

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**



**“FABRICACIÓN DE UN MOLINO DE BOLAS DISCONTINUO  
ARTESANAL, CON EL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO  
ELÉCTRICO CON ELECTRODO MANUAL”**

**EXAMEN DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**INFORME TÉCNICO**

**PRESENTADA POR:  
ERNESTO TITO QUISPE**

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

**PUNO – PERÚ**

**2010**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA Y METALÚRGICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA**

FABRICACIÓN DE UN MOLINO DE BOLAS DISCONTINUO  
ARTESANAL, CON EL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO

ELECTRICO CON ELECTRODO MANUAL

**INFORME TÉCNICO PRESENTADA POR:**

ERNESTO TITO QUISPE

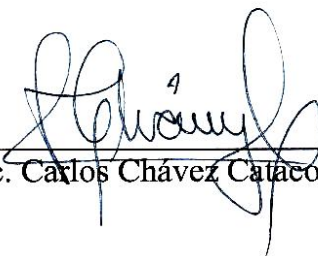


**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

INGENIERO METALURGISTA

**APROBADA POR:**

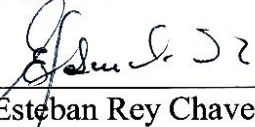
**PRESIDENTE:**

  
M.Sc. Carlos Chávez Catacora

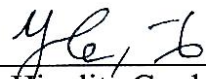
**PRIMER MIEMBRO:**

M.Sc. David A. Paredes Torres

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
M.Sc. Esteban Rey Chavez Gutierrez

**DIRECTOR / ASESOR:**

  
Ing. Hipolito Cordova Gutierrez

**TEMA:** Fabricación de un Molino de Bolas Discontinuo

**ÁREA:** Metalurgia Transformativa

Fecha de sustentación: 06-10-2010

## DEDICATORIA

Con inmenso cariño a mis padres,  
Maximiliano e Isabel quienes han  
deseado lo mejor para mí.

A mi esposa Claudia y a mis hijas  
Katherine del Pilar y Lizbeth Yanely  
quienes con gran Amor hicieron posible  
para la culminación de mi trabajo.

Con inmenso reconocimiento a mis  
hermanos Jorge, Porfídio, Teodoro,  
Lorenza; Julián, por haberme brindado  
orientación, su constante apoyo y aliento  
para culminar mi objetivo trazado.

## AGRADECIMIENTO

Mis sinceros agradecimientos a la Universidad Nacional del Altiplano - PUNO, nuestra alma mater, a la facultad de ingeniería geológica y metalúrgica, carrera profesional de ingeniería metalúrgica, como muestra de superación.

A todos los docentes de la escuela profesional de ingeniería metalúrgica, por haber impactado sus savias enseñanzas que supieron labrar mi formación profesional.

Quedo muy agradecido al asesor de tesis ing. Hipólito Córdoba Gutiérrez por su dedicación mostrada en el presente trabajo.

## PRESENTACION

Señores Miembro del Jurado Examinador:

De conformidad con los requisitos establecidos en reglamento de grado y títulos profesionales de la universidad Nacional del Altiplano – PUNO, facultad de ingeniería Geológica e ingeniería Metalúrgica, me permito en presentar a vuestra consideración el presente trabajo de tesis titulado: “FABRICACION DE UN MOLINO DE BOLAS DISCONTINUO, CON EL PROCESO DE SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO CON ELECTRODO MANUAL”

La misma que me permitirá optar el título profesional de ingeniero metalurgista.

**INDICE GENERAL**

DEDICATORIA .....	3
AGRADECIMIENTO .....	4
PRESENTACION .....	5
INDICE GENERAL .....	6
INDICE DE TABLAS .....	9
INDICE DE FIGURAS .....	9
RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	11

**CAPITULO I****INDTRODUCCION**

1.1	PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA .....	13
1.2	PROBLEMA GENERAL.....	13
1.3	PREBLEMAS ESPECIFICOS .....	13
1.4	OBJETIVO GENERAL .....	13
1.4.1	OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	13
1.5	HIPOTESIS GENERAL .....	14
1.6	HIPOTESIS ESPECIFICOS .....	14
1.7	JUSTIFICACIONES .....	14

**CAPITULO II****REVISION DE LITERATURA**

2.1	ALEACIONES DE ACERO. ....	15
2.2	CLASIFICACIÓN DEL ACERO. ....	16
2.2.1	Aceros al carbono. ....	16
2.2.2	Aceros aleados. ....	17

2.2.3	Aceros de baja aleación ultrarresistentes.....	17
2.2.4	Aceros inoxidables.....	17
2.2.5	Aceros de herramientas.....	18
2.3	PROCESO DE CORTE.....	18
2.3.1	corte con plasma .....	18
2.3.2	cote con oxiacetilénico.....	20
2.4	PROCESO DE SOLDADURA .....	22
2.5	SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO.....	22
2.6	CLASIFICACIÓN DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO .....	23
2.6.1	Soldadura por arco eléctrico manual .....	23
2.6.2	Soldadura semiautomática .....	23

### **CAPITULO III**

#### **CONSTRUCCION DE MOLINO DE BOLAS DISCONTINUO**

3.1	CALCULOS DE EQUIPO A CONSTRUIR: .....	30
3.1.1	Clases y capacidad de molino.....	30
3.1.2	Selección del tipo y tamaño de molino.....	30
3.1.3	Determinación de la estructura del molino.....	30
3.2	DISEÑO Y PLANOS DE MOLINO.....	31
3.3	CONSTRUCCION DEL MOLINO .....	34
3.3.1	Selección de los materiales para la construcción del molino.....	34
3.3.2	Preparación mecánica de la plancha .....	34
3.3.3	Preparación y soldado de la plancha.....	35
3.3.4	Acabado del molino:.....	36
3.4	VELOCIDAD DE MOLINO .....	37

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUCION

4.1	RESULTADOS DE PRECAUCIONES DE SEGURIDAD EN LA FAFRICACION DE MOLINO DE BOLA .....	39
4.1.1	Peligros eléctricos .....	39
4.1.2	Riesgos asociados con las condiciones de seguridad.....	39
4.1.3	Contactos Eléctricos .....	39
4.1.4	Incendios y explosiones .....	42
4.1.5	Precauciones con gases comprimidas .....	44
4.1.6	Protección de soldadura .....	44
4.1.7	Equipos de Protección Personal.....	44
4.1.8	Requisitos de un E.P.P.....	45
4.1.9	Clasificación de los E.P.P.....	45
4.2	DISCUSIÓN DE CONTROL DE CALIDAD .....	52
4.2.1	Inspección visual.....	53
4.2.2	LIQUIDOS PENETRANTES.....	58

## CAPITULO V

### COSTOS Y EVALUACION ECONOMICA

5.1	COSTOS DE FABRICACION .....	60
5.1.1	Materiales y gastos directos .....	60
5.1.2	Costo indirecto .....	61
5.2	COSTOS DE PRODUCCION TOTAL DEL MOLINO.....	61
5.2.1	Precio de venta.....	61
	CONCLUSIONES .....	62
	RECOMENDACIONES.....	63



BIBLIOGRAFIA .....	64
--------------------	----

### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Selección del tipo de corte .....	21
<b>Tabla 2.</b> Materiales de fabricación .....	60
<b>Tabla 3.</b> Costo indirecto .....	61

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Zonas de Unión Soldada.....	15
Figura 2. Terminología de los sopletes de arco de plasma. ....	19
Figura 3. Corte Plasma.....	20
Figura 4. Equipo arco sumergido.....	25
Figura 5. Arco sumergido. ....	26
Figura 6. Soldadura tig.....	28
Figura 7. Detalle de molino a fabricar .....	31
Figura 8. Patas de apoyo .....	32
Figura 9. Chaquetas metálicas .....	32
Figura 10. Catalina.....	33
Figura 11. Piñón.....	33
Figura 12. Chumacera.....	33
Figura 13. rolado de plancha.....	35
Figura 14. soldadura con el proceso arco eléctrico manual.....	36
Figura 15. Molino de bolas discontinuo. ....	37
Figura 16. Fórmula matemática para cálculo de diámetro de molino .....	37

Figura 17. Casco de seguridad.....	46
Figura 18. Careta de soldar.....	47
Figura 19. Protector auricular.....	48
Figura 20. Tapones auditivos.....	48
Figura 21. Picola.....	50
Figura 22. Respirador de polvos.....	50
Figura 23. Guantes goma.....	51
Figura 24. Guantes de lona.....	51

## RESUMEN

En el presente informe técnico se realiza la fabricación de un molino de bolas discontinuo que son utilizados para el procesamiento de minerales auríferos en el ámbito minero en la región, en puno se requieren este tipo de producto para una buena producción eficiente y rápida por lo tanto es necesaria la fabricación de un molinos de bolas discontinuos, para lo cual se desarrolla en presente informe donde se utilizaran perfiles y planchas comerciales de acero para su fabricación en especial los aceros A36, los cuales será transformados y/o manufacturados para lograr la fabricación de un molino de bolas en donde se requiere primeramente el rolado dela plancha para el casco de molino o parte cilíndrica posteriormente se desarrollara el soldeo de las uniones mediante la aplicación de soldadura por arco eléctrico para lo cual se requiere la preparación de la superficie como el biselado para realizar la soldadura a tope donde se utilizara la soldadura supercito 7018, este proceso de soldadura se realizara para todas las partes del molino, las demás piezas requeridas se pueden encontrar en el mercado como los rodamientos, chumaceras, pernos, motor y su respectivo reductor, las piezas especiales o formas irregulares que el molino posee son enviadas a fundición para su fabricación con su respectivo diseño, los cuales estas al llegar al taller son verificadas mediante una pequeña inspección visual, para posteriormente darles los principales acabados mecánicos como torneado y fresado, una vez conseguido todas las piezas se procedo el armado del molino de bolas esta etapa se desarrolla en taller para realizar el funcionamiento óptimo del equipo para su posterior comercialización.

