



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA**  
**INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:**

---

**ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS  
ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE  
LA EMPRESA UMCO S.A.**

---

Informe de investigación como requisito previo a la obtención del título de  
Ingeniero Industrial.

**AUTOR:**

LUIS ALBERTO GALLARDO SANDOVAL

**TUTOR:**

ING. ANDRÉS EDUARDO MORÁN NAVARRETE

Quito – Ecuador

2018

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de director del Proyecto de Tesis: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UMCO S.A.” presentado por Luis Alberto Gallardo Sandoval, para optar por el título de Ingeniero Industrial en la Universidad Tecnológica Indoamérica.

CERTIFICO que dicho proyecto de tesis ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

Quito, junio de 2018.

El tutor

---

Ing. Andrés Eduardo Morán Navarrete

CI: 1719046359

**AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA CONSULTA  
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN  
ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Luis Alberto Gallardo Sandoval declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UMCO S.A”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 30 días del mes de junio de 2018, firmo conforme:

Autor: Luis Gallardo Sandoval

Firma: .....

Número de Cédula: 1714504915

Dirección: Solanda

Correo Electrónico: luis.gallar.d@hotmail.com

Teléfono: 0984479070

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

El abajo firmante, declara que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente proyecto de tesis, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales, de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, junio de 2018.

El Autor:

---

Luis Alberto Gallardo Sandoval

CI: 1714504915

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de tesis, sobre el tema: “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UMCO S.A.” previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito, .....

Para constancia firman:

**TRIBUNAL DE GRADO**

F.....

**PRESIDENTE**

F.....

**VOCAL**

F.....

**VOCAL**

## **DEDICATORIA**

En primer lugar, a mi Dios que me ha dado toda la sabiduría y fortaleza para seguir con mis ideales, seguido a mi esposa que ha sido mi apoyo incondicional día a día; además direccionalmente a mi hijo de quien me siento orgulloso de su inteligencia y finalmente a mi hermano que ha sido un ejemplo a seguir por todas sus metas logradas.

**Luis Gallardo**

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Tecnológica Indoamérica, en especial a la Facultad de Ingeniería Industrial que hicieron posible que me educara en sus aulas tanto en conocimientos como en valores; a todas las personas como amigos y compañeros que supieron extenderme su mano cuando lo necesité y todos aquellos que formaron parte de mi carrera universitaria.

A mi director de tesis por haberme guiado y capacitado para la elaboración de este proyecto.

Finalmente, a la empresa “UMCO S.A.” que me abrió sus puertas permitiéndome elaborar mi trabajo de investigación en sus instalaciones.

**Luis Gallardo**

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
AUTORIZACIÓN DEL AUTOR PARA CONSULTA.....	ii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvii
SUMMARY.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
EL PROBLEMA.....	3
Tema.....	3
Línea de investigación.....	3
Planteamiento del problema.....	4
Contextualización.....	5
Macro.....	5
Meso.....	7
Micro.....	9
Análisis Crítico.....	12
Prognosis.....	12
Formulación del problema.....	12

Interrogantes de la investigación.....	13
Aspectos: Producción Ollas económicas .....	13
Justificación .....	13
Objetivos .....	14
Objetivo general .....	14
Objetivos específicos .....	14
CAPÍTULO II .....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
Antecedentes investigativos .....	15
Fundamentación técnica.....	17
NTE INEN 2851 - Calderos.....	18
Fundamentación legal .....	18
Constitución de la República del Ecuador, 2008 .....	18
Categoría de las Variables.....	20
Hipótesis.....	20
Señalamiento de variables.....	20
Variable .....	21
Independiente .....	21
Variable .....	21
Dependiente .....	21
Constelación de Ideas Variable Independiente .....	22
Desarrollo categoría fundamental Variable Independiente.....	23
Tecnología.....	23
Materia prima .....	23
Mano de obra.....	23

