

**Instituto Tecnológico IAI**  
**Carrera Mecánica Industrial**  
**Nivel Técnico Superior**



**PROYECTO SOCIOCOMUNITARIO PRODUCTIVO**

**EN OPCION AL GRADO DE TECNICO SUPERIOR  
EN MECANICA INDUSTRIAL**

**HORNO DE FUNDICION POR ARCO ELECTRICO  
PARA METALES RECICLABLES**

**Por:  
ROYER EDWIN QUISBERTH NINA**

**Tutor(es):  
ELOY COPA MAYORGA**

**Oruro – Bolivia**

**2021**

## 1. DIAGNOSTICO Y FUNDAMENTACION

El siguiente proyecto tiene la finalidad de ejecutar, proponer y realizar el tema de la recolección y procesamiento de materiales metálicos reciclables, ya que como desechos abundan en distintas zonas urbanas en algunos casos en exceso, por el cual es necesario su recolección para su aprovechamiento, como materia prima en la producción de diversos productos y otras materias primas, con la implementación de la fundición por arco eléctrico, todo esto en el departamento de ORURO.

``**Por qué este tema**`` es triste saber que nuestro planeta en el que habitamos y que nos da cobijo, poco a poco vemos su decadencia, siendo la causa nuestra existencia, al explotar sus recursos orgánicos e inorgánicos en cantidades exorbitantes cada día, la inconsciencia de la humanidad al no darse cuenta de este fatal daño a nuestro planeta, por el simple deseo de tener más riqueza cada día (ya que la avaricia cabo un oyó en su corazón tan grande que jamás será llenado jamás tendrán más), también influye el aumento de la población, que crece cada día aumentando la oferta y demanda de recursos por lo cual cada día se usa y consume varios productos orgánicos e inorgánicos generando más desechos o en general más basura, que traerán grandes consecuencias en un futuro, si se sigue desechando y contaminando nuestras ciudades y medio ambiente.

Aplicando los conocimientos adquiridos en el instituto tecnológico IAI, y la investigación sobre el tema del reciclaje de materiales metálicos reciclables, este proyecto tiene el fin de incentivar, ayudar y mejorar el estado del medio ambiente no solo en su ejecución, también en ser un símbolo e ideal en el que todo estudiante debe aspirar para poder reflexionar y aplicar el reciclaje en nuestra vida diaria no solo por el simple deseo de ganar más dinero, sino **para salvar el mundo**.

**1.1 Situación problemática.** – El hombre cada vez deshecha mayor cantidad de materiales usados, desgastados y desechados el cual es el origen que forma una acumulación de basura, causando daño al a superficie terrestre y la generación de contaminación en nuestro entorno. Actualmente se localizan pequeños focos o puntos donde se desecha basura (sin tomar en cuenta el vertedero de donde EMAO acumula su basura) en pequeñas cantidades si lo comparamos con el vertedero municipal, pero altas cantidades para el ciudadano común, también está el problema de selección y separación, por lo general la basura que desechamos suele estar mezclada sin considerar la separación de los residuos orgánicos, inorgánicos y desechos especiales. El trabajo será arduo en un inicio por el cual se tiene que tener una gran motivación y pensar siempre en un futuro prometedor.

**1.2 Problema identificado.** – El problema en si es la separación de residuos desde su origen, al no ponerse en práctica de parte de la sociedad, no se seleccionan los materiales que pueden ser reutilizados o reciclados en la basura. La separación debe ser llevada a cabo en el lugar mismo donde se generarán los residuos: Sea en el domicilio particular, oficinas, escuelas, hoteles, restaurantes, etc. Los tipos de material que se deberán separar dependerán de la gestión de los residuos sólidos urbanos y de las opciones de reciclaje de cada municipio, pero la realidad es que no se ejecuta ese trabajo por el cual su clasificación es compleja y el avance de la producción es más lenta y complicada.