**Palabras clave:** aceros, armado, procedimientos, preparación y soldeo.

## ABSTRACT

In the technical formless present there is realized the manufacture of a discontinuous mill of balls that are used for the prosecution of auriferous minerals in the mining ambience in the region, in handle this type of product is needed for a good efficient and rapid production therefore there is necessary the manufacture of discontinuous mills of balls, for which it develops in formless present where there will use profiles and commercial steel irons for its manufacture especially the steels A36, which it will be transformed and/or manufactured to achieve the manufacture of a ball mill where the rolado dela is needed firstly irons for the helmet of mill or cylindrical part later the soldeo of the unions will develop by means of the welding application for electrical arch for which needs from itself the preparation of the surface as the beveling to realize the welding to ceiling where the welding will be used I superquote 7018, this welding process will be realized for all the parts of the mill, other required pieces can be on the market like the bearings, ball bearings, bolts, engine and its respective differential, the special pieces or irregular forms that the mill possesses are sent to smelting for its manufacture with its respective design, which you are on having come to the workshop are verified by means of a small visual examination, later there gave to them the main finished mechanics as turned and milling, once obtained all the pieces I come armed from the ball mill this stage it develops in workshop to realize the ideal functioning of the team for its later commercialization.

**Keywords:** steels, armed, procedures, preparation and soldeo.

## CAPITULO I

### INDTRODUCCION

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA

La creciente industria en el sector de la minería aurífera, en el departamento de Puno la actividad minera se desarrolla principalmente en forma artesanal, crean la posibilidad de fabricación de los molinos de bolas discontinuos que son utilizados para el procesamiento de minerales auríferos.

En el ámbito minero en la región de puno requieren este tipo de producto para una buena producción eficiente y rápida por lo tanto requieren molinos de bolas discontinuos.

#### 1.2 PROBLEMA GENERAL

- ¿Sera posible la fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual?

#### 1.3 PREBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cómo influye el costo en la fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual?
- ¿Cómo influye el tiempo en la fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual?

#### 1.4 OBJETIVO GENERAL

- Fabricación de molinos de bolas discontinuos para optimizar el procesamiento de los minerales auríferos.

##### 1.4.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el costo de fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual.

- Realizar el estudio del tiempo de fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual.

### **1.5 HIPOTESIS GENERAL**

- Realizar la fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual.

### **1.6 HIPOTESIS ESPECIFICOS**

- El costo determina la fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual.
- El tiempo determina fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal, con el proceso de soldadura por arco eléctrico con electrodo manual.

### **1.7 JUSTIFICACIONES**

El desarrollo y crecimiento de los centros mineros auríferos a escala artesanal requieren este tipo de equipo para un doble procedimiento el cual es la molienda y la amalgamación, de esta manera obtener una producción mecanizada más eficiente.

En la región de Puno el aumento de la minera artesanal requiere este tipo de equipos.

## CAPITULO II

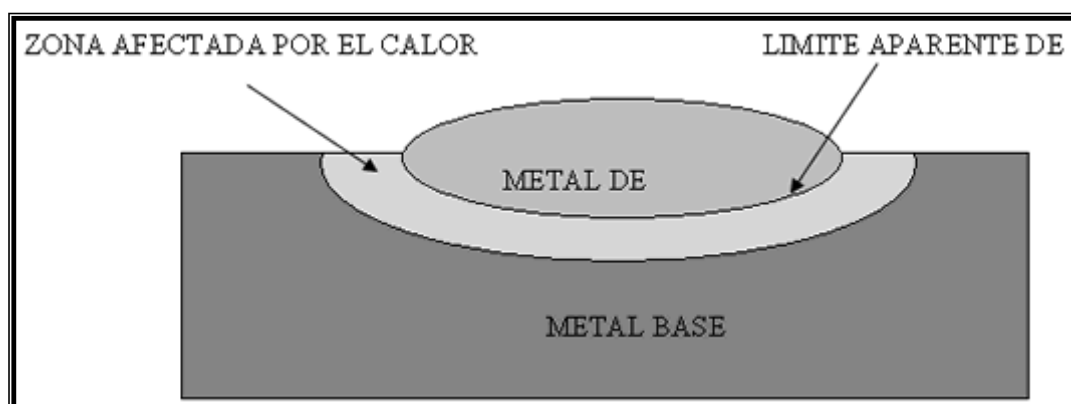
### REVISION DE LITERATURA

#### 2.1 ALEACIONES DE ACERO.

Comúnmente conocidos como aceros especiales, son aceros al carbono, aleados con otros metales o metaloides, resultantes de la búsqueda del mejoramiento de sus características. Los elementos añadidos corrientemente son: el níquel, el cromo, vanadio, molibdeno, magnesio, silicio, tungsteno, cobalto, aluminio, etc.

Las condiciones de Soldabilidad deben estar claramente establecidas entre el fabricante y el comprador, ya que dependen esencialmente de la composición química del Producto, del tipo de electrodo a ser usado y del proceso de soldadura.

La unión soldada está compuesta de todas las partes que son afectada por el calor durante la soldadura.



*Figura 1.* Zonas de Unión Soldada.

La metalurgia de cada zona de la unión soldada está íntimamente relacionada con el tipo de material, es así que:

La zona de metal de soldadura está formada por una combinación del metal de aporte y metal base. En realidad, esta zona no es muy crítica dependiendo de la cantidad de

elementos ale antes del metal base que pueden formar microestructuras frágiles o humedad que promueva la formación de porosidades.

La zona afectada por el calor que permanece en estado sólido solamente absorbe el calor generado por la fuente del calor en soldadura, por el efecto de la conducción calorífica sufre un ciclo de calentamiento y enfriamiento ya que las temperaturas para las distintas secciones de esta zona varían desde la temperatura de fusión hasta unos 100 °C, que son los factores que producen cambios en la microestructura y propiedades mecánicas del metal. Estos cambios se producen en aquellos aceros que so tratables térmicamente, y es la zona más crítica en la unión soldada.

La zona del metal base no sufre ningún cambio permanente en su microestructura.

Es importante destacar que toda unión soldada en una construcción debe seguir los lineamientos planteados por el Código Ecuatoriano de la Construcción.

## **2.2 CLASIFICACIÓN DEL ACERO.**

Los diferentes tipos de acero se agrupan en cinco clases principales:

- aceros al carbono
- aceros aleados
- aceros de baja aleación ultrarresistentes
- aceros inoxidable y
- aceros de herramientas.

### **2.2.1 Aceros al carbono.**

Más del 90% de todos los aceros son aceros al carbono. Estos aceros contienen diversas cantidades de carbono y menos del 1,65% de manganeso, el 0,60% de silicio y el 0,60% de cobre.



Entre los productos fabricados con aceros al carbono figuran máquinas, carrocerías de automóvil, la mayor parte de las estructuras de construcción de acero, cascos de buques, somieres y horquillas o pasadores para el pelo.

### **2.2.2 Aceros aleados.**

Estos aceros contienen una proporción determinada de vanadio, molibdeno y otros elementos, además de cantidades mayores de manganeso, silicio y cobre que los aceros al carbono normales. Estos aceros se emplean, por ejemplo, para fabricar engranajes y ejes de motores, patines o cuchillos de corte.

### **2.2.3 Aceros de baja aleación ultrarresistentes.**

Esta familia es la más reciente de las cinco grandes clases de acero. Los aceros de baja aleación son más baratos que los aceros aleados convencionales ya que contienen cantidades menores de los costosos elementos de aleación. Sin embargo, reciben un tratamiento especial que les da una resistencia mucho mayor que la del acero al carbono. Por ejemplo, los vagones de mercancías fabricados con aceros de baja aleación pueden transportar cargas más grandes porque sus paredes son más delgadas que lo que sería necesario en caso de emplear acero al carbono. Además, como los vagones de acero de baja aleación pesan menos, las cargas pueden ser más pesadas. En la actualidad se construyen muchos edificios con estructuras de aceros de baja aleación. Las vigas pueden ser más delgadas sin disminuir su resistencia, logrando un mayor espacio interior en los edificios.

### **2.2.4 Aceros inoxidables**

Los aceros inoxidables contienen cromo, níquel y otros elementos de aleación, que los mantienen brillantes y resistentes a la herrumbre y oxidación a pesar de la acción de la humedad o de ácidos y gases corrosivos. Algunos aceros inoxidables son muy duros; otros son muy resistentes y mantienen esa resistencia durante largos periodos a temperaturas

extremas. Debido a sus superficies brillantes, en arquitectura se emplean muchas veces con fines decorativos. El acero inoxidable se utiliza para las tuberías y tanques de refinерías de petróleo o plantas químicas, para los fuselajes de los aviones o para cápsulas espaciales. También se usa para fabricar instrumentos y equipos quirúrgicos, o para fijar o sustituir huesos rotos, ya que resiste a la acción de los fluidos corporales. En cocinas y zonas de preparación de alimentos los utensilios son a menudo de acero inoxidable, ya que no oscurece los alimentos y pueden limpiarse con facilidad.

### **2.2.5 Aceros de herramientas.**

Estos aceros se utilizan para fabricar muchos tipos de herramientas y cabezales de corte y modelado de máquinas empleadas en diversas operaciones de fabricación. Contienen wolframio, molibdeno y otros elementos de aleación, que les proporcionan mayor resistencia, dureza y durabilidad.

## **2.3 PROCESO DE CORTE**

Es el proceso donde se empieza a preparar el material, en la cual se pueden utilizar diferentes procesos existentes como corte por plasma, corte por proceso oxiacetilénico, a continuación, desarrollaremos cada uno de ellos.

