ELÉCTRICAS	30
4.3	PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA CORTADORA DE BATERÍAS.	40
4.4	CURVA DE REGULACION DEL ANCHO DE CORTE VS. LA VELOCIDAD DE AVANCE	41
	<b>CAPITULO V CALCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE MAQUINAS</b>	<b>43</b>
5.1	POTENCIA DE CORTE	43
5.2	CALCULO DEL MOTOREDUCTOR	43
5.3	CÁLCULO Y SELCCION DE LOS PINONES Y CADENA	47
5.4	SELECCIÓN DE LA FAJA TRANSPORTADORA	49
5.5	CALCULO DEL EJE RODILLO MOTRIZ	50

5.6	CALCULO DEL TORNILLO DE POTENCIA PARA EL REGULADOR DE NIVEL DE LOS DISCOS DE CORTE	59
5.7	SELECCIÓN DE CHUMACERAS	61
5.8	SELECCIÓN DE RODAMIENTO AXIAL	62
	<b>CAPITULO VI ANALISIS ECONOMICO</b>	<b>63</b>
6.1	COSTO DE MATERIALES	64
6.2	COSTO DE MANO DE OBRA	66
6.3	COSTO FIJO DEL PERSONAL	68
6.4	CALCULO DEL VAN Y EL TIR	69
6.5	COMPARACION DE PRODUCCION HOMBRE - MAQUINA	70
6.6	COTIZACION	71
6.7	POSIBLES FALLOS DE FUNCIONAMIENTO Y SOLUCIONES	75
	CONCLUSIONES	76
	RECOMENCACIONES	77
	BIBLIOGRAFIA	78
	ANEXOS	
	PLANOS	

## **PROLOGO**

El presente proyecto fue elaborado para fabricar una máquina que corte las tapas de baterías eléctricas automotrices para la extracción de placas de plomo e incrementar la producción para la gama de productos de la empresa ZINC INDUSTRIAS NACIONALES S.A. de manera limpia, rápida y sin que el personal este expuesto de manera directa con los vapores del ácido sulfúrico que contienen las baterías. Con la implementación de esta máquina también se espera reducir la cantidad personal, reducir los costes por accidentes de trabajo y aumentar la producción de extracción de placas de plomo.

Este proyecto se realizó en el año 2011 y se desarrolló en su totalidad en la empresa DESARROLLO INDUSTRIAL MECANICO S.A.

Desde el inicio del proyecto se tenía en cuenta que el presupuesto debía ser competitivo económicamente con sus similares sin elevar el costo de la fabricación y que la maquina cumpla con el objetivo de poder realizar la extracción limpia de las placas de plomo.

Para la fabricación de la maquina se emplearon materiales de acero al carbono económicos y comerciales a fin de no incrementar el costo, sin embargo se diseñaron y calcularon las partes críticas de la maquina empleando para su fabricación aceros especiales de alto rendimiento.

La implementación de la máquina resultó muy favorable a los objetivos iniciales, ya que se incrementó la extracción de placas de plomo en un 100 %, la extracción de las placas de plomo se realiza en forma limpia y segura, la cantidad

de personas que realizaban esta labor se redujeron de 10 a 4 personas por turno disminuyendo accidentes y enfermedades ocupacionales al realizar esta labor.

La máquina cortadora de tapas de baterías incremento la extracción de placas de plomo aumentando la producción de la planta y redujo costos fijos en personal.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCION**

### **1.1 ANTECEDENTES**

El presente proyecto nace a partir de la necesidad de reemplazar la labor del personal que destapa la batería para extraer las placas internas de plomo, porque ellos están expuestos a riesgos de contaminación por los vapores del ácido sulfúrico, cortes y mutilaciones por el uso herramientas poco ortodoxas.

Debido a esta necesidad la empresa ZINSA solicito los servicios de la empresa DINMETSA para la fabricación de una Maquina cortadora de tapas de baterías eléctricas.

La empresa Zinc Industrias Nacionales S.A. es productora y exportadora de productos no ferrosos y están en el mercado desde 1974. Las líneas de producción de Zinsa actualmente se venden en los 5 continentes a más de 47 países.

Una de las principales fuentes de materia prima son las placas de plomo que se encuentran en la parte interna de las baterías eléctricas de los automóviles. La extracción de las placas de plomo de las baterías inicialmente se realizaba manualmente por un conjunto de personas que con la ayuda de herramienta como el hacha destapan la batería.

## **1.2 OBJETIVOS**

Fabricar una máquina que corta las tapas de las baterías eléctricas y extraer las placas internas de plomo, que esta extracción sea limpia y sin riesgos de contaminación para el operario, así como también aumentar cantidad de extracción de placas de plomo.

El objetivo del proyecto es el de fabricar una máquina que destape las baterías para extraer las placas de plomo de manera rápida, segura y limpia; que no afecten a la integridad y salud de personas.

## **1.3 ALCANCE**

El alcance del proyecto de fabricación de la maquina es el de validar la fabricación de las partes mecánicas, la selección de equipos para el funcionamiento de todo el sistema, los mismos que deberían ser conformes para el objetivo y requerimiento del usuario.

El aporte del presente trabajo es poder brindar un material de consulta para la fabricación de una maquina cortadora de tapas de baterías para una planta que productos a base de Zinc.

## **1.4 JUSTIFICACION**

La extracción manual de las placas de plomo internas es una labor sumamente riesgosa para la persona que realiza este trabajo pues usan herramientas poco ortodoxas para destapar la batería corriendo peligro su integridad física.

La justificación del presente proyecto se genera por salvaguardar la salud de las personas que realizan este trabajo, personas que están expuestas a inhalar vapores ácidos, y a accidentarse seriamente por un mal de las herramientas poco ortodoxas, también lesiones a la piel y a la vista.

## **1.5 LIMITACIONES**

Las limitaciones que se presentaron para la realización de este proyecto fueron principalmente el factor económico pues la fabricación de la maquina se hizo lo más económico posible (acero al carbono), también el factor tiempo para mejorar algunas partes.

La empresa Zinc Industrias Nacionales S.A. guarda con celo las instalaciones de su planta de producción por lo que fue imposible grabar videos y tomar imágenes de la maquina en pleno trabajo.

## CAPITULO II

### GENERALIDADES

#### 2.1 PRODUCCION DE INSUMOS A BASE DE PLOMO

Zinc Industrias Nacionales S.A. "ZINSA", es productora y exportadora de productos no ferrosos, a continuación presentamos los productos que comercializa:

##### **Oxido de Zinc**

Apropiado para uso farmacéutico, ungüentos, pigmentos, así como neumáticos, plástico, vidrio, papel, cerámicas, pinturas, alimentos balanceados, fósforos, esparadrapos, cosméticos, tintas, crayolas, semiconductor en dispositivos electrónicos, etc.

Tabla 2.1.1 Composición Química del óxido de Zinc

Oxido de Zinc			Sello Dorado (HP)
Composición Química (%)	Pb	Max	0.0020
	Cd	Max	0.0010
	Sn	Max	0.0005
	Cu	Max	0.0003
	Fe	Max	0.0005
	ZnO	Min	99.8000
	Malla -325	Min	99.9000

##### **Zamac**

Es una aleación de Zinc, Aluminio, Magnesio y Cobre. Esta aleación dependiendo de los porcentajes y de los usos finales que se le da puede ser ZAMAC 2, 3, 5, 7, Tonsul y otras fórmulas de acuerdo al requerimiento del cliente.

El Zamac es utilizado básicamente en la elaboración de auto partes-, electrodomésticos, juguetería, cremalleras, carburadores, bombas de aceite de autos, manijas de autos, placas o logotipos; artículos de baño y tocador; armazones de ventiladores, computadoras, componentes de cámaras fotográficas, manijas de refrigeradoras, reguladores de balones de gas, racks, herrajes, hebillas y adornos, candelabros y trofeos, entre otros.

Tabla 2.1.2 Composición Química del Zamac

Elemento	Zamac 2		Zamac 3		Zamac 5		Zamac 7	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Al	3.9	4.3	3.9	4.3	3.9	4.3	3.9	4.3
Cu	2.75	3.25		0.03	0.75	1.25		0.1
Mg	0.03	0.06	0.03	0.06	0.03	0.06	0.005	0.02
Ni							0.005	0.02
Fe	0.01	0.075	0.005	0.075	0.005	0.075	0.005	0.075
Pb		0.003		0.003		0.003		0.003
Cd		0.002		0.002		0.002		0.002
Sn		0.001		0.001		0.001		0.001
Zn	Balance		Balance		Balance		Balance	

Tabla 2.1.3 Composición Química del Zamac

Elemento	Zamac 8		Zamac 12		Zamac 27		Tonsul	
	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Al	8.2	8.8	10.8	11.5	25.5	28	3.9	4.3
Cu	0.8	1.3	0.5	1.2	2	2.5	2.75	3.25
Mg	0.02	0.03	0.02	0.03	0.012	0.02	0.5	0.6
Fe	0.065	0.1		0.065		0.072		0.075
Pb		0.005		0.005		0.005		0.003
Cd		0.005		0.005		0.005		0.002
Sn		0.002		0.002		0.002		0.001
Zn	Balance		Balance		Balance		Balance	

### Bolas de Zinc

Bolas de Zinc de 50 mm, 40 mm, medias Bolas, Zinc Pellets, Zinc Berlingots, Zinc Rectangular plates, para la industria de galvanoplastia electrolítica (plating), también utilizados para evitar la corrosión en el acero.

Tabla 2. 1.4 Composición Química de las bolas de Zinc

Bolas de Zinc		Bolas, 1/2 Bolas, Pellets, Berlingots	
Composición Química (%)	Al	Min	
		Max	0.0005
	Cu	Min	
		Max	0.0015
	Fe	Típico	
		Max	0.0020
	Pb	Min	
		Max	0.003
	Cd	Min	
		Max	0.001
	Sn	Min	
		Max	0.001
Zn	Min	99.9950	
	Max		

### Sulfato de Zinc

Sulfato de Zinc Heptahidratado a partir de Zinc Electrolítico o alternativamente de residuos de Zinc debidamente clasificados.

Este producto se utiliza en la minería como depresor de minerales, en Agricultura como fertilizante y fungicida, en medicina como mordiente, también es utilizado como preservativo para el cuero y la madera, agente blanqueador, reactivo analítico y complemento en comida de animales.

Tabla 2. 1.5 Composición Química del sulfato de Zinc

Sulfato de Zinc		Sulfato Heptahidratado		
Composición Química (%)	Al	typical	0.7000	0.8000
		Max	0.9000	0.9000
	Mg	typical	0.0350	0.0500
		Max	0.0500	0.0700
	Cu	typical	0.0100	0.0100
		Max	0.1000	0.1000
	Fe	typical	0.3000	0.3000
		Max	0.5000	0.6000
	Pb	typical	0.0300	0.0300
		Max	0.0500	0.0500
	Cd	typical	0.0020	0.0020
		Max	0.0100	0.0100
	Zn	Min	21.000	33.000
		Max		

## Polvo de Zinc

Polvo de Zinc de una granulometría sumamente fina con una malla - 325 igual a 99% min. Es utilizado principalmente en la industria química y metalúrgica, incluyendo la recuperación de metales preciosos (refinación de oro), en pinturas como anticorrosivo, en baterías secas y otros.

Tabla 2. 1.6 Composición Química del polvo en Zinc

Polvo de Zinc		Polvo 1era Calidad	
Composición Química (%)	PB	Min	
		Max	0.0300
	Cd	typical	
		Max	0.0020
	Cu	typical	
		Max	0.0010
	Fe	Min	
Max		0.0050	
Zn		Balance	
M-325		>99.0000	

## Metal Anti-fricción Babbitt

Es una aleación suave a base de Estaño, Plomo, Cobre, Níquel, Antimonio, las cuales se funden como superficies de apoyo o descansos en ejes de baja, media y alta velocidad, también en tapas de acero, bronce o hierro fundido. Tienen la capacidad de atrapar dentro de sí partículas extrañas y de amoldarse a las irregularidades que pudiera tener la superficie. Se utiliza en bombas, motores, turbinas, molinos, entre otros.

Tabla 2. 1.7 Composición Química del Metal anti fricción Babbit

Metal Anti - Fricción Babbit								
Composición Química ( % )	Cu	Min	2.5000	3.0000	6.0000	2.5000	4.5000	
		Max	3.5000	4.0000	7.0000	3.5000	0.6000	
	Sn	Min	Balance					12.000
		Max	Balance					13.000
	Pb	Min			1.5000		0.5000	24.500
		Max			2.5000		1.5000	25.500
	Sb	Min	6.0000	7.3000	7.5000	7.2000	10.000	
		Max	7.0000	8.3000	8.5000	8.4000	12.000	
	Cd	Min				0.7500		12.000
		Max				1.2500		13.000
	Bi	Min						49.500
		Max						50.500
	Ni	Min	0.1500			0.1500		
		Max	0.2500			0.2500		

### Metal Blanco

Es una aleación de Estaño, Antimonio, Plomo y otros metales no ferrosos, el cual es utilizado para la elaboración de bisutería y artículos de mercadeo.

Tabla 2. 1.9 Composición Química del Metal blanco

Aleaciones de Estaño (Metales Blancos)		METAL BLANCO 36%	METAL BLANCO 36% (1)	METAL BLANCO 92% (1)	METAL BLANCO 92% (2)	
Composición Química (%)	Sn	Min	35.500	35.500	91.500	91.500
		Max	36.500	36.500	92.500	92.500
	Pb	Min	Balance		Balance	3.5000
		Max	Balance		Balance	4.5000
	Sb	Min	2.9000	2.4000	2.2000	3.5000
		Max	3.3000	2.6000	2.8000	4.5000
	Cd	Min	2.8000	3.0000	1.2000	
		Max	3.2500	3.3000	1.8000	
	Cu	Min				
		Max	0.0020	0.0020	0.0040	0.0040
	Zn	Min				
		Max	0.0010	0.0010	0.0010	0.0010
	Fe	Min				
		Max	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
	Al	Min				
		Max			0.0010	0.0010
	Ni	Min				
		Max	0.0010	0.0010	0.0020	0.0020
	Ag	Min				
Max		0.0010	0.0010			
As	Min					

	<b>Max</b>			<b>0.0100</b>
	<b>Min</b>			
<b>Bi</b>	<b>Max</b>	<b>0.0050</b>	<b>0.001</b>	<b>0.0100</b>

## Ánodos de Zinc

Ánodos de Zinc, están fabricados en base a Zinc SHG 99.995% y cumplen con la norma MIL-A18001-K. También son conocidos como Ánodos de Sacrificio, ya que son utilizados para proteger de la corrosión a los cascos de los buques, plataformas de petróleo, tanques, entre otros.

Tabla 2. 1.10 Composición Química de ánodos de Zinc

<b>Anodos de Zinc</b>			<b>Anodo (Norma MIL- A-18001K)</b>
<b>Composición Química (%)</b>	<b>Al</b>	<b>Min</b>	<b>0.1000</b>
		<b>Max</b>	<b>0.5000</b>
	<b>Cu</b>	<b>Min</b>	
		<b>Max</b>	<b>0.0050</b>
	<b>Fe</b>	<b>Min</b>	
		<b>Max</b>	<b>0.0050</b>
	<b>Pb</b>	<b>Min</b>	
		<b>Max</b>	<b>0.006</b>
	<b>Cd</b>	<b>Min</b>	<b>0.025</b>
		<b>Max</b>	<b>0.070</b>
	<b>Zn</b>	<b>Min</b>	<b>99.3140</b>
		<b>Max</b>	

## Plomo refinado y Aleaciones

Plomo Refinado y adicionalmente aleaciones de Plomo con Antimonio, Calcio, Selenio y otros metales para su uso en baterías, perdigones, municiones, peso para llantas, rejillas para baterías, cables, entre otros.

Tabla 2. 1.11 Composición Química del Plomo Refinado

Aleaciones de Plomo		Plomo Refinado	Plomo Selenio 1.7%	Plomo Antimonial 1% (1)	Plomo Antimonial R23	
Composición Química (%)	Sb	Min		1.6500	0.5000	14.5500
		Max	0.0030	1.7500	1.0000	15.4500
	As	Min		0.1000		0.9000
		Max	0.0200	0.2000	0.0050	1.1000
	Sn	Min		0.1500		0.900
		Max	0.0020	0.2500	0.0050	1.2000
	Cu	Min		0.0200		
		Max	0.0030	0.0500	0.0025	0.3000
	Fe	Min				
		Max	0.0020	0.0010	0.0020	0.200
	Bi	Min				
		Max	0.0200	0.0300	0.1500	0.2000
	Ag	Min				
		Max	0.0030	0.0080	0.0050	0.2000
	Se	Min		0.0150		
		Max		0.0250		
	Zn	Min				
		Max	0.0020	0.0010	0.002	0.2000
	Ca	Min				
		Max				
Al	Min					
	Max					
Mn	Min					
	Max		0.0001			
Ni	Min					
	Max	0.0010	0.0010	0.0020	0.2000	
Co	Min					
	Max		0.0030			
Pb	Min	99.9600	Balance	Balance	Balance	
	Max					

## 2.2 LA BATERIA ELECTRICA AUTOMOTRIZ

Se denomina batería eléctrica, acumulador eléctrico o simplemente acumulador, al dispositivo que almacena energía eléctrica, usando procedimientos electroquímicos y que posteriormente la devuelve casi en su totalidad; este ciclo puede repetirse por un determinado número de veces. Se trata de un generador eléctrico secundario; es decir, un generador que no puede funcionar sin que se le haya suministrado electricidad previamente, mediante lo que se denomina proceso de carga.

Los principales elementos de la batería son:

- Los depósitos
- Las placas
- Los separadores
- El electrolito
- Las conexiones

El conjunto está montado en el interior del recipiente, que es de materia resistente, de poco peso, sólido y resistente a la corrosión.

### LOS DEPOSITOS

El depósito está fabricado de un material de gran solidez resistente a las roturas, de bajo peso y que sea inatacable por el ácido sulfúrico, un material usual es la baquelita totalmente aislante.

### LAS PLACAS

El número de placas de un acumulador está en función de su capacidad: a mayor capacidad necesitara mayor número de placas. Todas las placas se unen entre sí por el llamado puente de unión, que es una pieza ranurada en cuyas ranuras se alojan todas las placas y que transporta la electricidad acumulada en el conjunto de placas a un borne que tiene incorporado. Evidentemente, está construido de un material conductor.

### LOS SEPARADORES

Los separadores están constituidos por láminas finas generalmente de madera de cedro, aunque se han empleado otros materiales. Se montan a presión entre las placas de modo que estas y los separadores formen un cuerpo compacto.

## LOS ELECTROLITOS

El electrolito es una sustancia que contiene iones libres que actúan como un conductor eléctrico. Existen electrolitos como soluciones de ácidos, bases y sales, también hay gases que pueden actuar como conductores eléctricos bajo ciertas condiciones de temperatura y presión. El electrolito para baterías automotrices tipo plomo – ácido es una solución de ácido sulfúrico y agua destilada.

Las baterías de plomo, emplean una solución de ácido sulfúrico rebajado con agua. La concentración de ácido es de alrededor de 32% en peso, es decir, de cada 100 gramos de electrolito 32 son de ácido y 68 son de agua. Una característica muy importante es la densidad del electrolito de la batería. La densidad es la relación que existe entre la masa de un cuerpo y el volumen de ese cuerpo.

## LAS CONEXIONES

La unión de un acumulador con otros de la misma batería se hace a través de conectadores que comunican el polo positivo de un elemento con el negativo de otro. Su fijación a los bornes se efectúa por soldadura con el fin de conseguir un contacto perfecto. Se fabrican de material bien conductor. Los tipos de conductores son muy diversos y se fabrican de acuerdo con el criterio y el diseño de cada fabricante.

