

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y Materiales

**PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE  
EQUIPAMIENTO DEL TALLER  
DE FUNDICIÓN FUNLLAN EN  
LA REGIÓN DE TACNA**

**TESIS**

Presentada por:

**Bach. PAMELA LESLIE ASQUI HUISA**

Para optar el Título Profesional de:

**INGENIERO METALURGISTA**

TACNA – PERÚ

2023

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ingeniería**

Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y Materiales

**“PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE EQUIPAMIENTO  
DEL TALLER DE FUNDICIÓN FUNLLAN EN LA  
REGIÓN DE TACNA”**

**TESIS**

Tesis sustentada el 10 de julio de 2023 por la Bachiller Pamela Leslie Asqui Huisa, siendo el jurado calificador integrado por:

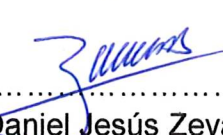
PRESIDENTE

  
.....  
Dr. Freddy Felipe Cori Nina

SECRETARIO

  
.....  
Dr. Luis Fortunato Caso Palpa

VOCAL

  
.....  
Ing. Daniel Jesús Zevallos Ramos

ASESOR

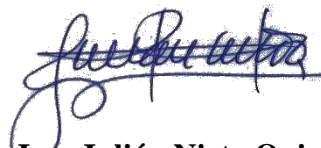
  
.....  
Ing. Julián Nieto Quispe

## CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, JULIÁN NIETO QUISPE en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N°06426-2020-FAIN/UNJBG de la tesis titulado **“PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE EQUIPAMIENTO DEL TALLER DE FUNDICIÓN FUNLLAN EN LA REGIÓN DE TACNA”**. Presentado por el Bachiller **PAMELA LESLIE ASQUI HUISA** para optar el título de Ingeniero Metalurgista.

Habiendo cumplido con lo establecido en el Reglamento de Originalidad y de Similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software textual **TURNITIN** cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **6 %**. Por lo que **CERTIFICO LA SIMILARIDAD** de la Tesis esta de acuerdo al nivel **PERMITIDO**, para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el **Repositorio Institucional**.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del Título.



**Ing. Julián Nieto Quispe**

**DNI: 00476093**



## **DEDICATORIA**

Con el amor incondicional que tengo hacia las personas más importantes en mi vida, mi madre por el apoyo y amor que siempre me ha dado.

A mi querido hermano, quien es mi mayor inspiración profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por darme la oportunidad de demostrar que todo es posible.

Al Ing. Julián Nieto, sin cuyo asesoramiento, el presente trabajo no hubiera sido posible. Mi profundo agradecimiento por los consejos y el apoyo durante el proyecto.

A mi familia, mi más sincero agradecimiento, a mi madre y mi hermano por el apoyo que me brindaron para cumplir mi objetivo como profesional.

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, de manera muy especial, a la Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica y Materiales, a mis docentes, ya que contribuyeron en la parte académica, lo cual, me permitió ser profesional y poder alcanzar mis metas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xii
SUMMARY	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1. Antecedentes	2
1.2. Identificación y formulación del problema del estudio	5
1.2.1. Identificación del estudio	5
1.2.2. Problema general	5
1.2.3. Problemas específicos	7
1.3. Importancia de la investigación	6
1.4. Objetivos	6
1.4.1. Objetivo general	6

1.4.2. Objetivo específico	6
1.5. Hipótesis	7
1.5.1. Hipótesis específica	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Bases teóricas	10
2.2.1. Metalurgia	10
2.2.2. Procesos metalúrgicos aplicados en la industria peruana	11
2.2.3. ¿Qué es la fundición de hierro?	11
2.2.4. ¿Qué es una pieza fundida?	12
2.2.4.1. Proceso de elaboración diseño	17
2.2.4.2. Principales etapas de la fundición	18
2.2.4.3. Aspectos principales de la fundición	23
2.2.4.4. Visión de la industria de fundición	24
2.2.4.5. Tratamiento de residuos sólidos	26
2.2.4.6. Contaminación producida por el proceso de fundición	26
2.2.4.7. Emisiones a la atmósfera	28
2.2.4.8. Vapores de la fundición de metales	34

2.2.4.9. Escorias	35
2.2.4.10. Pasos del proceso de fundición	36
2.2.5. Estudio de factibilidad	38
2.2.5.1. Estudio de mercado	49
2.2.5.2. Estudio técnico	49
2.2.5.3. Estudio económico financiero	50
2.3. Definición de término	40
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	43
3.1. Tipo y diseño de investigación	43
3.2. Población y muestra	44
3.3. Técnicas e instrumentos para recolección de datos	45
3.3.1. Demanda de tapas para buzón	45
3.3.2. Oferta de tapas para buzón	46
3.3.3. Etapas de producción de tapas para buzón	47
3.4. Procesamiento y análisis de datos	53
3.4.1. Determinación de proyección de la demanda de tapas para buzón	54
3.4.2. Determinación de la composición de tapas para buzón	54

3.4.3. Determinación del costo de producción	55
3.4.4. Realización del estudio económico	55
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>57</b>
4.1. Resultados del estudio técnico	57
4.1.1. Localización de la planta	57
4.1.2. Tamaño de la planta	57
4.1.3. Ingeniería del proceso	58
4.1.4. Organización y recursos humanos de la planta	60
4.2. Diagnóstico situacional al taller Funllan y propuesta	61
4.3. Resultados del estudio económico y financiero	64
4.3.1. Evaluación económica y financiera	67
4.3.2. Determinación del flujo de caja	70
4.3.3. Evaluación del proyecto	72
4.4. Discusión de resultados	75
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>78</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>79</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>80</b>
<b>REFERENCES</b>	<b>84</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ferroaleaciones que la empresa en estudio produce	19
Tabla 2. Aspectos ambientales	20
Tabla 3. Estudio petrográfico de fundentes más utilizados	28
Tabla 4. Problemas por mal almacenamiento de los aglomerantes químicos líquidos	31
Tabla 5. Población coberturada servicio alcantarillado	46
Tabla 6. Parámetros del proyecto	57
Tabla 7. Asignación de personal para la implementación	60
Tabla 8. Costos de equipos y edificación	64
Tabla 9. Resumen de la inversión	65
Tabla 10. Depreciación de equipos y materiales	66
Tabla 11. Capital de trabajo	67
Tabla 12. Producción anual de tapas para buzón	68
Tabla 13. Requerimiento de capital	68
Tabla 14. Fuentes de financiamiento	69
Tabla 15. Detalle del financiamiento para un tiempo de 12 años	70
Tabla 16. Flujo de caja económico	71
Tabla 17. Análisis de sensibilidad	75
Tabla 18. Indicadores de estudio VANE	77
Tabla 19. Indicadores del estudio TIR	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución de la producción de hierro y acero	3
Figura 2. Evolución de la utilización de la capacidad Instalada	4
Figura 3. Esquema simple del proceso de fundición	18
Figura 4. Emisión por chimenea	22
Figura 5. Emisiones fugitivas	23
Figura 6. Análisis de chatarras	28
Figura 7. Chatarra (izq.) y lingotes (der.)	29
Figura 8. Esquema de prensado superior (izq.), inferior (der.)	35
Figura 9. Máquina de proyección	36
Figura 10. Máquina de moldeo por sacudidas	38
Figura 11. Etapas del estudio de factibilidad	44
Figura 12. Patio de recepción de materias primas	48
Figura 13. Diseño de tapa de buzón	49
Figura 14. Software de simulación 3D para analizar las partes de la tapa sometidas a presión	50
Figura 15. Microscopio, espectrómetro y recogida de muestras de hierro en el proceso de producción	51
Figura 16. Desmoldeo y granallado	53
Figura 17. Tapa de buzón terminada	55

Figura 18. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tapas para buzón	58
Figura 19. Horno de cubilote	59
Figura 20. Estadística de visita a la empresa	61
Figura 21. Ubicación y dimensión de la empresa	62
Figura 22. Elaboración de marco para tapas de buzón	62
Figura 23. Material utilizado para la elaboración del molde	63
Figura 24. Horno utilizado para la fundición por la empresa Funllan	63
Figura 25. Cálculo del VANE	73
Figura 26. Cálculo del TIRE	74

## RESUMEN

El presente estudio, trata sobre la implementación de la empresa de fundición Funllan, ubicado en la avenida Industrial, del distrito Ciudad Nueva, región Tacna, este estudio nace a raíz de los pequeños elaboradores de tapas para buzón puedan tener equipos sofisticados a fin de incrementar la producción, y es por ello que, mediante un análisis y pronóstico actual de la empresa, se realizó el diagnóstico situacional al taller Funllan, donde se encontró el estado situacional de los equipos que son utilizados en la fabricación de tapas para buzón. Mediante visitas a la fundición Funllan se realizó el estudio técnico a fin de implementar, mejorar el proceso de producción utilizando equipos que tengan una eficiencia adecuada; además, se determinó la cantidad de personal que debe de contar para la implementación y mejorar en la producción de tapas para buzón. Con un estudio financiero se determinó la factibilidad del equipamiento para la implementación en la fundición Funllan; por lo que, la rentabilidad del proyecto estudiado fue medida según a los indicadores los cuales resultaron con un Valor actual neto (VAN) 25 162,47 \$, y tasa interna de retorno económico (TIR) 27 %.

**Palabras clave:** Factibilidad, tapa, buzón, fundición, análisis.

## SUMMARY

The present study, it's about implementation of the Funllan smelting company, located on Association Aapitac, in Ciudad Nueva district, Tacna region, this study was born as a result of small manufacturers of mailbox covers may have sophisticated equipment in order to increase production and that is why, through an analysis and current forecast of the company, the situational diagnosis was made to the Funllan workshop, where the situational status of the equipment that is used in the manufacture of mailbox covers was found. Through visits to the Funllan foundry, the technical study was carried out in order to implement, improve the production process using equipment that has adequate efficiency, in addition, the number of personnel that must have for the implementation and improvement in the production of mailbox covers. With a financial study, the feasibility of the equipment for implementation in the Funllan smelting was determined, so the profitability of the studied project was measured according to the indicators which resulted in a Net Present Value (NPV) of \$25,162.47, and internal rate of economic return (IRR) 27%.

**Keywords:** Prefeasibility, lid, mailbox, foundry, analysis.

## **INTRODUCCIÓN**

En la actualidad sabemos la gran importancia que juegan los productos respecto a las unidades que los acogen, en el caso de las tapas de desagüe de acero el cual forman parte fundamental de la unidad, sabemos que en la ciudad de Tacna tenemos grandes proyectos de saneamiento, la cual dan la base para la producción de tapas de desagüe para un mercado local y regional.

La producción, la comercialización y distribución de nuevos productos nacen de la investigación y desarrollo. Las consecuencias en la industria se ven reflejadas en un mayor ingreso de dinero, generación de nuevos puestos de empleo y avance tecnológico. Por lo tanto, resulta satisfactoriamente para las industrias apostar por un proyecto que compita con otras empresas destacadas que ofrecen productos en la ciudad de Tacna.

Por último, este proyecto se evaluará bajo la perspectiva de un proyecto de inversión, con el objetivo de poder determinar bajo un estudio de factibilidad plantearse escenarios y tomas de decisiones, sabiendo de todo el impacto que podría causar este, para su elaboración, almacenamiento y comercialización, medida que los países desarrollados lo tienen muy bien definido por el estilo de vida y cultura que llevan.

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Antecedentes**

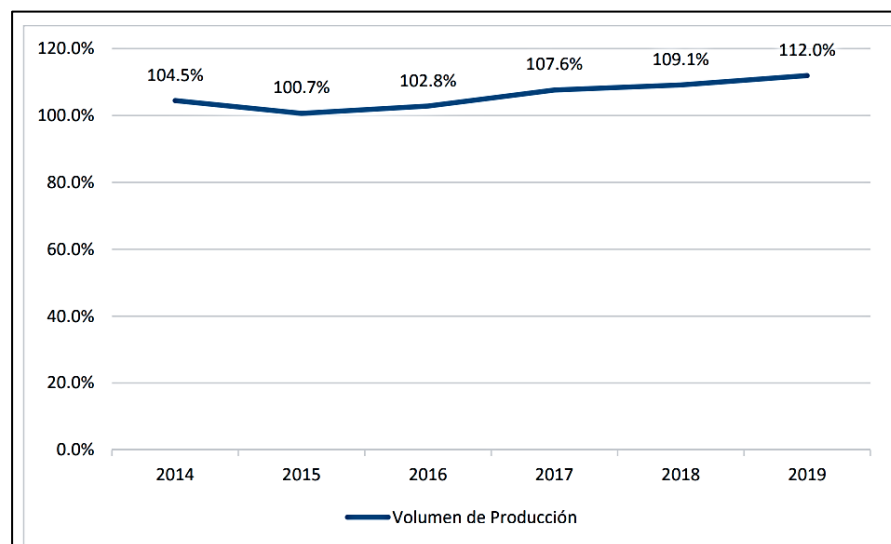
En la actualidad la mayoría de las empresas fundidoras se ubican en la ciudad de Lima, por lo que, la industria regional tiene serias desventajas tanto en lo social, económico, tecnológico y de capacitación, por lo tanto, no tiene nociones para poder competir tecnológicamente, técnicamente con las grandes industrias.