### **2.3.1 corte con plasma**

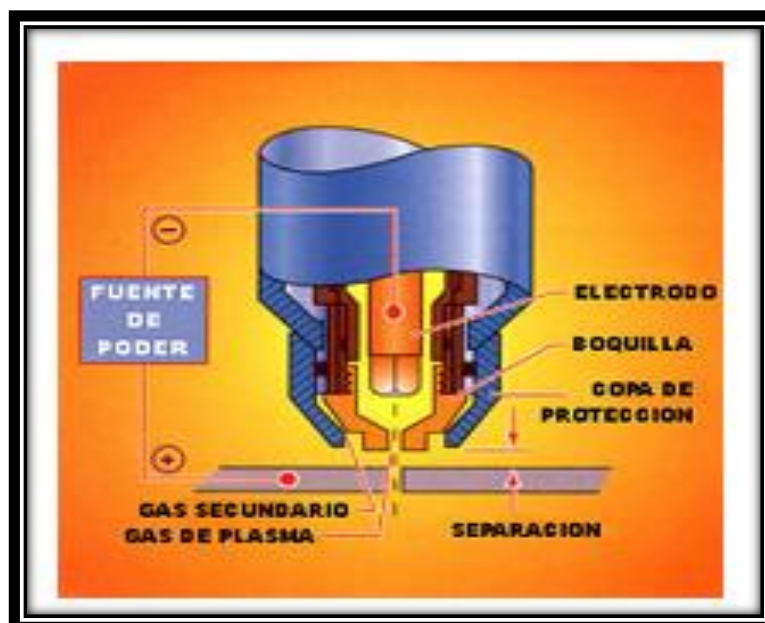
Hoy en día los avances tecnológicos nos permiten contar con equipos de corte con plasma mejorado los cuales compiten satisfactoriamente en calidad y economía con los procesos tradicionales de oxicorte. Siendo su principal ventaja la alta velocidad de corte, que se puede lograr en el corte de planchas de acero. El corte con plasma se emplea a materiales que no se podían cortar con el oxicorte como: acero inoxidable cobre y aluminio.

El proceso de corte con arco de plasma separa metal empleando un arco constreñido para fundir un área localizada de la pieza de trabajo, que al mismo tiempo elimine el

material derretido con un chorro de alta velocidad de gas ionizado que sale por el orificio de constricción. El gas ionizado es un plasma, de ahí el nombre del proceso. Los arcos de plasma por lo regular operan a temperaturas de 10 000° a 14 000 °C.

Un plasma de arco, fruto de la combinación de una corriente continua y de un flujo de gas que puede ser aire u oxígeno, es comprimido vigorosamente por una boquilla lo que confiere al chorro obtenida una formidable energía térmica.

El arco se constriñe haciéndolo pasar por un orificio situado en el electrodo. La terminología básica y la disposición de los componentes de un soplete de corte con plasma se muestran en la figura 1.



*Figura 2.* Terminología de los sopletes de arco de plasma.

Este proceso usa un arco eléctrico concentrado el cual funde el material a través de un haz de plasma de muy alta temperatura. Cualquier material conductivo puede ser cortado con este sistema.

Los gases plasmáticos que pueden usarse son aire comprimido, nitrógeno, oxígeno o argón/hidrógeno, para cortar materiales tales como el acero al carbono, aceros de alta aleación, inoxidable, aluminio, cobre, etc.

Moderna tecnología usable para corte de cualquier material metálico conductor, y más especialmente en acero estructural, inoxidable y metales no férricos.

Baja afectación térmica del material gracias a alta concentración energética del arco plasma

Altas velocidades de corte (En algunos espesores, de 5 a 7 veces superior al oxiacorte) y menos tiempos muertos (No se necesita precalentamiento para la perforación)

Espesores de corte de 0.5 a 160 mm con unidades de plasma de hasta 1000 Amps.

Cortes en acero estructural con posibilidad de biselados hasta en 30mm



*Figura 3.* Corte Plasma.

### **2.3.2** corte con oxiacetilénico

El corte de hierro y del acero tiene lugar por medio de chorro de oxígeno porque el metal llevado al color rojo vivo se pone en contacto con el oxígeno puro y quema con rapidez, desarrollando una temperatura elevada, sin embargo, esta combustión queda limitada a la línea de corte que se desea realizar. Para efectuar esto es preciso proyectar sobre el metal un chorro delgado de oxígeno a presión. El corte se inicia calentando al

metal al rojo vivo, a cuya temperatura se mantiene en virtud del calor desarrollado por la combustión del metal mismo.

***Soplete para el metal***

Se compone de un dispositivo que produce llama oxiacetilénica distinta a calentar la pieza y de un chorro de oxígeno para el corte. La llama sirve para calentar la pieza al rojo vivo en el punto en el cual se ha de iniciar el corte, y el chorro de oxígeno realiza el corte solamente en la línea que ha de seguir dicho corte.

***Selección del tipo del corte***

Para seleccionar el tipo de corte nos basamos en la ventaja y calidad de corte

**Tabla 1.**  
*Selección del tipo de corte*

Corte con plasma	Corte con oxicorte
Utiliza para el corte energía eléctrica y presión de aire.	Utiliza para el corte Oxígeno Acetileno.
Mínimo recalentamiento de zona de trabajo.	Alta recalentamiento en zona de trabajo.
Corta plancha de acero carbono, inoxidable, aluminio, cobre.	Su corte se limpia para acero al carbono.
Encendido automático para el inicio de corte.	El encendido se realiza con un encendido.
Corta espesores de 05mm y mayores de 40mm.	Corta espesores mayores de 1/8".

Datos obtenidos de taller.

Analizando el cuadro anterior vemos claramente la ventaja que ofrece el proceso de plasma, por conveniencia se ha seleccionado el proceso de plasma para realizar el trabajo pertinente. Al respecto de planchas de 1/8" se puede utilizar cizalla o plasma.

#### **2.4 PROCESO DE SOLDADURA**

Unión del metal producido por calentamiento localizado con o sin presión y con y sin el uso de metal de aportación, el metal de aportación puede tener un punto de fusión aproximadamente igual al material base o por debajo de éste por encima de la temperatura de 426°C.

La importancia de la soldadura, especialmente de la soldadura al arco eléctrico, es cada vez más importante, porque el procedimiento de unir piezas demuestra ser, frecuentemente, más económico y la unión resulta incluso resistente que las obtenidas por remachado, por atornillado, etc.

Las piezas que se sueldan se unen en la junta de soldadura con cordones de soldadura formando una pieza soldada.

#### **2.5 SOLDADURA POR ARCO ELECTRICO.**

Es un proceso de soldadura donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte.

La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta una temperatura aproximada 4000°C. la energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un circuito cerrado. Cuando ocurre una pequeña rotura dentro del cualquier parte, o apertura de circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre entre los dos terminales, produciendo una chispa eléctrica con la suficiente presión o voltaje para hacer fluir los electrones continuamente. A través de una apertura, se forma el arco eléctrico, fundiéndose el metal a medida que se avanza.

El arco eléctrico es, por lo tanto, un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseoso, que genera luz y calor.

## **2.6 CLASIFICACIÓN DE SOLDADURA POR ARCO ELÉCTRICO**

Esta clasificación se ha realizado a las más utilizan en el mercado laboral.

### **2.6.1 Soldadura por arco eléctrico manual**

En este proceso de soldadura, también llamado Manual Metal Arc (MMA), se caracteriza porque se produce un arco eléctrico entre la pieza a soldar y un electrodo metálico recubierto.

Con el calor producido por el arco, se funde el extremo del electrodo y se quema el revestimiento, produciéndose la atmósfera adecuada para que se produzca la transferencia de las gotas del metal fundido desde el alma del electrodo hasta el baño de fusión en el material de base.

En el arco las gotas del metal fundido se proyectan recubiertas de escoria fundida procedente del recubrimiento que por efecto de la tensión superficial y de la viscosidad flota en la superficie, solidificando y formando una capa de escoria protectora del baño fundido.

### **2.6.2 Soldadura semiautomática**

Las soldaduras semiautomáticas son de alta producción estos procesos en la mayoría de los casos utilizan gases protectores, electrodos de alimentación continuo, electrodos no consumibles, etc.

En la actualidad existen, variedad de equipos entre los procesos semiautomáticos mencionaremos las más principales en el mercado laboral internacional.

### *arco sumergido*

El sistema de soldadura automática por Arco Sumergido permite la máxima velocidad de deposición de metal, entre los sistemas utilizados en la industria, para producción de piezas de acero de mediano y alto espesor (desde 5 mm. aproximadamente) que puedan ser posicionadas por soldar en posición plana u horizontal: vigas y perfiles estructurales, estanques, cilindros de gas, bases de máquinas, fabricación de barcos, etc. También puede ser aplicado con grandes ventajas de relleno de ejes, ruedas de ferrocarriles y polines.