**1.3 Antecedentes.** – Es necesario saber que este proyecto tiene el fin de dar solución al problema de los desechos metálicos reciclables que contaminan nuestro medio ambiente y darle una solución por medio del reciclaje. Mediante el uso de un horno de fundición, que aparte de funcionar con gas propano se aplicara el uso del fenómeno físico eléctrico del arco eléctrico dando una solución al problema de la contaminación de desechos metálicos. Con la idea de gana dinero salvando al mundo, demostramos que el proceso de reciclaje de desechos metálicos puede ser beneficio e impactante para la sociedad mediante su reciclado.

**1.4 Metales.** – En el ámbito de la química, se conocen como metales o metálicos a aquellos elementos de la Tabla Periódica que se caracterizan por ser buenos conductores de la electricidad y del calor. Estos elementos tienen altas densidades y son generalmente sólidos a temperatura ambiente (excepto el mercurio). Muchos, además, pueden reflejar la luz, lo cual les otorga su brillo característico.

Los metales son los elementos más numerosos de la Tabla Periódica y algunos forman parte de los más abundantes de la corteza terrestre. Una parte de ellos suele hallarse en estado de mayor o menor pureza en la naturaleza, aunque la mayoría forma parte de minerales del subsuelo terrestre y deben ser separados por el ser humano para utilizarlos.

**1.4.1 punto de fusión.** – El punto de fusión es la temperatura a la que el material pasa de la fase sólida a la líquida. También hablamos de temperatura de fusión. Cuando consideramos los puntos de fusión de los metales, por lo general hablamos de los materiales puros. Por ejemplo, las aleaciones como el acero (hierro con un bajo contenido en carbono), el hierro fundido (hierro con un contenido en carbono superior al 2 %), el bronce (aleación de cobre y estaño) o el latón (aleación de cobre y zinc) tendrán un punto de fusión diferente al de los materiales puros que los

componen. En la soldadura, el metal de aporte está a menudo compuesto en gran parte por el mismo material que las piezas que se van a montar. En soldadura fuerte/blanda, por el contrario, el metal de aporte tiene un punto de fusión más bajo que el metal de base.

**1.4.2 Reciclado del metal.** – El reciclaje de los metales contribuye significativamente a no empeorar el entorno medioambiental actual. Al reciclar chatarra, se reduce significativamente la contaminación de agua, aire y los desechos de la minería en un 70 por ciento. Asimismo, obtener aluminio reciclado reduce un 95 por ciento la contaminación del aire, ahorra un 90 por ciento de la energía consumida al elaborarlo y contribuye a la menor utilización de energía eléctrica, en comparación con el procesado de materiales vírgenes.

Aproximadamente, el 60 por ciento de acero nuevo producido en Norteamérica es elaborado con rechazo de hierro. Sólo en Estados Unidos, en 2004 las empresas de reciclaje de hierro viejo negociaron más de 130 millones de toneladas de productos reciclados destinados para el uso doméstico y exportación. Estos productos reciclados representaron aproximadamente 30.000 millones de dólares para una industria que emplea más de 30.000 personas en ese país.

Un punto a destacar es el reciclado de aluminio ya que cada año en el mundo se utilizan más de 100 millones de toneladas de aluminio; por lo cual es el segundo metal más empleado. La industria está muy interesada en la recuperación del aluminio viejo porque utiliza 20 veces menos energía que la fabricación de aluminio nuevo a partir de la bauxita, el mineral de donde se extrae. La gran cantidad de residuos que genera y de energía que hace falta para procesarlo encarece mucho el producto. Además, la energía necesaria se acostumbra a extraer de centrales hidroeléctricas que construyen grandes presas que inundan extensas zonas de importante valor natural y obligan a millones de personas a desplazarse.

## **2. CONTEXTO DE REALIZACION (LOCALIZACIÓN)**

El proyecto se realizará en la ciudad de Oruro, capital del departamento de Oruro y de la Provincia de Cercado. El municipio tiene una población de 264 683 habitantes (según el último Censo boliviano de 2012), convirtiéndose de esa manera en la quinta ciudad más poblada de Bolivia. Oruro se encuentra ubicada a una altitud de 3735 m s. n. m., siendo también considerada entre las ciudades más altas del mundo.