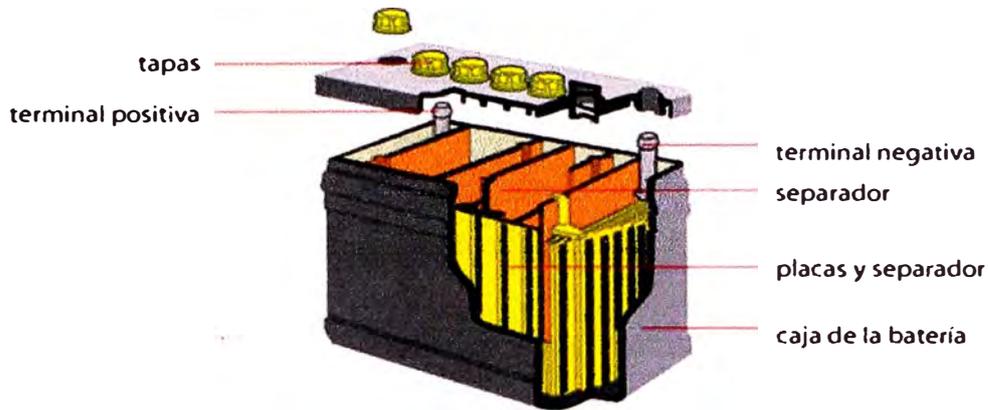


Imagen de internet: [http://www.infovisual.info/05/011\\_es.html](http://www.infovisual.info/05/011_es.html)

Figura 2.2.1 Batería del automóvil

## 2.3 IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD PARA EL CORTE MANUAL DE LAS TAPAS DE LAS BATERIAS

### PROTECCION VISUAL

#### GAFAS DE SEGURIDAD

Deben usarse donde se requiera una protección total contra los ácidos.

#### CARETAS DE PLASTICO (De cobertura total 8" mínimo)

Deben usarse como complemento de las monogafas en donde existe peligro de impacto en los ojos desde abajo o alrededor de las partes laterales de la careta.

### PROTECCION RESPIRATORIA

El uso de las mascarillas o respiradores antigases, se hace necesario cuando se presenta neutralizaciones en un derrame de ácido sulfúrico porque puede liberar gases de  $\text{SO}_2$  y  $\text{SO}_3$ , de igual manera cuando se presentan derrames de óleum se presentan altas emanaciones gaseosas de  $\text{SO}_3$ . Estas mascarillas deben tener cartuchos para gases ácidos.

#### CARTUCHOS CONTRA GASES

Estos son respiradores durables con aprobación NIOSH que se pueden utilizar en muchas aplicaciones. Para protección respiratoria los respiradores de media cara ofrecen hasta 10 veces el Límite de Exposición Permitido (PEL).

### **PROTECCION PARA LAS MANOS**

Cuando existe posibilidad de contacto físico con los ácidos deben usarse guantes de hule, neopreno o PVC.

#### **GUANTES EN PVC**

Guantes para trabajos mecánicos de uso general que ofrecen una buena resistencia ante ácidos y bases. Excelente resistencia mecánica a la abrasión.

### **PROTECCION PARA LOS PIES**

Se deben usar botas de seguridad con puntera de acero especialmente cuando se trasladan canecas o garrafones de estos productos. Para el tratamiento de derrames usar botas de caucho.

### **PROTECCION PARA EL CUERPO (NIVEL C)**

Chaqueta y pantalón de hule o neopreno en el caso de vertidos, incendios.

## **2.4 RIESGO DE SALUD CON EL ÁCIDO SULFÚRICO**

Debido a sus propiedades corrosivas, oxidantes y de sulfonación, las soluciones de ácido sulfúrico, particularmente las más concentradas, destruyen rápidamente los tejidos del cuerpo, produciendo severas quemaduras. La constante exposición a bajas concentraciones puede producir dermatitis. En contacto con los ojos es particularmente peligroso; causa daños serios y, en algunos casos, la pérdida de la vista.

La inhalación del vapor concentrado del ácido sulfúrico caliente o de óleum puede ser muy peligrosa. La inhalación de pequeñas concentraciones de vapor por un periodo de tiempo prolongado puede ocasionar inflamación crónica del tracto respiratorio superior. La sensibilidad al vapor es variable: de 0.125 a 0.50 ppm. puede ser medianamente molesto; de 1.5 a 2.5 ppm. definitivamente desagradable y de 10 a 20ppm. intolerable. La máxima concentración permitida en el ambiente para trabajar 8 horas diarias sin perjuicio para la salud es de  $1 \text{ mg/m}^3$  de aire.

El ácido en sí mismo no es inflamable, pero se le debe aislar de materiales orgánicos, nitratos, carburos, cloratos y polvos metálicos. El contacto del ácido concentrado con estos materiales puede causar ignición. El ácido sulfúrico en tambores, carros-tanque y tanques de almacenamiento metálicos causa desprendimiento de hidrogeno, el gas hidrógeno es explosivo en el rango de 4 a 75% volumen de hidrógeno en el aire.

Cuando se llega a ingerir ácido sulfúrico es muy peligroso y puede causar la muerte.

No se han descubierto otros efectos que no sean los mencionados y recurrentes.

Los riesgos a tomar en cuenta para son:

- No se considera tóxico además de su peligro corrosivo obvio.
- Los riesgos ocupacionales principales son contacto de la piel que conduce a las quemaduras y la inhalación de aerosoles.
- La exposición a los aerosoles en las altas concentraciones conduce a la irritación inmediata y severa de los ojos, de la zona respiratoria y de las membranas mucosas: esto cesa rápidamente después de la exposición, aunque hay un riesgo de subsecuente edema pulmonar si el daño del tejido fino ha sido más severa.
- En concentraciones más bajas, el síntoma lo más comúnmente posible divulgado de la exposición crónica a los aerosoles del ácido sulfúrico es erosión de los dientes.
- El límite permitido de la exposición (PEL) para el ácido sulfúrico se ha establecido en  $1 \text{ mg/m}^3$ .

- Informes revelan que la ingestión del ácido sulfúrico conduce a deficiencia de la vitamina B12 con la degeneración nerviosa combinada.

## 2.5 TAMAÑOS DE LAS BATERIAS A CORTAR

Los tamaños de baterías eléctricas automotrices más comerciales que se adquieren para la extracción de las placas internas de plomo son:

Tabla 2.1

TAMAÑOS DE LAS BATERIAS AUTOMOTRICES						
Tamaño	Largo (mm.)	Ancho (mm.)	Alto (mm.)	Peso (kg)	Area de la base m <sup>2</sup>	Peso por Area kg/m <sup>2</sup>
B1	230	170	200	11	0.04	281.33
B2	170	170	180	14	0.03	484.43
B3	200	170	210	23.02	0.03	677.06
B4	510	220	210	33.5	0.11	298.57

## 2.6 PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN MANUAL DE LAS PLACAS DE PLOMO DE LAS BATERÍAS ELÉCTRICAS

Para extraer las placas internas de plomo manualmente se realizan los siguientes pasos:

EL personal debe tener la indumentaria de protección adecuada para esta labor, las herramienta con la que efectuara el destape de la batería son herramientas poco ortodoxas.

Selección de los tamaños de baterías: Es importante que se seleccione el tamaño de baterías, para que el personal se familiarice con tamaños y tengan un mejor desempeño en el destape.

Drenaje de los ácidos remanentes en el interior de la batería, esto se realiza con ayuda de un mecanismo que perfora la batería en una de sus caras para luego drenar el ácido sobre una tina contenedora.

Después de drenar los ácidos se procede al destape, se coge una batería, se ubica en posición vertical de destape y con el uso del hacha se procede a

abrir la batería cortando en la unión de la caja con la tapa, abriendo toda la vuelta de batería.

Al abrir la batería se vierten las placas de plomo en un contenedor, y las cajas de las baterías se reciclan en un proceso posterior de triturado.

Las placas de plomo son llevadas hacia un área de fundición.

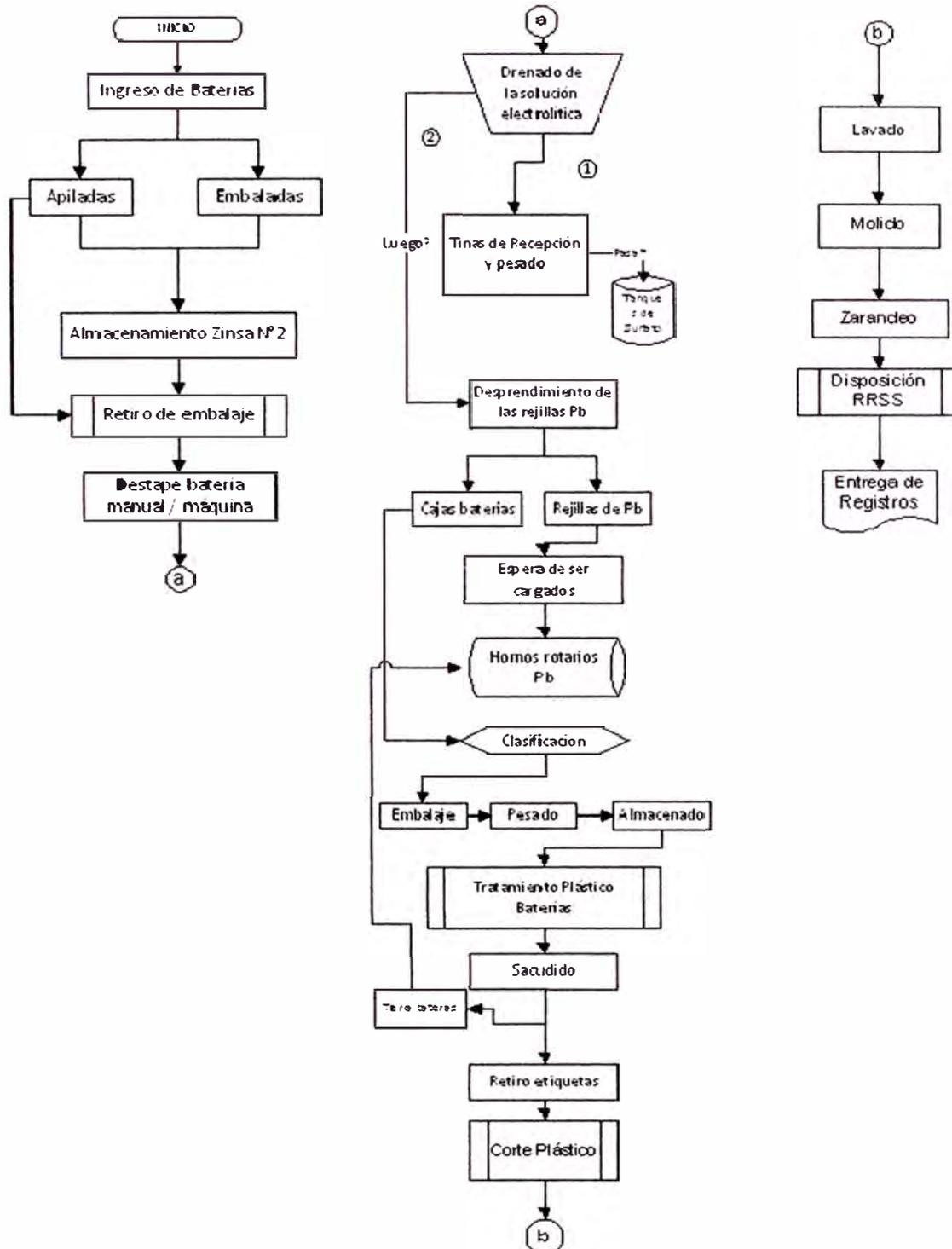
## **2.7 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Actualmente la empresa Zinc Industrias Nacionales S.A. compra toneladas de baterías eléctricas usadas al mercado nacional e internacional; estas baterías contienen en su interior placas de plomo y una solución de ácido sulfúrico y agua. Una de las maneras de extraer las placas internas de plomo es destapando las baterías manualmente con herramientas poco ortodoxas previamente drenadas de ácidos. Para la extracción de las placas de plomo son necesarios personas con un uniforme especial, que resistan los remanentes de ácidos que pudieran caer sobre las personas al momento de abrirlas, lentes especiales, cascos y respiradores especiales que puedan protegerlos de los vapores ácidos. La extracción de las placas de plomo se hace muy peligrosa, no practica, y a su vez contaminante para las personas que realizan esta labor. Se requiere cambiar de proceso de extracción de placas de plomo.

A pesar de que el personal que realiza la labor de destapar las baterías manualmente con herramientas poco ortodoxas y usar implementos de protección adecuados para esta tarea, es sumamente importante cambiar el método de destape de las baterías eléctricas pues el personal está expuesto a sufrir severas lesiones por la quemadura de ácido, inhalación de vapores de ácido, lesiones severas en la vista con peligro de perderla. Así mismo el hecho de destapar las baterías manualmente se vuelve una tarea sumamente peligrosa pues una mala maniobra podría significar seccionar una parte de su mano.

El hecho de trabajar en este ambiente tóxico y corrosivo implica que el personal tenga controles médicos periódicos para revisión de los pulmones y la vista, generando un costo fijo para para la empresa.

## 2.8 DIAGRAMA DE PROCESO DEL DESTAPE DE BATERÍAS ELÉCTRICAS, FUNDICIÓN DE PLACAS DE PLOMO Y RECICLADO DE PLÁSTICO.



## **CAPITULO III**

### **MARCO TEORICO**

#### **3.1 EL ACERO**

El acero es considerado uno de los materiales estructurales más versátiles teniendo en cuenta los aspectos de gran resistencia y ductilidad, como resultado de ello se tienen estructuras compuestas por elementos de secciones relativamente esbeltas. Esta característica ha dado lugar a estandarizar la forma de las secciones para optimizar el uso del material de manera económica.

Los aceros se pueden clasificar por su composición química en los siguientes subgrupos:

- **Aceros al Carbono:** aquellos aceros en los que está presente el Carbono y los elementos residuales, como el Manganeso, Silicio, Fósforo y Azufre, en cantidades consideradas como normales.
- **Aceros aleados de baja aleación:** aquellos aceros en que los elementos residuales están presentes arriba de cantidades normales, o donde están presentes nuevos elementos aleantes, cuya cantidad total no sobrepasa un valor determinado (normalmente un 3,0 al 3,5%). En este tipo de acero, la cantidad total de elementos aleantes no es suficiente para alterar la microestructura de los aceros resultantes, así como la naturaleza de los tratamientos térmicos a que deben ser sometidos.
- **Aceros aleados de alta aleación:** aquellos aceros en que la cantidad total de elementos aleantes se encuentra, en el mínimo, de un 10 a 12%. En estas condiciones, no sólo la microestructura de los aceros correspondientes puede ser profundamente alterada, sino que igualmente los tratamientos

térmicos comerciales sufren modificaciones, exigiendo técnicas, cuidados especiales y frecuentemente, múltiples operaciones.

- Aceros aleados de media aleación: aquellos aceros que pueden ser considerados un grupo intermedio entre los dos anteriores.

## ACERO ESTRUCTURAL

El acero estructural A36 se produce bajo la especificación ASTM A36. Abridando los perfiles moldeados en acero al carbono, placas y barras de calidad estructural para clavados, atornillados, o soldados de la construcción de puentes, edificios, y estructuras de diferente propósitos.

El acero estructural A36 o acero estructural con carbono, es hasta hace poco tiempo, el acero estructural básico utilizado más comúnmente en construcciones de edificios y puentes.

### *Soldabilidad*

El acero A36 es conocido como un acero de fácil soldabilidad, por lo que se recomienda utilizar las siguientes tipos de soldaduras Lincoln Electric disponibles en Aceros Carazo: 6010, 6011, 6013, 7018, 7024, 308, 309, 312, 316, ER70S-6, ER70S-3, E71T-1.

### *Requerimientos de tensión*

El acero A-36 tiene como esfuerzo de fluencia mínimo de 36ksi. Además, es el único acero que puede obtenerse en espesores mayores a 8 pulgadas, aunque estas placas como excepción, solo están disponibles con esfuerzo de fluencia mínimo inferior especificado, siendo este 32ksi.

Normalmente, el material de conexión se especifica como A-36, sin importar el grado de sus propios componentes primarios. El esfuerzo último de tensión de este acero varía de 58ksi a 80 ksi; para cálculos de diseño se utiliza el valor mínimo especificado.

## ACEROS ESPECIALES

Acero es una aleación de hierro (Fe) y carbono (C), con un máximo de hasta 2.5% C. Las propiedades del acero pueden ser mejoradas, mediante la adición de elementos como: cromo (Cr), níquel (Ni), molibdeno (Mo), vanadio (V), tungsteno (W), cobalto (Co), manganeso (Mn), entre otros. Al adicionar estos elementos, el acero se denominará aleado.

Dentro de los aceros especiales tenemos: aceros para herramientas, aceros inoxidable, acero de construcción y aceros en planchas. Las características principales de estos aceros son: Resistencia a la tracción, resistencia a la torsión, resistencia a la corrosión, resistencia al desgaste, resistencia a altas temperaturas.

### *Tratamiento térmico*

Los tratamientos térmicos, en general, son operaciones de calentamiento y enfriamiento de los metales o aleaciones, a temperaturas y velocidades variables, mediante los cuales se persigue fundamentalmente, conseguir cambios en la estructura cristalina, cambio de fases, bien en su número o proporción, o distribución, permaneciendo su naturaleza, es decir, su composición química inalterable.

Los principales tratamientos térmicos son:

- TEMPLE
- CEMENTACIÓN
- NITRURACIÓN
- RECOCIDOS

Tabla 3.1 Acero estructural.

ASTM A36										
	Vigas	Planchas					Barras			
Espeores	Todas	Hasta 3/4"	Mas de 3/4" hasta 1-1/2"	Mas de 1-1/2" hasta 2"	Mas de 2-1/2" hasta 4"	Mas de 4"	Hasta 3/4"	mas de 3/4" hasta 1-1/2"	Mas de 1-1/2" hasta 4"	Mas de 4"
Carbono (C) max %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganeso (Mn) %	-	-	0.8 - 1.2	0.85 - 1.2	0.85 - 1.2	0.85 - 1.2	-	0.6 - 0.9	0.6 - 0.9	0.6 - 0.9
Fosforo (P) max %	0.04	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.04	0.04	0.04	0.04
Asufre (S) %	0.05	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicio (Si) %	0.4 max.	0.40 max	0.40 max	0.15 - 0.40	0.15 - 0.40	0.15 - 0.40	0.4 max.	0.4 max.	0.4 max.	0.4 max.
Cobre (Cu) min % cuando el cobre es espesficado	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Esfuerzo de tracción ksi	58 - 80	58 - 80					58 - 80			
Min. Limite de fluencia ksi	36	36 (Mas de 8" 32)					36			
Elongacion en 2" min. %	23	23					23			

El contenido de manganeso de 0.85 a 1.35%, y el contenido de silicio de 0.15 a 0.40% es requerido en vigas por encima de 426lb/ft o 634kg/m. \*\* por cada reducción de 0,01% por debajo del máximo de carbono especificado, un aumento del 0,06% de manganeso por encima del máximo especificado se permitirá hasta un máximo de 1,35%.

Tabla 3.2 Algunos Aceros especiales.