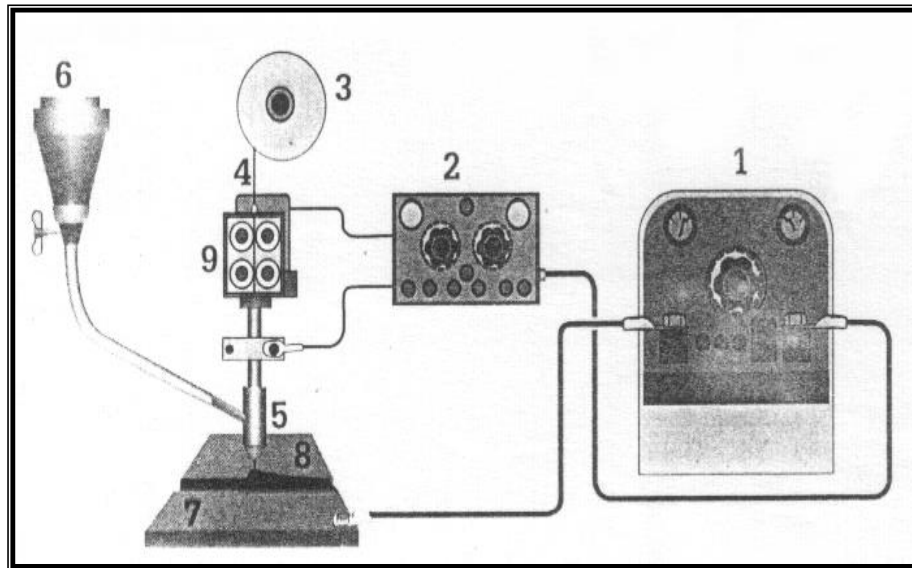
En el sistema de soldadura por Arco Sumergido, se utiliza un alambre sólido recubierto por una fina capa de cobre para evitar su oxidación y mejorar el contacto eléctrico.

Generalmente contiene elementos desoxidantes, que junto a los que aporta el fundente, limpian las impurezas provenientes del metal base o de la atmósfera y aportan elementos de aleación seleccionados según sean las características químicas y mecánicas del cordón de soldadura que se desee.

### EL EQUIPO.

El diagrama de los componentes de un equipo de soldadura de arco sumergido





*Figura 4.* Equipo arco sumergido.

- Fuente de poder de CC o CA (100% ciclo de trabajo).
- Sistema de control.
- Porta carrete de alambre.
- Alambre-electrodo.
- Tobera para boquilla.
- Recipiente porta-fundente.
- Metal base.
- Fundente.
- Alimentador de alambre

#### Ventajas

Entre las principales ventajas podemos citar:

Alta velocidad y rendimiento: con electrodos de 5/32" y 3/16" a 800 y 1000 Amperes, se logra depositar hasta 15 Kg de soldadura por hora. Con electrodos de 1/4" y

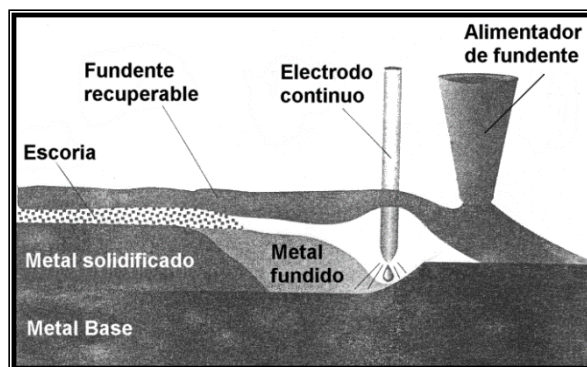
1300 Amperes, se depositan hasta 24 kg. Por hora (tres a cuatro veces más rápido que en la soldadura manual).

Propiedades de la soldadura: Este proceso permite obtener depósitos de propiedades comparables o superiores a las del metal base.

- Rendimiento: 100%.
- Soldaduras homogéneas.
- Soldaduras 100% radiográficas.
- Soldaduras de buen aspecto y penetración uniforme.
- No se requieren protecciones especiales.

#### Descripción del proceso

De los métodos de soldadura que emplean electrodo continuo, el proceso de arco sumergido desarrollado simultáneamente en EE.UU. y Rusia a mediados de la década del 30, es uno de los más difundidos universalmente.



*Figura 5.* Arco sumergido.

Es un proceso automático, en el cual, como lo indica la figura, un alambre desnudo es alimentado hacia la pieza. Este proceso se caracteriza por que el arco se mantiene sumergido en la masa de fundente, provisto desde la tolva, que se desplaza delante del electrodo.

De esta manera el arco resulta invisible, lo que constituye una ventaja, ya que evita el empleo de elementos de protección contra la radiación ultravioleta y infrarroja, que son imprescindible en otros casos.

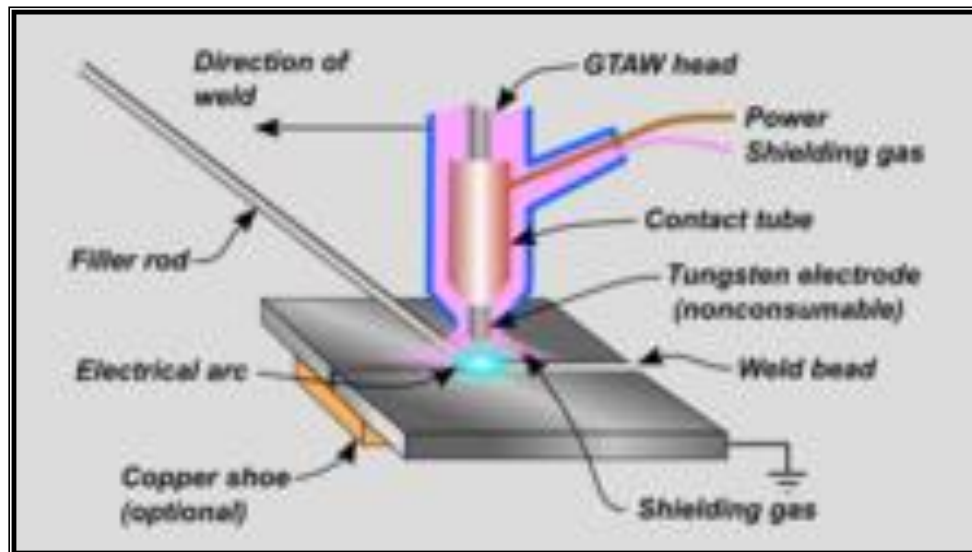
Las corrientes utilizadas en este proceso varían en un rango que va desde los 200 hasta los 2000 amperes, y los espesores que es posible soldar varían entre 5 mm y hasta más de 40mm.

Usualmente se utiliza corriente continua con electrodo positivo, cuando se trata de intensidades inferiores a los 1000 amperes, reservándose el uso de corriente alterna para intensidades mayores, a fin de evitar el fenómeno conocido como soplo magnético.

El proceso se caracteriza por sus elevados regímenes de deposición y es normalmente empleado cuando se puede soldar grandes espesores de acuerdo al carbono o de baja aleación.

#### ***soldadura tig (tungsteno inerte gas)***

Se caracteriza por el empleo de un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes no superiores a un 2%. Dada la elevada resistencia a la temperatura del tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas, la punta del electrodo apenas se desgasta tras un uso prolongado. Los gases más utilizados para la protección del arco en esta soldadura son el argón y el helio, o mezclas de ambos.



*Figura 6.* Soldadura tig.

#### Ventajas e inconvenientes

La gran ventaja de este método de soldadura es, básicamente, la obtención de cordones más resistentes, más dúctiles y menos sensibles a la corrosión que en el resto de procedimientos, ya que el gas protector impide el contacto entre el oxígeno de la atmósfera y el baño de fusión. Además, dicho gas simplifica notablemente el soldeo de metales ferrosos y no ferrosos, por no requerir el empleo de desoxidantes, con las deformaciones o inclusiones de escoria que pueden implicar. Otra ventaja de la soldadura por arco en atmósfera inerte es la que permite obtener soldaduras limpias y uniformes debido a la escasez de humos y proyecciones; la movilidad del gas que rodea al arco transparente permite al soldador ver claramente lo que está haciendo en todo momento, lo que repercute favorablemente en la calidad de la soldadura. El cordón obtenido es por tanto de un buen acabado superficial, que puede mejorarse con sencillas operaciones de acabado, lo que incide favorablemente en los costes de producción. Además, la deformación que se produce en las inmediaciones del cordón de soldadura es menor.

Como inconvenientes está la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas, con la subsiguiente instalación de tuberías, bombonas, etc., y el encarecimiento que supone. Además, este método de soldadura requiere una mano de obra muy especializada, lo que también aumenta los costes. Por tanto, no es uno de los métodos más utilizados, sino que se reserva para uniones con necesidades especiales de acabado superficial y precisión.

Hoy en día se está generalizando el uso de la soldadura TIG sobre todo en aceros inoxidables y especiales ya que, a pesar del mayor coste de esta soldadura, el acabado obtenido es muy bueno y posee buen estilo.

#### ***soldadura MIG/MAG***

Este procedimiento, MIG/MAG, consiste en mantener un arco entre un electrodo de hilo sólido continuo y la pieza a soldar. Tanto el arco como el baño de soldadura se protegen mediante un gas que puede ser activo o inerte. El procedimiento es adecuado para unir la mayoría de materiales, disponiéndose de una amplia variedad de metales de aportación.

## CAPITULO III

### CONSTRUCCION DE MOLINO DE BOLAS DISCONTINUO

#### 3.1 CALCULOS DE EQUIPO A CONSTRUIR:

##### 3.1.1 Clases y capacidad de molino

Existen diferentes clases de molinos así tenemos los molinos continuos y los molinos discontinuos, en los molinos continuos también se dividen en varios tipos así tenemos los de barras y bolas molinos semi autógenos.

Los molinos discontinuos se utilizan generalmente para procesos de bajo capacidad de producción por ello son utilizados por los mineros artesanales mayormente

La capacidad del molino de bolas discontinuo es normalmente para un promedio de 200Kg/2horas

##### 3.1.2 Selección del tipo y tamaño de molino

Teniendo en cuenta del dicho anterior en el mercado regional y de acuerdo a las mineras artesanales donde requieren de una capacidad de 200Kg/2 horas.

El molino requerido y de buena eficiencia son de las dimensiones siguientes: de un diámetro de 70 centímetros, longitud de 60 centímetros para una capacidad 200 kilos/2 horas.