Se estima que las industrias de fundición pertenecen a la Elaboración de Metales comunes y/o Sector Industrial de Manufactura. Según la fuente Industria Perú, esta fábrica se desarrolló en gran medida gracias a los proyectos de los sectores de minería, hidrocarburos y construcción. La industria metalmecánica y/o fundición peruana generó un movimiento comercial por aproximadamente US\$700 millones durante el 2017 y aseguran que seguirán ese ritmo durante los próximos años (2018). Sin embargo, esta industria aun depende de sectores mineros, petroleros y construcción.

Los índices de la evolución de la producción del sector manufactura, específicamente en la fundición de hierro y acero, ha ido evolucionando en los últimos años. Como podemos ver en el año 2017 ha tenido un promedio de 107,6 % durante el año en mención (Pardo Villavicencio, 2019).

### Figura 1

*Evolución de la producción de hierro y acero*

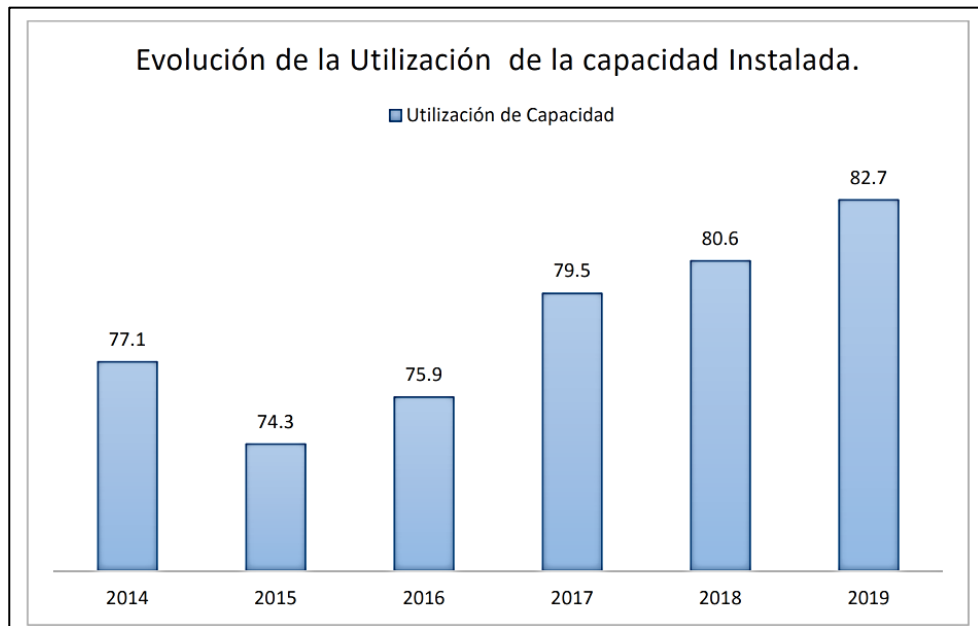


Nota: Tomado de Pardo Villavicencio, 2019.

Acorde a los resultados de la producción, los índices de la utilización de la capacidad instalada del sector manufactura, específicamente en la fundición de Fierro y Acero, ha ido evolucionando en estos últimos años. Como podemos ver en el año 2017 el índice promedio de la utilización de capacidad instalada es de 54,7 %, hasta el mes de junio, este índice es bajo.

**Figura 2**

*Evolución de la Utilización de la capacidad Instalada*



*Nota:* Tomado de Pardo Villavicencio, 2019.

En el Perú, la industria de construcción ha experimentado un aumento constante y acelerado durante los últimos 7 años, esto en sectores tanto privados y estatales (INEI, 2014). En el caso de proyectos estatales de gran envergadura la mayor parte están dirigidos hacia el cierre de brechas como el acceso a servicios básicos como el agua y desagüe. Se tiene un claro ejemplo, el proyecto de saneamiento de agua potable y alcantarillado Pachacútec en Ventanilla - Lima, la cual beneficiará a un total de 207,648 habitantes en el año 2013 y con una proyección de 316,157 habitantes en 17 años (Arteaga Landa, 2014).

## **1.2. Identificación y formulación del problema del estudio**

Una planta de fundición en nuestra región puede jugar un rol sumamente importante ya que nuestro país es uno de los principales países productores de materia prima y esto no se está aprovechando correctamente, el principal problema es que en nuestra región no se reutiliza la materia prima adecuadamente ya que esto es una fuente de la que se puede reciclar (chatarra), esto debería ser aprovechado a fin de obtener productos transformados y ayudar al medio ambiente.

### **1.2.1. Identificación del estudio**

Se identifica este estudio por lo siguiente:

- El mercado local de producción de piezas fundidas es pequeño lo que implica desarrollar una estrategia básicamente para implementar los equipos a fin de obtener productos de calidad hacia el mercado.
- Incrementar la producción, mejorando los equipos existentes en la fundición Funllan y adecuando el aspecto medio ambiental.

### **1.2.2. Problema general**

¿Mejorando el equipamiento del taller de fundición Funllan se logrará cubrir toda la demanda de la región de Tacna y propiciará la exportación de hierro fundido?

### **1.2.3. Problemas específicos**

- a) ¿Será factible realizar el estudio técnico en fundición Funllan?
- b) ¿Mediante un análisis actual de la empresa se podrá realizar el diagnóstico situacional a la fundición Funllan?
- c) ¿Mediante el estudio técnico, financiero se determinará la factibilidad del equipamiento en la fundición Funllan?

### **1.3. Importancia de la investigación**

En la región Tacna existen pocas y pequeñas empresas que se dedican al sector de fundición, por tal motivo, se propone una solución al problema mejorando el equipamiento y planificación, con el fin de aumentar la utilización de la capacidad de planta y disminuir el tiempo de respuesta para las entregas de los pedidos.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

El objetivo principal de la presente investigación es realizar el estudio de factibilidad del equipamiento del taller de fundición Funllan en la región de Tacna.

#### **1.4.2. Objetivo específico**

Los objetivos específicos de la presente investigación son:

- a) Realizar un diagnóstico situacional al taller Funllan.
- b) Realizar el estudio técnico de la fundición Funllan.

- c) Realizar un proyecto de factibilidad del equipamiento para la implementación en la fundición Funllan.

## **1.5. Hipótesis**

Es posible mejorar el equipamiento del taller de fundición Funllan para cubrir la demanda de la región de Tacna.

### **1.5.1. Hipótesis específica**

- a) Es factible realizar el estudio técnico en fundición Funllan.
- b) Mediante un análisis actual de la empresa se puede realizar el diagnóstico situacional a la fundición Funllan.
- c) Mediante el estudio técnico, financiero se determina la factibilidad del equipamiento en la fundición Funllan.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Lescano Villegas (2016) realizó un estudio de mercado donde se determinó la demanda interna aparente, con la cual, se pudo realizar una proyección desde 2015 hasta 2019 disponiendo que la demanda sea de 56 bombas de vacío (material tapa) al año. Mediante el análisis de comercialización se pudo establecer que la disponibilidad de insumos era el adecuado para el proyecto además de considerar la tendencia de precios. En la ingeniería del proyecto se realizó un análisis de calidad de materia prima, seguridad y salud ocupacional, impacto ambiental y mantenimiento. Se determinó el número de trabajadores, entre operarios y administrativos hicieron un total de 15 trabajadores y se calculó el área total de la planta en 420 m<sup>2</sup>. Los recursos para financiar el proyecto están compuestos por el 40% de capital propio y 60% por financiamiento. La evaluación económica y financiera demuestra que el proyecto es rentable para ello se utilizaron indicadores como el VAN, TIR, B/C, PR.

Delgado Condori y Bedoya Zevallos (2018) realizaron un estudio cuya finalidad fue demostrar la factibilidad de la implementación de una planta reencauchadora en la ciudad de

Arequipa, dicho proyecto pretende fortalecer la cultura de reciclaje en la ciudad mediante la adopción de políticas y cultura que apoyen y sean amigables con el planeta, De este modo, el enfocarse en utilizar neumático reencauchado frente a utilizar neumáticos nuevos trae consigo ahorros significativos, debido a que las grandes y medianas empresas tienen bien definidos los costos más elevados para su producción, como por ejemplo, el combustible, mantenimiento y neumáticos.

Delgado Enríquez y Bravo Palacios (2016) indican que el acero galvanizado en nuestro país es provisorio y su mercado está en expansión a una tasa de crecimiento anual que varía entre 5% y 13% en los últimos años. Por otro lado, queda comprobado que año tras año, el segmento empresarial manufacturero a nivel nacional incurre en costos directos relacionados a la corrosión con un valor actualizado al 2013 de S/ 3 607 mil millones. De esta forma, se crea una necesidad a satisfacer y un escenario atractivo para invertir en este proyecto. La metodología utilizada fue un estudio cualitativo y cuantitativo de todas las variables que rigen sobre la oferta y demanda del acero galvanizado. Se realizó un análisis para determinar la futura demanda insatisfecha proyectada a 10 años, validando que en todos los años sería superior a la demanda del

proyecto. Por su parte, se utilizaron herramientas de ingeniería para definir la ubicación, capacidad instalada (tn/año), distribución de espacios de la planta de galvanizado y tecnología apropiada para el proceso definido.

Una vez propuestas las condiciones de mercado e ingeniería, se realizó una validación financiera que aseguró que los flujos maximicen la rentabilidad y doten al proyecto de un presupuesto anual que le permita operar constantemente en condiciones óptimas.

Por último, a través de la implementación de un sistema de producción más limpio se estableció los parámetros permisibles de impacto ambiental.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Metalurgia**

Es la técnica que se relaciona con la concentración, refinación y transformación de los minerales; de tal manera, que puedan estar dispuestos para su posterior elaboración. Cabe mencionar que la metalurgia es muy amplia y tiene diferentes áreas de especialización como la Metalurgia física, Metalurgia mecánica, Metalurgia adaptiva, Metalurgia extractiva (Pardo Villavicencio, 2019).

### **2.2.2. Procesos metalúrgicos aplicados en la industria peruana**

La minería en el Perú es la fuente principal de recursos, pero no la única, hasta el momento solo se han logrado explotar el 10%, siendo esto lo que produce mayor estabilidad económica, prosperidad y la producción y crecimiento de otros sectores involucrados, las cuales aumentan puestos de trabajo, así como también el desarrollo industrial (Fuentes, 2017).

Esta ciencia se vincula con los procesos de extracción y transformación de los minerales y metales que provienen de diversos yacimientos, por tal motivo, es necesario aclarar el concepto de aleación, que se describe como un producto material que contiene una mezcla de dos o más metales o elementos no metálicos y posee propiedades diferentes de sus metales base (Fuentes, 2017).

La obtención de estas aleaciones depende de la combinación adecuada de los minerales, es decir, establecer un balance en la composición de distintos elementos pertenecientes a la mezcla de los mismos (Pardo Villavicencio, 2019).

### **2.2.3. ¿Qué es la fundición de hierro?**

Las fundiciones constituyen un sistema férreo tradicional, estas fundiciones son aleaciones de Fe-C-Si, las podemos llamar

fundiciones ordinarias, pero también existen las fundiciones aleadas que contienen elementos sensibles de aleación (Cu, Ni, Ti, Al, Mo), cada uno de estos elementos modifica sus propiedades físicas y mecánicas (Shackelford, 2010).

La producción de piezas en la fundición de hierro fundido ocupa un área muy grande en la industria mecánica. Estos materiales son aleaciones de hierro y carbono en altas proporciones y se denominan fundiciones porque este es el proceso industrial de producción de los mismos (Manuel Vega, 2003).

#### **2.2.4. ¿Qué es una pieza fundida?**

Una pieza metálica fundida es una forma que se obtiene vaciando el metal líquido dentro de un molde o cavidad y permitiendo en reposo por unas horas hasta que se solidifique y de esta manera, se obtiene la forma del molde. Esta es una manera más fácil y a menudo más económico para obtener una pieza con las especificaciones deseadas y del material necesitado para poder desarrollar su función (Pardo Villavicencio, 2019).