## **3. FACTORES QUE INTERVIENEN**

- **Las personas;** Consideramos que las personas son el factor más importante y el recurso más valioso en la gestión de este proyecto. Tanto a nivel interno como a nivel externo, las personas son su piedra angular. Al fin y al cabo, este proyecto se ejecutó mediante la idea, construcción de una por persona para satisfacer las necesidades de la sociedad.
- **El presupuesto;** El presupuesto es el documento guía de nuestro proyecto. Nos debemos regir por él, e intentar cumplirlo en todo momento. De ahí la importancia de elaborar presupuestos realistas, en definitiva, en todo proyecto van a existir una serie de gastos e ingresos.
- **El tiempo;** Para concluir hablaremos del tiempo, un factor fundamental en todos los aspectos de la vida. En la gestión de nuestro proyecto, es un aspecto crítico puesto que el tiempo se traduce directamente en dinero y, como hemos dicho, su viabilidad condicionará el tiempo de vida del mismo.

#### 4. BENEFICIARIOS PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

En lo general los beneficiarios serán aquellos que utilicen den utilidad al proyecto, pero los definiremos en dos grupos los cuales son:

**4.1 Primarios.** – Los beneficiarios en este grupo serán las personas, talleres, y microempresas que se dedique a la fundición, forja y reciclaje de metales y materiales metálicos ya que su aplicación abarca esas áreas, de manera que no dependan de grandes empresa para el proceso de recuperación y fundición de metales reciclables, ya que no se reúnen grandes cantidades en su recolección para su producción, además de no depender tanto del gas propano para la fundición ya que se aplicara electricidad en un 70% en la fundición.

**4.2 Secundarios.** – En este grupo se beneficiará la necesidad de los:

- **Clientes;** que tengan o traigan metales o materiales metálicas en bajas cantidades para su reciclado y fundición.
- **El municipio;** con la idea de cómo ya deshacernos de los desechos metálicos, podemos reducir la alta cantidad de basura producida por los metales que se encuentran dispersos en las calles, casas y áreas verdes del municipio de Oruro.

- **El medio ambiente;** además de poder deshacernos de los materiales metálicos contaminantes, el proyecto en si trabaja y da uso de energía limpia y eficiente que es la electricidad.

## 5. OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS

Con el objetivo de dar solución al desecho metálicos y materiales metálicos, se tiene la idea de implementar la fundición para el reciclaje de estos desechos, todo esto en el municipio de ORURO.

Nuestros objetivos se definen como objetivo general y específico:

**5.1 Objetivo general.** – Optimizar los costos de los materiales utilizados para la fabricación de nuevos artículos y materias primas refinadas, con los residuos sólidos y desechos urbanos.

**5.2 Objetivo específico.** – Se tiene que entender que la prioridad de este proyecto es el reciclaje para la reducción de materiales solidos (basura), y reducir el porcentaje de desechos sólidos en el municipio de ORURO, pero es necesario definir que no son los únicos, punto y objetivos a mencionar ya que nuestros demás objetivos son:

- Enseñar a la comunidad a identificar los diferentes materiales o tipos de desechos, para su reciclado.
- Reducir la cantidad de basura de materiales reciclables en diversos lugares y puntos donde se desechan materiales metálicos y solidos inorgánicos.
- Demostrar el proceso de la recuperación de metales reciclables desechados para la producción de materias primas de metales por medio de la fundición.

## 6. PLAN DE ACCIÓN

### a) Cronograma

MES	AGOSTO																								SEPT	
FECHA	9	#	1	#	#	#	1	#	1	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#	1	2		
DIA	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	
<b>1. PLANIFICACION DE INVESTIGACION</b>																										
Establecimiento y valoracion de la idea																										
Fundamento y recopilacion teorica																										
Diseño de instrumentos																										
Presentacion de la propuesta proyecto																										
<b>2. TRABAJO DE CAMPO.</b>																										
Adquisicion y recoleccion de materiales																										
Construccion del horno de fundicion																										
Fabricacion de sujetadores de carbones																										
Ensamblaje y cableado del equipo																										
<b>3. PRUEBAS</b>																										
Pruebas de funcionamiento de horno																										
Pruebas de funcionamiento del arco eléctrico																										
prueba de conexión de cables																										
prueba de fundicion																										
Entrega de propuesta																										

### b) Responsables

- **Postulante:** Royer Edwin Quisberth Nina. Responsable del proyecto quien organiza, proyecta, ejecuta y programa el proyecto de fundición por arco eléctrico.