ACEROS ESPECIALES				
	AISI 1020 E 920	AISI 4340 H VCN	AISI 4140 VCL	AISI 1045 V 945
Carbono (C) %	0.17	0.34	0.41	0.45
Manganeso (Mn) %	0.7	0.5	0.7	0.7
Silicio (Si) %	0.25	0.3	0.2	0.3
Cromo (Cr) %	-	1.5	1.1	-
Niquel (Ni) %	-	1.5	-	-
Molibdeno (Mo) %	-	0.2	0.2	-
Esfuerzo de tracción N/mm2 (ksi)	Recocido 410 - 520 (59 - 75)	Bonificado 1080 - 1280 (156 - 185)	Bonificado 930 - 1130 (134 - 163)	Natural 650 (94)
Min. Limite de fluencia N/mm2 (ksi)	235 (34)	885 (128)	715 (103)	370 (53)
Elongacion (Lo=5d) %	19 - 20	10	11	15

## **3.2 ELEMENTOS DE MAQUINA A UTILIZAR**

Algunos de los elementos de máquinas que usamos en la fabricación de la maquina cortadora de batería son:

### **CHUMACERAS**

La chumacera es una combinación de un rodamiento radial de bolas, sello, y un alojamiento de hierro colado de alto grado o de acero prensado, suministrado de varias formas. La superficie exterior del rodamiento y la superficie interior del alojamiento son esféricas, para que la unidad sea auto-alienable.

### **SPROCKET**

Se denomina sprocket al mecanismo utilizado para transmitir movimiento a la cadena por medio de sus dientes. Los sprocket pueden ser fabricados en diferentes materiales y estilos, dependiendo de la aplicación que se requiera. Para la mayoría de las cadenas de ingeniería se recomiendan los sprockets de acero, debido a que combinan funcionamiento, resistencia y precio.

### **CADENAS**

De forma individual las cadenas se componen de eslabones que a su vez incluye una serie de elementos que pueden variar de forma y cantidad en función del tipo de cadena. Para el caso de las cadenas de rodillos, se incluyen placas o bridas interiores, bujes, rodillos y en algunos casos pines para garantizar la unión de los elementos.

### **POLINES**

Los polines o estaciones son los elementos encargados de soportar la cinta transportadora y su carga. Se componen de una estructura base y de uno o más rodillos sobre los que se apoya la cinta. Estos elementos cumplen un rol clave en la eficiencia y durabilidad del transportador, ya que de ellos depende la continuidad del movimiento de materiales.

## ENGRANAJES HELICOIDALES CRUZADOS

También llamados engranajes espirales, son similares en apariencia a los engranajes helicoidales para ejes paralelos convencionales. Tienen poca capacidad de carga debido a que el área de contacto es muy reducida. Usados principalmente, para construir mandos de velocidad variable en los que la distancia entre centros y el tamaño de los engranajes es fijo.

## RODAMIENTO AXIAL

El rodamiento axial de bolas cuyo ángulo de contacto es de  $90^\circ$  ha sido concebido para soportar únicamente cargas axiales. Debe por tanto ir asociado a menudo con un rodamiento radial. El rodamiento axial de bolas de efecto simple soporta la carga axial de un eje en un solo sentido. Los rodamientos axiales se constituyen de elementos separables: arandela – eje, arandela – alojamiento, jaula de bolas.

### **3.3 MOTORES ELECTRICOS Y MOTORREDUCTORES**

#### MOTORES ELÉCTRICOS

El motor eléctrico es un dispositivo electromotriz, esto quiere decir que convierte la energía eléctrica en energía motriz. Todos los motores disponen de un eje de salida para acoplar un engranaje, polea o mecanismo capaz de transmitir el movimiento creado por el motor.

#### MOTORREDUCTOR

Los Motorreductores son elementos mecánicos muy adecuados para el accionamiento de todo tipo de máquinas y aparatos de uso industrial, que se necesiten reducir su velocidad de una forma eficiente, constante y segura.

#### VARIADOR DE VELOCIDAD

El Variador de Velocidad (VSD, por sus siglas en inglés Variable Speed Drive) es en un sentido amplio un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos, hidráulicos, eléctricos o electrónicos empleados para controlar la velocidad giratoria de maquinaria, especialmente de motores. También es

conocido como Accionamiento de Velocidad Variable (ASD, también por sus siglas en inglés Adjustable-Speed Drive). los motores eléctricos generalmente operan a velocidad constante o cuasi-constante, y con valores que dependen de la alimentación y de las características propias del motor, los cuales no se pueden modificar fácilmente. Para lograr regular la velocidad de los motores, se emplea un controlador especial que recibe el nombre de variador de velocidad. Los variadores de velocidad se emplean en una amplia gama de aplicaciones industriales, como en ventiladores y equipo de aire acondicionado, equipo de bombeo, bandas y transportadores industriales, elevadores, llenadoras, tomos y fresadoras, etc. Un variador de velocidad puede consistir en la combinación de un motor eléctrico y el controlador que se emplea para regular la velocidad del mismo. La combinación de un motor de velocidad constante y de un dispositivo mecánico que permita cambiar la velocidad de forma continua (sin ser un motor paso a paso) también puede ser designado como variador de velocidad.

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO DE LA MAQUINA**

#### **4.1 REQUERIMIENTOS DE MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS**

Los requerimientos han sido definidos por el cliente.

1. Discos Sierras de 60mm de diámetro.
2. La altura de trabajo de los discos sierra debe ser regulable.
3. Motores de discos sierra de 5HP 220V trifásicos.
4. Posición de los motores de los discos sierra en la parte superior, por encima de los discos y trabajando con el eje apuntando al piso.
5. Dos pares de discos sierras colocadas una a continuación de la otra.
6. Banda de ingreso de baterías.
  - a. Banda de transporte de material resistente al ácido (solución de agua y ácido sulfúrico).
  - b. Mesa para soporte de faja con polines locos.
  - c. Cadena y piñones encajonados por guarda de protección.
  - d. Longitud de Faja 4.5m.
  - e. Altura de mesa 80cm.
  - f. Especificar la potencia del motorreductor a utilizar en la faja transportadora.
7. Mesa de salida de baterías:
  - a. Con inclinación o pendiente descendente en forma de rampa hasta una altura de salida de 60cm.
  - b. Polines locos que faciliten la caída por gravedad.
  - c. Polines de alma de acero y recubrimiento de material resistente al ácido
  - d. Longitud 1m.

- e. Altura de entrada de mesa 80cm.
- 8. Caseta de guarda de seguridad para aislar los discos sierras.

## **4.2 DESCRIPCIÓN DE LA MAQUINA CORTADORA DE TAPAS DE BATERÍAS ELÉCTRICAS**

La máquina está compuesta por 4 módulos que se fabricaron por separado:

- Mesa de Alimentación– Modulo 1 y Modulo 2
- Caja cortadora de baterías - Modulo 3
- Mesa de descarga de baterías - Modulo 4

### **4.2.1 MESA DE ALIMENTACIÓN – MODULO 1**

Es una mesa que contiene los polines conducidos y un polín conductor, esta mesa recibe las baterías y las conduce hacia los discos de corte, conducidas por el polín conductor.

En esta mesa se ubica el motor reductor y el tensor de la faja, el material es totalmente de acero al carbono.

#### **Modulo 1**

En este módulo las baterías son cargadas por los operarios y conducidas por la faja transportadora hacia la caja cortadora de baterías, este módulo contiene guías laterales que ayudan a mantener un movimiento rectilíneo en el momento del corte.



Figura 4.1 Mesa de alimentación – Modulo 1

### *Estructura de soporte*

La estructura de la mesa de polines está fabricada de tubos rectangulares y cuadrados para los soportes, para los apoyos de las chumaceras se fabricaron de Canales en U, también se utilizaron platinas cuadradas para los apoyos algunos polines y para el anclaje de la mesa; todos los materiales se fabricaron en acero al carbono ASTM A-36.

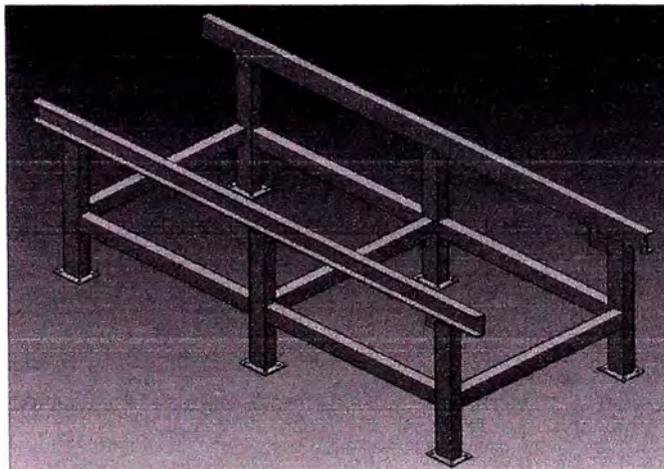


Figura 4.2 Estructura del Modulo 1

### *Polines y Chumaceras*

Los polines de la mesa se fabricaron a partir de tuberías de 1 ¼" SCH40 ASTM A-106, ejes de ¾" SAE 1020, y tapas de secciones de ejes también de material SAE 1020. El tubo, las tapas y el eje se sueldan y posteriormente se maquinan los extremos para dar forma al diámetro de 5/8" a fin de que

puedan encajar con el orificio de la chumacera. En este Modulo se encuentran chumaceras de pared de 5/8" y de 1 ¼" de orificio. Los polines giran por acción de la faja transportadora.

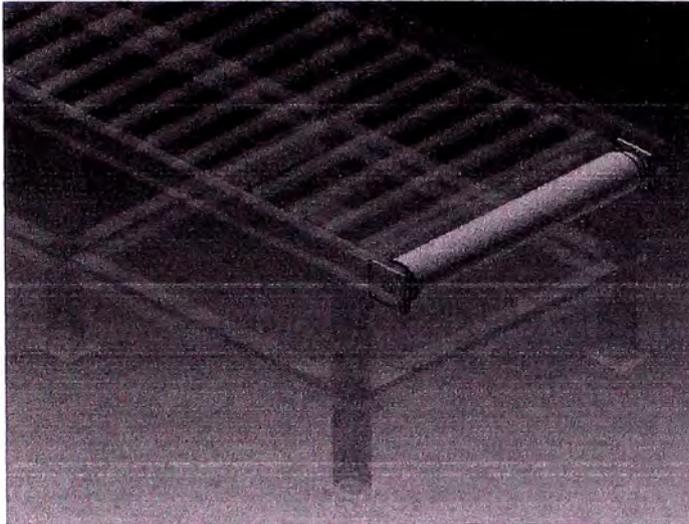


Figura 4.3 Polín

## Modulo 2

En este módulo se ubica el motor reductor y el polín conductor, este módulo se encuentra debajo del módulo de corte y es la faja transportadora quien conduce a las baterías hacia esta zona para descargarla posteriormente hacia el módulo 4.



Figura 4.4 Mesa de alimentación – Modulo 2

### *Estructura de soporte*

Al igual que en el Modulo 1 la estructura de la mesa también es fabricada de los mismos materiales.

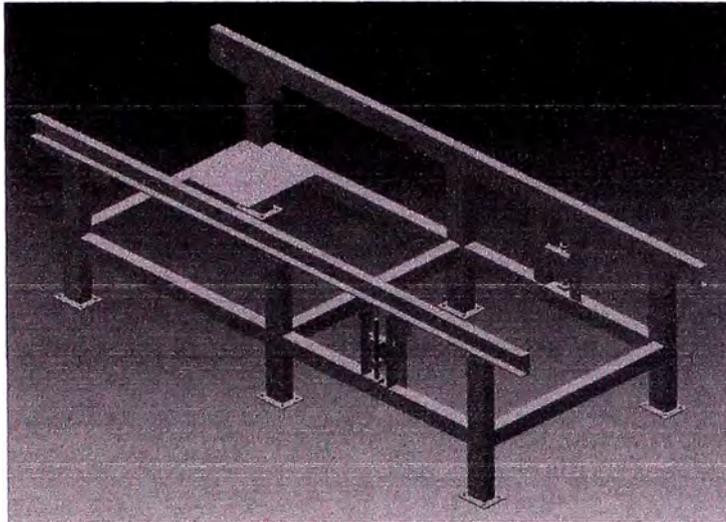


Figura 4.5 Estructura del Modulo 2

### *Polines y Chumaceras*

Los polines también fueron fabricados de la misma manera que para el Modulo 1. En este Modulo también se encuentran chumaceras de pared de  $5/8$ " y de  $1 \frac{1}{4}$ " de orificio; en la parte posterior de la mesa se encuentra el polín conductor de la faja.

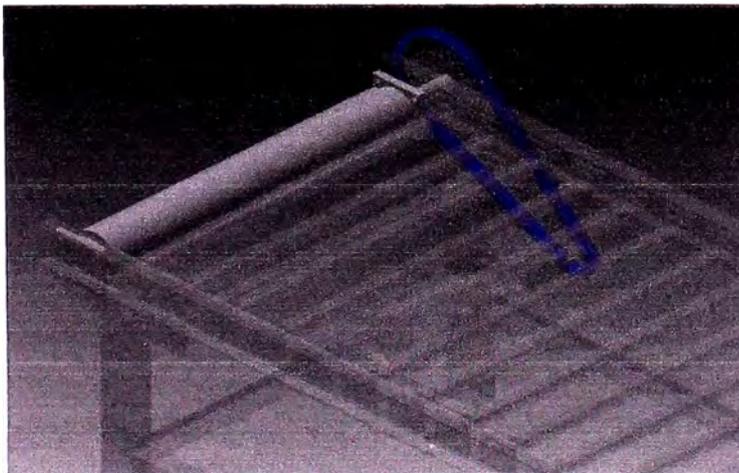


Figura 4.6 Polín Motriz

### *Tensor de Faja*

Este es un dispositivo tensa la faja transportadora, está fabricado de platinas cuadradas de 1" de espesor, ángulos de 2"x ¼", bocinas, base de esparrago, esparrago y tuerca. Este tensor se ubica en la parte posterior de la mesa de polines a los lados de la estructura.

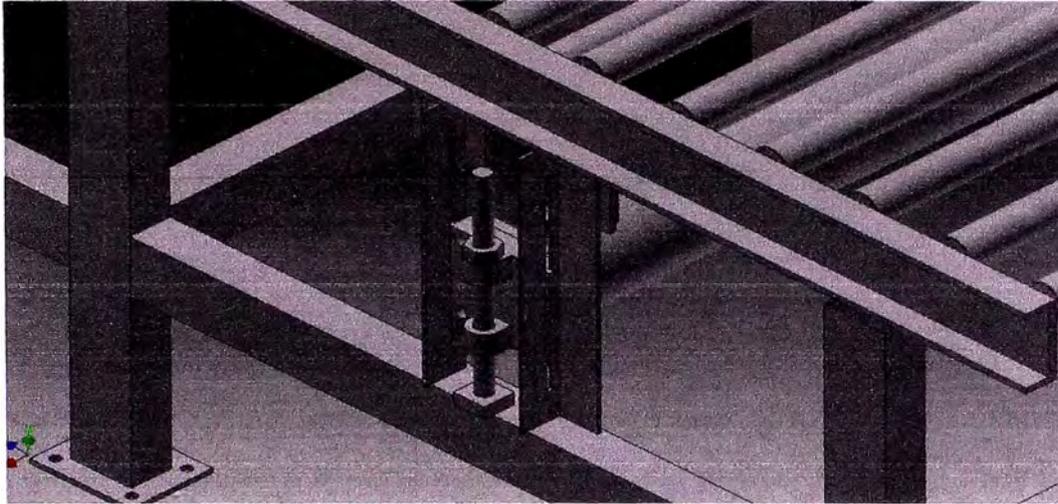


Figura 4.7 Tensor de banda transportadora

### *Motor reductor y polín conducido*

El motor reductor tiene como base una platina rectangular de 3/8" de espesor que sirve como base de fijación del motor reductor, se encuentra en la parte posterior inferior izquierda. También es fabricada de acero al carbono de 3/8" de espesor. El motor reductor se conecta con el polín conductor a través de los sprockets que se encuentran en el eje del motor reductor y en un extremo del polín conductor, se conectan a través de una cadena.

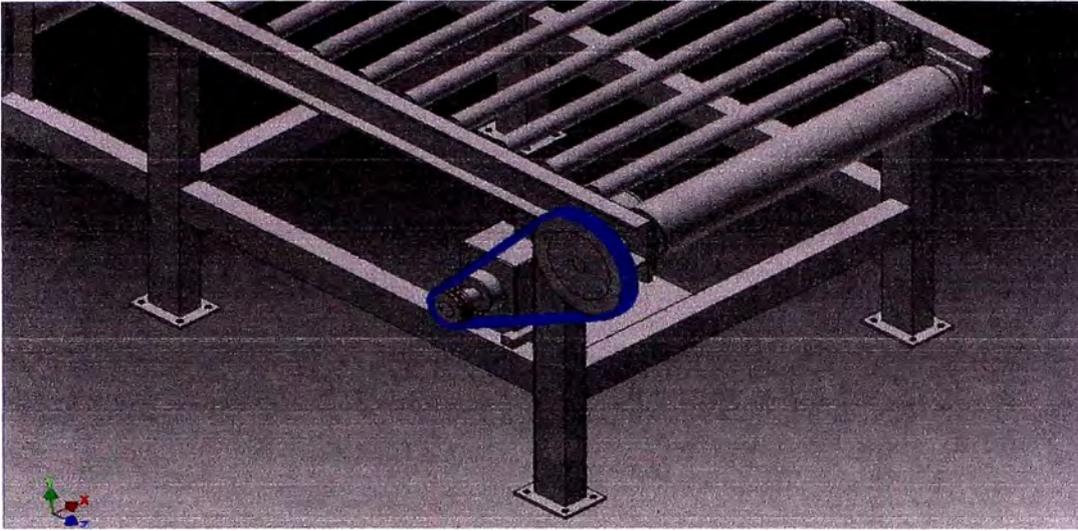


Figura 4.8 Transmisión por cadena

#### **4.2.2 CAJA CORTADORA DE BATERÍAS - MODULO 3**

Es la parte más importante de la máquina, aquí se encuentra instalado el mecanismo que contiene los motores eléctricos, el separador de tapas y así mismo el sistema que regula altura de corte.