Requiere un motor eléctrico de baja revolución (1750 rpm) con una potencia de 2hp

##### 3.1.3 Determinación de la estructura del molino

Para diseñar la estructura del molino de bolas discontinuo debe realizarse teniendo en cuenta el peso que va a soportar y las vibraciones

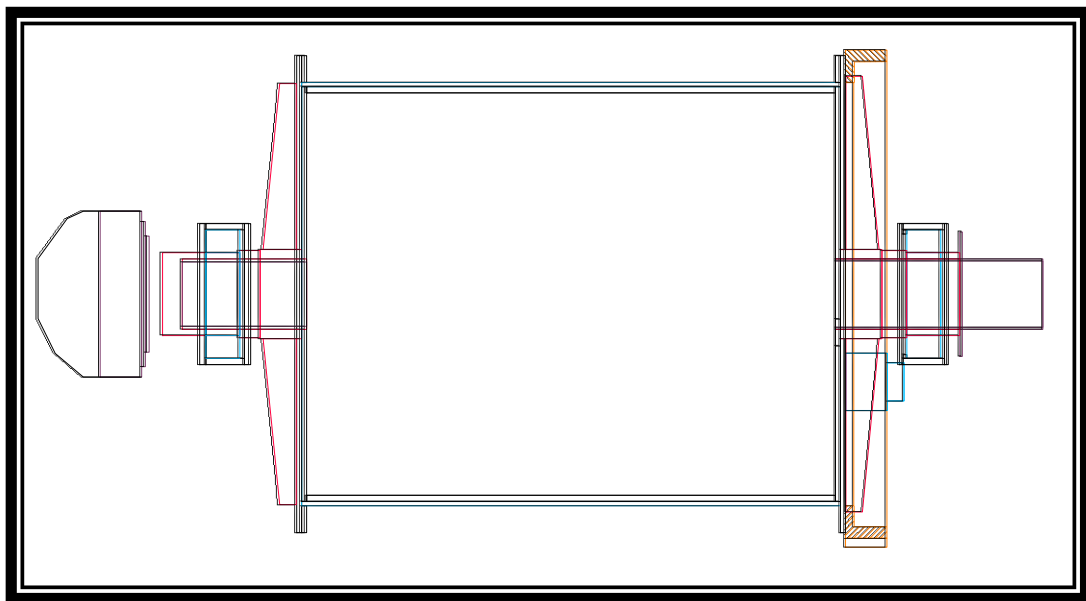
Peso de carga, 200kg más la carga de bolas deberá tener en cuenta para el cálculo de la plancha a utilizar.

El molino de bolas consta de las siguientes partes:

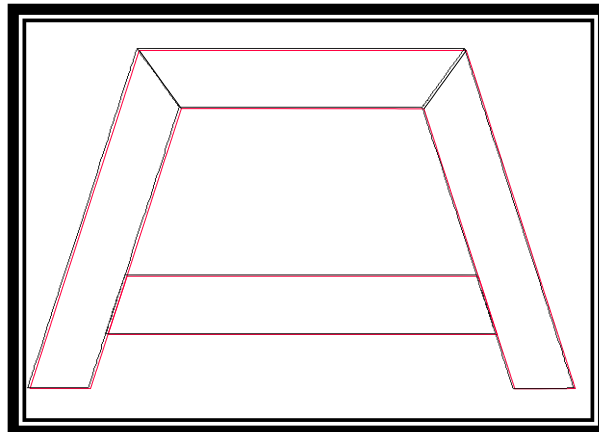
- Tambor.
- Entrada de alimentación de mineral.
- Catalina y piñón 72dientes y 18 dientes (respectivamente).
- Chumacera número 208.
- Base o soporte del molino.
- Motor.
- Eje.
- Correas o fajas de transmisión.
- Volante.
- Desfogue de la cosecha.
- Deslamador.

### 3.2 DISEÑO Y PLANOS DE MOLINO

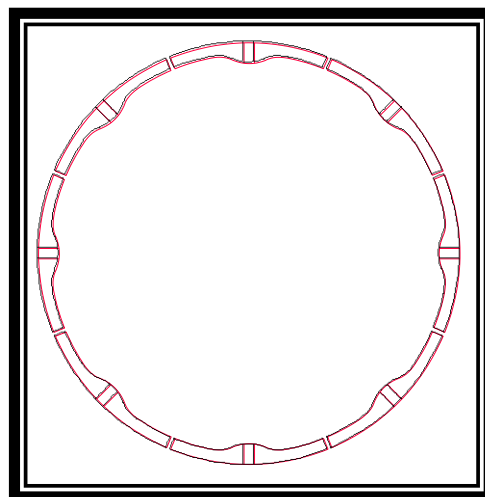
A continuación, se realiza los detalles de molino a fabricar teniendo presente las dimensiones ya mencionadas del diseño y planos de molino de bolas.



*Figura 7.* Detalle de molino a fabricar

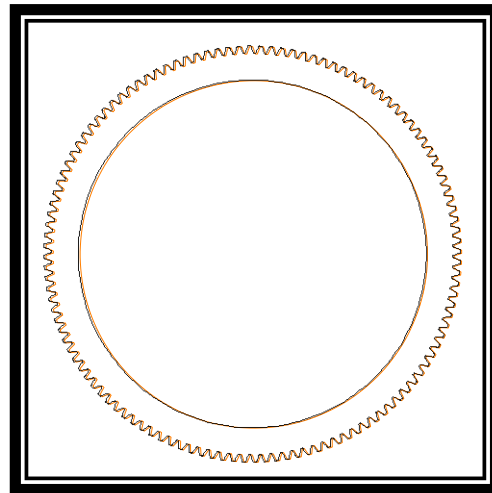


*Figura 8.* Patas de apoyo

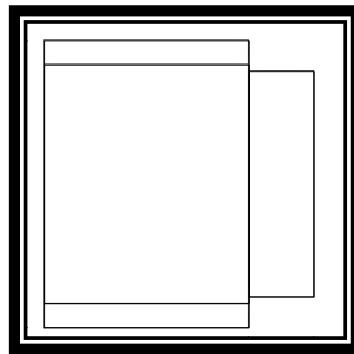


*Figura 9.* Chaquetas metálicas

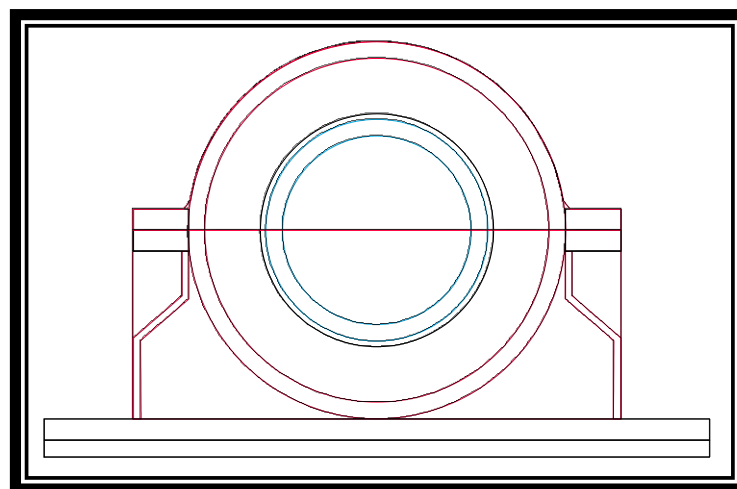




*Figura 10.* Catalina



*Figura 11.* Piñón



*Figura 12.* Chumacera

### **3.3 CONSTRUCCION DEL MOLINO**

#### **3.3.1 Selección de los materiales para la construcción del molino**

Según el uso que se le va a dar a la plancha, según los tipos de materiales existentes en el mercado y teniendo la resistencia que va a soportar durante el proceso de trabajo, para este caso se selecciona acero Sider Perú de baja aleación equivalente a SAE 1330 la plancha es de un espesor de 1 (pulgada) el que contiene de 0.23 a 0.28 % de C, 1.6 a 1.9 % de Mn , 0.20 a 0.35% de Si

Se escoge esta serie de plancha básicamente por el alto contenido de Mn, la cual evitara el fácil desgaste del molino

#### **3.3.2 Preparación mecánica de la plancha**

Se sigue el siguiente procedimiento:

Corte de la plancha espesor de 1(plg) de (240cmX60cm). y el corte de la circunferencia de diámetro 60cm se realiza con un compás se realiza el corte con el proceso oxiacetilénico.

Los extremos de la plancha se deben plegarse para obtener la estructura de una circunferencia adecuada.

El doblado de la plancha se realiza con una plegadora



*Figura 13.* rolado de plancha.

### **3.3.3 Preparación y soldado de la plancha**

Una vez preparada la plancha de 1(plg) de espesor, Se realiza el proceso de soldadura formándose de esta manera el anillo.

El anillo formado a este se le une los discos. Se debe tener precaución y mucho cuidado al realizar la junta entre los discos y el anillo por norma técnica debe tener una luz de 1/8 de pulgada y después se realiza el proceso de soldadura se debe tener bien en cuenta este punto para no tener deformaciones en la estructura del equipo a construirse. Lo que posteriormente le darán la forma de un cilindro

Después de todo el proceso se sigue el paso de unión de los ejes con unas aletas de soporte del mencionado eje se debe tener demasiada precaución en la unión de este eje ya que un inequidistante punto de colocación del centrado con los bordes en la colocación provocaría fallas al momento de rotar el tambor produciendo un mal trabajo.



*Figura 14.* soldadura con el proceso arco eléctrico manual.

#### **3.3.4 Acabado del molino:**

En el caso de soldadura eléctrica el mismo procedimiento deja algunas irregularidades en las estructuras soldadas, por lo tanto, este requiere de un pulido con algunos materiales como esmeril, cepillo de acero.

Antes de pintar el molino de color amarillo se debe de aplicar una base anticorrosiva y por último pintura esmalte doble pasada.