- **Postulante:** Antonio Ochoa Chavez. Responsable del proyecto quien organiza, la obtención de materiales no disponible en el municipio para el proyecto de fundición por arco eléctrico.

### c) Recursos físicos

#### - Maquinaria:

- Curvadora de tubos.
- Arco eléctrico de 450 amperios.
- Horno de fundición (con ladrillos y cemento refractario).
- Tubin (tubo) de cobre de 1/32".
- Cables con revestimiento de goma.
- Crisol de h = 15 cm. Anch. = 12.5 cm.
- Material aluminio, bronce y cobre.

### d) Presupuesto

Horno portátil con material refractario.	480 Bs.
Arco eléctrico de 450 amperios nacional.	600 Bs.
Accesorios cables y pinzas.	60 Bs.
Crisol de gran	400 Bs.
<b>Total:</b>	<b>1540 Bs.</b>

## 7. EJECUCIÓN, SEGUIMIENTO Y MONITOREO

En un comienzo se empezó en la búsqueda de materiales fundamentales para la construcción del horno, los más fundamentales ya los teníamos, pero se tubo barias dificultades y contratiempos debido a que algunos de estos materiales no se consiguen en el municipio de ORURO, por lo cual se empezó en la construcción de la estructura del horno, utilizando perfiles de acero, angular, en T, platino, barras de perfil redondo, tubo de acero ancho, una plancha de 2 milímetros y algunos elementos mecánicos guardados y desechados.

En base a un balde metálico de pintura se procedió la construcción de la estructura de horno, comenzando a cortar los perfiles de acero, cortando la plancha de manera circular para la tapa del horno, cortando perfiles para la estructura, con una dobladora de acero, procedimos el doblado de 3 perfiles de acero, platino delgado, en T y platino ancho, 2 para la estructura del horno, 1 para la tapa, se procedido al armado de la estructura del horno, uniéndolos por soldadura, todo en base al balde

de acero, en la construcción de la tapa ubo complicaciones al momento del corte, para sacar una forma circula y un orificio en el medio, también circular, pero con mucho ingenio se logro cortar la plancha de manera circular y el orificio igual.

Usando 2 perfiles de platino, 2 arandelas y un tonillo largo corroído y una rosca, se improvisó una bisagra para sujetar la tapa con la estructura del perfil del horno, teniendo ya la estructura del horno ya echa. Al no poder conseguir ladrillos refractarios para fundición, se improvisó el reusó de ladrillos refractarios de un horno de una cocina vieja en desuso, y un ladrillo de construcción adobillo, para la base aun así se requería mas volumen para poder hacer las paredes del horno de fundición.

Mediante pedido a La paz, se compro dos bolsas de cemento cola refractario, que tardo un día en llegar, preparando el cemento para el vaciado con paredes interiores y base de ladrillo refractario con ladrillo adoquín se procede a dar forma al interior del horno, comenzando con la base, despues de un día de secado, se corta los ladrillos refractarios, en tirar cuestión de armar las paredes del horno con el cemento refractario, se corta un tubo de acero para la entrada del quemador de gas antes del vaciado y armado de las paredes del horno, despues del vaciado de las paredes del horno, se improvisó sujetadores par la base ladrillos refractarios cortados para la tapa de horno, usando perfiles angulares y tornillos guardados, se deja secando 3 días el horno con el cemento recién vaciado, teniendo ya listo el horno, se procede a las pruebas con el arco eléctrico.

Para ver una mejor continuidad de corriente en el arco se fabricó conductores con tubos de cobre, que están sujetos por un agarrador de cartón prensado de piso flotante desechado, cortando un cable conductor para arco se procede a conectarlos con los conductores, positivo (+) y tierra (-), para generar el arco eléctrico se utiliza varillas de carbono de retorta, sacadas de pilas anchas desechadas de 1.5 V que sirven como electrodos, además de ser buenos conductores, anchado la punta del tubo de cobre para que entren las varillas de carbono, procediendo con las pruebas, en dos ladrillos refractarios se procede a fundir a modo de prueba latas de aluminio y virutas de cobre, a 110 amperios, se logro el objetivo de fundir un poco los metales mencionados, los cupones de retorta aguantaron excelentemente, tienen un poco de desgaste pero se logro que fundiera el metal.