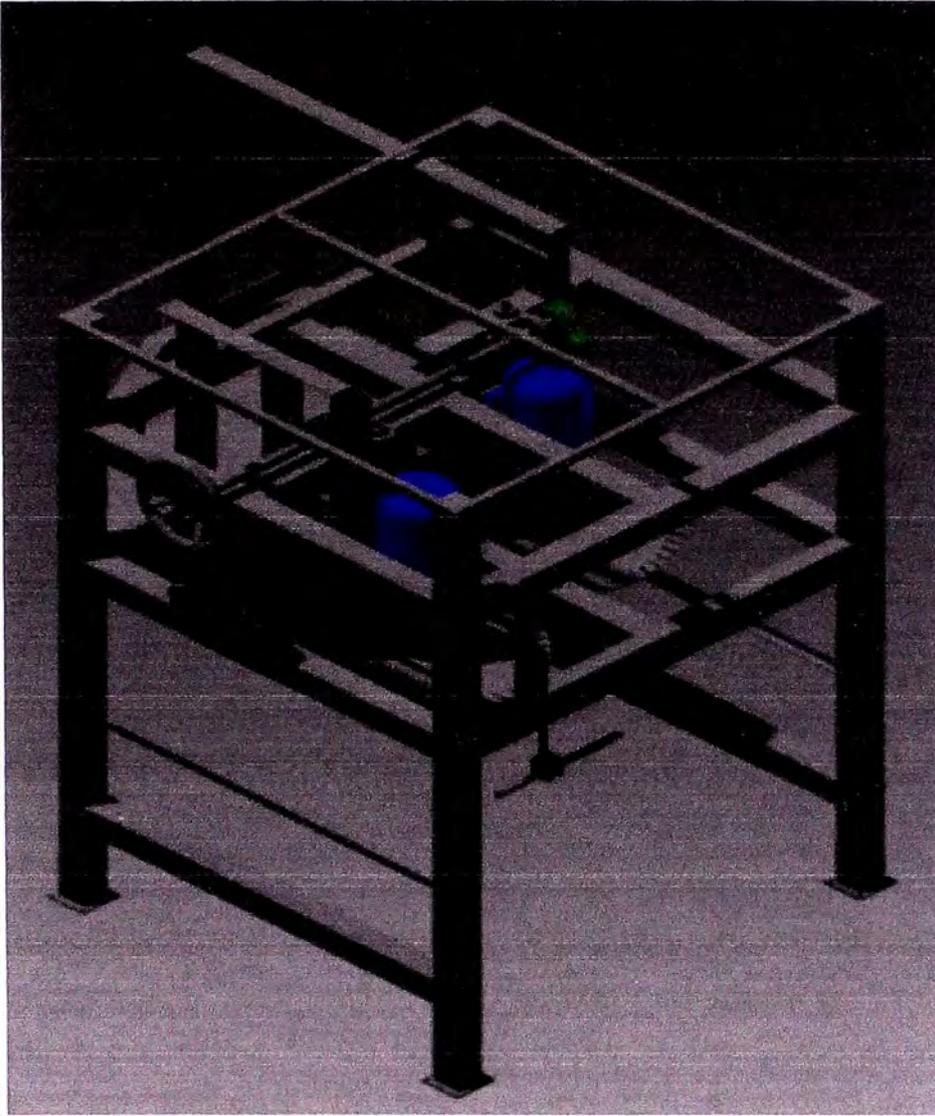


Figura 4.9 Caja cortadora de baterías – Modulo 3

### *Estructura*

Al igual que la mesa de polines también es fabricada de tuberías rectangulares y cuadradas, platinas y ángulos. Esta estructura ha sido diseñada de manera que pueda ser soporte del mecanismo de corte de las tapas de las baterías.

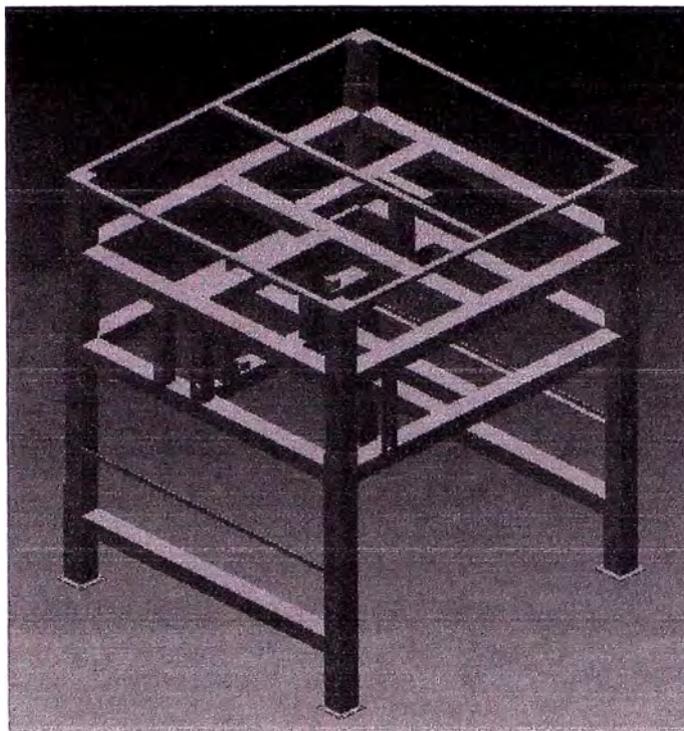


Figura 4.10 Estructura de caja cortadora de baterías

### *Separador de Tapas*

Es un dispositivo que conduce las tapas ya cortadas hacia una salida posterior lateral, este separador de tapas se apoya en el sistema regulador de altura de corte a fin de que se encuentre siempre a nivel de los discos de corte. Está fabricado de una plancha de 1/8" y ángulos de 2", todo en material ASTM A-36

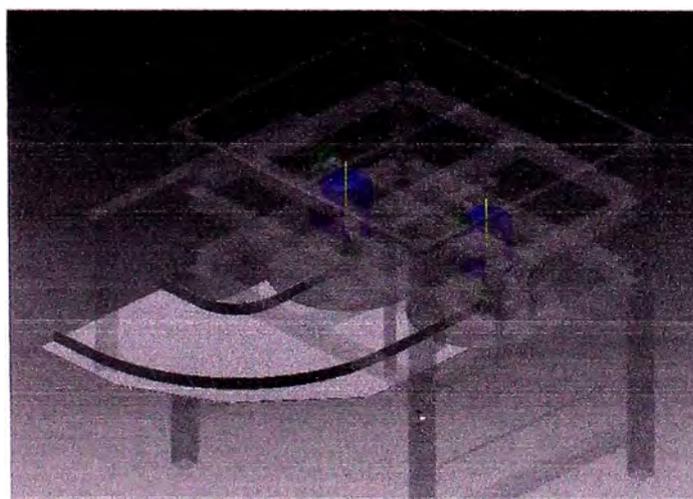


Figura 4.11 Separador de tapas

### *Mecanismo regulador de altura de corte*

Es el mecanismo que regula la altura de corte de las baterías, el separador de tapas y el indicador de nivel de corte que se encuentra en la parte exterior a la caja cortadora pero que es conducida junto con los motores y el separador de tapas. El mecanismo regulador de altura de corte está fabricado de planchas, ejes, canal U, chumaceras, rodamiento axial y una volante.

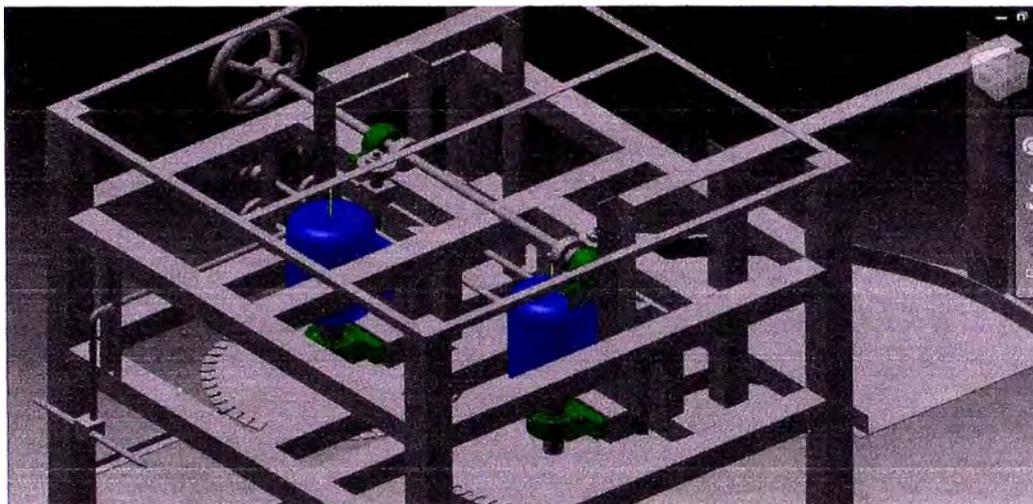


Figura 4.12 Mecanismo regulador de altura de corte

### **4.2.3 MESA DE DESCARGA DE BATERÍAS - MODULO 4**

Es una mesa con polines inclinada para el descenso de las baterías desde la faja transportadora, en donde finalmente será recepcionada por el personal que vaciara el contenido (placas de plomo).

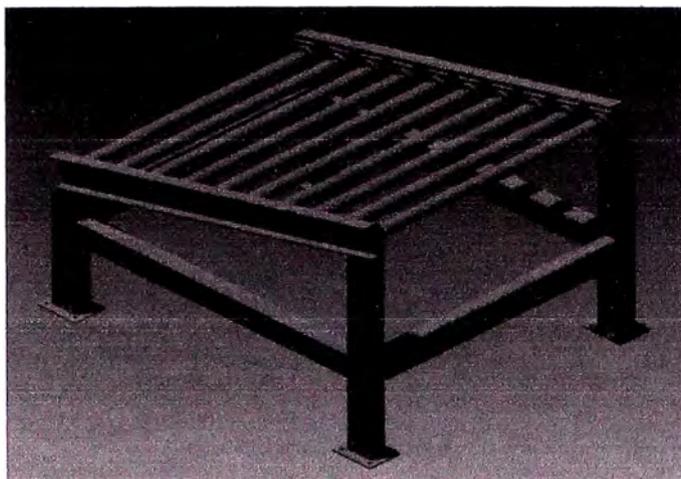


Figura 4.13 Mesa de descarga de baterías

### *Estructura*

Al igual que la mesa de polines también es fabricada de tuberías rectangulares y cuadradas y canal U, los materiales en ASTM A-36.

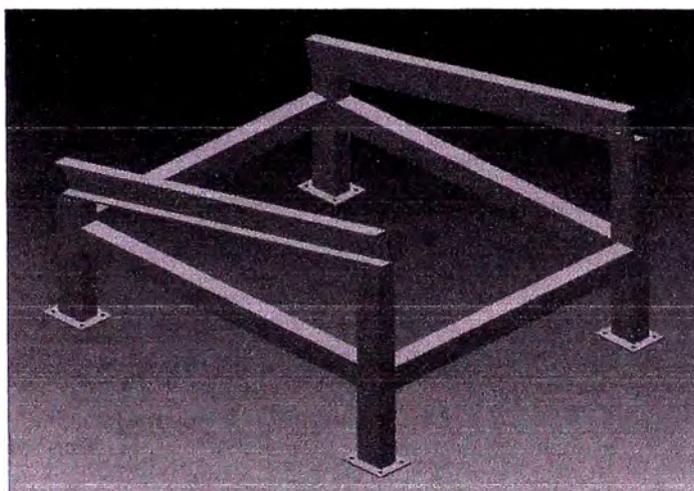


Figura 4.13 Estructura de mesa de descargas

### *Polines y chumaceras*

Los polines también fueron fabricados de la misma manera que para el Modulo 1 pero estos polines son libres y giran por el propio peso de las baterías. En este Modulo también se encuentran chumaceras de pared de 5/8" de orificio.

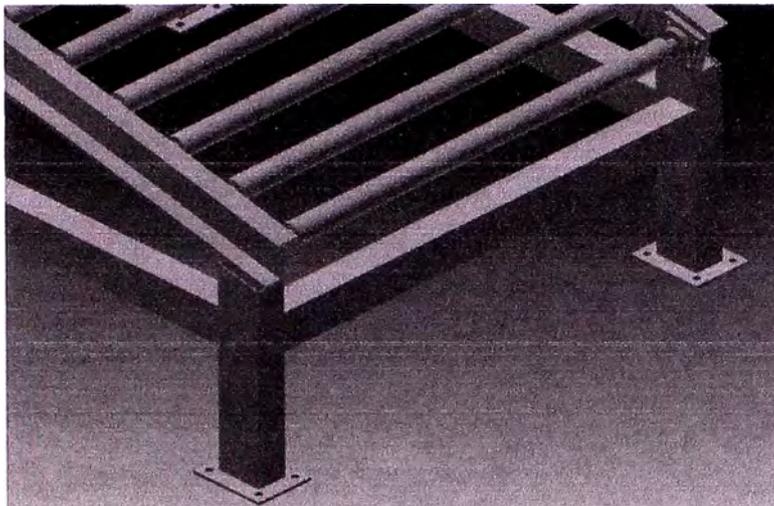


Figura 4.14 Polín

### *Tablero de control*

En el tablero se encuentran los accesorios eléctricos y electrónicos que dan marcha al funcionamiento, control de avance y parada de emergencia de la máquina. Aquí se encuentra instalado el PLC que establece la secuencia de parada de emergencia de la máquina y el variador de velocidad que controla la velocidad de avance de la faja transportadora.

## **4.3 PROCEDIMIENTO DE OPERACIÓN DE LA MAQUINA CORTADORA DE BATERÍAS.**

### **ANTES DEL ENCENDIDO**

- Inspeccionar que el separador de tapas y los discos de corte se encuentren limpios y libres de partes cortadas.
- Verificar que las perillas de fijación de los motores estén ajustadas.

### **EN EL ENCENDIDO**

- Verificar que la velocidad de la faja sea la adecuada para un óptimo corte, esto dependerá del ancho de corte y del estado del filo de los discos.
- Verificar que la altura de corte de la batería sea la indicada, si no es así detener el avance de la faja transportadora, apagar los motores de corte, aflojar las perillas de ajuste de los motores, girar la volante a la altura de

corte requerido, ajustar las perillas de ajuste de los motores y encender los motores de corte y luego la faja transportadora.

#### EN EL CORTE

- Verificar que la altura de corte sea la adecuada, para evitar hacer regulaciones de altura frecuentes.

#### 4.4 CURVA DE REGULACIÓN DEL ANCHO DE CORTE VS. VELOCIDAD DE AVANCE.

A continuación presentamos algunos puntos aproximados de corte y Velocidad de Avance hallados en las pruebas de corte con las alturas adecuadas y una cuchilla en buen estado:

Tabla 4.1 Relación ancho de corte vs. Velocidad de avance.

Ancho de corte (cm.)	Velocidad de Avance (%)
0	100
22	38
27	33
30	30
34	27
40	24
45	22
51	20

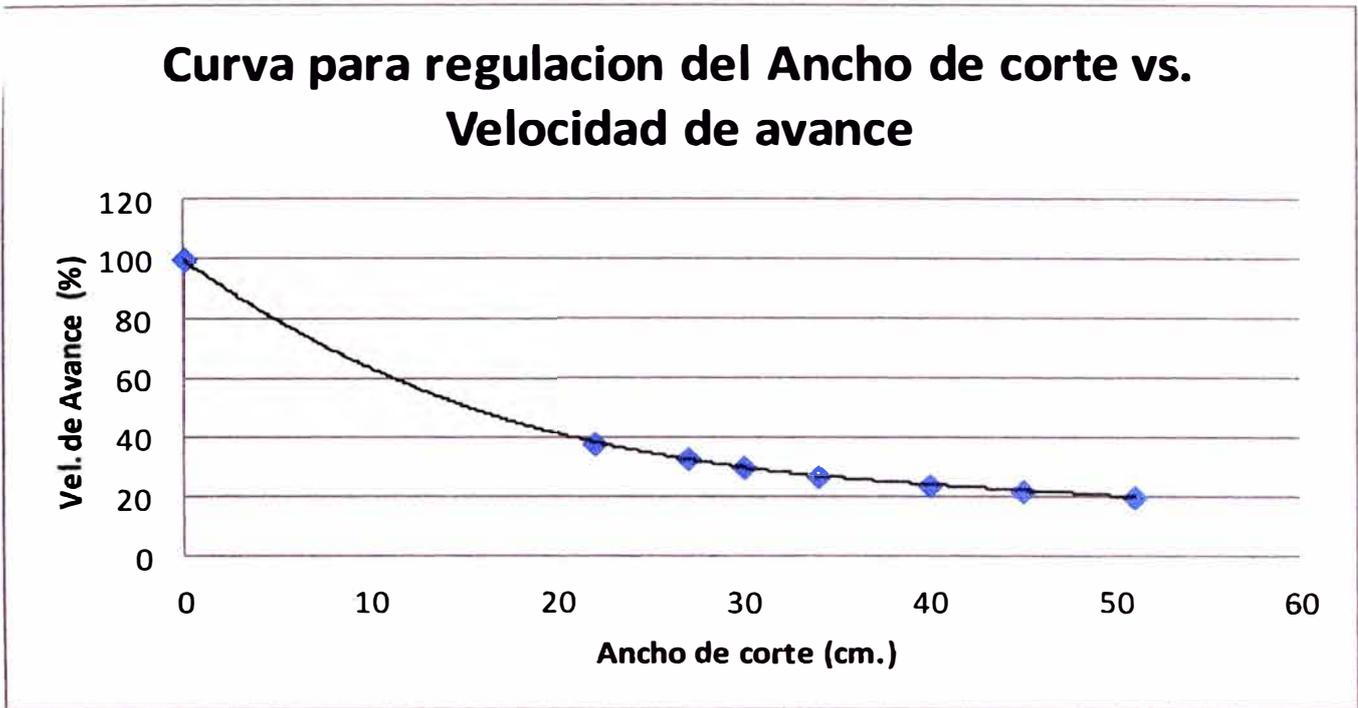


Figura 4.15 Grafica para la regulación del ancho de corte.

# CAPITULO V

## CALCULO Y SELECCIÓN DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE MAQUINAS

### 5.1 POTENCIA DE CORTE

La potencia de los motores de corte fue definida por el cliente (ZINSA) quienes ya tenían experiencia en otras máquinas para fines similares, por lo tanto se instaló un motor con las siguientes características:

Marca: VOGES B100 L4

Potencia: 5HP

Velocidad: 1800 RPM

Tensión 220/380/440 V

### 5.2 CALCULO DEL MOTOR REDUCTOR

Para calcular la potencia del motor reductor tenemos que definir la velocidad angular del rodillo motriz; esta velocidad angular se deduce de la velocidad lineal de la banda transportadora. De los fabricantes de máquinas cortadoras de baterías deducimos que la velocidad lineal de la banda transportadora debe estar en el rango de:

$$0.004 \text{ m/s} \leq V_L \leq 0.032 \text{ m/s}$$

Para nuestros cálculos tomaremos como velocidad lineal  $0.016 \text{ m/s}$ , esta velocidad podrá ser regulada por un potenciómetro instalado en el tablero de control dentro del rango de velocidades establecido.

Establecemos nuestros datos iniciales:

$$V_L = \omega_R \cdot R_R$$

$V_L$ : Velocidad lineal de la banda transportadora.

$\omega_R$ : Velocidad angular del rodillo motriz.

$R_R$ : Radio del rodillo motriz.

Por lo tanto la velocidad angular de la faja será:

$$\omega_R = \frac{0.016 \text{ m/s}}{0.1143/2 \text{ m}} = 0.28 \text{ s}^{-1}$$

Por lo tanto la velocidad en RPM será:

$$n_R = 0.28 \times \frac{60}{2\pi} \approx 3 \text{ RPM}$$

Para calcular la potencia del motor reductor debemos considerar la condición más crítica a la que será expuesto el motor reductor. La situación más crítica para el motor reductor será cuando la fuerza de fricción sobre la banda transportadora sea la máxima. Por lo tanto debemos calcular:

$W_{Baterias}$ : Carga máxima sobre la banda transportadora

$W_{Banda}$ : Peso promedio de la banda transportadora

$\mu_s$ : El coeficiente de fricción estático banda – caja de batería

Para el cálculo de la carga máxima sobre la banda transportadora de la tabla 2.1 tomaremos el mayor valor peso por área y también el área total de transporte de baterías eléctricas.