Para la determinación de la estructura del molino debemos de tener en cuenta la capacidad, el tipo de material a trabajar, de acuerdo a los fines que se va a utilizar en este caso cumple dos funciones el primero es la de molienda del mineral y también el de amalgamación de oro.



*Figura 15.* Molino de bolas discontinuo.

### 3.4 VELOCIDAD DE MOLINO

#### - Velocidad crítica.

Es velocidad teórica a la cual la fuerza centrífuga considerada sobre una bola en contacto con la envoltura del molino a la altura de su trayectoria es igual a la fuerza que actúa sobre ella debido a la gravedad.

#### - Formula

$N_c = \frac{76,63}{\sqrt{D}}$ <p>(D. interior, pies)</p>	$N_c = \frac{42,3}{\sqrt{D}}$ <p>(D. interior, m)</p>
---	---

*Figura 16.* Fórmula matemática para cálculo de diámetro de molino

Reemplazamos los valores del diámetro del molino

- $N_c = 42.3/\sqrt{0.70}$
- $N_c = 50.56$  rpm
- Velocidad real.

Es la velocidad de operación del molino la cual es transmitida el sistema mecánico de reducción instalado también puede hallarse contando las vueltas dadas en el lapso de un tiempo

- $V_r = (\text{dientes piñón} * \text{RPM motor} * \varnothing \text{polea de motor}) / (\text{dientes catalinas} * \varnothing \text{contra eje}).$
- $V_r = (18 * 1450 * 10) / (105 * 60).$
- $V_r = 42$  rpm

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSION

#### 4.1 RESULTADOS DE PRECAUCIONES DE SEGURIDAD EN LA FAFRICACION DE MOLINO DE BOLA

La precaución y seguridad es primero en todos trabajos, los trabajadores deben cumplir las normas de seguridad, tales como: correcta utilización de la ropa de trabajo (zapatos de seguridad, guantes, tapones, etc.)

En caso de nuestro trabajo se deben tener en cuenta los peligros eléctricos, cuidado en manipuleo de las p0lanchas, precauciones con los gases. Uso adecuado de los filtros de solar, las precauciones más importantes en la fabricación de molino de bolas se mencionarán a continuación.

##### 4.1.1 Peligros eléctricos

En el proceso MIG/MAG, los peligros de riesgo eléctrico son muchos menores que los que se tiene con la soldadura con electrodo recubierto, siendo que en primes proceso los rangos de voltaje en circuito abierto, normalmente están dentro de un límite de un mínimo de 20 voltios y un máximo de 30 voltios, mientras que en electrodo recubierto el rango de voltaje es suficiente alto puede llegar hasta un máximo de 90 voltios, se deben recordar siempre las normas siguientes en la operación del equipo de soldar MIG/MAG. Al respecto se puntualiza las precauciones.

##### 4.1.2 Riesgos asociados con las condiciones de seguridad

##### 4.1.3 Contactos Eléctricos

De todos los riesgos que presenta la soldadura eléctrica por arco es sin duda alguna el de contacto eléctrico el más importante. Aunque en las operaciones de soldadura

eléctrica manual al arco se utilizan tensiones relativamente bajas, las intensidades son altas.

Los accidentes más comunes que se dan son:

Contacto eléctrico directo. en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o en las conexiones a la red o a la máquina. Se debe instalar el interruptor principal cerca del puesto de soldadura para en caso necesario poder cortar la corriente. Instalar los principales cables de alimentación en alto y conectarlos posteriormente. Se debe reemplazar cualquier cable de soldadura que presente algún tipo de ligadura a menos de 3 m de la porta electrodos. No deben utilizarse tornillos para fijar conductores trenzados pues acaban por desapretarse. Se deben alejar los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión, así como cubrir los bornes para evitar un posible cortocircuito causado por un objeto metálico y situar el material de forma que no sea accesible a personas no autorizadas.

Contacto eléctrico indirecto en la carcasa de la máquina producido por un contacto entre ésta y algún elemento de tensión. La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante. Es preciso asegurarse de que el chasis del puesto de trabajo está puesto a tierra controlando en especial las tomas de tierra y no utilizar para las tomas de la puesta a tierra conductos de gas, líquidos inflamables o eléctricos. La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.

Contacto eléctrico directo en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 v).

Se adoptarán las siguientes medidas preventivas:



Antes de comenzar la operación de soldadura, se comprobará la toma de tierra del equipo, así como el estado de cables y conexiones.

Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. En los lugares de paso los cables serán fijados a una altura adecuada o bien enterrados en zanjas o en lugares sólidamente protegidos. Estos conductores serán de longitud, la mínima posible.

Los cables del circuito de soldadura que tienen una mayor longitud, se protegerán de modo especial contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites.

Se asegurará en todo momento una adecuada toma de tierra.

La zona de trabajo debe estar seca.

La base de soldar debe ser sólida y estar apoyada sobre objetos estables. El cable de soldar debe mantenerse con una mano y la soldadura se debe ejecutar con la otra.

Cuando los trabajos de soldadura se deban interrumpir durante un cierto periodo se deben sacar todos los electrodos de la porta electrodos, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.

No utilizar electrodos a los que les quede entre 38 y 50 mm; en caso contrario se pueden dañar los aislantes de la porta electrodos pudiendo provocar un cortocircuito accidental.

Los electrodos y sus portas electrodos se deben guardar bien secos. Si antes de ser utilizados están mojados o húmedos por cualquier razón, deben secarse totalmente antes de ser reutilizados.

Situarse de forma que los gases de soldadura no lleguen directamente a la pantalla facial protectora y proteger a los otros trabajadores del arco eléctrico mediante pantallas o mamparas opacas; llevar ropa, gafas y calzado de protección.

La escoria depositada en las piezas soldadas debe picarse con un martillo especial de forma que los trozos salgan en dirección contraria al cuerpo. Previamente se deben eliminar de las escorias las posibles materias combustibles que podrían inflamarse al ser picadas.

No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra; tampoco se deben enfriar la porta electrodos sumergiéndolos en agua.

No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, pues pueden formarse gases peligrosos. Tampoco se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor. Es conveniente también prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

No accionar el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando; se debe cortar la corriente previamente antes de cambiar la polaridad.

#### **4.1.4 Incendios y explosiones**

Durante las operaciones de soldadura se producen proyecciones de partículas incandescentes que pueden considerarse pequeños focos de ignición desencadenantes de incendios. Si estas partículas afectan a materiales inflamables o combustibles que estén en las cercanías, la posibilidad de que se genere un incendio puede ser alta.

Se pueden colocar mamparas rodeando los puestos de soldadura para que detengan estas partículas. Una buena organización del trabajo, previo a la realización de la soldadura, deberá prever la retirada de todo material inflamable o combustible de las cercanías del puesto. En todo caso se dispondrá de extintores adecuados en las cercanías.

En el caso de tener que realizar operaciones de soldeo en recipientes o tuberías que hayan contenido productos inflamables, se procederá previamente a la limpieza de los

mismos, comprobando posteriormente, mediante un explosímetro la concentración de gases en el ambiente y no iniciando la soldadura sin la certeza de que no se desprenderán nuevamente gases que puedan alcanzar concentraciones explosivas.

En la soldadura por combustión de gases, los riesgos de incendio y/o explosión se pueden prevenir aplicando una serie de normas de seguridad de tipo general y otras específicas que hacen referencia a la utilización de las botellas, las mangueras y el soplete.

Se prohíben los trabajos de soldadura y corte, en locales donde se almacenen materiales inflamables, combustibles, donde exista riesgo de explosión o en el interior de recipientes que hayan contenido sustancias inflamables.

Para trabajar en recipientes que hayan contenido sustancias explosivas o inflamables, se debe limpiar con agua caliente y desgasificar con vapor de agua, por ejemplo. Además, se comprobará con la ayuda de un medidor de atmósferas peligrosas (explosímetro), la ausencia total de gases.

Se debe evitar que las chispas producidas por el soplete alcancen o caigan sobre las botellas, mangueras o líquidos inflamables.

No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías, etc., o para ventilar una estancia, pues el exceso de oxígeno incrementa el riesgo de incendio.

Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben estar siempre limpios de grasas, aceites o combustible de cualquier tipo. Las grasas pueden inflamarse espontáneamente por acción del oxígeno.

Si una botella de acetileno se calienta por cualquier motivo, puede explotar; cuando se detecte esta circunstancia se debe cerrar el grifo y enfriarla con agua, si es preciso durante horas.

Si se incendia el grifo de una botella de acetileno, se tratará de cerrarlo, y si no se consigue, se apagará con un extintor de nieve carbónica o de polvo.

Después de un retroceso de llama o de un incendio del grifo de una botella de acetileno, debe comprobarse que la botella no se calienta sola.

#### **4.1.5 Precauciones con gases comprimidas**

En el proceso de soldadura MIG/MAG se deben utilizar exclusivamente cilindros que cumplan con las especificaciones y exigencias que imponen los institutos que dictan las normas para envases y almacenamiento de los gases comprimidos. Por tanto, todos los cilindros deben de cargarse y tratar según las normas manipulación de los gases comprimidos. En soldadura las botellas o cilindros deben asegurarse debidamente a los equipos de soldar, de manera que no pueden caerse. Además, los cilindros no se deben tirar al suelo, estar expuesto por largo tiempo al sol, no utilizarlos como rodillos ponerlos en contacto con circuito, o manejarlo en forma que puedan representar un peligro debido a la presión que están soportan en su interior.

Nunca se use lubricantes en la conexión del gas, como debe de quedar estrictamente prohibido colgar los manuales de soldadura arriba de los reguladores (flujómetro).