El proceso de fundición de hierro consiste en llevar la carga de hierro a estado líquido (1350 °C), donde el metal fundido se hace fluir dentro de un molde, donde se solidifica y toma la forma del molde. Este método de colada es uno de los más antiguos, data seis

mil años atrás. Existen muchos los factores y variables que se debe tomar en cuenta para tener éxito en la fundición (Alama Irribarren, 2018).

#### **2.2.4.1. Proceso de elaboración diseño**

En la fundición, a la hora de diseñar un producto es necesario dar las características necesarias para que las distintas partes que componen el producto sean resistentes y duraderas, ya que este es uno de los pasos más importantes en el proceso de fabricación. Muchos factores se tienen en cuenta al modelar piezas industriales. Los diseñadores deben saber cómo administrar estos elementos para obtener los modelos más simples posibles al menor costo sin cambiar las propiedades y la calidad del componente (Alama Irribarren, 2018).

Si nos detenemos a evaluar los diseños nos damos cuenta lo importante que es y sobre todo que pueda cumplir las normas básicas de calidad. Si hablamos de la técnica de elaboración para adquirir el objeto metálico, aquí entra a tallar la gestión tecnológica que está encargada de hacer un cambio total de las producciones artesanales. En la actualidad, aún hay empresas artesanales que diseñan con herramientas manuales y como consecuencia, no

pueden hacer productos que sean 100% eficientes (Alama Irribarren, 2018).

#### **2.2.4.2. Principales etapas de la fundición**

Entre las principales etapas según (Alama Irribarren, 2018) se tiene lo siguiente:

- a) Molde:** el molde es un prototipo o espacio vacío que tiene la forma geométrica de la pieza que se va a fundir. Esta etapa es muy importante puesto que de esto depende la geometría final de la pieza. El molde sirve para dar forma deseada al metal fundido, y a partir de aquí se da inicio al proceso de prototipo, donde es fundamental la calidad de los moldes, también debe cumplir ciertas condiciones, propiedades, con el fin que no permita la mezcla con el metal fundido requerido.
- b) Horno cubilote:** este tipo de horno es de eje vertical. El uso de hornos para fundir productos moldeados comenzó varios años antes de 1400, pero solo más tarde, cerca de 1855, comenzó a usarse el horno cubilote. Las principales ventajas de este tipo de horno son la elasticidad, la utilización de materias primas de menor costo y la gran porción de hierro fundido obtenido. Por lo tanto, esta cúpula se adapta a la mayoría de las empresas de fundición.

- c) **Colada:** Es la acción de verter el metal líquido dentro de un molde, el cual tiene propiedades mecánicas especiales como por ejemplo resistir la presión del metal fundido.
- d) **Solidificación y enfriamiento:** una vez fundido y colado el producto moldeado se solidifica y enfría, el tiempo de enfriamiento depende de la forma, tamaño y grosor del producto. Los moldes en coquilla aceleran el enfriamiento debido a su alta conductividad térmica, por lo que las piezas pequeñas se forman en poco tiempo, mientras que los moldes grandes requieren tiempo y enfriamiento en proporción a su peso.
- e) **Desmolde:** a la maniobra de separación entre el modelo y el molde se le llama el desmoldeo. Ahora, si el moldeo está conformado en bloques cerrados con cajas, lo primero que se libera en estos casos, son los pesos, con los cuales, han sido cargados, luego abierto el molde las piezas se retiran y se realiza limpieza de la arena impregnada. Esta parte del trabajo siempre fatigosa y tiene peligros potenciales por la cantidad de polvo silíceo que se desprende, como medidas de prevención se recomienda hacerlo en horario nocturno y si es posible los lugares de trabajo deben contar con extractores de aire o en su

defecto locales bien airados. Por último, se separan las piezas, bebederos y cargadores.

- f) **Limpieza y acabado:** las piezas sin rellenos, ni cargadores pueden mecanizarse, es decir, limpiarse a mano o cepillado metálico. Cuando las piezas son de tamaño medianos o grandes con oquedades, es necesario extraer la arena de los machos, esto se realiza manualmente con cinceles, puntas o barras vibratorias. La última parte de esta operación se llama retocado, es muy importante pues de esto depende la calidad de la pieza y si hubiese alguna imperfección, se puede corregir cualquier defecto detectado.
- g) **Tamaño y preparación de la carga metálica:** para el carguío del material se utiliza carga metálica que debe distribuirse uniformemente dentro del horno de cubilote en piezas no demasiado uniformes ni demasiado duras, con un peso uniforme de 10 a 15 kilos en cubilotes medianos, en cuanto a las dimensiones, no supere un tercio del diámetro interior del cubilote en la zona de fusión para evitar "atascos". La carga de chatarra utilizada debe ser triturada para introducirla al horno, esto con el objetivo que facilite en el carguío, estas piezas deben estar limpias, libres de contaminación de otros materiales

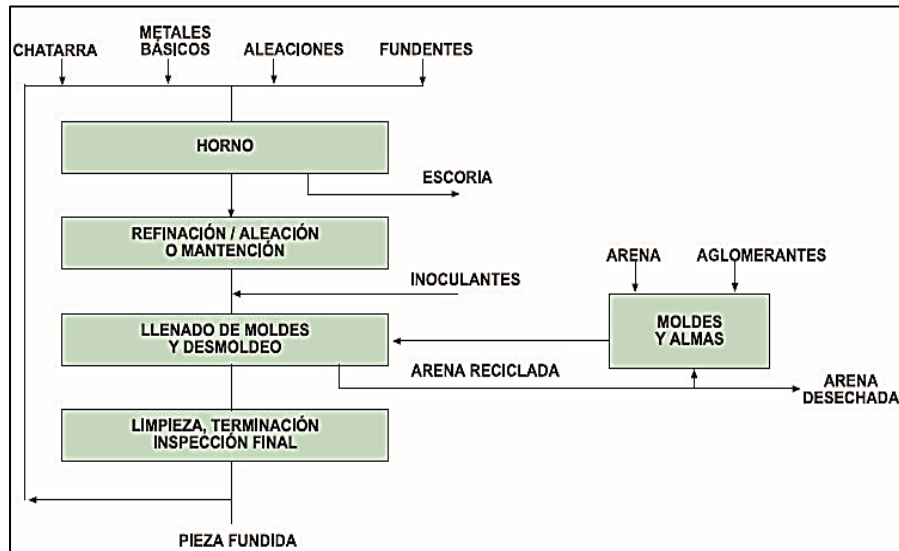
metálicos, y no metálicos, como arena, tierra, barro refractario, esmalte, grasa o parecidos. La alimentación al horno debe ser continua, esto con el objetivo de mantener siempre lleno el horno. Además, una variable importante al momento de fundir es que la carga debe ser minuciosamente pesada esto debido a que el horno tiene un peso de trabajo óptimo (Alama Iribarren, 2018).

#### **2.2.4.3. Aspectos principales de la fundición**

Durante el proceso de fundición de metales ferrosos o fundiciones, el proceso empieza con la introducción de materias primas (chatarra ferrosa o no ferrosa y materiales de aleación) al horno, además aportando calor permite llegar a su punto de fusión en un horno de fundición especial. Una vez que el material cambie de estado a su forma líquida, las fases de escoria se separan de la fase metálica y se colocan en el molde; este paso final se conoce como "llenar o llenar el molde". Después de que el producto se enfríe y solidifique, las partes que solo soportan y no son parte de la pieza en sí (canal de alimentación, montante, rebaba) se retiran y se destruye el molde (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015). Un esquema de las etapas del proceso de fundición es como se muestra en la Figura N° 1.

**Figura 3**

*Esquema simple del proceso de fundición*



*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

#### **2.2.4.4. Visión de la industria de fundición**

Debido a su básica simplicidad del proceso de fundición caso todos los metales y aleaciones metálicas pueden fundirse (Pardo Villavicencio, 2019). Es así como se mostrará la Tabla N° 1.

**Tabla 1**

*Ferroaleaciones que la empresa en estudio produce*

<b>Materiales metálicos</b>
Aceros al manganeso
Aceros al cromo
Aceros al carbono
Fierro blanco
Fierro nodular
Aceros especiales
Fierro gris
Aceros inoxidable
Bronce Nodular

*Nota:* Extraído de Pardo Villavicencio, 2019.

#### **2.2.4.5. Tratamiento de residuos sólidos**

La humanidad desde sus inicios siempre ha producido residuos; pero, en la actualidad, el tipo y forma de vida ha evolucionado y los avances tecnológicos han creado la llamada sociedad de consumo, la producción de desechos y los lugares finales de disposición (basurales) han crecido en forma desorbitada, improvisada y generalmente fuera de control hasta convertirse en la actualidad en un gravísimo problema de contaminación y enfermedades. Por ahora, vale la pena implementar el lema de los tres principios: limitar, reutilizar y reciclar (Zeballos Vera, 2011).

#### 2.2.4.6. Contaminación producida por el proceso de fundición

Toda industria genera de algún tipo de residuo en el caso de la industria de fundición estos residuos dependen de factores como material fundido (acero, bronce, plomo, hierro, aluminio etc.), tipo de combustible, machos, moldes, y tecnología empleada.

En la siguiente Tabla N° 2 se presentan a detalle los aspectos ambientales generados por el proceso de fundición:

**Tabla 2**  
*Aspectos ambientales*

Proceso	Contaminantes
Tratamientos de materias primas	– Material particulado
	– Material particulado
Producción de moldes y alma	– Compuestos orgánicos volátiles
	– Residuos sólidos
Carga del horno	– Material particulado
	– Compuestos orgánicos volátiles
	– Material particulado
	– Óxido de azufre
Fundición y fusión	– Óxidos de nitrógeno
	– Monóxido de carbón
	– Escoria
	– Plomo y humos inorgánicos
Colada	– Material particulado
	– Monóxido de carbono
Transporte de material	– Material particulado
	– Monóxido de carbono
Llenado de moldes (colada)	– Material particulado
	– Compuestos orgánicos volátiles
Enfriamiento	– Material particulado
	– Compuestos orgánicos volátiles
Desmoldeo	– Material particulado
	– Arena de descarte
Limpieza	– Material particulado

*Nota:* Adaptado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

De acuerdo con la tabla anterior se concluye que el mayor impacto ambiental producido por las fundiciones es:

a) Emisiones a la atmósfera (material fino o particulado, gases de combustión procedente del proceso y vapores del proceso de fundición).

b) Los factores ambientales se tienen en cuenta los siguientes factores:

Residuos sólidos (arena, escoria, residuos de limpieza, materiales refractarios, sales y materiales abrasivos).

Ruido, aunque no se tome en cuenta en la tabla anteriormente descrita hay evidencia que la generación de ruido es debido a los diferentes quipos utilizados en la fundición.

#### **2.2.4.7. Emisiones a la atmósfera**

Las emisiones producidas en el proceso fundición que son enviadas al aire incluyen los gases y material particulado emitidos durante la fundición, así como el material particulado generado durante la fabricación, manejo, destrucción y reciclaje de moldes de arena.

Las emisiones atmosféricas se pueden dividir en:

a) **Controladas:** corresponden a aquellas emisiones que se originan en focos estacionarios y pueden ser reducidas

mediante sistemas tradicionales de limpieza de gases (ciclones, campanas de captación y filtros).

#### **Figura 4**

*Emisión por chimenea*



*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

- b) **Fugitivas (no captadas):** no son fácilmente cuantificables, pero pueden llegar incluso a ser mayor que las emisiones controladas. Se producen principalmente porque la fuente generadora no posee los sistemas adecuados de captación de humos o bien no se encuentra en buen estado de mantención (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015).

## Figura 5

### *Emisiones fugitivas*



*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

Las emisiones del proceso de fusión en hornos son: principalmente material particulado y monóxido de carbono (CO), los compuestos orgánicos volátiles (COV), óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos nitrosos (NO<sub>x</sub>) y pequeñas cantidades de clorhidratos y fluoruros. Las mayores concentraciones de emisiones en hornos ocurren cuando las tapas o puertas son abiertas para cargar, recargar, alear, inyectar oxígeno, remover la escoria y al colar (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015).

La quema de combustibles fósiles también genera emisiones de material particulado que contiene principalmente carbono elemental, carbono orgánico, sulfatos y nitratos. Adicionalmente pueden contener trazas de metales pesados presentes en el combustible y volatilizados durante la combustión (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015). Los impactos asociados con estas emisiones resultantes de la combustión son:

- a) **Material particulado:** está conformado por humo, polvo y hollín con contenido de carbono elemental, carbono orgánico, sulfatos y nitratos. Adicionalmente pueden contener trazas de metales pesados presentes en el combustible y volatilizados durante la combustión. Estos materiales aceleran la corrosión de láminas de acero y zinc e incrementan los episodios de enfermedades respiratorias.
- b) **Óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>):** normalmente están referidos al dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y al trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>). El SO<sub>2</sub> es un gas incoloro, no inflamable y no explosivo. Se convierte a SO<sub>3</sub> o a ácido sulfúrico por procesos catalíticos o fotoquímicos de la atmósfera. El principal efecto de los óxidos de azufre es la formación de la lluvia ácida, lo cual

disminuye el pH de los cuerpos de agua, lixivia los nutrientes del suelo, corroe las piezas metálicas y deteriora materiales como el caucho, cuero, pintura, etc.