Carga maxima por area:  $677.06 \text{ kg/m}^2$

Area de transporte de la banda:  $2.4 \text{ m}^2$

Por lo tanto la carga máxima que transporta la banda es:

$$W_{Baterias} = (677.06 \text{ kg/m}^2) \times (2.4 \text{ m}^2) = 1625 \text{ kgf}$$

Para calcular el peso promedio de la banda transportadora estimaremos un valor promedio de  $8 \text{ kg/m}^2$ , el ancho de la banda se seleccionó en función al ancho de los polines, la longitud de la faja está determinada por el tamaño de la mesa transportadora.

$$W_{Banda} = (0.69 \text{ m}) \cdot (9.54 \text{ m}) \cdot (8 \text{ kg/m}^2) = 52.66 \text{ kgf}$$

$$W_{total} = 1625 \text{ kgf} + 52.66 \text{ kgf}$$

El coeficiente de fricción estático se calcula matemáticamente como la  $\tan \alpha$ , donde el ángulo  $\alpha$  es el ángulo de inclinación de la superficie inclinada. Se determinó que el ángulo de inclinación  $\alpha$  es 26.5 grados. Por lo tanto el coeficiente de fricción es:

$$\mu_s = \tan \alpha = \tan(26.5) = 0.5$$

Calculamos la fuerza de fricción como:

$$f = \mu_s \cdot W_{total} = (0.5) \cdot (1677.66 \text{ kg}) = 838.83 \text{ kgf}$$

Calculando la potencia al eje:

$$P_{eje} = \frac{f \cdot V_L}{76}$$

Reemplazando:

$$P_{eje} = \frac{(838.83 \text{ kgf}) \cdot (0.016 \text{ m/s})}{76} = 0.1766 \text{ HP}$$

Potencia en el motor reductor:

$$P_{motor \ reductor} = \frac{P_{eje} \times FS}{\eta_{reductor} \times \eta_{transmision} \times (\eta_{chumacera})^4}$$

$$\eta_{reductor} = 0.6$$

$$\eta_{transmision} = 0.9$$

$$\eta_{chumacera} = 0.99$$

El factor de servicio tiene en cuenta las diversas condiciones de funcionamiento a las cuales puede estar solicitado el motor reductor.

$$FS = F_{S1} \times F_{S2}$$

El factor  $F_{S1}$  tiene en cuenta la naturaleza de la carga y el tiempo de funcionamiento, de la tabla A.1 seleccionamos:

$$F_{S1} = 1.15$$

El factor  $F_{S2}$  tiene en cuenta el número de maniobras por hora, de la tabla A.2 seleccionamos:

$$F_{S2} = 1$$

Por lo tanto:

$$FS = (1.15) \cdot (1) = 1.15$$

Reemplazando:

$$P_{motor\ reductor} = \frac{(0.176) \cdot (1.15)}{(0.6) \cdot (0.9) \cdot (0.99)^4} = 0.39\ HP$$

El motor reductor más adecuado para la banda transportadora sería de un motor reductor de 0.5 HP, con velocidad de salida de 12 RPM.

Por ser un motor reductor de muy baja velocidad, poco comercial en el mercado y con la sugerencia de asegurar la potencia de la banda transportadora se seleccionó:

**Motor reductor**

**Marca: SEW R67 DT80N4**

**Potencia: 1HP (0.75 KW)**

RPM Salida: 12

Par de salida: 585 Nm.

Diam. Eje x largo: 35 x 70 mm.

### 5.3 CÁLCULO Y SELECCION DE LOS PIÑONES Y CADENA

El motor reductor seleccionado tiene una velocidad angular de salida de  $n_{mr} = 12 \text{ RPM}$ , cabe recordar que la velocidad lineal de la banda transportadora es  $0.016 \text{ m/s}$ , lo que es  $n_R = 3 \text{ RPM}$  en el rodillo motriz, el cual deberá ser regulada con un variador de velocidad instalado en el tablero de control. Para poder regular la velocidad de salida hacia arriba como hacia abajo seleccionamos una velocidad de salida intermedia del motor reductor, la velocidad de salida del motor reductor será de  $n_{mr} = 6 \text{ RPM}$ . La transmisión de potencia de del motor reductor hacia el rodillo se hará mediante cadenas, por lo tanto la relación de transmisión será:

$$m_g = \frac{6}{3} = 2$$

La potencia nominal equivalente será:

$$H_{pe} = P_{eje} \times f_s$$

$P_{eje}$ : Potencia en el eje

De la tabla A.3 seleccionamos el factor de servicio  $f_s = 1.0$

Por lo tanto la potencia nominal equivalente es:

$$H_{pe} = (0.1766). (1) = 0.176 \text{ HP}$$

Se probara con una cadena de 2 hileras, para el cual el factor de potencia es 1.7. Entonces la potencia requerida por hilera es:

$$P = \frac{0.176}{1.7} = 0.103 \text{ HP}$$

De la tabla A3 seleccionamos una cadena número 40 de  $Z_p = 21$  dientes, paso 0.5 pulg. A esta cadena se puede usar lubricación tipo A (Lubricación manual o por goteo).

Entonces la catalina grande:

$$Z_g = m_g \times Z_p = (2) \cdot (21) = 42 \text{ dientes}$$

Los diámetros de la Catarina son

$$D_p = \frac{\text{paso}}{\sin\left(\frac{180}{Z_p}\right)} = \frac{12.7}{\sin\left(\frac{180}{21}\right)} = 85.21 \text{ mm.}$$

$$D_g = \frac{\text{paso}}{\sin\left(\frac{180}{Z_g}\right)} = \frac{12.7}{\sin\left(\frac{180}{42}\right)} = 169.94 \text{ mm.}$$

Longitud de la cadena:

$$L_p = 2C_p + 0.53(Z_p + Z_g)$$

$$C = 391,16 \text{ mm.} = 15.4 \text{ pulg.}$$

$$C_p = \frac{15.4}{0.5} = 30.8 \text{ pasos}$$

$$L_p = 2 \cdot (30.8) + 0.53(21 + 42) = 95 \text{ pasos}$$

Elegimos: 95 pasos

$$L_p = 2C_p + \frac{(Z_p + Z_g)}{2} + \frac{(Z_p + Z_g)^2}{(4\pi^2 C_p)}$$

Reemplazamos  $L_p$  y despejamos  $C_p$ :

$$C_p = 30.6 \text{ pasos}$$

$$C = 388.71 \text{ mm.}$$

Por lo tanto la distancia entre los ejes será de 388.71 mm., y la longitud de la cadena es de 95 pasos = 1206.5 mm.

Cadena 40-2 doble paso 1/2" ASA

## 5.4 SELECCIÓN DE LA FAJA TRANSPORTADORA

Para el cálculo recurrimos al catálogo del fabricante, teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Resistente a soluciones acidas.
- Material anti abrasivo.

Para la selección de la faja hacemos uso del catálogo del fabricante de fajas transportadoras en la marca DUNLOP.

El ancho de la banda transportadora está limitada por los diámetros de los discos de corte; en el diseño de la maquina hacen una longitud total de corte de 510 mm. El ancho máximo de la faja que soportara toda la carga de las baterías será de 510 mm.



Figura 5.1 Área de transporte de banda transportadora.

De las condiciones iniciales seleccionamos el material más adecuado para la aplicación sabiendo que las condiciones de presión y temperatura son a condiciones ambientales. Por lo tanto se selecciona como material de la banda el caucho natural NR:

- ✓ Dureza Shore A: 30-95
- ✓ Temperatura mínima: -40 C.

- ✓ Temperatura continua: 80 C.
- ✓ Temperatura máxima: 90 C.
- ✓ Resistencia a los productos químicos ácidos: Aceptable
- ✓ Resistencia al desgarrar y abrasión: Excelente.

Por recomendación del proveedor y por la disponibilidad del material para nuestra aplicación seleccionamos el siguiente material:

Marca: Dunlop, procedencia Inglesa.

Dimensiones: 2 Plys de Nylon de 0.69 m x 9.54 m x 7 mm. hecho sin fin Vulcanizado.

## 5.5 CALCULO DEL EJE DEL RODILLO MOTRIZ

Del catálogo de BOHLER definiremos el material del eje del rodillo motriz. Seleccionamos el material VCN (AISI 4340H) en estado Bonificado cuyas propiedades son:

Acero especial de bonificación al cromo níquel molibdeno, altamente resistente a la tracción, a la torsión y a cambios de flexión. Insensible al sobrecalentamiento en el forjado y libre de propensión a la fragilidad de revenido. Por su estado de suministro permite en la mayoría de casos su aplicación, sin necesidad de tratamiento térmico adicional.

Para ejes que varían desde 16 hasta los 40 mm. se tienen las siguientes propiedades mecánicas:

*Límite de fluencia ( $S_y$ ):*  $885 \text{ N/mm}^2$

*Resistencia a la tracción ( $S_u$ ):*  $1280 \text{ N/mm}^2$

*Alargamiento:* 10%

Realizamos el cálculo de los diámetros con el código ASME basado en estática:

$$d^3 = \frac{16}{\pi \cdot \tau_{adm.}} [(C_M \cdot M)^2 + (C_T \cdot T^2)]^{1/2}$$

$$\tau_{adm.} = \min(0.3S_y; 0.18S_u)$$

$M$ : Momento Flector

$T$ : Momento torsor

$C_M$  y  $C_T$ : Constantes que dependen del tipo de carga que realiza el eje.

Analizamos la fuerza de la banda transportadora sobre el rodillo motriz.

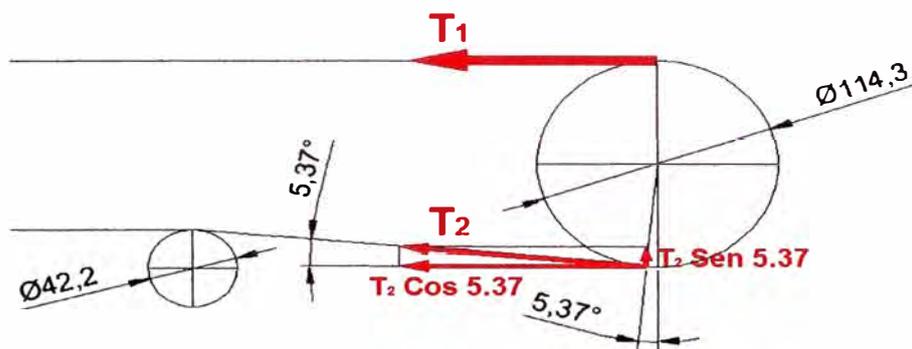


Figura 5.2 Diagrama de fuerzas sobre rodillo motriz.

De la ecuación de Euler – Eytelwein (en ausencia de deslizamiento) para un solo tambor de accionamiento:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \alpha}$$

$$T_1 = F + T_2$$

$$T_1 = F \cdot \left( 1 + \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1} \right)$$

$$T_2 = F \cdot \left( \frac{1}{e^{\mu \cdot \alpha} - 1} \right)$$

$F$ : Fuerza de accionamiento del rodillo motriz.

$T_1$ : Tension de la banda a la banda del rodillo motriz.

$T_{12}$ : Tension de la banda a la salida del rodillo motriz.

$e$  : Constante de Neper

$\mu$ : Coeficiente de fricción rodillo motriz – banda transportadora

$\alpha$ : Angulo de contacto rodillo motriz – banda transportadora en radianes.

De la tabla A.4, seleccionamos  $\mu = 0.3$ , rodillo sin recubrir y en condición ambiente seco.

De la figura 5.2:  $\alpha = (185.37) \cdot \left(\frac{\pi}{180}\right) = 3.235 \text{ rad}$ .

Para la fuerza de accionamiento consideraremos la máxima fuerza de se opondría al movimiento, esto se dará con la fuerza de fricción. Entonces  $F = 838.83 \text{ kgf} = 8228.922 \text{ N}$

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$T_1 = (8228.92) \cdot \left(1 + \frac{1}{e^{(0.3) \cdot (3.235)} - 1}\right) = 13248.8 \text{ N}$$

$$T_2 = (8228.92) \cdot \left(\frac{1}{e^{(0.3) \cdot (3.235)} - 1}\right) = 5019.8 \text{ N}$$

Calculamos el ángulo de inclinación de  $F_c$  respecto a la superficie horizontal:

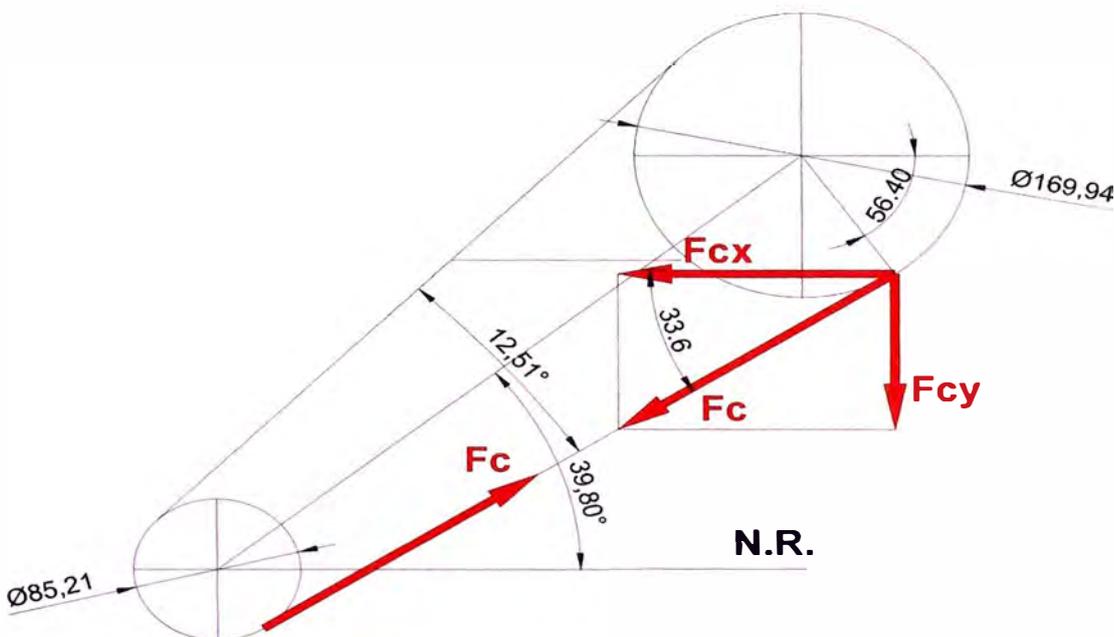


Figura 5.3 Diagrama de fuerzas de la transmisión por cadena.

*N. R. : Nivel de referencia*

El eje recibe el par torsional desde el moto reductor a través de la cadena para poder girar el rodillo motriz; ahora igualaremos el par torsional que transmite la cadena con el par torsional sobre la banda transportadora.

Sabemos que:

$$f = \mu_s \cdot W_{total} = 838.83 \text{ kgf}$$

Igualamos los pares torsionales:

$$T = f x \frac{\phi_{Rodillo}}{2} = F_C x \frac{\phi_{Cadena}}{2}$$

$$\therefore F_C = 838.83 \cdot \left( \frac{0.0571}{0.0849} \right) = 564.16 \text{ kgf} = 5534.41 \text{ N}$$

De la figura hallamos las componentes de  $F_C$ :

$$F_{CX} = F_C \cdot \cos(33.6) = (5534.41) \cdot (\cos 33.6) = 4609.73 \text{ N}$$

$$F_{CY} = F_C \cdot \sin(33.6) = (5534.41) \cdot (\sin 33.6) = 3062.70 \text{ N}$$

Diagrama de fuerzas que actúan sobre el eje:

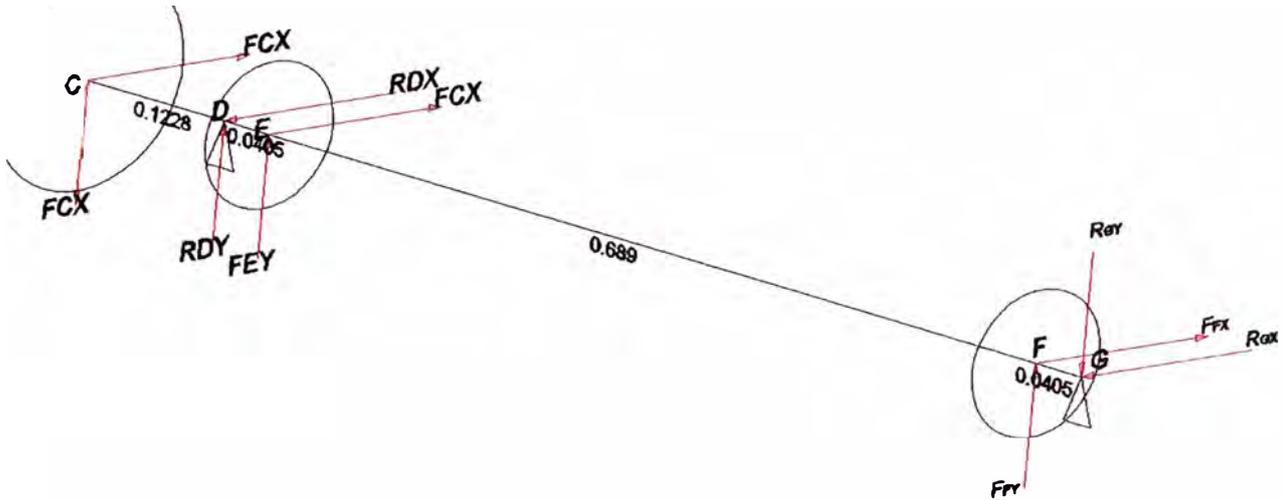


Figura 5.4 Diagrama de fuerzas que actúan sobre el eje del rodillo motriz.

$$T_{banda\ x} = T_1 + T_2 \cdot \cos(5.37) = 18245.46\ N$$

$$T_{banda\ y} = T_2 \cdot \sin(5.37) = 470\ N$$

Sabemos que:

$$F_{EX} = F_{FX} = \frac{T_1 + T_2 \cdot \cos(5.37)}{2} = 9122.72\ N$$

$$F_{EY} = F_{FY} = \frac{T_2 \cdot \sin(5.37)}{2} = 235\ N$$

En el plano horizontal aplicamos sumatoria de momentos en el punto G:

$$\sum M_{GX} = 0$$

$$F_{CX} \cdot (0.1228 + 0.0405 + 0.689 + 0.0405) - R_{DX} \cdot (0.0405 + 0.689 + 0.0405) + F_{EX} \cdot (0.689 + 0.0405) + F_{FX} \cdot (0.0405) = 0$$

$$\therefore R_{DX} = 14467.61\ N$$

En el plano horizontal sumatoria de fuerzas:

$$\sum F_X = 0$$

$$F_{CX} - R_{DX} + F_{EX} + F_{FX} - R_{GX} = 0$$

$$\therefore R_{GX} = 8387.56 \text{ N}$$

En el plano vertical aplicamos sumatoria de momentos en el punto G:

$$\sum M_{GY} = 0$$

$$-F_{CY} \cdot (0.1228 + 0.0405 + 0.689 + 0.0405) + R_{DY} \cdot (0.0405 + 0.689 + 0.0405) + F_{EY} \cdot (0.689 + 0.0405) + F_{FY} \cdot (0.0405) = 0$$

$$\therefore R_{DY} = 3316.14 \text{ N}$$

En el plano vertical sumatoria de fuerzas:

$$\sum F_Y = 0$$

$$-F_{CY} + R_{DY} + F_{EY} + F_{FY} - R_{GY} = 0$$

$$\therefore R_{GY} = 723.44 \text{ N}$$

En el plano horizontal  
Diagrama de fuerzas (N)

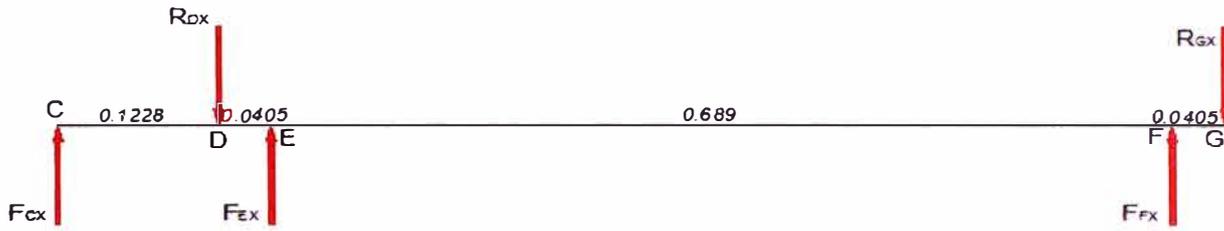


Diagrama de fuerza  
cortante, V (N)  
Plano Horizontal

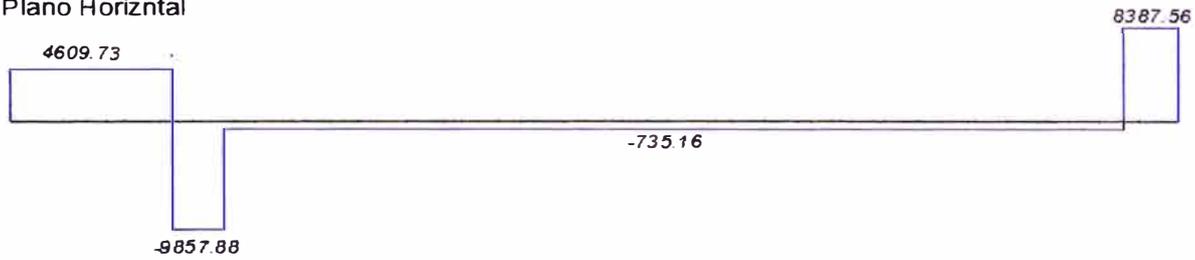


Diagrama de Momento  
flexionante, M (N.m)



Figura 5.5 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante en el plano horizontal.