Maquinaria .....	24
Desarrollo Variable Dependiente.....	26
Productividad .....	26
Métodos.....	27
Estadísticas.....	27
Estudio de tiempos .....	27
Procesos .....	28
Marco conceptual.....	29
Variable independiente.....	29
Ingeniería Industrial .....	29
Gestión de la producción.....	31
Variable dependiente.....	32
Planeación y control de la producción industrial .....	32
Pregunta directriz .....	33
Hipótesis.....	33
Señalamiento de variables.....	33
Definición de Términos.....	34
Definición de Términos Técnicos .....	35
CAPÍTULO III.....	36
METODOLOGÍA .....	36
Enfoque de la investigación .....	36
Modalidad de la investigación .....	36
Niveles de la investigación .....	36
Operacionalización de variables .....	38
Plan de recolección de la información .....	40

Instrumentos de recolección de información .....	41
CAPÍTULO IV .....	42
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL .....	42
Situación actual .....	42
Descripción de los subprocesos de la línea manual .....	44
Estudio sobre producción y tiempos .....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	71
Conclusiones .....	71
Recomendaciones.....	71
CAPÍTULO V .....	73
PROPUESTA.....	73
Tema de la propuesta .....	73
Datos informativos .....	73
Antecedentes de la propuesta .....	73
Objetivo general de la propuesta.....	74
Objetivos específicos .....	74
Justificación de la propuesta .....	74
Desarrollo de la propuesta.....	75
Factibilidad.....	75
Estudio de alternativas .....	79
Implementación de la propuesta .....	85
Descripción de los procesos de la línea actualizada .....	85
Beneficios de la propuesta .....	89
Procesos de la línea automática propuesta.....	90

Costo de producción por unidad .....	94
Cálculo de la productividad con la nueva línea .....	94
Impacto ambiental.....	96
Impacto financiero .....	96
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	102
Conclusiones .....	102
Recomendaciones.....	102
BIBLIOGRAFÍA .....	103
Anexos .....	106

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Tipos de sistemas de producción .....	33
Tabla 2.- Variable independiente: Proceso de producción de calderos .....	38
Tabla 3.- Variable dependiente: La Productividad .....	39
Tabla 4.- Plan de recolección de información.....	40
Tabla 5.- Características sistema calderos 16/24 .....	44
Tabla 6.- Producción efectuada de calderos económicos en el 2017.....	50
Tabla 7. Datos estadísticos de tiempos de subprocesos .....	52
Tabla 8. Datos estadísticos de tiempos de subprocesos .....	56
Tabla 9.- Costo materia prima.....	57
Tabla 10.- Costo mano de obra .....	58
Tabla 11.- Costos fijos de la empresa UMCO .....	59
Tabla 12.- Costos mensuales para producir 31.500 calderos .....	60
Tabla 13.- Productividad octubre 2017 .....	62
Tabla 14.- Productividad septiembre 2017 .....	63
Tabla 15.- Productividad agosto 2017 .....	64
Tabla 16.- Productividad julio 2017.....	65
Tabla 17.- Estadístico de la Productividad mensual enero - octubre 2017 .....	66
Tabla 18.- Mínimos cuadrados para cálculo de coeficiente R de Pearson.....	67
Tabla 19.- Comparativos coeficiente de Pearson.....	70
Tabla 20.- Hoja de actividades.....	76
Tabla 21.- Hoja de ruta.....	77
Tabla 22.- Cálculo de la ruta crítica .....	78