- c) **Compuestos orgánicos volátiles (COVs):** durante la combustión se forman hidrocarburos como el metano, butano, benceno y aldehídos, que no son corrosivos, pero sí ensucian las superficies. Sólo el etileno tiene un efecto adverso sobre el crecimiento de las plantas. Cuando los COVs se combinan con los óxidos de nitrógeno, en presencia de luz solar, forman oxidantes fotoquímicos como el peroxi acetil nitrilo (PAN), que son nocivos para la salud.
- d) **Óxidos de nitrógeno (NOx):** las dos especies más representativas son el monóxido de nitrógeno (NO) y el dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>). Este último reacciona con la humedad atmosférica para formar ácido nítrico, el cual es muy corrosivo, mientras que el NO forma smog con los compuestos orgánicos provenientes de la combustión.
- e) **Monóxido y dióxido de carbono:** El monóxido de carbono (CO) es un gas incoloro, inodoro, asfixiante y tóxico para el organismo. El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es uno de los principales gases responsables del efecto invernadero.

#### **2.2.4.8. Vapores de la fundición de metales**

El proceso de la fusión de metales genera emisiones de gases de diferente nivel de toxicidad según el metal a fundir. Los metales emitidos dependen del material fundido y de las impurezas que éste tenga. Parte de la materia en forma de partículas inhalada (superiores a 7µm) se ingiere tras pasar por el sistema mucociliario del aparato respiratorio (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015).

En las fundiciones de plomo, se emiten cantidades considerables de plomo volatilizado, que se combinan con el material particulado procedente del coque o del combustible usado, y los ya mencionados gases de combustión. Similar efecto se presenta en los gases procedentes de la fundición de otros metales no ferrosos como es el caso del aluminio, donde el tiraje del sistema arrastra partículas de óxido y metal, así como los productos de la combustión según el caso.

#### **2.2.4.9. Escorias**

La escoria es una fase vidriosa, relativamente inerte y de estructura química compleja. Su composición en su mayoría son óxidos metálicos procedentes del proceso de fusión y en menor medida refractarios fundidos, arena, cenizas de coque y otros

materiales. Además, puede contener metales como plomo, cadmio y cromo, si alguno de estos elementos fuese cargado al sistema. En la producción de hierro dúctil suele utilizarse carburo de calcio para reducir el contenido de azufre en el hierro, generando en este caso una escoria clasificada como reactiva (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015).

La chatarra de aluminio generalmente se funde en un tambor giratorio o en hornos bajo una capa salina líquida para evitar la exposición al medio ambiente. Por otro lado, la escoria absorbe los contaminantes presentes en la chatarra de aluminio, así como los contaminantes fundidos que se deposita como escoria. Con la eventual deposición de estas escorias en vertederos pueden contaminarse gravemente el agua infiltrada que resume del vertedero. Por lo tanto, la escoria debe ser tratada y reutilizada en el proceso de fusión (Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015).

#### **2.2.4.10. Pasos del proceso de fundición**

**a) Tratamiento de materias primas:** en fundición, las materias primas son todos los metales, los fundentes como se muestra en la Tabla 3 y otros aleantes ingresados al horno, en el cual, por el proceso de fusión se obtendrá el producto ya fundido, pero

también se consideran como materias primas, elementos empleados para elaborar moldes. Ej.: arena, aglomerantes, catalizadores etc. (Sturm & Schäfer, 2018).

**Tabla 3**

*Estudio petrográfico de fundentes más utilizados*

Minerales	Especies	Forma
Calcita	$\text{CaCO}_3$	Anedral
Feldespatos	$(\text{KNa}) \text{AlSi}_3\text{O}_8$	Subedral
Minerales Opacos	C, $\text{Fe}_2\text{O}_3$	Subedral
Arcillas	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$	Anedral
Fluorita	$\text{CaF}_2$	Subedral

*Nota:* Adaptado de Sturm & Schäfer, 2018.

**Figura 6**

*Análisis de chatarras*



*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

La materia primara que utilizan las fundiciones ferrosas son lingotes, chatarra y acero seleccionado como materiales de arranque, además también se utilizan materiales reciclados del mismo proceso de fusión por ejemplo retornos internos (chatarra de la misma fundición). Los metales de diferente calidad se mantienen en zonas separadas para un mejor control de la carga en el horno (Rodriguez Montes, Castro Martinez, & Del Real Romero, 2006).

### **Figura 7**

*Chatarra (izq.) y lingotes (der.)*



*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

Las áreas de depósito de chatarra es un punto importante para considerar puesto que permiten proteger el material y recoger o almacenar el exceso de agua y evitar los impactos

dirigidos al suelo y además permite un control eficiente del agua. Otro punto importante para considerar es evitar que el material y el suelo se mezclen, esto para evitar la contaminación del suelo.

Las plantas de fundición también cuentan con reactivos químicos como los aglomerantes estos por su naturaleza tienen condiciones especiales de almacenamiento que según el fabricante deben cumplir ciertos requisitos. Todos los residuos generados deberán eliminarse como residuos especiales.

**Tabla 4**

*Problemas por mal almacenamiento de los aglomerantes químicos líquidos*

<b>Problemas</b>	<b>Consecuencia sobre el producto</b>	<b>Implicaciones</b>	<b>Consecuencias sobre el moldeo</b>
Exposición a exceso de frío	Los productos de base acuosa podrían congelarse	Pueden producirse segregación del producto y fallos en el moldeo	Puede resultar imposible moldear
Exposición a exceso de calor y luz solar directa	Envejecimiento prematuro, entrecruzamiento de la resina y aumento de la velocidad	Dificultades a la hora de mezclar y escasa resistencia de los moldes y a las altas temperaturas	Defectos de afinado
Contaminación por humedad	Los productos que contienen disocianatos se deterioran al reaccionar con el agua	Mal rendimiento del aglomerante, que podría tener que desecharse	Aumenta el riesgo de defectos provocados por el gas
Eliminación de sedimentos en tanques de almacenamiento de silicato de gran capacidad	El líquido bombeado podría ser inestable	Moldes de baja resistencia	Piezas sobredimensionadas y defectos de contracción

*Nota:* Tomado de Martínez Chuquimarca & Casaliglia Gordón, 2015.

**b) Confección de modelos y cajas de noyos:** durante la elaboración y fabricación de modelos la contaminación causada por esta es mínima; pero, esto también depende si los modelos

se realizan en planta o se realizan en otro lugar. Por otro lado, para la realización de los modelos se requiere gran habilidad y detalle para lograr las tolerancias establecidas por cajas de noyos y modelos. Algunos moldes y noyos son de metales, plásticos, maderas o yesos.

- c) Elaboración de moldes y noyos:** para la fabricación de los moldes esto nacen a partir de los modelos (plástico, madera, yeso), dando una impresión contraria en cajas llenas de arena combinada con aglomerantes. Por otro lado, los noyos cumplen una función importante, puesto que saturan los espacios necesarios en el molde para crear un orificio en la pieza terminada. Por último, un paso antes de la colada el molde debe endurecerse, bien por acción del calor suministrado en la superficie o por la acción de los catalizadores, este último aditivo hace reactivar la arcilla de la unión. Con respecto a los moldes estos pueden ser permanentes (metálicos) o no, formado de material refractario (entre arenas, aglomerantes y otros aditivos).
- d) Arenas para fundición:** las arenas de moldeo como también se llaman las arenas de fundición, se forman a partir de la disgregación de rocas ígneas, además de ser un material de bajo costo y de fácil accesibilidad, estas pueden ser naturales o

sintéticas. Las fundidoras por su bajo precio utilizan grandes cantidades de arena como materia prima (95 a 99% del molde) ya que cuenta con propiedades refractarias óptimas y su recuperación es un aspecto medioambiental muy importante, por otro lado, tenemos dos tipos de arenas utilizadas en fundición una es la arena verde y la otra arena química (Rodríguez Montes, Castro Martínez, & Del Real Romero, 2006).

**e) Aglomerantes, aglutinantes y aditivos:** dentro de los productos químicos que se ejecutan para la elaboración de moldes tenemos a los siguientes elementos:

- Bentonita (aglutinante natural)
- Resinas (aglomerante químico)
- Polvo de carbón (aditivo)
- Silicato de sodio (aglomerante)

**f) Preparación de la mezcla de moldeo:** se debe distinguir que para la preparación de arenas de moldeo tenemos un amplio espectro de materiales iniciales, las cuales mencionamos a continuación:

- **Arena verde:** este tipo de mezcla se caracteriza por ser simple y sirve para moldeo de materiales ferrosos y no ferrosos la mezcla comprende entre 85–95% de arena

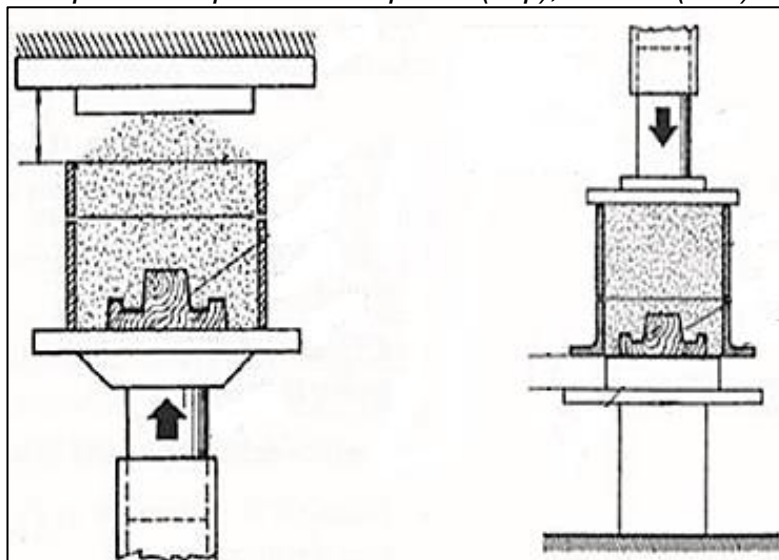
silíceas, un 5 a 10% de arcilla de bentonita, un 3 a 9% polvo de carbón (marino) y un 2–5 de agua (Rodríguez Montes, Castro Martínez, & Del Real Romero, 2006).

- **Arena natural:** este tipo de mezcla son simples tiene una composición de arenas naturales (80%), arcilla (15%) y agua (5%), este tipo de mezclas no se utiliza para fundiciones de hierro y acero.
- **Arena química:** este tipo de mezclas se emplean para la elaboración de machos, esta mezcla debe ser capaz de generar machos fuertes que puedan ser removidos después de que la pieza final haya solidificado. Por lo cual, suelen estar hechos con arena silícea y aglomerantes químicos resistentes. La solidificación o curado, se obtiene mediante una reacción química o catalítica.
- **Moldeo mecánico en arena:** en la actualidad la producción de moldes y machos han sido reemplazados por métodos mecánicos, esto otorga una ventaja al realizar moldes de alta calidad y de gran resistencia reduciendo así defectos que pueda obtener la pieza final.
- **Máquinas de moldeo por presión:** los equipos de moldeo en simple descripción constan de dos partes: un

cabezal y una mesa. El tipo de prensado se somete a la posición alusiva del marco acentuado en relación al molde. Según la posición del molde, estas pueden prensarse desde la parte superior e inferior. Para la compresión esta depende de la altura o carrera de la prensa y debe medirse para evitar el asentamiento sin disminuir relevantemente la permeabilidad.

**Figura 8**

*Esquema de prensado superior (izq.), inferior (der.)*

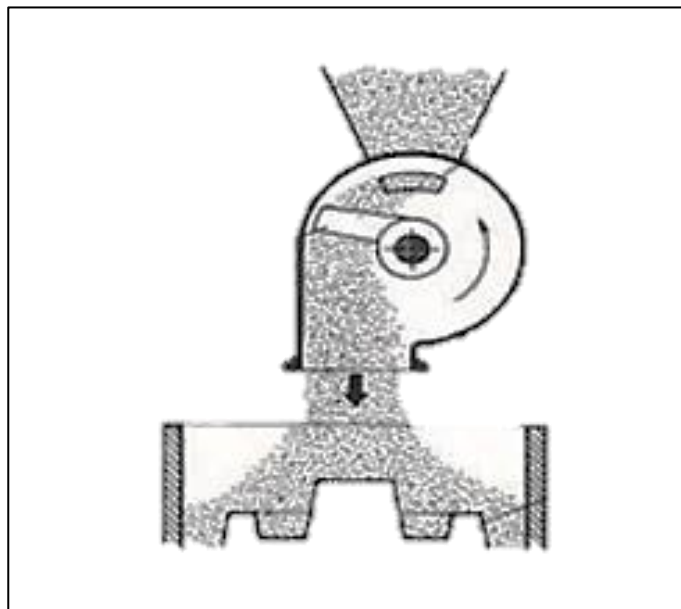


*Nota:* Tomado de Rodriguez Montes, Castro Martinez, & Del Real Romero, 2006.