#### **4.1.6 Protección de soldadura**

#### **4.1.7 Equipos de Protección Personal**

- Los EPP comprenden todos aquellos dispositivos, accesorios y vestimentas de diversos diseños que emplea el trabajador para protegerse contra posibles lesiones.
- Los equipos de protección personal (EPP) constituyen uno de los conceptos más básicos en cuanto a la seguridad en el lugar de trabajo y son necesarios cuando los peligros no han podido ser eliminados por completo o controlados por otros medios como, por ejemplo: Controles de Ingeniería.

- La Ley 16.744 sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales, en su Artículo n° 68 establece que: “las empresas deberán proporcionar a sus trabajadores, los equipos e implementos de protección necesarios, no pudiendo en caso alguno cobrarles su valor”.

#### **4.1.8 Requisitos de un E.P.P.**

- Proporcionar máximo confort y su peso debe ser el mínimo compatible con la eficiencia en la protección.
- No debe restringir los movimientos del trabajador.
- Debe ser durable y de ser posible el mantenimiento debe hacerse en la empresa.
- Debe ser construido de acuerdo con las normas de construcción.
- Debe tener una apariencia atractiva.

#### **4.1.9 Clasificación de los E.P.P.**

- Protección a la Cabeza (cráneo).
- Protección de Ojos y Cara.
- Protección a los Oídos.
- Protección de las Vías Respiratorias.
- Protección de Manos y Brazos.
- Protección de Pies y Piernas.
- Ropa de Trabajo.
- Ropa Protectora.
- 

#### ***Protección a la Cabeza.***

Los elementos de protección a la cabeza, básicamente se reducen a los cascos de seguridad.

Los cascos de seguridad proveen protección contra casos de impactos y penetración de objetos que caen sobre la cabeza.

Los cascos de seguridad también pueden proteger contra choques eléctricos y quemaduras.

El casco protector no se debe caer de la cabeza durante las actividades de trabajo, para evitar esto puede usarse una correa sujeta a la quijada.

Es necesario inspeccionarlo periódicamente para detectar rajaduras o daño que pueden reducir el grado de protección ofrecido.



*Figura 17.* Casco de seguridad.

#### ***Protección de Ojos y Cara.***

Todos los trabajadores que ejecuten cualquier operación que pueda poner en peligro sus ojos, dispondrán de protección apropiada para estos órganos.

Los anteojos protectores para trabajadores ocupados en operaciones que requieran empleo de sustancias químicas corrosivas o similares, serán fabricados de material blando que se ajuste a la cara, resistente al ataque de dichas sustancias.

Para casos de desprendimiento de partículas deben usarse lentes con lunas resistentes a impactos.

Para casos de radiación infrarroja deben usarse pantallas protectoras provistas de filtro.

También pueden usarse caretas transparentes para proteger la cara contra impactos de partículas.

a) Protección para los ojos: son elementos diseñados para la protección de los ojos, y dentro de estos encontramos:

- Contra proyección de partículas.
- Contra líquido, humos, vapores y gases
- Contra radiaciones.

b) Protección a la cara: son elementos diseñados para la protección de los ojos y cara, dentro de estos tenemos:

- Mascaras con lentes de protección (máscaras de soldador), están formados de una máscara provista de lentes para filtrar los rayos ultravioletas e infrarrojos.
- Protectores faciales, permiten la protección contra partículas y otros cuerpos extraños. Pueden ser de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica.



*Figura 18.* Careta de soldar.

### *Protección de los Oídos.*

- Cuando el nivel del ruido exceda los 85 decibeles, punto que es considerado como límite superior para la audición normal, es necesario dotar de protección auditiva al trabajador.
- Los protectores auditivos, pueden ser: tapones de caucho u orejeras (auriculares).
- Tapones, son elementos que se insertan en el conducto auditivo externo y permanecen en posición sin ningún dispositivo especial de sujeción.
- Orejeras, son elementos semiesféricos de plástico, rellenos con absorbentes de ruido (material poroso), los cuales se sostienen por una banda de sujeción alrededor de la cabeza.



*Figura 19.* Protector auricular.



*Figura 20.* Tapones auditivos.

### *Protección Respiratoria.*



Ningún respirador es capaz de evitar el ingreso de todos los contaminantes del aire a la zona de respiración del usuario. Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. El uso inadecuado del respirador puede ocasionar una sobre exposición a los contaminantes provocando enfermedades o muerte.

Limitaciones generales de su uso.

- Estos respiradores no suministran oxígeno.
- No los use cuando las concentraciones de los contaminantes sean peligrosas para la vida o la salud, o en atmósferas que contengan menos de 16% de oxígeno.
- No use respiradores de presión negativa o positiva con máscara de ajuste facial si existe barbas u otras porosidades en el rostro que no permita el ajuste hermético.
- Tipos de respiradores.
  - Respiradores de filtro mecánico: polvos y neblinas.
  - Respiradores de cartucho químico: vapores orgánicos y gases.
  - Máscaras de depósito: Cuando el ambiente está viciado del mismo gas o vapor.
  - Respiradores y máscaras con suministro de aire: para atmósferas donde hay menos de 16% de oxígeno en volumen.



*Figura 21.* Picola.



*Figura 22.* Respirador de polvos.

### *Protección de Manos y Brazos.*

Los guantes que se doten a los trabajadores, serán seleccionados de acuerdo a los riesgos a los cuales el usuario este expuesto y a la necesidad de movimiento libre de los dedos.

Los guantes deben ser de la talla apropiada y mantenerse en buenas condiciones.

No deben usarse guantes para trabajar con o cerca de maquinaria en movimiento o giratoria.

Los guantes que se encuentran rotos, rasgados o impregnados con materiales químicos no deben ser utilizados.

**Tipos de guantes.**

Para la manipulación de materiales ásperos o con bordes filosos se recomienda el uso de guantes de cuero o lona.

Para revisar trabajos de soldadura o fundición donde haya el riesgo de quemaduras con material incandescente se recomienda el uso de guantes y mangas resistentes al calor.

Para trabajos eléctricos se deben usar guantes de material aislante.

Para manipular sustancias químicas se recomienda el uso de guantes largos de hule o de neopreno.



*Figura 23.* Guantes goma.



*Figura 24.* Guantes de lona.

### ***Protección de Pies y Piernas.***

El calzado de seguridad debe proteger el pie de los trabajadores contra humedad y sustancias calientes, contra superficies ásperas, contra pisadas sobre objetos filosos y agudos y contra caída de objetos, así mismo debe proteger contra el riesgo eléctrico.

### ***Ropa de Trabajo.***

Cuando se seleccione ropa de trabajo se deberán tomar en consideración los riesgos a los cuales el trabajador puede estar expuesto y se seleccionará aquellos tipos que reducen los riesgos al mínimo.

#### **Restricciones de Uso.**

La ropa de trabajo no debe ofrecer peligro de engancharse o de ser atrapado por las piezas de las máquinas en movimiento.

No se debe llevar en los bolsillos objetos afilados o con puntas, ni materiales explosivos o inflamables.

Es obligación del personal el uso de la ropa de trabajo dotado por la empresa mientras dure la jornada de trabajo.

## **4.2 DISCUSIÓN DE CONTROL DE CALIDAD**

Los métodos de control de calidad de la ejecución de la soldadura son actualmente muy numerosos, pudiendo ser.

- Destructivos
- Semi destructivos
- No destructivos

Destructivo. Se exige la destrucción de la pieza soldada, con objeto de que pueda efectuarse el examen de su estructura interna y eventualmente determinar, en probeta tomadas de la soldadura, las propiedades mecánicas de la junta o sus diferentes partes.

Semi destructivos. Es decir, que necesitan efectuar la detección en los cordones de soldadura, de pequeñas porciones sometidas a un control destructivo, que son luego remplazados por soldadura.

No destructivos. Es decir que se efectúan en las piezas terminales sin ninguna alteración de esta.

En nuestro caso se ha optado por control no destructivo, sobre todo, los métodos que están al alcance del soldador, lo mismo del operario que del maestro. En este método de control se practican técnicas de inspección visual y de líquido penetrante.

#### **4.2.1 Inspección visual**

Al realizar este trabajo, se pretende que sirva como guía inicial a todas aquellas personas que de alguna manera participan en el área de soldadura, ya sea en la soldadura de mantenimiento o bien en la soldadura de producción; involucrados directamente en la supervisión o en las pruebas de soldadura.

De ninguna manera se pretende pormenorizar en los diferentes procesos de soldadura o en las pruebas de soldadura, sino que sirva de guía inicial a los interesados en el área y estandarizar conocimientos para tener un panorama general de dos grandes áreas de la Ingeniería: La Soldadura y las formas de inspeccionarla.

Nunca ha sido posible concebir un método de manufactura sin pensar en la forma de asegurarse que lo proyectado se haya efectuado correctamente, de tal forma que en un momento dado se pueda garantizar el producto terminado; en el caso de la soldadura ocurre exactamente este fenómeno.

Actualmente los materiales que se usan en la fabricación son utilizados con mayor severidad y los pedidos de materia prima son más rigurosos en cuanto a la calidad, en el caso de los aceros se ha observado que en el paso de los años las propiedades físicas y químicas han mejorado notablemente, por lo tanto cada vez es más necesario contar con procedimientos de soldadura en donde el metal depositado posea propiedades iguales o superiores a las del metal base, así como también contar con métodos de inspección más sensibles y confiables.

La soldadura se inicia a finales del siglo 19; sin embargo, desde hace mucho tiempo se hacían uniones soldadas en artículos de joyería, decorativos o artefactos de guerra; pero es a principios del siglo 20, cuando realmente se empieza a utilizar como método de fabricación y; antes de la Segunda Guerra Mundial y durante ésta, que se utiliza a gran escala. Posteriormente, diversas investigaciones que continúan hasta nuestros días, nos han permitido contar con un método de fabricación o mantenimiento altamente confiable, que inclusive ha contribuido en los viajes espaciales y nos ha permitido construir estructuras o recipientes que sin la soldadura sería muy difícil fabricarlos.