Tabla 23.- Costos de alternativa 1 .....	80
Tabla 24.- Costo alternativa 2 .....	80
Tabla 25.- Ponderación de alternativas .....	81
Tabla 26.- Beneficios operativos con la nueva maquinaria .....	89
Tabla 27.- Costos mensuales nuevos por unidad .....	94
Tabla 28.- Inversión de la propuesta .....	97
Tabla 29.- Valores de productos .....	98
Tabla 30.- Análisis financiero .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Localización de la empresa UMCO .....	4
Figura 2.- AMC, Royal Prestige. (2016).....	6
Figura 3.- Productos AMC Group.....	7
Figura 4.- Ocupación del personal por Industria en Ecuador .....	8
Figura 5.- Productos Nacionales .....	10
Figura 6.- Árbol de problemas .....	11
Figura 7.-Red de categorías .....	21
Figura 8.- Constelación de ideas variable independiente.....	22
Figura 9.- Constelación de ideas variable dependiente.....	25
Figura 10.- Productividad .....	26
Figura 11.- Procesos.....	28
Figura 12.- Beneficios gestión por procesos.....	29
Figura 13.- Ingeniería Industrial .....	30
Figura 14.- Gestión de la Producción.....	31
Figura 15.- Mapa de procesos .....	42
Figura 16.- Diagrama de proceso de producción de calderos .....	43
Figura 17.- Materia prima .....	45
Figura 18.- Engrasadora .....	45
Figura 19.- Embutidora .....	46
Figura 20.- Centrado para corte .....	46
Figura 21.- Conformado en torno manual.....	47
Figura 22.- Pulir caldero .....	47
Figura 23.- Brillado.....	48
Figura 24.- Remachado y producto terminado.....	48

Figura 25.- Diagrama de operaciones utilizado en la empresa actualmente .....	49
Figura 26.- Producción diaria promedio de calderos .....	51
Figura 27.- Media de unidades producidas de subprocesos .....	53
Figura 28.- Diagrama Ishikawa causa-efecto.....	55
Figura 29.- Productividad junio-octubre 2017 de UMCO .....	66
Figura 30.- Gráfica lineal de relación entre la producción y productividad .....	69
Figura 31.- Layout del sistema de producción de calderos antiguo.....	82
Figura 32.- Layout espacio disponible en planta .....	83
Figura 33.- Alimentador.....	86
Figura 34.- Engrasadora de discos .....	86
Figura 35.- Embutición de caldero y brazo de movimiento.....	87
Figura 36.- Estación de corte y bordeo .....	87
Figura 37.- Cilindro de transporte banda estación de corte y bordeo .....	88
Figura 38.- Estación de conformado .....	88
Figura 39.- Producción proyectada .....	90
Figura 40.- Diagrama de flujo moderno.....	91
Figura 41.- Diagrama de operaciones .....	92
Figura 42.- Producción diaria promedio por mes .....	93
Figura 43.- Layout de la maquinaria línea automática.....	93

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TEMA:** “ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UMCO S.A.”

**AUTOR:** Luis Alberto Gallardo Sandoval

**TUTOR:** Ing. Andrés Morán Navarrete

**RESUMEN EJECUTIVO**

El presente trabajo de investigación está basado en el análisis del proceso de producción de calderos económicos 16/24 y el diagnóstico de la productividad del proceso mencionado en la empresa UMCO. El principal objetivo es proponer una alternativa que mejore los tiempos de producción que son procesos manuales reduciendo tiempos de entrega y eliminando las horas extras que mensualmente representan un porcentaje de 12,5% adicional por trabajador. Con estos antecedentes y con el fin de incrementar la productividad en UMCO se determina que es necesario mejorar el control de la producción lo que permitirá reducir costos de reproceso, desperdicios y horas extras. Además el estudio indica que las capacidades reducidas de las máquinas y su tiempo de vida de alrededor de 15 años, no permiten que se efectúe con mayor agilidad el proceso productivo. Se proponen dos opciones de mejora y se selecciona el cambio del proceso de conformado, lo cual logra corregir tiempos y entregas mediante la colaboración de los trabajadores, finalmente la propuesta de mejora del proceso de producción de calderos económicos 16/24 incrementa la productividad en 28%.

**DESCRIPTORES:** calderos económicos, proceso de producción, ollas, factores productivos, productividad.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**THEME:** "PRODUCTION PROCESS ANALYSIS OF ECONOMIC BOILERS 16/24 AND IT IS INCIDENCE IN PRODUCTIVITY OF THE UMCO COMPANY"

**AUTHOR:** Luis Alberto Gallardo Sandoval

**TUTOR:** Ing. Andrés Morán Navarrete

### **SUMMARY**

The present research work is based on the analysis of the process of production of economic boilers 16/24 and the diagnosis of productivity in the process mentioned in the UMCO Company. The main objective is to propose an alternative that improves the production times that are manual processes reducing delivery times and eliminating the extra hours that monthly represent an additional 12.5% per worker. With this background and in order to increase productivity in UMCO, it is determined that it is necessary to improve the control of production, which will reduce costs of rework, waste and overtime. In addition, the study indicates that the reduced capacities of the machines and their life time of around 15 years, do not allow the production process to be carried out with greater agility. Two improvement options are proposed and the change of forming process is selected, which manages to correct times and deliveries through the collaboration of workers, finally the proposal to improve the process of production of economic boilers 16/24 increases productivity in 28 %.