- **Máquinas de moldeo por proyección:** este tipo se utilizan para moldear piezas muy abultadas que necesitan máquinas demasiadas pesadas y con elevado costo, se vierte la arena sobre las cajas de moldeo por medio de unas paletas o palas. Las cajas grandes se abarrotan inmediatamente en capas sucesivas (Rodríguez Montes, Castro Martínez, & Del Real Romero, 2006).

**Figura 9**

*Máquina de proyección*

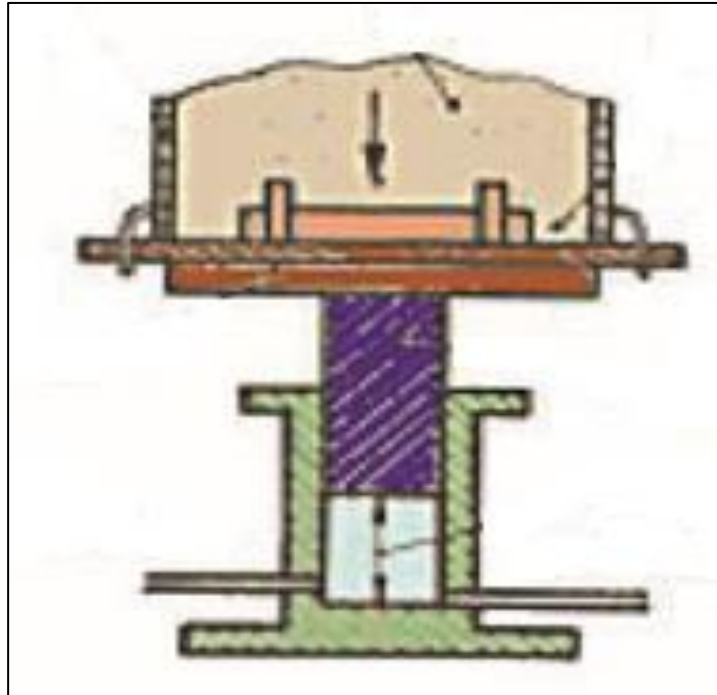


*Nota:* Tomado de Rodríguez Montes, Castro Martínez, & Del Real Romero, 2006.

- **Máquinas de moldeo por sacudidas:** Este tipo de equipos compactan la arena mediante la vibración de la mesa, quiere decir que, por efecto de las fuerzas de inercia, teniendo mayor compactación las zonas más cercanas al molde. La continuidad de las vibraciones y de la longitud de la carrera se someten del grado de compresión (Rodriguez Montes, Castro Martinez, & Del Real Romero, 2006).

**Figura 10**

*Máquina de moldeo por sacudidas*



*Nota:* Tomado de Rodríguez Montes, Castro Martínez, & Del Real Romero, 2006.

## **2.2.5. Estudio de factibilidad**

Para determinar la factibilidad se debe de tener en consideración los siguientes aspectos:

### **2.2.5.1. Estudio de mercado**

En esta etapa se define y cuantifica la oferta y demanda, se estudia los costos actuales, canales de marketing. El propósito de este aspecto es probar la verdadera capacidad del producto para ingresar en el mercado objetivo.

### **2.2.5.2. Estudio técnico**

La investigación en ingeniería desarrolla el diseño de estructuras donde tiene como fin determinar la competencia de fabricación óptima para el uso eficiente de los recursos disponibles para producir el producto o servicio esperado. El objetivo de este estudio es brindar información que permita calcular los costos de inversión y operación asociados a este sector. Además, se establecerán variables económicas como inversión en mano de obra, equipos, costo de materias primas, así como el tamaño y ubicación de la fábrica ( Zanini Delgado & Vásquez Huaynate, 2018).

### **2.2.5.3. Estudio económico financiero**

Este estudio se determina el monto de inversión tangible, intangible, así también el capital de trabajo, el financiamiento requerido para iniciar el proyecto. También, aquí se determina los costos y gastos incluyendo la materia prima, materiales, mano de obra directa, gastos administrativos, gastos de ventas y gasto financiero. Con todos los datos se procede a organizar la condición económica del proyecto y por último permite calcular los indicios de Valor Actual Neto (VAN); Tasa Interna de Retorno (TIR), periodo de recuperación de la inversión (PRI), punto de equilibrio, análisis de sensibilidad, etc. (Delgado Condori & Bedoya Zevallos, 2018).

- a) **Presupuesto de inversión inicial:** esta inversión incluye inversión fija tangible, intangible y fondo de maniobra. Es por medio del cálculo de esta inversión que logramos conseguir los medios para arrancar el proyecto. Para alcanzar la inversión inicial se tienen dos posibilidades una puede ser invertida en su integridad por los miembros de la empresa, o puede financiarse por empresas financieras (Delgado Condori & Bedoya Zevallos, 2018).
- b) **Activos fijos tangibles:** son todos los atributos físicos de la inversión incluyendo terrenos, edificaciones, mobiliario y equipo, tanto del sector manufacturero como del sector administrativo y comercial, obtención de tecnología de equipamiento , maquinaria y equipo necesario para su marcha del proceso de fabricación, el kit de seguridad indispensable para que nuestros empleados actúen positivamente a posiciones de emergencia, igualmente como todos los dispositivos con un denominador habitual de otros usos (Delgado Condori & Bedoya Zevallos, 2018).

### 2.3. Definición de términos

- **Acero:** el acero es una fusión de hierro y carbono. Obtenido por fusión y selecto de escoria de hierro, hierro directamente

reducido. La capacidad de carbono puede alterarse en un porcentaje entre el 0,002% y el 1,7%.

- **Arena de moldeo:** arena utilizada en la fabricación del molde constituida por sílice, carbonilla y bentonita.
- **Arena de relleno:** son los mantos de arena de moldeo continuo a la arena de fricción.
- **Cajas de moldeo:** estructuras en las que se fabrica el molde de arena.
- **Pisón:** pieza metálica en forma de T, con extremos redondos y cuadrados que se emplea para comprimir la arena y luego aislar el modelo de la caja.
- **Carbonilla:** se produce mediante la quema controlada de pequeñas ramas o arbustos (sauce, vid y nogal), que son partículas de carbono parcialmente quemadas.
- **Bentonita:** conocida también como arcilla activada, es una arcilla ferruginosa de grano refinado que se emplea en la fabricación de loza, siendo su dominio relevante de expandirse con el agua formando una masa grande y viscosa.
- **Viabilidad:** condición atribuida bien definida para quien tenga la capacidad, a un PIP, resulta ser lucrativo, sustentable y acorde con las políticas de la industria.

- **Estudio de factibilidad:** evaluar con precisión las utilidades y valores de la posibilidad, incluyendo su potenciado proyecto.
- **Estudio de factibilidad:** análisis de distintos dilemas en base a proporción, ubicación, tiempo de inicio, tecnología y administrativos. Este es el último caso en que se descartan opciones ineficaces.
- **Tasa interna de retorno:** una medida de la rentabilidad neta esperada del proyecto durante su ciclo de vida, manifiesta como un porcentaje, semejante a la tasa de interés del mercado.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

Para el estudio de factibilidad del equipamiento del taller de fundición Funllan de la región de Tacna primeramente se determinó lo siguiente:

##### **a) Tipo**

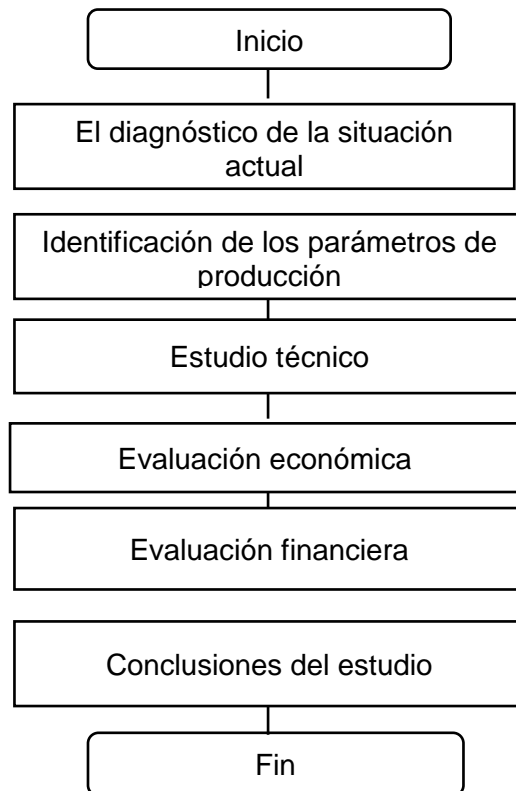
Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las limitaciones de estudio de tipo investigación explicativa en razón, porque se emplearán revisión bibliográfica para el estudio.

##### **b) Diseño de investigación**

Para el diseño de investigación del estudio de factibilidad del equipamiento del taller de fundición Funllan de la región de Tacna, se determinó los principales parámetros y las etapas de producción de las tapas para desagüe. Para la determinación, la factibilidad del proyecto se analizará mediante el estudio de mercado, técnico y económico en función a la Figura 9, en donde indica el flujo del desarrollo del estudio.

**Figura 11**

*Etapas del estudio de factibilidad.*



### **3.2. Población y muestra**

Para el estudio se ha considerado el producto tapas para buzón de la empresa de fundición Funllan, puesto que en la región de Tacna no se halla una planta a mediana escala de producción de marco de fierro fundido y tapa para buzón y, en consecuencia, iniciar la producción de los mismos e iniciar la exportación de tapas para

buzón por la empresa a otros países; para ello se utilizó factores que nos permitieron realizar el estudio del proyecto:

- Demanda de tapas para buzón.
- Oferta de tapas para buzón.

### **3.3. Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

#### **3.3.1. Demanda de tapas para buzón**

La demanda de tapas de buzón está ligado a los proyectos de alcantarillado y saneamiento a nivel regional y nacional, bajo este contexto el análisis de demanda viene dado por la población no coberturada según tabla N° 5, para cerrar esta brecha de acceso a servicios básicos de saneamiento el ministerio de vivienda ejecuta proyectos de saneamiento y alcantarillado donde la demanda de tapas de buzón y tapas domiciliarias son parte fundamental del sistema de alcantarillado.

El crecimiento acelerado de la ciudad de Tacna aunado con las viviendas que no cuentan con conexión nos da un mercado para la venta de tapas de buzón y domiciliarias.

La región Moquegua durante (2017-2019) ha ejecutado S/ 165, 847,500 soles en proyectos de saneamiento, además durante 2013-2018 Southern Perú ejecuto alrededor S/ 86, 586,874.22 soles

en obras por impuestos dirigidos a saneamientos (Gobierno Regional de Moquegua, 2020).

**Tabla 5**

*Población coberturada servicio alcantarillado*

AÑO	Localidad Tacna		Localidad Pachia		Localidad Locumba	
	Poblacion Total	Poblacion coberturada	Poblacion Total	Poblacion coberturada	Poblacion Total	Poblacion coberturada
2017	299854	251907	1964	1269	2601	2019
2018	306211	257248	1943	1317	2699	2095
2019	312703	264578	1922	1366	2800	2174
2020	319332	306559	1901	1418	2906	2256
2021	326102	313058	1881	1471	3015	2341
2022	333015	313694	1860	1516	3128	2429
2023	340075	326472	1840	1584	3246	2520
2024	347285	33393	1820	1643	3368	2615
2025	354647	340461	1801	1705	3494	2713
2026	362166	347679	1781	1769	3626	2816
2027	369843	355050	1762	1836	3762	2921
2028	377684	362577	1743	1905	3904	3031
2029	385691	370263	1724	1976	4050	3145
2030	393868	378113	1705	2051	4203	3264
2031	402218	386129	1687	2128	4361	3386
2032	410745	394315	1669	2208	4525	3514
2033	419452	402674	1651	2291	4695	3646
2034	428345	411211	1633	2377	4871	3782
2035	437426	419929	1615	2467	5055	3925
2036	446699	428831	1598	2559	5245	4073
2037	456169	437922	1581	2656	5442	4226
2038	465840	447206	1564	2755	5646	4384
2039	475716	456687	1547	2859	5859	4550
2040	485801	466369	1530	2967	6079	4720
2041	496100	476256	1513	3078	6308	4898

*Nota:* Tomado de Empresa Prestadora de Servicios de Tacna, 2019.