En el plano Vertical  
Diagrama de fuerzas (N)

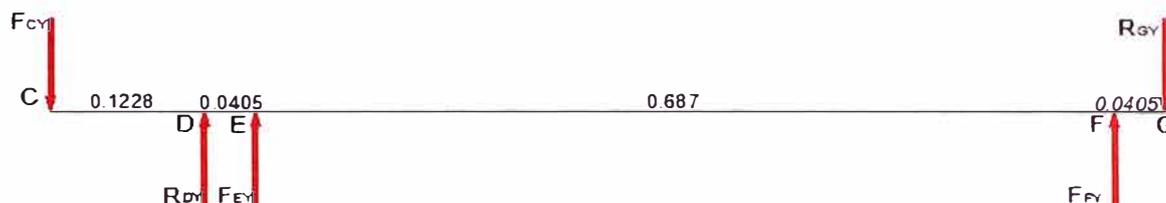


Diagrama de fuerza  
cortante, V (N)



Diagrama de Momento  
flexionante, M (N.m)



Figura 5.6 Diagrama de fuerza cortante y momento flexionante en el plano vertical.

Calculo de torques en cada punto del eje:

$$T_C = F_C \cdot \frac{d_p}{2} = (5534.41) \cdot \left(\frac{0.169}{2}\right) = 470.26 \text{ N.m}$$

La banda transportadora ejerce su fuerza sobre el rodillo de transmisión, el cual recibe la fuerza sobre los puntos de apoyo E y F. El par torsional en estos puntos es igual.

$$T_E = \frac{F_{Banda}}{2} \cdot \frac{d_{rodillo}}{2} = \left(\frac{8228.92}{2}\right) \cdot \left(\frac{0.1143}{2}\right) = 235.14 \text{ N.m}$$

$$T_F = \frac{F_{Banda}}{2} \cdot \frac{d_{rodillo}}{2} = \left(\frac{8228.92}{2}\right) \cdot \left(\frac{0.1143}{2}\right) = 235.14 \text{ N.m}$$

De la gráfica de momentos flectores:

$$M_C = 0$$

$$M_D = \sqrt{566.07^2 + 376.09^2} = 679.61 \text{ N.m}$$

$$M_E = \sqrt{166.83^2 + 365.83^2} = 402.07 \text{ N.m}$$

$$M_F = \sqrt{339.70^2 + 29.3^2} = 340.96 \text{ N.m}$$

$$M_G = 0$$

También:

$$0.3S_y = 265.5 \text{ N/mm}^2$$

$$0.18S_u = 230.4 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tomamos el mínimo: } \tau_{adm.} = 230.4 \text{ N/mm}^2$$

Sabemos que hay secciones con canales para anillos seeger y canales chaveteros, por lo tanto hay concentración de tensiones; para este caso se toma 75% de  $\tau_{adm.}$  Como tensión cortante admisible:

$$\therefore \tau_{adm.} = 0.75(230.4) = 172.8 \text{ N/mm}^2$$

Para un eje rotativo y una carga gradual estacionaria:

$$C_M = 1.5 \text{ y } C_T = 1$$

Calculando el diámetro en cada punto:

$$d_C = \left[ \frac{16}{172.8 \pi} \left[ ((1.5) \cdot (0))^2 + 1 \cdot ((470.26) \cdot (1000))^2 \right]^{1/2} \right]^{1/3} = 24.02 \text{ mm.}$$

$$d_D = 32.1 \text{ mm.}$$

$$d_E = 28.24 \text{ mm.}$$

$$d_F = 25.5 \text{ mm.}$$

Para el punto G no hay torsión ni flexión, solo esfuerzo cortante, entonces seleccionamos el mismo diámetro del punto D pues son puntos de apoyo del rodillo motriz:

$$d_G = 32.1 \text{ mm.}$$

Los diámetros del eje varían entre 24.02 y 32.1 mm., por lo tanto seleccionamos la fabricación del eje con un diámetro de 38.1 mm. (1 ½") en calidad VCL (AISI 4340H) en estado de suministro bonificado.

Calculo del tornillo de potencia para el regulador de nivel de corte

Para el regulador de nivel de corte se requiere que el movimiento sea vertical, para esto hacemos uso de un tornillo de potencia y una tuerca (nuez).

## 5.6 CALCULO DEL TORNILLO DE POTENCIA PARA EL REGULADOR DE NIVEL DE LOS DISCOS DE CORTE

Para el tornillo de potencia seleccionaremos un material SAE 1020, cuyas propiedades mecánicas son:

*Limite de fluencia ( $S_y$ ): 30000 psi*

*Resistencia a la traccion ( $S_u$ ): 55000 psi*

*Alargamiento: 25%*

La carga que soportara el tornillo de potencia es baja pues solo hace el trabajo de regular el nivel de corte de las cuchillas, por lo tanto asumiremos una carga total de:  $W_T = 2000 \text{ lbf}$  (892.84 kgf)

Para nuestros cálculos limitaremos la resistencia a la tensión a 10000 psi y para el esfuerzo cortante en las roscas hasta 5000 psi.

La carga a subir por cada tornillo de potencia es 1000 lbf. Entonces el área requerida para el esfuerzo de tensión es:

$$A_t = \frac{F}{\sigma_d} = \frac{1000 \text{ lbf}}{10000 \frac{\text{lbf}}{\text{pul}^2}} = 0.1 \text{ pul}^2$$

De acuerdo con la tabla A.6, un tornillo de rosca ACME de 1/2" con 10 roscas por pulgada tendrían un esfuerzo de tensión de 0.1225 pulg<sup>2</sup>. Para

esta rosca cada pulgada de longitud de una tuerca suministra 0.7278 pulg<sup>2</sup> de área al esfuerzo cortante en sus roscas. Entonces el área requerida al cortante es:

$$A_s = \frac{F}{\tau_d} = \frac{1000 \text{ lbf}}{5000 \frac{\text{lbf}}{\text{pulg}^2}} = 0.2 \text{ pulg}^2$$

La longitud necesaria de la tuerca (nuez) será:

$$h = 0.2 \text{ pulg}^2 \left( \frac{1 \text{ pulg}}{0.7278 \text{ pulg}^2} \right) = 0.2748 \text{ pulg}$$

El ángulo de avance:

$$L = p = 1/n = 0.1 \text{ pulg}$$

$$\lambda = \tan^{-1} \frac{L}{\pi \cdot D_p} = \tan^{-1} \frac{0.1 \text{ pulg}}{\pi \cdot (0.4306 \text{ pulg})} = 4.22 \text{ grados}$$

Par torsional necesario para subir la carga:

$$T_u = \frac{F \cdot D_p}{2} \left[ \frac{\cos \phi \cdot \tan \lambda + f}{\cos \phi - f \cdot \tan \lambda} \right]$$

$$\cos \phi = \cos(14.5) = 0.968$$

$$\tan \lambda = \tan(4.22) = 0.0739$$

$D_p$ : Diámetro mínimo de paso.

$f$ : Coeficiente de fricción, para este caso se considera 0.15

Reemplazando:

$$T_u = \frac{1000 \cdot (0.4306)}{2} \left[ \frac{(0.968) \cdot (0.0739) + 0.15}{(0.968) - (0.15) \cdot (0.0739)} \right] = 49.84 \text{ lbf} \cdot \text{pulg}$$

La eficiencia se puede calcular con la ecuación:

$$e = \frac{F \cdot L}{2 \cdot \pi \cdot T_u} = \frac{(1000 \text{ lbf}) \cdot (0.1 \text{ pulg})}{2 \cdot \pi \cdot (49.84 \text{ lbf} \cdot \text{pulg})} = 0.32 = 32 \%$$

Par torsional necesario para bajar la carga:

$$T_u = \frac{F \cdot D_p}{2} \left[ \frac{f - \cos \phi \cdot \tan \lambda}{\cos \phi + f \cdot \tan \lambda} \right]$$

$$T_d = \frac{1000 \cdot (0.4306)}{2} \left[ \frac{0.15 - (0.968) \cdot (0.0739)}{(0.968) + (0.15) \cdot (0.0739)} \right] = 17.25 \text{ lbf. pulg}$$

Los pares torsionales para subir y bajar la carga son relativamente bajos, esto favorece la maniobrabilidad del operario.

El ambiente de trabajo para maquina es agresivamente corrosiva, por el cual se tuvo que seleccionar un diámetro que no sufra deformaciones significativas por corrosión, el tornillo de potencia se fabrico a partir de un diámetro de 25 mm en acero al carbono SAE1020.

## 5.7 SELECCIÓN DE CHUMACERAS

Para los discos de corte, se requiere una chumacera de pie que coincida con el diámetro del eje de transmisión que une el motor eléctrico y el disco de corte, a su vez que se adapte al sistema motriz motriz – discos de corte.

Para la maquina seleccionamos una chumacera del tipo UCP 210-32 dia. Int. 50.8 mm.

Para el eje regulador de altura de corte, se requiere una chumacera de pie que transmita el giro de la volante hacia los ejes que regulan la altura de corte de los motores. Lo seleccionamos en base al diámetro del eje seleccionado.

Para la maquina seleccionamos una chumacera del tipo UCP 206 diam. Int 30 mm.

Para los polines de la faja transportadora se necesitan polines de pared, tenemos 2 tamaños de polines:

Polín de transmisión: Es el que hace la fuerza de giro para trasladar todas las baterías para pasar a través de los discos de corte hasta descargarlos de la faja transportadora.

Para este polín seleccionamos una chumacera de pared de la serie NTN UCF 207-104D1 1 ¼”.

Polín libre: Únicamente conducen libremente las baterías a travez de la faja transportadora.

Para este polín seleccionamos una chumacera de pared del tipo SYC UCF 202-10 5/8”.

## **5.8 SELECCIÓN DE RODAMIENTO AXIAL**

Para la regulación de la altura de corte, se realiza mediante un eje vertical que conduce al sistema motriz motor – disco de corte a través de unas guías laterales para cada motor. Por lo tanto en necesario utilizar un rodamiento axial que soporte la el peso del sistema motriz, un peso netamente axial. Por lo que seleccionamos un rodamiento tipo axial de bolas. También se debe tener en cuenta seleccionar un rodamiento que se ajuste al soporte del eje que regula la altura de corte.

Se selecciona un rodamiento axial de bolas 51105 cuyas características son:

D ext. = 42 mm.

D int. = 25 mm.

Altura = 11 mm

Capacidad de carga dinámica Ca: 1990 kgf

Capacidad de carga estática Coa: 3800 kgf

**CAPITULO VI**  
**ANALISIS ECONOMICO**

## 6.1 COSTO DE MATERIALES

Componentes	Material	Cantidad	Unidad	Precio unitario S/.	Total S/.
Faja transportadora	Banda	11	m	900	9900
	Polea guiada	1	pza	300	300
	Polea motriz	1	pza	250	250
	Polines de acero 25 mm de $\phi$	25	m	25	625
	Varillas de FN de 20 mm de $\phi$	25	pza	15	375
	Chumaceras de polines	46	pza	110	5060
	Estructura soporte	1	pza	1300	1300
	Chumaceras de polea motriz	2	pza	220	440
	Cubierta de chumaceras	2	pza	200	400
	Cubierta y soporte de motoreductor	1	pza	300	300
	Chumaceras de polea guiada	2	pza	250	500
	Motoreductor	1	pza	2300	2300
	Consumibles	1	pza	800	800
				Total	22550
Sistema de corte con discos	Discos de corte de 60 cm	4	pza	1400	5600
	Motor para sierras de 5 hp	4	pza	1500	6000
	Sistema de transmision para discos	2	sist	350	700
	Esparragos y guias de discos de corte	4	sist	200	800
	Estrcutura de sistema de corte	2	pza	300	600
	Cubierta de sistema de corte	2	pza	500	1000
	Consumibles	3	pza	350	1050
			Total	15750	
Mesa con polines locos para salida de baterias	Estructura soporte	1	pza	500	500
	Chumaceras	30	pza	110	3300
					0
					0
	Polines de acero 25 mm de $\phi$	15	pza	25	375
	Barillas de FN de 20 mm de $\phi$	15	pza	15	225
	Consumibles	1	pza	300	300
			Total	4700	

Separador de tapas	Guías de tapas	4	pza	200	800
	Soporte de guías	4	pza	150	600
	Cubierta de guías	4	pza	200	800
	Accesorios	4	pzas	500	2000
	Acabados	4	pza	50	200
	Consumibles	1	pzas	300	300
				Total	4700
Tablero de control	Tablero	1	pza	200	200
	Llave principal	1	pza	200	200
	Arranque de motor de faja	1	sist	450	450
	Arranque de motor de disco de corte	4	sist	450	1800
	Microplc	1	pza	350	350
	Borneras de control	60	pza	1.5	90
	Cables de control	3	rollos	30	90
	Sensor de seguridad	1	pza	80	80
	Pulsador de arranque	2	pza	10	20
	Parda de emergencia	1	pza	20	20
	Pulsador de parada	1	pza	10	10
	Variador de velocidad	1	pza	5000	5000
	Accesorios	1	pza	1200	1200
	Indicadores luminosos	0	pza	20	0
	Consumibles	1	pza	300	300
	Cables de fuerza	1	pza	150	150
				Total	9960

Costo total de materiales: S/. 57660.00 Nuevos soles.

## 6.2 COSTO DE MANO DE OBRA

Componentes	Mano de obra	Cantidad	Nº dias	Costo por dia	Total
Faja transportadora	Operario soldador	2	7	40	560
	Operario mecanico	1	7	40	280
	supervisor	1	10	60	600
				total	1440
Sistema de corte con discos	Operario soldador	2	7	40	560
	Operario mecanico	1	14	40	560
	Supervisor	1	10	60	600
					total
Mesa con polines locos para salida de baterias	Operario mecanico	1	5	40	200
	Supervisor	1	7	60	420
					total

Separador de tapas	Operario soldador	2	3	40	240
	Operario mecanico	1	3	40	120
	Supervisor	1	5	60	300
					660
Tablero de control	Operario electricist	1	7	40	280
	Ayudante	2	7	30	420
	Supervisor	1	10	60	600
				total	1300

Costo total de la mano de obra: S/. 5740.00 Nuevos soles.

### 6.3 COSTO FIJO DEL PERSONAL

<b>COSTOS FIJOS POR PERSONA</b>			
	<b>DESCRIPCION</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>COSTO S/.</b>
Persona	Salario	Mensual	1000.00
Implementos de seguridad	Lentes de seguridad	Semestral	17.00
	Guantes de Neoprene		45.00
	Mandil de PVC		14.00
	Memelucos para acidos		40.00
	Respirador con filtro para gases		80.00
	Careta polip[ropileno		55.00
	Botas de jebe punta de acero		26.00
	Tapones de oido		1.80
Seguros	SCTR por 8 personas	Mensual	354.00
Ley No. 26790	Examen medico ocupacional	Anual	220.00
<b>COSTO POR PERSONA</b>		<b>MENSUAL</b>	<b>1109.05</b>

Cantidad de personas que trabajan por turno son 10, por lo tanto el gasto mensual por 10 personas trabajando en un solo turno es de 11090.5 Nuevos Soles.

A estos gastos podemos añadir los accidentes por cortes por el hacha y quemaduras por el ácido que se tenían por semana que eran en promedio 2 personas accidentadas, los cuales tenían un descanso medico de 1 o 2 días.

<b>COSTO POR PERSONA</b>	<b>MENSUAL</b>	S/.1,109.05
<b>COSTO POR TURNO CON 10 PERSONAS</b>	<b>MENSUAL</b>	S/.11,090.50

Después de implementar la nueva máquina solo se emplearon 3 personas por turno para el corte de baterías. Esto ayudo mucho en reducir costos fijos de personal y minimizo los accidentes.

<b>COSTO POR TURNO CON 3 PERSONAS UTILIZANDO LA NUEVA MAQUINA</b>	<b>MENSUAL</b>	S/.3,327.15
<b>AHORRO DE PERSONAL</b>	<b>MENSUAL</b>	S/.7,763.35

## 6.4 CALCULO DEL VAN Y EL TIR

El ahorro hallado de la reducción del personal lo utilizamos como flujos de caja mensual para calcular el VAN y el TIR

PERIODO	FLUJO DE FONDOS
0	-77356.375
1	7763.35
2	7763.35
3	7763.35
4	7763.35
5	7763.35
6	7763.35
7	7763.35
8	7763.35
9	7763.35
10	7763.35
11	7763.35
12	7763.35
13	7763.35

<b>TIR</b>	<b>4%</b>
<b>VAN</b>	<b>S/.165.70</b>

De los resultados hallados podemos decir que en 13 meses se habría recuperado la inversión en la compra de la máquina.