**KEY WORDS:** economic boilers, production process, pots, productive factors, productivity.

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio se desarrolla para la empresa UMCO ubicada en Quito, en el sector sur de la ciudad, específicamente sobre la línea de producción de calderos económicos de medida 16/24, la investigación hace referencia a tiempos y características de cada sub proceso que generan un caldero. Del análisis se encuentra problemas con los tiempos de ejecución de las actividades de conformado y retrasos constantes en las entregas.

Al respecto, se desarrolla el tema de investigación en UMCO mediante el presente trabajo cuyo propósito es generar soluciones viables de manera técnica para la mejora de la producción de calderos eliminando retrasos, horas extras y aumentando la productividad.

La estructura del trabajo investigativo es el siguiente:

**Capítulo I**, denominado el problema, su desarrollo se basa en la problematización y planteamiento donde se describe la contextualización macro, meso, micro, el análisis crítico conforme detalle el árbol de problemas como lineamiento de las causas y efectos encontrados, prognosis, formulación del problema, preguntas directrices, justificación y finalmente objetivos.

**Capítulo II**, el marco teórico, explica y describe los antecedentes investigativos, categorías fundamentales, formulación de hipótesis y señalamiento de variables. Adicionalmente en el marco teórico se conceptualiza los elementos que intervienen en la producción, manejos de recursos, estrategias y su aplicación en el ámbito de la productividad relacionada a la línea económica de productos de UMCO S.A. con el fin de verificar las condiciones laborales de la empresa.

**Capítulo III**, presenta la Metodología, la cual es la parte del documento donde se explica la importancia de la investigación, el enfoque, la metodología, su tipo, modalidad y definición, definición de variables, operacionalización de las mismas,

población, muestras y detalles sobre la obtención y la forma en que se analizarán los datos.

**Capítulo IV**, Análisis e Interpretación de Resultados y Situación Actual, representa el literal del documento donde se establece el proceso de producción de la línea económica de UMCO, se especifican detalles como maquinaria y capacidades, se tabulan las unidades de cada proceso, se analiza la producción histórica de los últimos meses, se grafica los indicadores principales como productividad y se interpreta información complementaria que sirve para encontrar el cuello de botella y los procesos de mejora para el área de producción de calderos 16/24. Finalmente, en este capítulo se presentan las conclusiones y recomendaciones del estudio.

**Capítulo V**, se desarrolla la propuesta sobre la base de la investigación, brindando una opción de mejora al proceso de producción de calderos económicos con el fin de incrementar la productividad en UMCO.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### Tema

“ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24 Y SU INCIDENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA UMCO S.A.”

### Línea de investigación

Conforme a la Política Institucional de la Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI) se determinan las diversas líneas de investigación. En este sentido, para el presente estudio se selecciona la número dos (Empresarial y Productividad). En este ámbito para el Ecuador es de interés estudiar aspectos industriales como la diversificación de la producción y afines. Esta línea de investigación expresa lo siguiente: (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2015)

**Empresarialidad y Productividad.** - Esta línea de investigación se orienta por un lado al estudio de la capacidad de emprendimiento o empresarialidad de la región, así como su entorno jurídico-empresarial; es decir, de re potenciación y/o creación de nuevos negocios o industrias que ingresan al mercado con un componente de innovación. Por otro lado, el estudio de las empresas existentes en un mercado, en una región se enmarcará en la productividad de este tipo de empresas, los factores que condicionan su productividad, la gestión de la calidad de las mismas, y que hace que estas empresas crezcan y sobrevivan en los mercados. En este ámbito es de interés estudiar aspectos como exportaciones, diversificación de la productividad y afines (p. 2).