**3.3.2. Oferta de tapas para buzón**

Para la determinación de la oferta tapas para buzón en el Perú, se ha empleado la información de la publicación del sistema integrado de información del comercio interior, como conocimiento las empresas que fabrican este producto tapa para buzón Prodapal,

Funmet SAC, fundición Llanqui y otras que suministran este producto.

### **3.3.3. Etapas de producción de tapas para buzón**

Para el estudio, se realizó el diagrama de flujo del proceso para elaborar tapas para buzón el cual realiza la empresa Funllan en la región de Tacna, a continuación, se muestran las características.

**a) Recepción de materias primas:** el procedimiento inicia con la entrega de materia prima, la chatarra en empaque comprimida, remanentes de barras metálicas y lingotes de hierro. Estos materiales proceden de la industria automotriz (residuos de estampación nueva), construcción y otras industrias.

## Figura 12

### *Patio de recepción de materias primas*



*Nota: Tomado de Agua, 2019.*

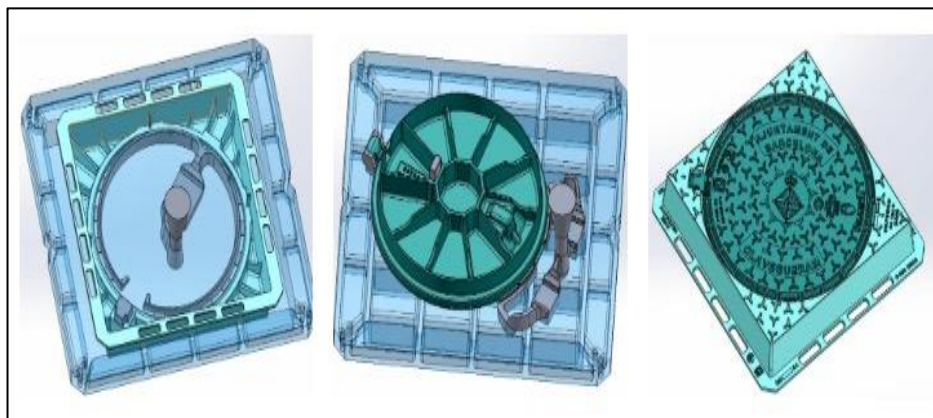
- b) Materiales utilizados:** La fundición férrea es una mezcla de hierro y carbono. Podemos encontrar dos grupos principales de materiales férreos: la fundición gris y la fundición nodular. Los registros de cubrición están hechos de hierro nodular, también conocido esferoidal. Para la mayoría de personas, una tapa nos puede parecer ser solo una pieza redonda de hierro con un patrón más o menos elegante. Pero esto no es simple, hay mucho más como investigación e innovación del diseño de portada de lo que podría pensarse inicialmente (Aguirre Breffe,

Fernández-Columbié, Rodríguez González, Castillo Matos, & Carlos Izaguirre Bonilla, 2019).

- c) **Diseño:** Al diseñar tapas, debe quedar claro que no todas tienen la misma forma, tamaño o propósito. Un grupo ingenieros tuvo que resolver el problema de determinar, dependiendo de la utilización de la tapa, teniendo en cuenta su ubicación (si sería una acera o una calle), si se utilizaría como red sanitaria o de telecomunicaciones (Aguirre Breffe, Fernández-Columbié, Rodríguez González, Castillo Matos, & Carlos Izaguirre Bonilla, 2019).

**Figura 13**

*Diseño de tapa de buzón*



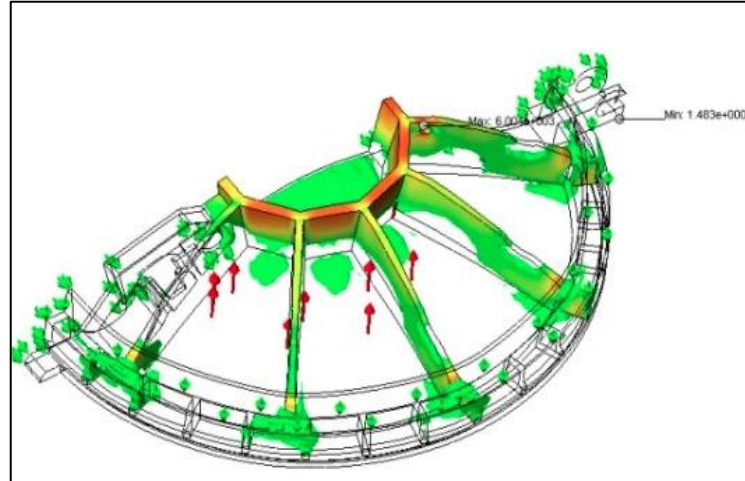
*Nota:* Tomado de Agua, 2019.

- d) **Software de una tapa 3D:** Por ello, se determinan principalmente por medio de herramientas de diseño 3D por ordenador como serían las tapas, considerando el diámetro,

grosor, forma, relieve, sistema de apertura, marco en el que encajará, etc. Este diseño ha sido verificado antes de la construcción con un software avanzado de simulación de resistencia y endurecimiento de los moldes para aprobar el diseño antes de fabricar el molde o la placa del molde (Aguirre Breffe, Fernández-Columbié, Rodríguez González, Castillo Matos, & Carlos Izaguirre Bonilla, 2019).

**Figura 14**

*Software de simulación 3D para analizar las partes de la tapa sometidas a presión*



*Nota:* Tomado de Agua, 2019.

- e) **Calidad:** Un aspecto muy importante en la fabricación de un artículo es la calidad de este mismo, particularmente en el contexto globalizado actual donde las tapas se elaboran en países como China e India. El uso de estándares de calidad como ISO/TS 16949:2009 (un sistema de gestión de calidad

para mejoramiento continuo con un enfoque en la prevención de errores y reducción de residuos en la fase de elaboración) y la certificación 14001: 2004, un estándar de gestión ambiental que asegura la más alta calidad, seguridad y cuidado por el medio ambiente. Se llevan a cabo varios controles de calidad a lo largo del proceso de producción para garantizar que se cumplan los estándares de calidad establecidos (Proaño Guevara, 2014).

### Figura 15

*Microscopio, espectrómetro y recogida de muestras de hierro en el proceso de producción*



Nota: Tomado de Agua, 2019.

- f) **Línea de producción:** Ya disponemos de fundición, indicábamos anteriormente, por lo tanto, este material a 1693,15 K (1420 °C) ya se podría verter en un molde fabricado específicamente para cada tapa o marco. Cada parte, ya sea marco o tapa, tiene su propia forma, definida por dos semi moldes (superior e inferior). Estos moldes se acoplan sobre una estructura metálica en una máquina de moldeo automatizada. La

máquina horizontal de moldeo fabricará alternadamente negativos de sobres y sotes contenidos en cajas de hierro (Proaño Guevara, 2014).

Luego, el sistema de procesamiento gira el semi molde superior y lo coloca en la parte inferior, creando una cavidad sellada con una abertura y el método de coladas puede saber dónde verter el hierro líquido en el molde durante la etapa de colada.

El molde después de enfriarse en la etapa de extracción, se desarma el paquete completo de arena y hierro, debido a la vibración mecánica, dividiendo la parte férrea de la arena. Esta arena residual en un 98% ha sido tratada, cernida, tamizada, entibiada, entre otras, por los siguientes moldes en ciclo cerrado (Proaño Guevara, 2014).

En la misma zona se desunen las coladas de la pieza propia, que debe limpiarse antes de trabajar con ella. Este proceso de limpieza se denomina granallado y es una operación en la que millones de bolas de acero de 1 mm de diámetro son expulsadas a alta velocidad, dando como resultado un área limpia y libre de defectos.

## **Figura 16**

*Desmoldeo y granallado*



*Nota:* Tomado de Agua, 2019.

Al final de esta etapa de elaboración, el producto está casi terminado. Solo queda pintar y conectar las diferentes partes de la placa de cubierta.

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos**

Para el procedimiento y análisis de datos se procedió a determinar aspectos necesarios para el estudio de factibilidad del equipamiento del taller Funllan. Seguidamente, se especifica lo siguiente:

#### **3.4.1. Determinación de proyección de la demanda de tapas para buzón**

Para definir la proyección de la demanda de tapas para buzón, se considera el informe de la empresa, desde los inicios hasta la actualidad, la información fue de mucha importancia, esto con el fin de realizar la determinación de proyección de la demanda y realizar el equipamiento de la empresa.

#### **3.4.2. Determinación de la composición de tapas para buzón**

Las tapas para buzón son de hierro fundido con algunos aleantes, los cuales le dar resistencia y durabilidad. Para el estudio de factibilidad, se propuso la fabricación de las tapas con fundición de hierro que son aleaciones de hierro (Fe) y carbono (C), en las que la capacidad de carbono puede variar del 2 al 5%, así como la cantidad de otros elementos, como el silicio (del 2% al 4%) o manganeso (hasta 1 %) y el contenido mínimo de azufre y fósforo (Sistema Español de Inventario de Emisiones, 2020).

**Figura 17**

*Tapa de buzón terminada*



*Nota:* Tomado de Agua, 2019.

### **3.4.3. Determinación del costo de producción**

El principal elemento de costo más importante es la materia prima, en este caso, son la chatarra de hierro y el carbón (coque), así como el consumo de energía.

En cuanto a los costos de energía, se han propuesto hornos y dispositivos que permiten reducir los costos de producción ya que están diseñados para este tipo de procedimientos.

### **3.4.4. Realización del estudio económico**

Para este estudio de factibilidad del equipamiento del taller de fundición Funllan en la región de Tacna, el procedimiento empleado para calcular indicadores como TIR es el mismo que para calcular el

VAN, se pueden tantear múltiples tasas de actualización hasta hallar una en la que el VAN sea mayor o igual a cero.

Para el cálculo de TIRE (tasa interna de retorno) y TIRF (tasa interna de retorno financiera), se utilizó Microsoft Excel porque nos brindó la posibilidad de calcular directamente los valores en cuestión ingresando la frecuencia de actualización, para el estudio en el que trabajamos con un valor del 18%.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados del estudio técnico

A continuación, se muestran los resultados del estudio técnico para la instalación de la planta de producción de tapas de buzón.

##### 4.1.1. Localización de la planta

Según el estudio realizado para la ubicación de la planta, estará ubicado por la avenida Industrial, misma empresa Funllan de la región de Tacna.

##### 4.1.2. Tamaño de la planta

El tamaño del proyecto se estima de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Parámetros del proyecto*

Parámetro	Unidad	Cantidad
Producción anual de tapas	T	40000
Eficiencia de operación	%	70
Horas programadas por día	H	12
Tn de tapa por día	T	225
Tn de tapa por mes	T	6750
Capacidad de horno	T	15
Número de coladas por horno por día	T	5
Producción por horno al día	T	15
Número de horno	c/u	2

### 4.1.3. Ingeniería del proceso

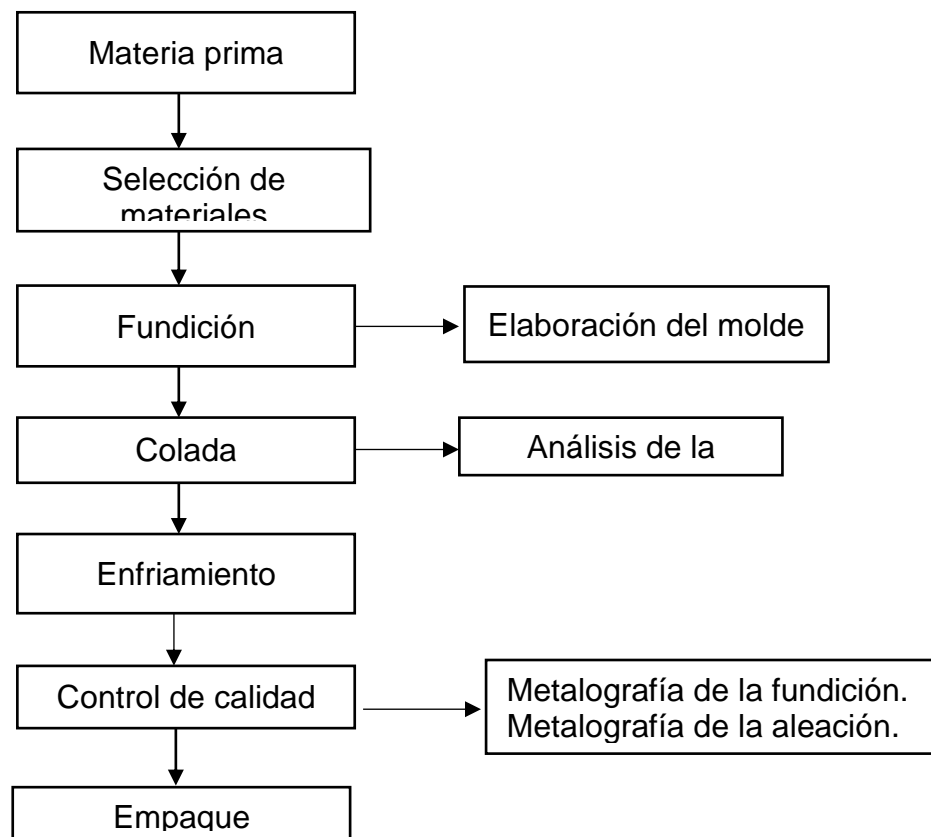
Para la ingeniería del proceso de elaboración de tapas para buzón consideró lo siguiente:

- **Flujo del proceso de producción**

El proceso de producción de tapas para buzón será del siguiente modo:

**Figura 18**

*Diagrama de flujo del proceso de elaboración de tapas para buzón.*

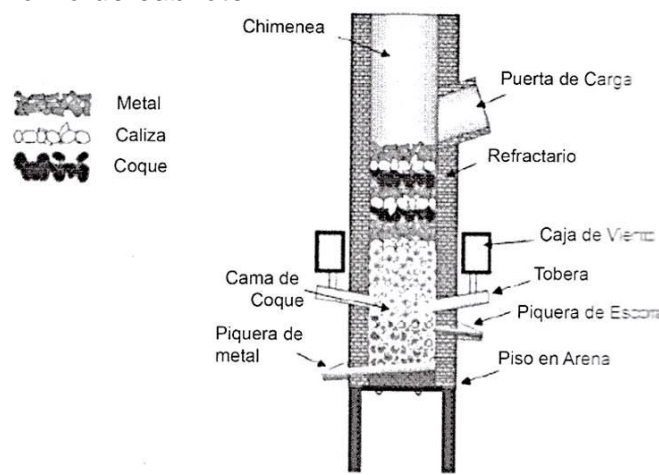


- **Equipos propuestos para la implementación del taller Funllan**

Para la implementación del taller Funllan se realizó el estudio con respecto a los equipos que serán utilizados para la elaboración de tapas para buzón, por lo que se consideraron los siguientes equipos:

- a) **Horno de cubilote:** Un horno de cubilote trabaja mediante combustible sólido, en el que el metal, el combustible y carburante están en estrecho contacto entre sí. Esto asegura una reciprocidad de calor directo y activo, asegurando una alta eficiencia. No obstante, debido al mismo contacto de metal, ceniza y oxígeno, el hierro colado elaborado no puede controlarse estrictamente desde una perspectiva metalúrgica (Blog, 2013).

**Figura 19**  
*Horno de cubilote.*



*Nota:* Tomado de Blog, 2013.

No. de Modelo: 5 toneladas  
 Proceso de dar un título: ISO  
 Lugar Estilo: vertical  
 Gama de Aplicaciones: industrial  
 Tipo: horno de fusión Crisol  
 Temperatura: 1400 °C

#### 4.1.4. Organización y recursos humanos de la planta

Se presenta una tabla que muestra el talento humano para la implementación de la planta de fundición.

**Tabla 7**  
*Asignación de personal para la implementación.*

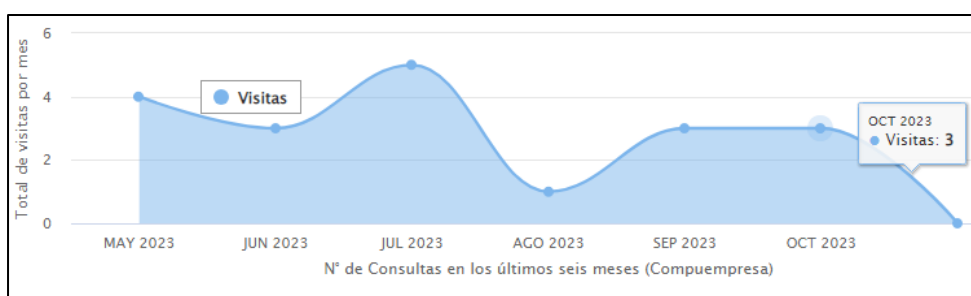
Cant.	Mano de obra	Mes (\$)	Año (\$)	Factor	Total (Us \$)
<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>					
1	Gerente	810	9720	1.3	12 636
1	Jefe de control de calidad y análisis	800	9600	1.3	12 480
1	Jefe de personal	790	9480	1.3	12 324
4	Operadores	780	37440	1.3	48 672
	Subtotal				86 112
<b>MANO DE OBRA INDIRECTA</b>					
1	Personal de ventas	790	9480	1.3	12 324
1	Personal de compras	790	9480	1.3	12 324
1	Contador	750	9000	1.3	11 700
2	Vigilante	550	13200	1.3	17 160
1	Chofer	500	6000	1.3	7 800
	Subtotal				61 308
	Total				147 420

## 4.2. Diagnóstico situacional al taller Funllan y propuesta

En base al diagnóstico de la empresa peruana Funllan inició sus actividades económicas y comerciales el 31 de enero del 2012, esta mencionada empresa tiene por actividades económicas como fundición, forja, prensado, estampado y laminado de metales; pulvimetalurgia, fabricación de otros productos de metal.

### Figura 20

*Estadística de visitas de proveedores a la empresa*



*Nota:* La cantidad de visitas que recibe la empresa por parte de los proveedores. (Fuente: <https://compuempresa.com/info/fundicion-llanque-sociedad-comercial-de-responsabilidad-limitada-funllan-srl-20532837643>).

Esta pequeña empresa está ubicada en la Asoc. Aapitac el cual pertenece al distrito del Alto de la Alianza, con respecto a los equipos que utilizan en la elaboración de tapas para buzón, está el horno cubilote y las condiciones se pueden observar en la Figura 21, ya que este equipo es fundamental para la producción de tapas para buzón. A continuación, se muestran Figuras de la situación de la pequeña empresa Funllan.

**Figura 21**

*Ubicación y dimensión de la empresa*



**Figura 22**

*Elaboración de marco para tapas de buzón*



**Figura 23**

*Material utilizado para la elaboración del molde*



**Figura 24**

*Horno utilizado para la fundición por la empresa Funllan*



### 4.3. Resultados del estudio económico y financiero

#### a) Determinación de la inversión inicial

**Tabla 8**

*Costos de equipos y edificación*

<b>Tipo de equipo</b>	<b>Precio \$</b>
<b>Producción</b>	
Horno de cubilote	20 000
Horno de cubilote	20 000
Moldes	3 000
Equipos para análisis	100 000
Faja transportadora de 10 metros	20 000
<b>Imprevistos</b>	
Imprevistos 10% del total	26 300
<b>Edificación</b>	
Obras civiles	100 000
<b>Inversión total \$</b>	<b>289 300</b>

#### b) Determinación del plan de inversión

Para el plan de inversión se consideró los costos de maquinarias, equipos y costos de administración entre otros, por lo asciende a un valor de \$ 304 060, que se detallan en la tabla Nro. 9.

**Tabla 9**  
*Resumen de la inversión*

Rubro	Valor unitario \$	Unidad requerida	Costo total \$	
			Fijo	Variable
<b>Costos de inversión</b>			<b>289 300</b>	<b>0</b>
<b>Maquinarias</b>				
Equipos necesarios	289 300	1	289 300	
<b>Muebles</b>				
Muebles para personal	20	250	5 000	
<b>Costos de Instalación</b>				
Licencia de funcionamiento	10 000	1		
Equipo de seguridad	500	1		
<b>Costos de producción</b>			<b>6 560</b>	<b>1500</b>
Materia prima (Incluye compra de chatarra y coque)	1 500			1500
<b>Mano de obra</b>			<b>6 560</b>	
Personal	6 560	1	6 560	
<b>Costos de administración y ventas</b>			<b>3 200</b>	
Gastos Administrativos	3200	1	3 200	
Mantenimiento	2000	1	2 000	
Agua	300	1	300	
Electricidad	900	1	900	
<b>TOTAL, COSTOS \$</b>			<b>304 060</b>	<b>3 000</b>

**c) Determinación de la depreciación**

Se tiene como activo fijo la cantidad de \$ 289 300, que es el monto a depreciar, utilizando el método de depreciación lineal, se sabe que la depreciación lineal está dada por lo siguiente:

$$D = \frac{VI - VR}{n}$$

Donde:

D = Depreciación

VI = Valor Inicial

VR = Valor Residual

n. = Número de años

Aplicando la fórmula mencionada se tiene los siguientes resultados de la depreciación.

**Tabla 10**

*Depreciación de equipos y materiales*

Inversiones	Depreciación		
	Valor	Años de uso	Depreciación anual
<b>Maquinaria - equipos</b>			
Horno de cubilote	20 000	10	2 000
Horno de cubilote	20 000	10	2 000
Moldes	3 000	8	375
Equipos para análisis	100 000	7	14 286
Faja transportadora	20 000	20	1 000
<b>Muebles y enseres</b>			
Material de escritorio	300	10	30
<b>Total S/</b>	<b>163 300</b>		<b>19 691</b>
<b>Depreciación mensual</b>			<b>1 641</b>

#### d) Determinación de capital de trabajo

En la Tabla 9, consideraremos como capital de trabajo un costo de \$11 260, este monto representa el 3.60% de los activos fijos cantidad que permitirá cubrir los gastos operativos de los 30 primeros días de operación.

**Tabla 11**

*Capital de trabajo*

<b>Costos</b>	<b>Mensual (\$)</b>
Materia prima (Incluye compra de chatarra y coque)	1 500
Mano de obra	6 560
Gastos administrativos y otros	3 200
<b>Total, capital de trabajo</b>	<b>11 260</b>

#### 4.3.1. Evaluación económica y financiera

Para la evaluación económica y financiera se estimó a base de los datos obtenidos de las tablas mostradas anteriormente para el estudio económico y financiero, a continuación, se da a conocer lo siguiente:

Según la investigación, nuestro programa de producción anual se considera en un lapso de hasta 12 años, con una producción de 40 000 toneladas tapas para buzón anual.

**Tabla 12**

*Producción anual de tapas para buzón*

<b>Año</b>	<b>Porc. (%)</b>	<b>Produc. (Ton)</b>
<b>1-12</b>	<b>30 %</b>	<b>40 000</b>

Para la factibilidad del estudio se precisa un capital, el cual suma en total \$ 300 560 dólares según detalle de la Tabla.

**Tabla 13**

*Requerimiento de capital*

<b>Inversión</b>	<b>Monto (\$)</b>
Equipos	289 300
Capital de Trabajo	11 260
<b>Total</b>	<b>300 560</b>

Por tanto, se espera obtener una financiación a través de accionistas o socios y un préstamo bancario para poner en funcionamiento la planta de fundición Funllan.

**Tabla 14**

*Fuentes de financiamiento*

<b>Fuente de financiamiento</b>	<b>Monto (\$)</b>
Accionista o socio	90 168
Préstamo entidad financiera	210 392
<b>Total, financiamiento</b>	<b>300 560</b>

En la siguiente tabla se muestra la cuota de amortización de un préstamo es la porción de la cuota anual que corresponde a la devolución del dinero recibido. Cada pago que debe realizar el deudor se divide en dos componentes: El reembolso de parte del principal y los intereses acumulados para un periodo de 12 años.

**Tabla 15***Detalle del financiamiento para un tiempo de 12 años*

<b>Concepto</b>	<b>0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 6</b>
Cuota de Amortización	0	0	0	21 039	21 039	21 039	21 039
Total, Amortizado				21 039	42 078	63 118	84 157
Deuda Pendiente	210 392	210 392	210 392	189 353	168 314	147 274	126 235
Interés		5 610	5 610	5 610	5 049	4 488	3 927
Servicio de La Deuda	0	5 610	5 610	26 650	26 089	25 528	24 967
<b>Concepto</b>	<b>Año 7</b>	<b>Año 8</b>	<b>Año 9</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 11</b>	<b>Año 12</b>	<b>Total</b>
Cuota De Amortización	21 039	21 039	21 039	21 039	21 039	21 039	210 392
Total, Amortizado	105 196	126 235	147 274	168 314	189 353	210 392	0
Deuda Pendiente	105 196	84 157	63 118	42 078	21 039	0	0
Interés	3 366	2 805	2 244	1 683	1 122	561	42 078
Servicio De La Deuda	24 405	23 844	23 283	22 722	22 161	21 600	252 470

**4.3.2. Determinación del flujo de caja**

El flujo de caja es un informe financiero que distingue el gasto de los ingresos en efectivo durante un cierto período de tiempo. En relación con esto, hay una serie de términos que son beneficiosos para saber analizar sus resultados. En primer lugar, cuando hablamos de flujo neto, nos relacionamos a la diferencia entre los gastos y los ingresos del período que se analiza.