## 6.5 COMPARACION DE PRODUCCION HOMBRE - MAQUINA

### PRODUCCION POR EXTRACCION MANUAL

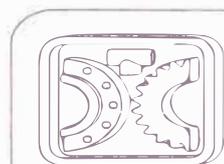
DIA	MES	TURNO	NRO. PARTE	Peso Bruto Kg	RECUPERACION								MERMA		TIEMPOS			N° OPER	TTP	HORAS HOMBRE	HH/TM CARGA	KG/HR	
					GRUPO		PLASTICO		ACIDO		TOTAL RECUP.		Kg	%	INICIO	FINAL	TOTAL						
					Kg	%	Kg	%	Kg.	%	Kg.	%											
30	5	D		5283.50	3103.00	58.73	326.50	6.18	1854.00	35.09	5283.50	100.00	0.00	0.00	09:00	17:00	08:00	8.00	8.00	64.00	12.11	660.44	
31	5	D		6372.50	5832.00	91.52	486.00	7.63	54.50	0.86	6372.50	100.00	0.00	0.00	10:00	20:45	10:45	8.00	10.75	86.00	13.50	592.79	
2	6	D		3351.50	3000.00	89.51	351.00	10.47	0.00	0.00	3351.00	99.99	0.50	0.01	08:30	16:27	07:57	6.00	7.95	47.70	14.23	421.57	
3	6	D		4448.00	4108.50	92.37	339.50	7.63	0.00	0.00	4448.00	100.00	0.00	0.00	09:00	18:22	09:22	6.00	9.37	56.20	12.63	474.88	
4	6	D		8970.00	8156.00	90.93	814.00	9.07	0.00	0.00	8970.00	100.00	0.00	0.00	08:15	19:15	11:00	7.00	11.00	77.00	8.58	815.45	
5	6	D		8099.00	7080.50	87.42	580.00	7.16	439.00	5.42	8099.50	100.01	-0.50	-0.01	08:15	19:30	11:15	7.00	11.25	78.75	9.72	719.91	
<b>PROMEDIO</b>				6087.42	5213.33	85.64	482.83	7.93	391.25	6.43	6087.42	100.00	0.00	0.00				7.00	3.64	25.60	4.42	230.32	
<b>TOTALES</b>				36524.50	31280.00	85.64	2897.00	7.9317	2347.50	6.4272	36524.50	100.00	0.00	0.00									

### PRODUCCION POR EXTRACCION POR LA MAQUINA

DIA	MES	TURNO	NRO. PARTE	Peso Bruto Kg	RECUPERACION								MERMA		TIEMPOS			N° OPER	TTP	HORAS HOMBRE	HH/TM CARGA	KG/HR	
					GRUPO		PLASTICO		ACIDO		TOTAL RECUP.		Kg	%	INICIO	FINAL	TOTAL						
					Kg	%	Kg	%	Kg.	%	Kg.	%											
20	6	D		8900	7985	89.72	850	9.55	65	0.73	8900.00	100.00	0.00	0.00	09:00:00	17:30:00	08:30	3.00	8.50	25.50	2.87	1047.06	
21	5	D		9150	8195	89.56	887	9.69	68	0.74	9150.00	100.00	0.00	0.00	08:30:00	17:15:00	08:45	3.00	8.75	26.25	2.87	1045.71	
22	6	D		7460	6696	89.76	715	9.58	49	0.66	7460.00	100.00	0.00	0.00	09:10:00	16:30:00	07:20	3.00	7.33	22.00	2.95	1017.27	
23	6	D		11250	10080	89.60	1070	9.51	100	0.89	11250.00	100.00	0.00	0.00	08:50:00	19:30:00	10:40	3.00	10.67	32.00	2.84	1054.69	
24	6	D		7900	7040	89.11	770	9.75	90	1.14	7900.00	100.00	0.00	0.00	09:30:00	17:20:00	07:50	3.00	7.83	23.50	2.97	1008.51	
25	6	D		10150	9055	89.21	967	9.53	128	1.28	10150.00	100.00	0.00	0.00	09:15:00	18:30:00	09:15	3.00	9.25	27.75	2.73	1097.30	
<b>PROMEDIO</b>				9135.00	8175.17	89.49	876.50	9.59	83.33	0.91	9135.00	100.00	0.00	0.00				3.00	3.27	9.81	1.08	391.91	
<b>TOTALES</b>				54810.00	49051.00	89.49	5259.00	9.595	500.00	0.9122	54810.00	100.00	0.00	0.00									

Comparando las tablas notamos que con la extracción manual tenemos 7 personas extrayendo 230.32 kg en una hora; mientras que con la maquina tenemos a 3 personas extrayendo 391.91 kg.

## 6.6 COTIZACION



# DINMETS A

DESARROLLO INDUSTRIAL MECANICO S.A.

**REFERENCIA:**

**DISEÑO Y FABRICACION DE MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS**

**TITULO:**

**PROPUESTA TECNICA – ECONOMICA**

**CLIENTE:**

**ZINSA**

**OFERTA Nº:**

**DIMSA – 0012 / 10-00**

**FECHA:**

**15 de Noviembre de 2010**

**Atención:**

Ing. Gustavo Blancas

**Realizado por:**

Álvaro Ramírez Choque  
Ingeniería – Proyectos – Servicios

**Datos de la Empresa:**

Razón : DINMETS A  
Ruc : 20372360713  
Dirección: Av. Morales Duarez 3240 – Lima  
Telf. : 719 – 8090  
Fax : 719 – 8091

Celular : 994143227  
984576894

ESTE DOCUMENTO CONTIENE INFORMACIÓN Y USO DE LA EMPRESA, LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA, ESTÁ PROHIBIDA Y SANCIONADA DEACUERDO A LEY.

## 1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La proforma concierne al servicio de diseño y fabricación de una máquina para cortar baterías que describimos a continuación.

- Faja transportadora con banda resistente a la corrosión por ácido.
- Sistema de corte de baterías con doble disco de 60 cm de diámetro, dos juegos separados y regulables.
- Sistema de extracción de tapas y partes cortadas, al final de cada sistema de corte.
- Mesa con polines locos para la salida de las baterías cortadas.
- Tablero de arranque de máquina.

## 2. DETALLES DEL SERVICIO

### 2.1 FAJA TRANSPORTADORA:

- Estructura en Fierro negro, protegido con pintura epóxica 5 m de largo con 0.8 m de ancho, se considera 2 metros antes del sistema de corte.
- Faja de 80 cm de ancho por 3.2 mm de espesor material **caucho natural**.
- Polines para faja de 80 cm de ancho de acero, con alma de acero.
- 2 Chumaceras de pared para sujeción de cada polín.
- Motor de 5 Kw 220 VAC 3Ø con reductor, protegido a la caída de ácido, accionado por variador de velocidad.

### 2.2 SISTEMA DE CORTE CON DISCOS

- Elementos de transmisión para 2 juegos de 2 discos de corte mediante un motor de 5 Hp 220 VAC 3Ø por cada disco de corte.

- Estructura de sistema de corte incluye sistema de regulación de altura de corte. Protegido interiormente contra la acción del ácido.
- 4 Discos de corte de 60 cm de diámetro x 4 mm de espesor en acero inoxidable, resistente a la corrosión de ácido.
- 2 Cubiertas de sistema de corte mediante discos.
- Elementos de seguridad, para detener acción de maquina ante el peligro de corte humano.

### 2.3 SISTEMA DE EXTRACCION DE TAPAS CORTADAS

- 4 Guías para tapas cortadas, para liberar zona de corte de tapas y evitar atoros
- Cubierta de guías
- Soporte de guías
- De esta manera la maquina se auto limpia de los cortes.

### 2.4 MESA CON POLINES LOCOS PARA SALIDA DE BATERIAS

- Estructura de fierro negro, protegido con pintura epoxica 1 m de largo con 0.8 m de ancho
- Polines locos con inclinación para la salida de las baterías por efecto de la gravedad, recubierto con ertalon.

### 2.5 TABLERO DE CONTROL DE MAQUINA DE CORTE MEDIANTE DISCOS DE CORTE:

- Elementos de control y arranque de máquina.
- Incluye; elementos de arranque de motores de máquina, microplc para control y lógica de operación máquina de corte.
- Variador de velocidad
- Tablero IP65, indicadores de arranque y operación de máquina.
- Cableado mediante tubería conduit con forro para protección contra la corrosión.

### 3. CONTROL DE CALIDAD

Con la finalidad de que el servicio de montaje ofertado cumpla con las exigencias de calidad, nuestra empresa tiene una política de aseguramiento de la calidad y confiabilidad operativa.

- Precomisionamiento y comisionamiento.

### 4. CONSIDERACIONES GENERALES

El cliente deberá tener en cuenta lo siguiente:

- DINMETSA, no suministrara ningún material o equipo que no se haya mencionado en el presupuesto.
- La proforma incluye las pruebas de operación en planta.
- El personal de DINMETSA, involucrado en este servicio contara con seguro de alto riesgo.
- El personal estará plenamente uniformado, incluyendo equipo de seguridad.

### 5. PROPUESTA ECONOMICA

ITEM	CANT.	DESCRIPCIÓN	S/. P.UNIT.	S/. -TOTAL
01	01	Faja transportadora con banda resistente a la corrosión por acido.		<b>29 987.50</b>
02	02	Sistema de corte de baterías con doble disco de 60 cm de diámetro.	10 918.75	<b>10 918.75</b>
03	02	Sistema de extracción de tapas cortadas	3 350.00	<b>3 350.00</b>
04	01	Mesa de salida de baterías		<b>6 650.00</b>
05	01	Tablero de arranque de máquina.		<b>14 650.00</b>
		<b>Los Precios No Incluyen el IGV</b>		<b>S/. 65 556.25</b>

### 6. CONDICIONES COMERCIALES

<b>PRECIOS</b>	: En nuevos soles
<b>FORMA DE PAGO</b>	: 50% Adelanto saldo contado contra entrega.
<b>PLAZO DE ENTREGA</b>	: 35 días de emitida su orden de compra y adelanto.
<b>LUGAR DE ENTREGA</b>	: En planta ZINSA Ventanilla.
<b>VALIDEZ DE OFERTA</b>	: 15 Días.

## 6.7 POSIBLES FALLOS DE FUNCIONAMIENTO Y SOLUCIONES

Fallos	Causa Posible	Solución
Resbalamiento de la batería sobre la faja.	Atascamiento entre la bornera de la batería y la chumacera de del eje de cuchillas.	Detener la faja transportadora y luego apagar los motores de corte (en ese orden).
	Atascamiento por acumulacion de tapas sin retirar en el separador de tapas.	Retirar cuidadosamente las baterías atascadas sin dañar las cuchillas de corte y volver a empezar.
	Atascamiento por asa de la batería que no permite el paso de la tapa sobre el separador de tapas.	
Las cuchillas de corte no giran.	Traba de las cuchillas con las baterías.	Abrir el tablero de control y cerrar los contactos de los guardamotores. (Lo debiera hacer el tecnico electricista.)
Atascamiento frecuente de las cuchillas de corte con las baterías.	Falta de afilado de las cuchillas.	Reemplazo de las cuchillas de corte.

## CONCLUSIONES

- ✓ La máquina cortadora de tapas de baterías destapa las baterías con facilidad quedando la tapa cortada en una sola pieza.
- ✓ La cantidad de placas extraídas por el corte de la máquina aumento en un 100% (duplico la producción).
- ✓ La cantidad de personas que realizaban las labores de despape de la batería se redujo de 10 a 4, reduciendo también los riesgos de accidentes y enfermedades ocupacionales.
- ✓ La extracción de las placas de plomo después del corte se hace de forma más limpia y más ordenada.
- ✓ Se redujo los gastos fijos en salarios, costos de implementos de seguridad, seguros, exámenes médicos ocupacionales, etc.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un programa de mantenimiento preventivo trimestral para máquina por parte del área de mantenimiento, en especial para los discos de corte y chumaceras de pie y de pared quienes son los más propensos a deteriorarse por corrosión.
- Las chumaceras de pared deberán cambiarse periódicamente pues con los vapores producidos por el mismo corte, la corrosión endurecerá el giro de las chumaceras y haría sobrecargar al moto-reductor.
- Alimentar la mesa con baterías completamente drenadas o con baterías que no derramen ácido, esto es para proteger la faja transportadora y hacerla más duradera.
- Se pueden realizar cortes de 2 en 2 o de 3 en 3, para esto se deberá alinear bien las guías y se recomienda que éstas estén lo más próximas a las paredes del bloque total de corte.
- Establecer una velocidad de avance de la faja adecuada, tomando en cuenta el ancho de corte y el estado de los filos de las pastillas de corte de la cuchilla; mientras se va desgastando el filo de las pastillas se deberá bajar la velocidad de avance de las baterías.
- La velocidad de avance de la faja para el corte adecuado, teniendo una cuchilla en buen estado y un ancho de 30 cm. (aprox.) de corte deberá realizarse a 30% de su velocidad máxima, y a un ancho máximo de 51 cm. (aprox.) de corte deberá realizarse a 20 % de su velocidad.

## BIBLIOGRAFIA

- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS  
ROBERT L. MOTT, P. E. - CUARTA EDICION
- DISEÑO DE ELEMENTOS DE MAQUINAS I Y II  
ING. FORTUNATO ALVA DAVILA – PRIMERA EDICION
- MAQUINAS “CALCULOS DE TALLER”  
A. L. CASILLAS – 27 EDICION
- MECANICA DE MATERIALES  
GERE Y TIMOSHENKO – CUARTA EDICION
- MANUAL DE ACEROS ESPECIALES  
ACEROS BOEHLER DEL PERU S.A.

**ANEXOS**

TABLA A.1

FACTOR DE SERVICIO FS1					
Naturaleza de la carga	Horas de funcionamiento diarias				
	2	2 - 4	4 - 10	10 - 16	16 - 24
Uniforme	0.75	0.9	1	1.15	1.25
Sobrecargas moderadas	0.95	1.12	1.25	1.4	1.6
Sobrecargas fuertes	1.2	1.5	1.7	1.9	2.2

TABLA A.2

FACTOR DE SERVICIO FS2	
Numero de maniobras/hora	FS2
≤ 8	1
9-20.	1.1
21-35	1.2
36-70	1.3
71-125	1.4
126-250	1.5

TABLA A.3

FACTOR DE SERVICIO PARA TRANSMISIONES POR CADENAS fs			
Tipo de carga	Tipo de Impulso		
	Impulso hidraulico	Motor electrico o turbina	Motor de combustion interna con transmision mecanica
Uniforme (agitadores, ventiladores, transportadores con carga ligera y uniforme.)	1	1	1.2
Choque moderado (maquinas herramientas, gruas, transportadores pesados, mezcladoras de alimentos y molinos.)	1.2	1.3	1.4
Choque pesado (prensas de troquelado, molinos de martillos, transportadores alternos, accionamientos de molinos de rodillos.)	1.4	1.5	1.7

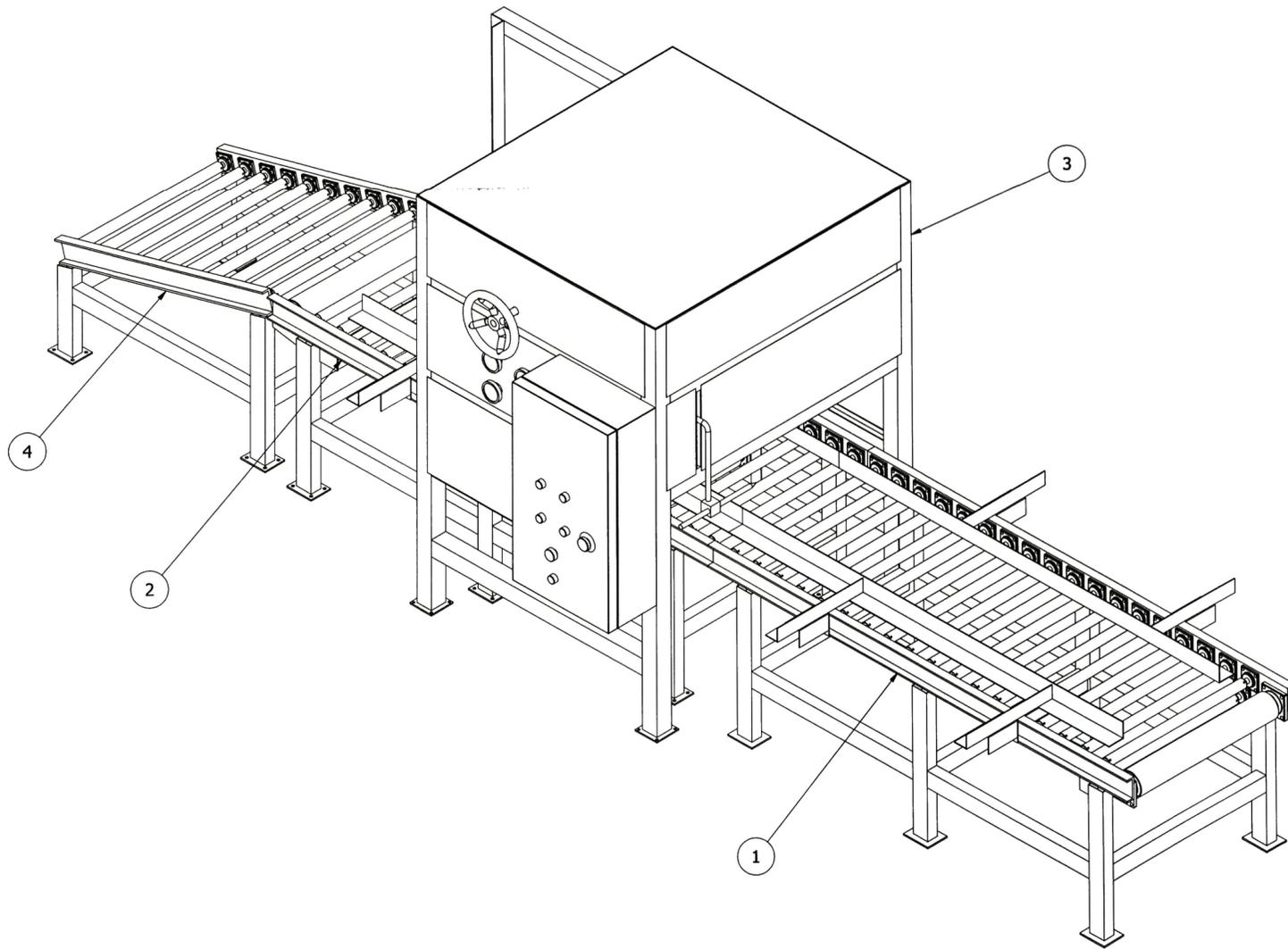
TABLA A.4

Coeficientes de rozamiento entre rodillo motriz y banda transportadora $\mu$		
Condiciones del Rodillo	Condiciones Ambientales	Valor de $\mu$
Sin recubrir	Mojado	0.1
	Humedo	0.1 - 0.2
	Seco	0.3
Recubierto	Mojado	0.25
	Humedo	0.25 - 0.3
	Seco	0.35

TABLA A.5

Diámetro mayor nominal, $D$ (pulg)	Roscas por pulg., $n$	Paso, $p = 1/n$ (pulg)	Diámetro menor mínimo, $D_r$ (pulg)	Diámetro mínimo de paso, $D_p$ (pulg)	Área al esfuerzo de tensión, $A_t$ (pulg <sup>2</sup> )	Área al esfuerzo cortante, $A_s$ (pulg <sup>2</sup> )
1/4	16	0.0625	0.1618	0.2043	0.026 32	0.3355
5/16	14	0.0714	0.2140	0.2614	0.044 38	0.4344
3/8	12	0.0833	0.2632	0.3161	0.065 89	0.5276
7/16	12	0.0833	0.3253	0.3783	0.097 20	0.6396
1/2	10	0.1000	0.3594	0.4306	0.1225	0.7278
5/8	8	0.1250	0.4570	0.5408	0.1955	0.9180
3/4	6	0.1667	0.5371	0.6424	0.2732	1.084
7/8	6	0.1667	0.6615	0.7663	0.4003	1.313
1	5	0.2000	0.7509	0.8726	0.5175	1.493
1 1/16	5	0.2000	0.8753	0.9967	0.6881	1.722
1 1/8	5	0.2000	0.9998	1.1210	0.8831	1.952
1 1/4	4	0.2500	1.0719	1.2188	1.030	2.110
1 1/2	4	0.2500	1.1965	1.3429	1.266	2.341
1 3/4	4	0.2500	1.4456	1.5916	1.811	2.803
2	4	0.2500	1.6948	1.8402	2.454	3.262
2 1/8	3	0.3333	1.8572	2.0450	2.982	3.610
2 1/2	3	0.3333	2.1065	2.2939	3.802	4.075
2 3/4	3	0.3333	2.3558	2.5427	4.711	4.538
3	2	0.5000	2.4326	2.7044	5.181	4.757
3 1/2	2	0.5000	2.9314	3.2026	7.388	5.700
4	2	0.5000	3.4302	3.7008	9.985	6.640
4 1/2	2	0.5000	3.9291	4.1991	12.972	7.577
5	2	0.5000	4.4281	4.6973	16.351	8.511

\*Por pulgada de longitud de acoplamiento.