### Sub líneas:

- Programación de la producción industrial
- Producción.

La investigación busca analizar el proceso de producción de calderos económicos 16/24 y su relación directa con la productividad de la empresa UMCO S.A. y elaborar un diagnóstico de las actividades en ejecución. La empresa UMCO S.A. es una sociedad anónima organizada existente de acuerdo con las leyes ecuatorianas, con domicilio en la calle Sincholagua Oe1-141 y Av. Maldonado como lo muestra en la Figura 1, el sector es Chimbacalle, Parroquia Eloy Alfaro dentro del Distrito Metropolitano de Quito, Provincia de Pichincha.



**Figura 1.- Localización de la empresa UMCO**

**Fuente:** Google Earth. (2017)

**Elaborado por:** Investigador

### **Planteamiento del problema**

**El estudio de las empresas existentes en una región y en un país se enmarca en la estabilidad, estandarización o aumento de la productividad. Los factores que condicionan la producción, la calidad de los productos y gestión empresarial son puntales fundamentales que hacen que las empresas crezcan y sobrevivan en los mercados (Craig, 2016).**

Con estos antecedentes, se muestra que cada día hay mayores exigencias en el mercado local e internacional, en consecuencia las empresas están obligadas a

adaptarse a procesos con tiempos de producción y entregas menores, lo que genera la necesidad de mantener sus procesos y líneas de producción controladas con sistemas eficientes para lograr un buen funcionamiento y aumentar su competitividad conforme la demanda.

En la empresa UMCO se identifican problemas como constantes retrasos en los pedidos de producción de calderos económicos 16/24 que inciden en la productividad de la compañía, actualmente existen paradas por falta de mantenimiento o poca capacidad productiva de los equipos. Al respecto la falta de planificación y organización hace que se incumpla con las ventas y se genere insatisfacción de los clientes por retraso de la línea de calderos económicos 16/24 en producción.

### **Contextualización**

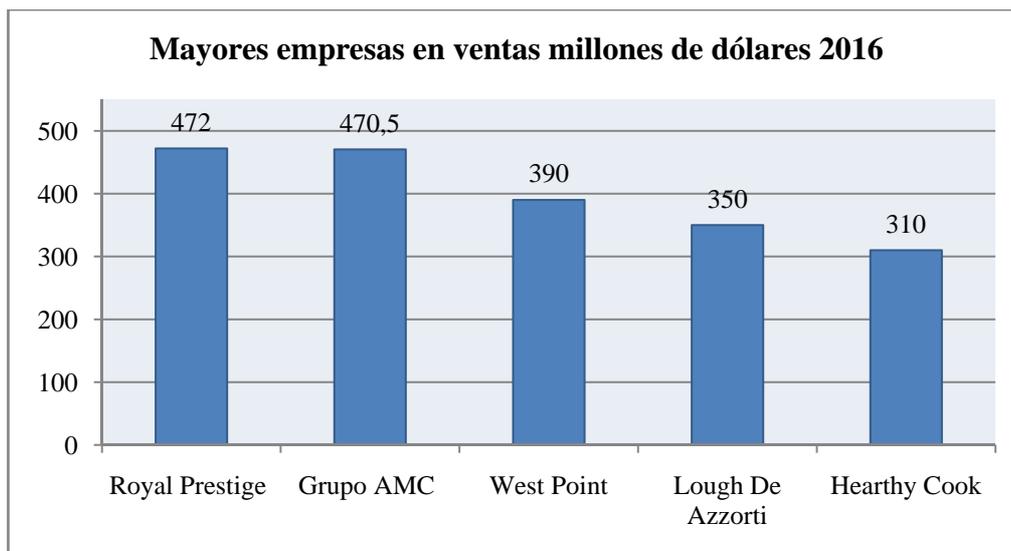
A continuación, como parte del problema se detalla la contextualización en sus tres niveles:

#### **Macro**

Mundialmente existen varias compañías multinacionales con producción de ollas y sartenes en varios países, internacionalmente estas fábricas hacen productos conocidos como utensilios de cocina de diferentes calidades.