Para la prueba final se utilizará el horno esta vez acompañado por, el quemador de gas, su garrafa, un tubo de plástico flexible, una compresora de aire y el arco eléctrico, se conecta el quemador con el horno, después utilizando el tubo de plástico flexible se conecta la compresora con el quemador, debido a que el gas propano de la garrafa sin aire se tiende a pagar, la compresora corresponde la falta de aire y ayuda flujo constante de la llama en el horno, cuestión de que calienta muy rápido y constantemente, se pone un crisol en el horno y se calienta, se cierra el horno para después caliente el crisol con los materiales metálicos a fundir.

Después de un tiempo se corta el flujo de gas hacia el horno también se apaga la compresora, se agarra las varas que son los conductores con la punta de carbones de retorta, para generar el arco eléctrico, esto debilitan metal fundiéndolo, después encendemos la garrafa y el compresor y la chispa para que género sigue calor hacia el crisol, una vez calentado lo suficiente se saca el Crisol y se vacía en un molde teniendo así el metal fundido reciclado vaciado en un molde.

## **8. RESULTADOS OBTENIDOS**

Los resultados fueron satisfactorios, en si por que se obtuvo el material reciclado fundido y se demostró que la función por arco eléctrico en un área local es posible de realizar, requiriendo de varios materiales, sobre todo materiales reciclados, por el cual nos sentimos conformes y satisfechos de haber obtenido este resultado favorable en beneficio de la sociedad y medio ambiente.

## **9. CONCLUSIONES**

Concluimos diciendo que se dispuso de muy poco tiempo, todo en si fue casi una sorpresa, desde que se presentó la convocatoria para este proyecto las ideas fluyen, pero el corto tiempo que se tuvo que disponer, además de muchos recursos humano, sobre todo tiempo ya que el tiempo en si es más valioso que cualquier recurso económico actualmente, aun así, nos sentimos satisfechos y felices de haber logrado nuestro cometido, que es la fundición por arco eléctrico. Aclarando un punto más, ya que en nuestro municipio o ciudad de ORURO no se puede conseguir, los materiales necesarios para el trabajo y realización de este proyecto, en algunos casos tuvimos que improvisar varios detalles y usar nuestro ingenio para realizar este proyecto, con el fin de apoyar a la sociedad y al medio ambiente.

## **10. RECOMENDACIONES**

Las grades ideas nacen de las necesidades que deben ser cubiertas para un bien mayor, algunas veces te dirán que no se pueden realizar, ya que son complicadas, carecen de lógica o se requiere de un alto capital, en si este proyecto no fue la primera idea que tuvimos nosotros, pero nació en base de un comentario, "sí se puede fundir una varilla de acero con electricidad por no otros metales", en un tiempo esta idea del proyecto fue compartida y comentada con varias personas, muchos dijeron que era imposible, o que es difícil de hacerlo, pero uno debe contar con la seguridad, el conocimiento técnico y la esperanza, para poder realizar un proyecto de emprendimiento, este proyecto era un tema secundario pero aun así se

lo realizado de todos modos, los proyectos nacen de ideas y pensamientos que se creen imposibles pero al final ser posible.

## 11. FUENTES DE INFORMACIÓN Y BIBLIOGRAFIA

- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=dEUbutNIMwE&t=345s>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=ryuV5iVMizE&list=RDCMUCfwCf3qzMOsNDJu-HbQbaIQ&index=2>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=0bKbBJUR7hk&t=305s>
- ❖ <https://www.youtube.com/watch?v=fsS4EGPNFdQ&list=LL&index=17&t=628s>
- ❖ [https://es.wikipedia.org/wiki/Horno\\_de\\_arco\\_el%C3%A9ctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Horno_de_arco_el%C3%A9ctrico)
- ❖ <https://es.slideshare.net/jhonnyfreddycoparoque/tesis-completo-8412618>

## 12. ANEXOS