Los métodos de inspección y prueba de soldaduras, se desarrollan a la par de los procesos de soldadura; el más sencillo, el de Inspección Visual, también se practicaba como la soldadura, durante la edad del bronce o del hierro. Desde el siglo antepasado en

el laboratorio, se tuvo conocimiento de los Rayos "X"; sin embargo, los principales métodos de inspección, se han venido utilizando con éxito a partir de las últimas cuatro décadas.

Actualmente, ya no es posible pensar en ciertos trabajos de soldadura, en los cuales se pasa por alto algún método de inspección o varios métodos, sino que se especifican claramente las partes a inspeccionarse, así como también la extensión y tipo de prueba a

realizarse, que inclusive en muchos casos, están plasmados en los planos de fabricación. Los métodos de inspección de soldadura aun cuando se desarrollaron para materiales, se utilizan exitosamente en las uniones soldadas.

Ahora bien, se entiende por Control de Calidad en Soldaduras, a la técnica de la supervisión antes, durante y después de la ejecución de las uniones soldadas, para asegurarse que lleven en forma continua las cualidades que las caracterizan.

En cualquier ciclo de fabricación a manera general, comprende cuatro etapas que son, análisis del proceso, control durante el proceso, implantación de un sistema y comprobación periódica, en el área de soldadura, estos principios también se aplican. Las pruebas efectuadas a los materiales soldados, deben de cumplir con los siguientes requisitos: Exactitud, precisión, repetibilidad, reproducibilidad y confiabilidad, características fundamentales de las normas o especificaciones de las soldaduras.

La selección de las muestras de soldaduras por inspeccionar, por lo general es completa o parcial. Se habla de una muestra completa, es decir al 100%, cuando todas las uniones se inspeccionan, aunque en ocasiones solo se inspecciona una parte de la unión. Sin embargo, en ciertos proyectos críticos, la totalidad de las uniones se inspeccionan completamente, mediante un método de inspección o una combinación de métodos de prueba.

En el muestreo parcial, la inspección se realiza en ciertas uniones soldadas designadas por una secuencia o en forma aleatoria, utilizando tablas de muestreo por aceptación. Las partes a inspeccionarse y el tipo de inspección para cada unión soldada que se selecciona, por lo general se especifica claramente por el diseñador o por el Ingeniero especialista en soldadura.

Las pruebas en soldadura, se dividen en dos grandes grupos: Destructivas y No destructivas. Entendiéndose por destructivas, aquellas en las cuales después de realizadas, se destruye o inhabilitan la parte o pieza probada. Estas a su vez se dividen en Físicas, como las pruebas de tensión, doblez, dureza o impacto. Y pruebas Químicas, como el análisis químico por elementos, las pruebas para determinar la resistencia a la corrosión o las metalografías.

Las pruebas No destructivas, son aquellas en que después de realizadas no se destruye o inhabilita la pieza, parte o soldadura inspeccionada. Las principales y más importantes utilizadas en la industria son la Inspección Visual, con Líquidos Penetrantes, Partículas Magnéticas, Ultrasonido y la Radiografía Industrial.

La Inspección Visual es de los métodos No-Destructivos el más importante y el más usado. Es fácil de realizar, rápido, barato, no se requiere de equipo especial y proporciona información muy importante con respecto a la concordancia general de la soldadura de acuerdo a las normas.

La práctica de la Inspección Visual, se realiza antes, durante y después de soldar. El inspector debe de estar familiarizado con los documentos aplicables al caso, a los estándares de manufactura y a todas las fases de las prácticas de taller.

Por lo general para realizar la Inspección Visual, el inspector se auxilia de una lámpara de mano, una lupa, espejos pequeños y calibradores adecuados. La Inspección Visual en el pre-soldado empieza con el material a soldarse, en donde cualquier condición superficial dañina deberá detectarse; las laminaciones serias en placa se pueden detectar sobre las orillas que han sido cortadas, las dimensiones de las partes a soldarse se deberán verificar y en general se debe considerar lo siguiente.

***Antes de soldar:***



- La preparación de la junta, dimensiones y acabados.
- La separación y dimensiones del anillo o placa de respaldo.
- Alineación y posicionamiento de las piezas a soldarse.
- Verificación de la limpieza.

***La Inspección Visual durante la ejecución de los cordones de la verificación de los siguientes puntos:***

El proceso de soldadura.

- Limpieza.
- Precalentamiento y temperatura entre pasos.
- Preparación de la junta.
- El metal de aporte.
- El fundente o gas de protección.
- Pulido, desbaste, etc.
- Control de la distorsión.
- Tratamiento térmico.

***La Inspección Visual después de soldar, comprende las dimensiones de la pieza soldada:***

- La concordancia con los requerimientos de dibujo.
- Aceptación de las soldaduras con respecto a su apariencia.
- La presencia de socavaciones, roturas, traslapes, etc.
- Evidencia de pulido excesivo, mal manejo o algunas otras marcas.

***Otra parte muy importante de la Inspección Visual, es el marcado correcto de las áreas a repararse, que deberá ser positivo y claro:***

De acuerdo con el método establecido y entendible por todos los inspectores y por el personal encargado de las reparaciones.

De un color distintivo de tal manera que no se confunda con otras marcas.

Suficientemente permanente hasta después de que la inspección se realice e inspeccione nuevamente.

En conclusión, se puede asegurar, que, si el inspector sabe que el metal base está libre de laminaciones, que la preparación del bisel es la correcta, que las dimensiones de la raíz son las adecuadas, que el cordón de fondeo se ejecutó correctamente, que el soldador es calificado y el procedimiento de soldadura se ha seguido cuidadosamente, se podrá juzgar seguramente la totalidad de la unión soldada, con base en los resultados de la Inspección Visual.

#### DISCONTINUIDAD EN LAS JUNTAS SOLDADAS

- Porosidad
- Fusión incompleta
- Falta de penetración
- Socavaciones
- Agrietamientos
- Inclusiones de escoria
- Sobre deposición de soldadura

#### 4.2.2 LIQUIDOS PENETRANTES

Sirve para determinar los defectos superficiales, utilizando la propiedad de los líquidos y el efecto capilar.

Es aplicable para localizar defectos abiertos a la superficie se usa para el control de calidad, como un todo rápido y efectivo. Se equipará con la de partículas, actualmente es aplicable tanto para materiales ferrosas como no ferrosas.

Este método revela defectos abiertos a la superficie de las partes, porosidades, juntas traslapes, etc.

La sustancia orgánica debido al efecto gravitatorio se introduce en las imperfecciones, el tamaño de las partículas es mayor que la (sustancia) distancia interatómica máxima del material, se produce un efecto de capilaridad.

Cuando se coloca el absolvedor este interacciona con el líquido penetrante y logra hacer que salga de la posible figura, legándose a notar, a nuestra visión.

## CAPITULO V

## COSTOS Y EVALUACION ECONOMICA

## 5.1 COSTOS DE FABRICACION

## 5.1.1 Materiales y gastos directos

**Tabla 2.**  
*Materiales de fabricación*

cantidad	Descripción	Unitarios	Total,
		S/.	S/.
1.00	Planchas 1"	750	750
1.00	Angulo 3" x 1/4" A36	150	150
4.00	Chumaceras 2(212) .2(180)	80	360
1.00	Engranaje y piñon	500	500
1.00	Polea	250	250
1.00	Dobladora	200	200
1.00	Pintura esmalte G1	30	30
1.00	Polea	45	45
2.00	Correa	40	80
		Toral	2165

Datos obtenidos de taller. (Fuente: elaboración propia)

**5.1.2 Costo indirecto****Tabla 3.**  
*Costo indirecto*

DESCRIPCION	PRECIO S/.
MANO DE OBRA	500.00
COSTO DE TALLER	500.00
OTROS IMPREVISTOS	500.00
TOTAL	1500.00

Datos obtenidos de taller. (Fuente: elaboración propia)

**5.2 COSTOS DE PRODUCCION TOTAL DEL MOLINO**

- Costos directos:	S/. 2165
- Costos indirectos:	S/. 1500
- Total, costo:	S/. 3665

**5.2.1 Precio de venta**

- Costo de producción:	S/. 3665
- Utilidades:	S/. 360.5
- IGV 18%:	S/. 713.7
- TOTAL:	S/. 4738

## CONCLUSIONES

- Con la fabricación de molinos de bolas discontinuos se determina que el costo es muy importante en la demanda del mercado teniendo como precio minino de cuatro mil setecientos treinta y ocho nuevos soles.
- El tiempo de fabricación de un molino de bolas discontinuo artesanal es de cuatro días mínimo, y el proceso de soldadura de arco es fundamental porque influye en el costo y tiempo de entrega del equipo a su propietario final.

### RECOMENDACIONES

- El uso de equipos de última generación mejora el costo de un molino de bolas discontinuo artesanal porque presentan un ahorro tanto de energía eléctrica y electrodo.
- El uso de equipos de soldadura de última generación mejora la calidad de fabricación debido a que estos mantienen mejor las propiedades del metal evitando sobrecalentamiento sobre las áreas soldadas.

**BIBLIOGRAFIA**

- Gonzales, G. (1992). *engranajes de ruedas cilindricas*. zurich: gear company.
- Lesur, L. (1995). *soldadura con arco electrico*. mexico: trillas.
- Maximo, V. (1993). *soldadura electrica manual 2da edicion*. mexico: limusa.
- maximo, v. (1993). *soldadura por arco metalico con proteccion de gas*. mexico: limusa.
- Mendel, L. (1981). *soldadura por arco*. madrid: ediciones paraninfo.
- Oerlikon, E. (1995). *manual de soldadura*. lima: exsa.