Entre las empresas más importantes mundialmente se tienen las siguientes:

1. Royal Prestige – Estados Unidos
2. AMC – India
3. West Point – Estados Unidos
4. Lough De Azzorti –Italia
5. Hearthy Cook – Estados Unidos



**Figura 2.- AMC, Royal Prestige. (2016)**

**Fuente:** AMC, Royal Prestige. (2016)

**Elaborado por:** Investigador

**Royal Prestige es una empresa mundialmente reconocida fundada en 1953 con sede en la ciudad de Madison en el estado de Wisconsin, se ha convertido en una compañía líder en ventas de utensilios y accesorios de cocina, tiene más de 4.500 distribuidores en Estados Unidos, Canadá, México, Argentina, Brasil, Colombia y Perú, entre otros. En el año 2016, mediante su informe de gestión anual publicó que obtuvo 472 millones de dólares en ventas, su productividad medida alcanza el 90% y sus procesos productivos estaban completamente automatizados (Royal Prestige, 2017).**

**El Grupo AMC de la India con 50 años de experiencia, en el año 2016 obtuvo \$9,410 millones de ventas en todos sus productos, de los cuales el 5% representa a utensilios del hogar es decir 470.5 millones de dólares (AMC, 2017). Esta firma tiene centros de producción en más de 30 países en los 5 continentes, a nivel mundial posee más de 15 millones de clientes y 18.000 empleados. En sus plantas principales tienen procesos automatizados de estampado, ranurado, perforado y procesos menores para la realización de utensilios de cocinas, además según su reporte anual en el 2016 la productividad media de sus plantas en América es del 91.5%.**

Adicionalmente según datos del Trade Map, entidad que expone estadísticas comerciales mundiales de varios productos, se menciona que para el año 2016, la empresa de utensilios para el hogar West Point vendió

alrededor de 390 millones, Lough De Azzorti de Italia obtuvo réditos de 350 millones y Hearthly Cook de Estados Unidos 310 millones.



**Figura 3.- Productos AMC Group**

**Fuente:** AMC. (2016)

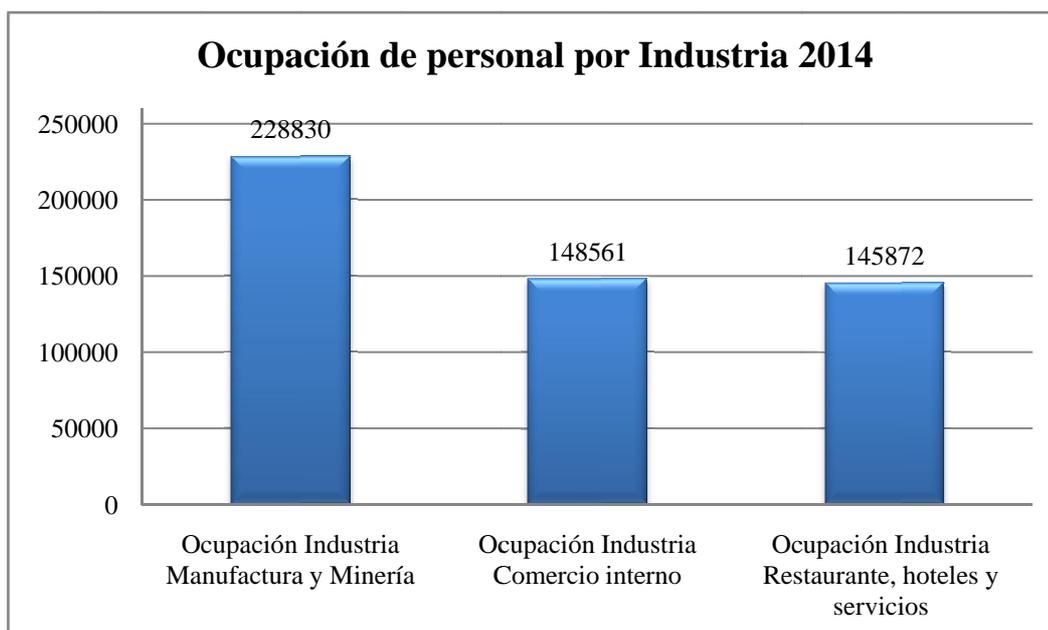
**Elaborado por:** Investigador

Con lo expuesto, se denota la importancia que tiene este tipo de industria a nivel mundial, así como el puesto que le dan a la productividad como factor primordial en el cumplimiento de las exigencias del mercado.