4	MESA DE DESCARGA DE BATERIAS	VER PLANO 5
3	CAJA CORTADORA DE BATERIAS	VER PLANO 4
2	MESA DE ALIMENTACION	VER PLANO 3
1	MESA DE ALIMENTACION	VER PLANO 2
MOD.	PARTES DE LA MAQUINA	OBSERV.

**XI** UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO: MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS ELECTRICAS

DIB: ALVARO RAMIREZ	Esc: S/E	PLANO N° : 1
DIS: ALVARO RAMIREZ	FECHA: DIC. 2013	HOJA: 1
REV: ING. BEJARANO		

1

2

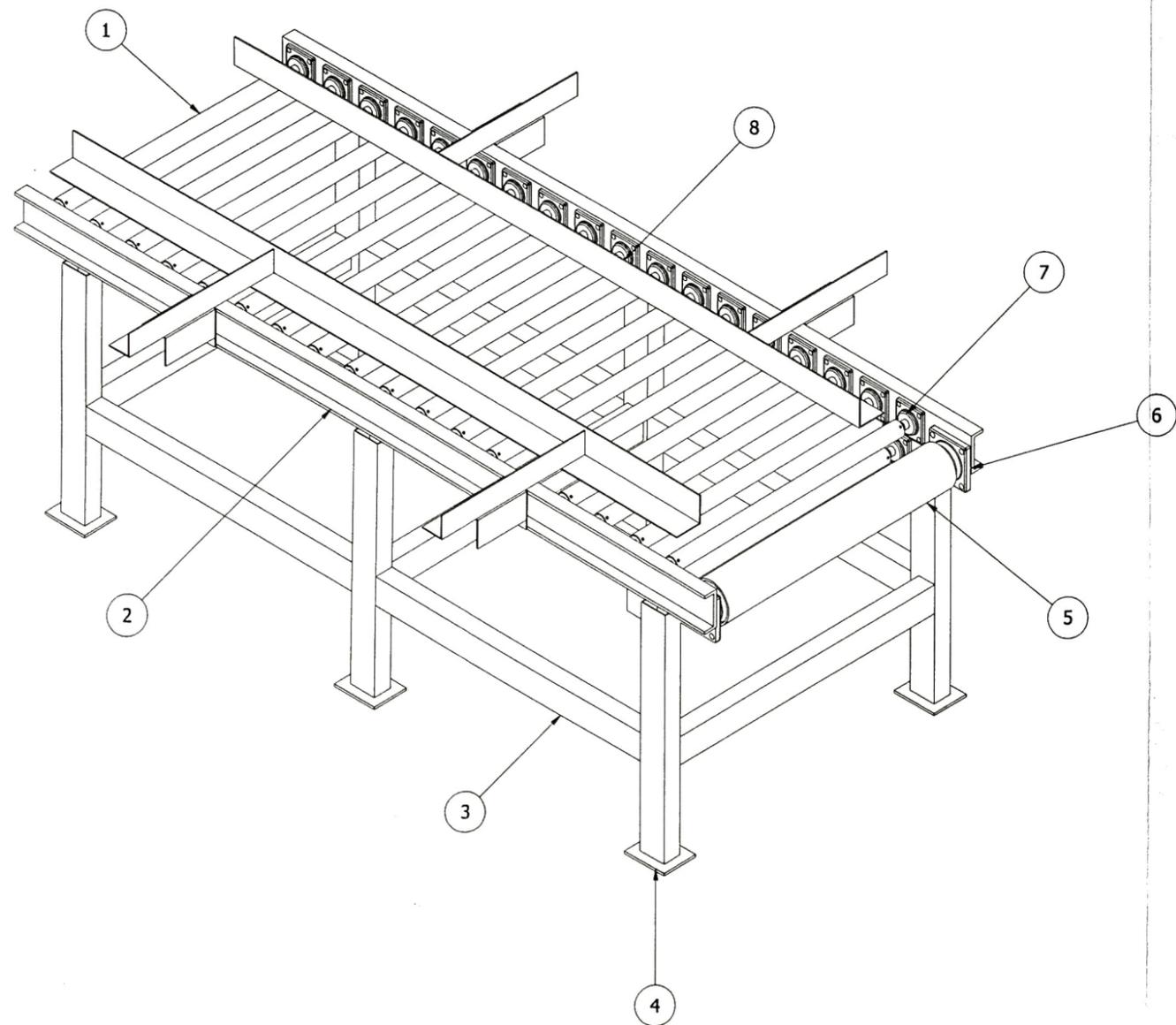
3

4

5

6

7

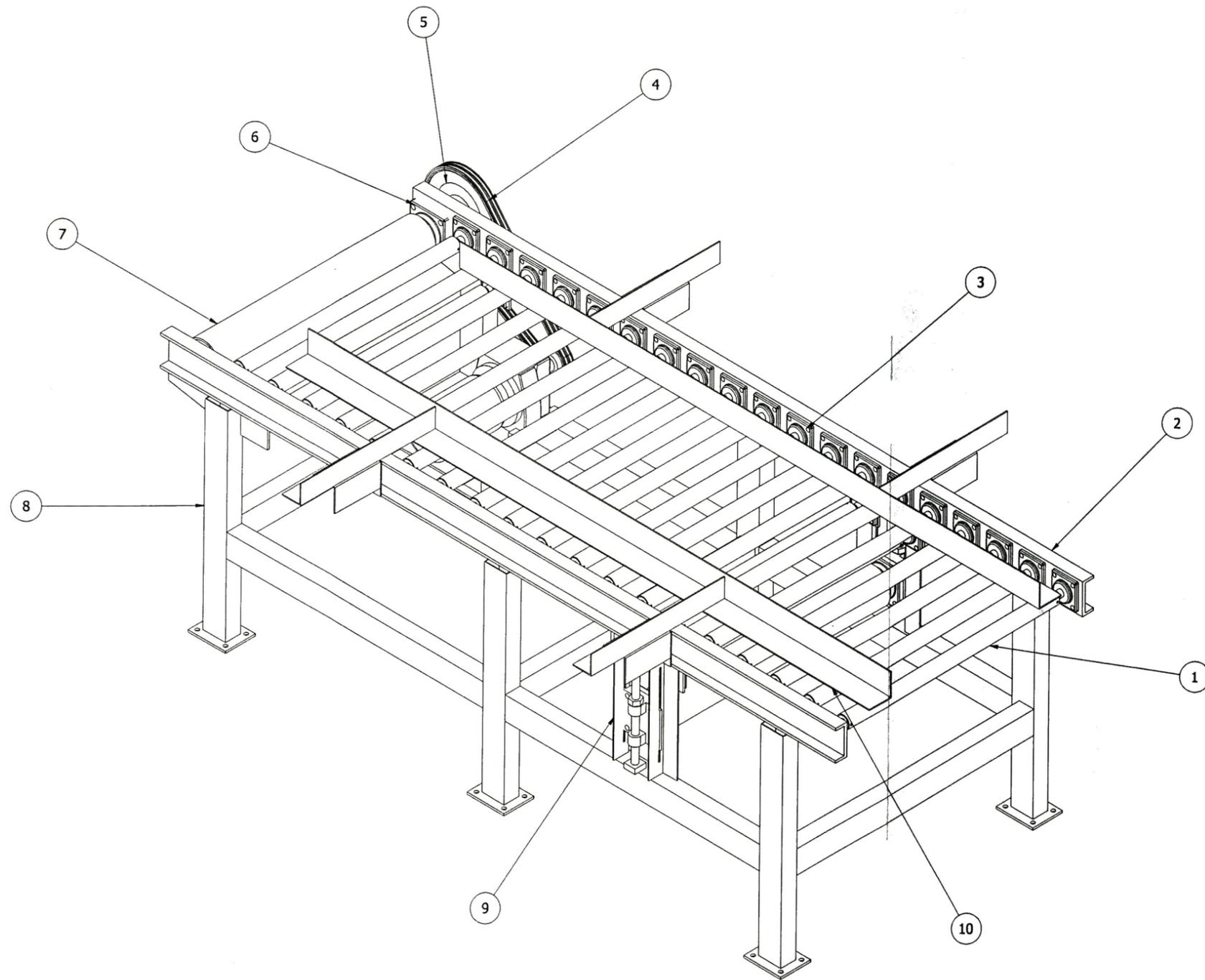


08	ANGULO DE 3" X 3"	A36
07	CHUMACERA POLIN CARGA	UCF 202-10 5/8"
06	CHUMACERA POLIN COLA	UCF 207-104 1 1/4"
05	POLIN DE COLA	A106 / A36
04	PLATINA 4" x 5" x 6.35MM.	A36
03	TUBO LAG 3" X 2" X 2.5MM.	ASTM A500
02	VIGA TIPO U 4" X 1 1/2"	A36
01	POLIN DE CARGA	A106 / A36
ITEM	DESIGNACION	OBS. Y/O ESPEC.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

TITULO:  
 MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS ELECTRICAS - MODULO 1

DIB: ALVARO RAMIREZ	ESC: S/E.	PLANO Nº : 2
DIS: ALVARO RAMIREZ	FECHA: DIC. 2013	HOJA: 1
REV: ING. BEJARANO		

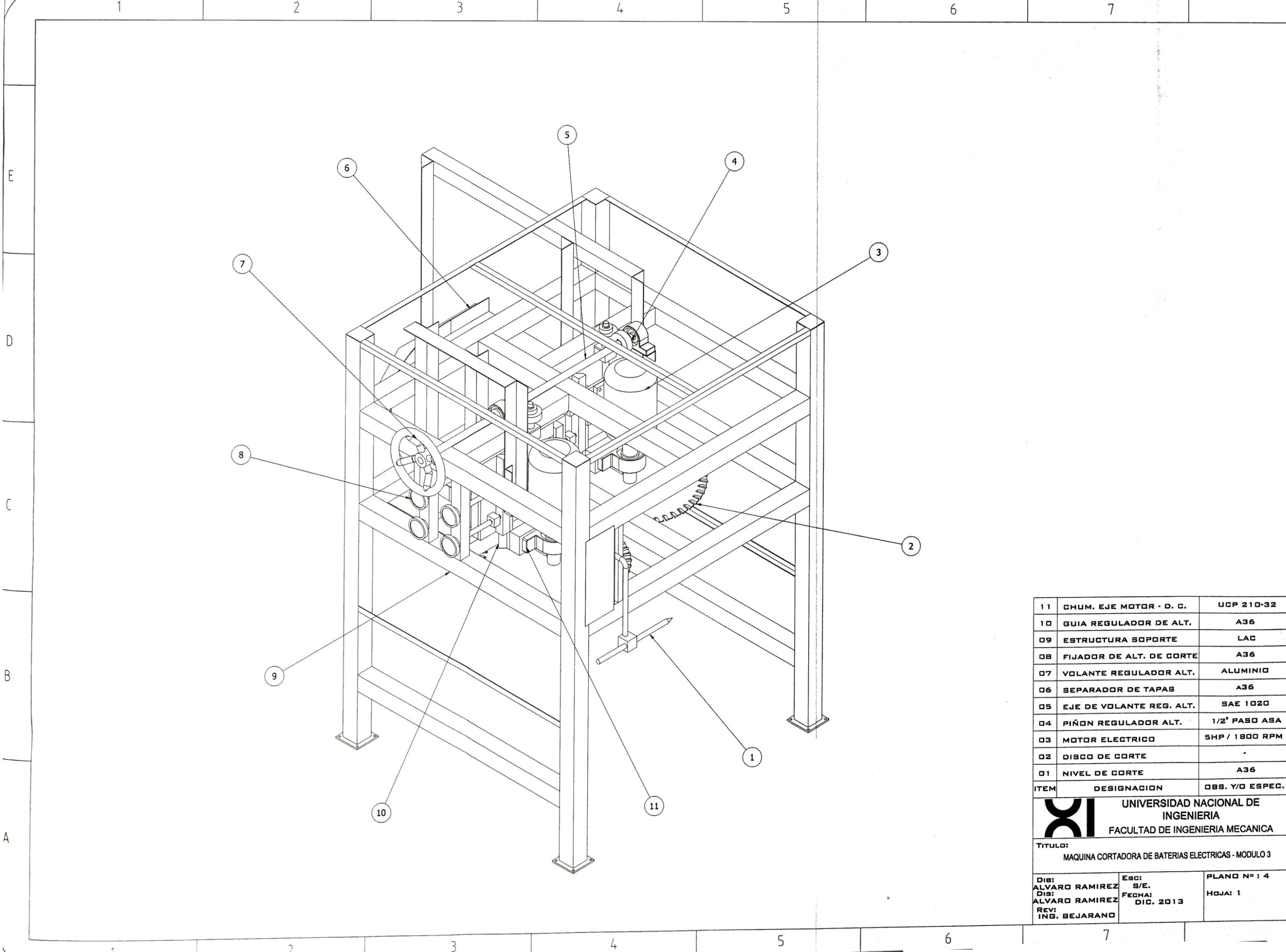


10	ANGULO GUIA 2" X 2" X 1/8"	ASTM A500
09	TENSOR DE BANDA	A36
08	TUBO LAC 3" X 2" X 2.5MM.	ASTM A500
07	POLIN DE MOTRIZ	A106 / A36
06	CHUMACERA POLIN MOTRIZ	UCF 207-104 1 1/4"
05	PIÑON DOBLE 42 DIENTES	1/2" PASO
04	CADENA ASA 40-2 DOBLE	1/2" PASO
03	CHUMACERA POLIN CARGA	UCF 202-10 5/8"
02	VIGA TIPO U 4" X 1 1/2"	A36
01	POLIN DE CARGA	A106 / A36
ITEM	DESIGNACION	OBS. Y/O ESPEC.


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO:  
 MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS ELECTRICAS - MODULO 2

DIS: ALVARO RAMIREZ DIS: ALVARO RAMIREZ REV: ING. BEJARANO	ESC: S/E. FECHA: DIC. 2013	PLANO N° : 3 HOJA : 1
---	-------------------------------------	--------------------------

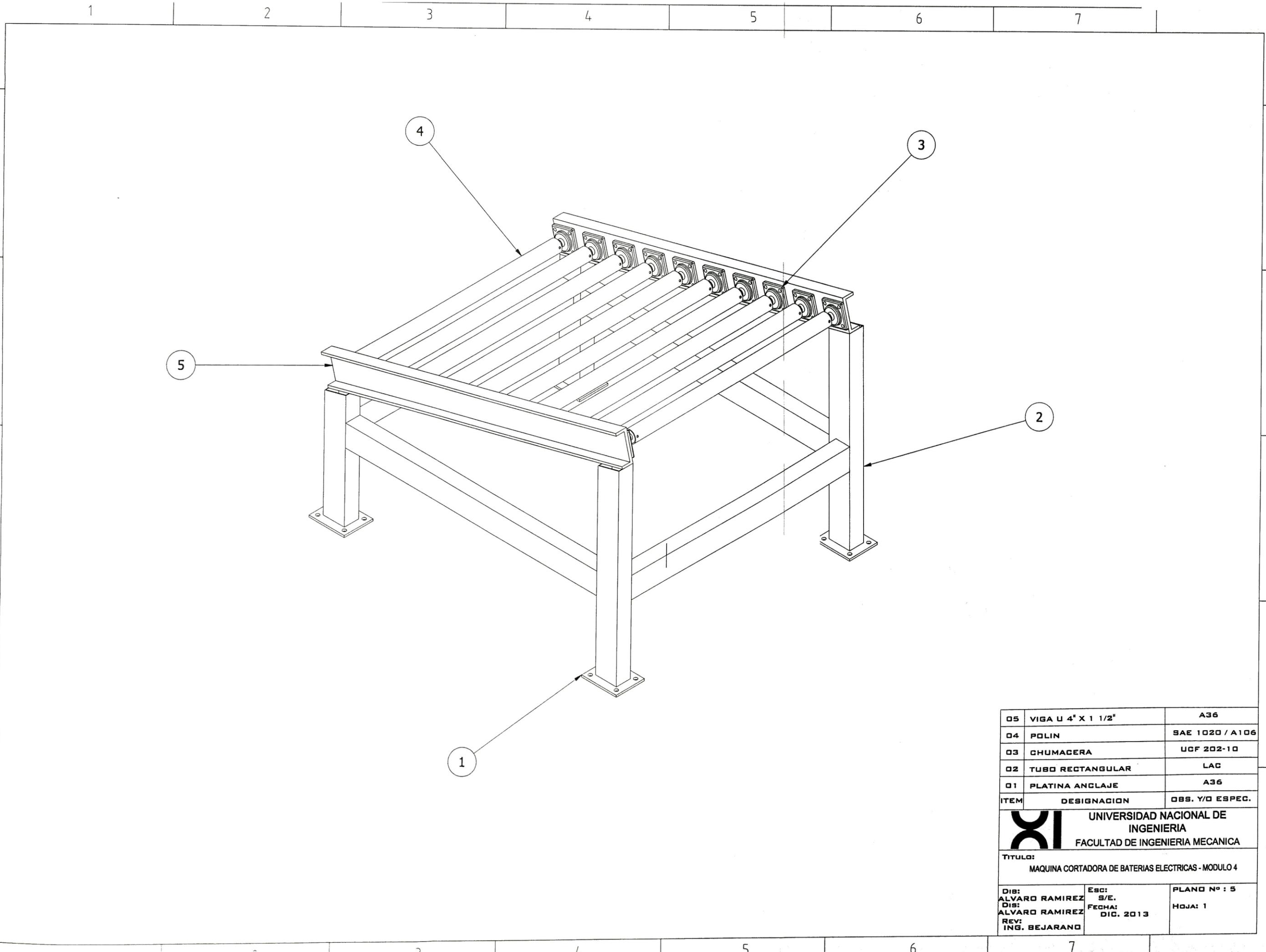


11	CHUM. EJE MOTOR - D. G.	UCP 210-32
10	GUIA REGULADOR DE ALT.	A36
09	ESTRUCTURA SOPORTE	LAC
08	FIJADOR DE ALT. DE CORTE	A36
07	VOLANTE REGULADOR ALT.	ALUMINIO
06	SEPARADOR DE TAPAS	A36
05	EJE DE VOLANTE REG. ALT.	SAE 1020
04	PIÑON REGULADOR ALT.	1/2" PASO ASA
03	MOTOR ELECTRICO	5HP / 1800 RPM
02	DISCO DE CORTE	-
01	NIVEL DE CORTE	A36
ITEM	DESIGNACION	OBS. Y/O ESPEC.


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
 FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA

TITULO:  
 MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS ELECTRICAS - MODULO 3

DIB: ALVARO RAMIREZ DIS: ALVARO RAMIREZ REV: ING. BEJARANO	ESC: S/E. FECHA: DIC. 2013	PLANO Nº : 4 HOJA: 1
---	-------------------------------------	-------------------------



05	VIGA U 4" X 1 1/2"	A36
04	POLIN	SAE 1020 / A106
03	CHUMACERA	UCF 202-10
02	TUBO RECTANGULAR	LAC
01	PLATINA ANCLAJE	A36
ITEM	DESIGNACION	OBS. Y/O ESPEC.
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA</b>		
<b>TITULO:</b> <b>MAQUINA CORTADORA DE BATERIAS ELECTRICAS - MODULO 4</b>		
<b>DIB:</b> <b>ALVARO RAMIREZ</b>	<b>Esc:</b> <b>S/E.</b>	<b>PLANO N° : 5</b>
<b>Dis:</b> <b>ALVARO RAMIREZ</b>	<b>FECHA:</b> <b>DIC. 2013</b>	<b>HOJA: 1</b>
<b>REV:</b> <b>ING. BEJARANO</b>		