A continuación, se muestra el flujo de caja económica y financiero para la implementación de la empresa de Fundición Funllan.

**Tabla 16**

*Flujo de caja económico.*

FLUJO DE CAJA													
CONCEPTO	PERIODOS												
CONCEPTO	0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12
<b>A. Ingresos</b>		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
Venta de producción de tapas acero		18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
<b>B. Costos de Inversión</b>	-11,260												
Capital de trabajo	-11,260												
<b>C. Costos de producción</b>		-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560
Materia prima e insumos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mano de Obra		-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560	-6,560
<b>D. Costos de administración y ventas</b>		-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200
Costos administrativos		-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200	-5,200
<b>E. Sub Total</b>	-11,260	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240	6,240
F. Depreciación		-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641	-1,641
G. Total bruto	-11,260	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599	4,599
H. Impuesto a la Renta (30 %)		-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380	-1,380
<b>I. Flujo de Caja Económico</b>	-11,260	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219	3,219
Servicio de deuda	210,392	-5,610	-5,610	26,650	26,089	25,528	24,967	24,405	23,844	23,283	22,722	22,161	21,600
Principal	210,392												
Amortización		0	0	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039	21,039
Intereses		-5,610	-5,610	-5,610	-5,049	-4,488	-3,927	-3,366	-2,805	-2,244	-1,683	-1,122	-561
<b>K. Flujo de Caja financiero</b>	199,132	-2,391	-2,391	23,430	22,870	22,309	21,748	21,186	20,625	20,064	19,503	18,942	18,381
<b>L. Saldo Acumulado</b>	-8,041	-4,821	-1,602	1,617	4,836	8,055	11,274	14,493	17,712	20,931	24,150	27,369	

### 4.3.3. Evaluación del proyecto

Para evaluar el proyecto se tomaron en cuenta dos indicadores, cuyos valores se dan en las siguientes tablas:

#### a) Cálculo del Valor actual neto económico (VANE)

Para el cálculo del VAN en general se usó la fórmula:

$$VAN = \sum_0^n \frac{(Ingresos - Egresos)}{(1+i)^n}$$

También puede usarse:

$$VAN = \sum_0^n \frac{1}{(1+i)^n} \times FC_n$$

Donde:

- FC= Flujo de caja que corresponde al periodo n
- $\frac{1}{(1+i)^n}$  = FA= Factor de actualización
- i= Tasa de costo de capital (COK)
- n= Vida útil del proyecto

Codificando en el programa Microsoft Excel se obtuvo el VANE:

Valor actual neto económico : **25 162,47 us \$**





Finalmente, se aplicó la fórmula del punto de equilibrio:

$$PE = 304\ 060,00 / (131,76 - 101,35)$$

$$PE = 10\ 000,00\ T/año$$

#### d) Análisis de sensibilidad - Precio de Venta

Con el estudio del análisis de sensibilidad podemos identificar el punto crítico en la toma de decisiones si se emprende o no el plan en donde se tiene 3 escenarios pesimista, probable y optimista.

**Tabla 17**

*Análisis de sensibilidad*

Nº	% Variación del precio de Venta	VAN
1	-8%	-1,172
2	-3%	-317
3	-1%	534
4	0%	960
5	1%	1,387
6	3%	2,240
7	5%	3,092

#### 4.4. Discusión de resultados

A nivel nacional se han encontrado estudios sobre estudios de factibilidad respecto a la implementación de pequeñas empresas

que se dedican a la elaboración de tapas para buzón y entre otros quienes en el 2016 realizaron una investigación sobre cómo mejorar la producción y comercialización a nivel local y así incrementar los ingresos económicos de los empresarios, concluyendo que si se hace la implementación sería muy buena y aún más si se sigue la planificación de los procesos, los cuales se deben continuar para lograr una producción emprendedora, circunstancia que había sido omitida en este contexto de investigación y cambio drásticamente cuando se inició a considerar el estudio de factibilidad en los procesos de producción y comercialización. De igual manera, se tuvo en cuenta para el trabajo realizado con la idea de implementar la pequeña empresa de fundición Funllan.

En cuanto a los indicadores, nos permitieron definir la rentabilidad del proyecto y también son de gran ayuda para determinar la mejor opción dentro de un mismo proyecto, teniendo en cuenta diferentes proyecciones de flujos de ingresos y egresos. Asimismo, este indicador nos permite a la hora de vender un proyecto o negocio, determinar si el precio ofertado está por encima o por debajo de lo que habríamos ganado de no haberlo vendido, en nuestro estudio se obtuvo el VANE 26 062,47 u. s. \$, por lo que es mayor a cero y es rentable.

**Tabla 18**

*Indicadores de estudio VANE*

VANE <0	El proyecto no es rentable No cumple TD
VANE=0	El proyecto es rentable cumple TD
VANE>0	El proyecto es rentable genera una ganancia

En comparación con la tabla, nuestro estudio es rentable y cumple con la tasa de descuento TD.

Como mencionamos anteriormente, la Tasa Interna de Retorno es el punto en el que el VAN es cero. Entonces, si trazamos el VAN de la inversión en el eje de coordenadas y una tasa de descuento (rentabilidad) en el eje de abscisas, la inversión tendrá una curva descendente. El TIR será el punto donde esta inversión cruce la abscisa, es decir, donde el VAN será cero, por lo que en nuestro estudio este valor supera el 30 %.

**Tabla 19**

*Indicadores del estudio TIR*

TIR > k	El proyecto de inversión será aceptado
TIR = k	Estaríamos en una situación similar a la que se producía cuando el VAN era igual a cero
TIR < k	El proyecto debe rechazarse.

## **CONCLUSIONES**

Se efectuó un diagnóstico situacional al taller Funllan a través de un análisis y pronóstico actual de la empresa, donde se localizó el estado situacional de los equipos que son utilizados en la fabricación de tapas para buzón.

Mediante visitas a la fundición Funllan se realizó el estudio técnico a fin de implementar y mejorar el proceso de producción utilizando equipos que tengan una eficiencia adecuada, además se determinó la cantidad de personal que debe contar para la implementación y mejorar en la producción de tapas para buzón.

Con un estudio financiero se determinó la factibilidad del equipamiento para la implementación en la fundición Funllan, por lo tanto, la rentabilidad del proyecto se mide como un indicador, dando como resultado el Valor actual neto (VAN) 25 162,47 \$, y tasa interna de retorno económico (TIR) 27%.

## **RECOMENDACIONES**

Realizar el estudio a nivel de factibilidad, ya que con esta etapa se podría ejecutar la implantación, ya sea en equipos, construcción de los ambientes, equipo humano y sobre todo con responsabilidad ambiental a fin de evitar inconvenientes con las normativas vigentes.

Tener en cuenta los probables productos adicionales que la compañía puede producir, así mismo, reforzar la estrategia de particularidad de precios mediante los productos para captar mayor magnitud de clientes, no solo nacional sino también internacional.

El proyecto debe completarse a tiempo para garantizar la TIR y el VAN propuestos, estos indicadores permitirán obtener un nivel de utilidades esperado en el primer año del plan para garantizar un nivel de seguridad para los inversionistas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Zanini Delgado, I. R., & Vásquez Huaynate, L. S. (2018). *Estudio técnico económico para la instalación de una planta de ladrillos en el valle de jequetepeque nivel pre-factibilidad*. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Trujillo, Perú].  
<https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/10474/Zanini%20Delgado%2c%20V%c3%a1squez%20Huaynate.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Agua, A. C. (2019, noviembre 11). *agua.blog.gencat.cat*.  
<https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/el-ciclo-de-vida-de-las-tapas-de-alcantarillado>
- Aguirre Breffe, Y., Fernández-Columbié, T., Rodríguez González, I., Castillo Matos, R., & Carlos Izaguirre Bonilla, C. (2019). Microestructura del hierro fundido gris FG 24 sometido a tratamiento térmico. *Minería y Geología*.
- Alama Iribarren, V. L. (2018). *Propuesta de mejora en el área de producción para aumentar la rentabilidad de la empresa fundidora Atenas S.A.C.* [Tesis de Pregrado de la Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú].
- Arteaga Landa, L. M. (2014). *Optimización en la producción de la planta de elementos prefabricados de concreto implementada para el*

*proyecto de saneamiento Pachacutec en Ventanilla-Callao en el año 2013.* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Centro del Peru, Huancayo, Perú].

Blog. (2013). *Fundición y metales.*

<http://fundicionmetales.blogspot.com/2013/04/fusion-horno-de-cubilote.html>

Delgado Condori, K. Y., & Bedoya Zevallos, A. M. (2018). *Estudio de factibilidad para la implementación de una Planta Reencauchadora de Neumáticos usados en la ciudad de Arequipa.* [Tesis de Pregrado, Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú].

[https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15621/1/DELGADO\\_CONDORI\\_KAT\\_FAC.pdf](https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/UCSP/15621/1/DELGADO_CONDORI_KAT_FAC.pdf)

Delgado Enríquez, C. E., & Bravo Palacios, M. A. (2016). *Estudio de pre-factibilidad de una planta de galvanizado en caliente para el sector industrial metal mecánica.* [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) Lima, Perú].

<http://hdl.handle.net/10757/621668>

Empresa Prestadora de Servicios de Tacna. (2019, diciembre). Plan Estratégico Institucional 2020-2022. Tacna.

[https://www.epstacna.com.pe/web/\\_transpa/planeamiento/PEI\\_2020-2022.pdf](https://www.epstacna.com.pe/web/_transpa/planeamiento/PEI_2020-2022.pdf)

Fuentes, I. (2017). *Clasificación de los Metales. Conceptos Tecnológicos y Metalurgia*. Lima.

<https://ingivanfuentes.es.tl/conceptostecnologicos-y-metalurgia-extractiva>.

Gobierno Regional de Moquegua. (2020, diciembre). Plan Regional de Sanemamiento Moquegua 2021-2025.

<https://www.regionmoquegua.gob.pe/web/wp-content/uploads/2022/01/PLAN-REGIONAL-DE-SANEAMIENTO-MOQ.-2021-2025-VISADO-.pdf>

INEI. (2014). *Economía peruana crece por 15 años consecutivos*. Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, Perú.

<http://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/economia-peruanacrece-por-15-anos-consecutivos-7441/>

Lescano Villegas, W. (2016). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta para el diseño y fabricación de bombas de vacío*.

[Tesis de Pregrado, Universidad de Lima, Perú].

[https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/3221/Lescano\\_Villegas\\_Wiley.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/3221/Lescano_Villegas_Wiley.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Martínez Chuquimarca, F. S., & Casaliglia Gordón, D. E. (2015). *Diseño y remediación de un taller de fundición tipo, bajo normas ambientales del rubro de fundiciones en el distrito Metropolitano de Quito*.

Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9136>

Pardo Villavicencio, L. A. (2019). *Mejora en el proceso de planeamiento y control de la producción de la empresa de fundición metalurgia del fierro y del cobre S.R.L.* Lima. [Trabajo de Suficiencia Profesional de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Proaño Guevara, M. (2014). Desarrollo de la tecnología para la obtención del hierro dúctil a través del horno de cubilote artesanal según los requerimientos de la norma NTE INEN 2 499:2009. *Ciencias de la Energía y Mecánica*.

Rodriguez Montes, J., Castro Martinez, L., & Del Real Romero, J. C.

(2006). *Procesos Industriales para materiales metálicos* (2da Edición ed.). Madrid: Vision net.

<https://books.google.com.pe/books?id=SVBGgraQiREC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Sistema Español de Inventario de Emisiones. (2020, junio). *Metodologías de estimación de emisiones*. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/030303-fundiciones-hierro\\_tcm30-509726.pdf](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/030303-fundiciones-hierro_tcm30-509726.pdf)

Zeballos Vera, I. (2011, abril). Tratamiento de residuos sólidos. *Artículo pueblo*, 120-130.

## REFERENCES

Vega Manuel (2003). Fundiciones grises aleadas de alta resistencia.

*Memoria, Investigaciones en Ingeniería*, (3)

<https://doaj.org/article/aaae5e65d9b84957af551579fc78d13a>

Shackelford, J. F. (2010). *Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros (7a. ed.)*. Pearson Educación.

Sturm, J. C., & Schäfer, W. (2018). "Cast iron - A predictable material" 25 years of modeling the manufacture, structures and properties of cast iron. *Materials Science Forum*, 925, 451-464.

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.925.451>