### **Meso**

A nivel nacional cobra importancia el aporte de la industria manufacturera y minera, por su incorporación al campo laboral de este sector.

Al compararse con otros sectores como la industria del comercio interno, restaurantes, hoteles y servicios, se tiene que según datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, el número de personas ocupadas en este sector es de 228.830 empleados, por encima de los otros dos sectores industriales, tal como se observa en la Figura 4 seguida (INEC, 2014).



**Figura 4.- Ocupación del personal por Industria en Ecuador**

**Fuente:** (INEC, 2014)

**Elaborado por:** Investigador

Por otra parte, se tiene que los inicios de la industria del aluminio en el Ecuador se remontan al año de 1976 con la producción en la empresa CEDAL de láminas y tuberías, siguiendo las necesidades locales y tendencias internacionales del consumo de elementos en aluminio UMCO se orientó a la elaboración de productos como ollas, sartenes y tapas.

Hoy por hoy los procesos para la fabricación de ollas en UMCO son varios, conforme las diferentes líneas de producción que la economía local necesita con mayor competitividad para insertar sus productos en mercados globalizados y alcanzar niveles de utilidad amplios.

Así mismo, en Ecuador existen algunas compañías importadoras de ollas y a la par varias empresas que realizan la producción de estos bienes. El proceso de producción de ollas en aluminio consta de varios subprocesos como el embutido, repujado, pulido, brillado, perforado y remachado.

Entre las empresas nacionales se cuenta con Indalum, la cual es una sociedad anónima desde hace 39 años, asentada en Cuenca. Nació por iniciativa de

empresarios colombianos y ecuatorianos, siendo una de las empresas que ha crecido en producción como fabricante de artículos de aluminio para la cocina y el hogar, actualmente tiene la capacidad de generar 36 toneladas al mes de productos, se considera una mediana empresa con proyección a ser una gran industria y proyecta una parte de su producción a mercados como Bolivia, Perú y Venezuela. Por otra parte, la empresa Induglob, ubicada en Cuenca, compañía fabricante de las marcas Indurama y Global, fabrica cocinas y además utensilios para el hogar como kits de cocina, entre otras. La empresa tiene una capacidad de producir 500 mil unidades por año entre cocinas y utensilios.

Todo lo anterior denota la existencia de una real competencia en el país de empresas dedicadas al ramo de fabricación de utensilios de cocina dispuestas a dar respuesta a las exigencias del mercado y a cumplir las expectativas en servicio y calidad a los clientes.

### **Micro**

En Quito existen 4 empresas dedicadas a la fabricación de utensilios para el hogar las cuales están legalmente constituidas y son proveedoras de ollas localmente. Las empresas calificadas para fabricar ollas en el Distrito Metropolitano de Quito son UMCO, Electrocook, Indarlo y Fundirecicar, la mayoría sin contar que UMCO importa alrededor de 135.000 discos de acero inoxidable y aluminio para la fabricación de juegos de ollas de cuatro y seis piezas, según la Superintendencia de Control del Poder de Mercado un kits referencial de cuatro piezas tiene un costo promedio de USD 25.

UMCO S.A. es una empresa que se dedica a la transformación de materias primas en el aluminio desde el año de 1950, es una de las compañías con mayor participación en el mercado con el 60% del volumen de venta de los productos en aluminio de utensilios para el hogar; inicia su proceso de fabricación partiendo desde la programación y adquisición del aluminio mediante una secuencia de máquinas, transforma la materia prima y llega a determinar un producto de calidad para satisfacer la demanda del país.



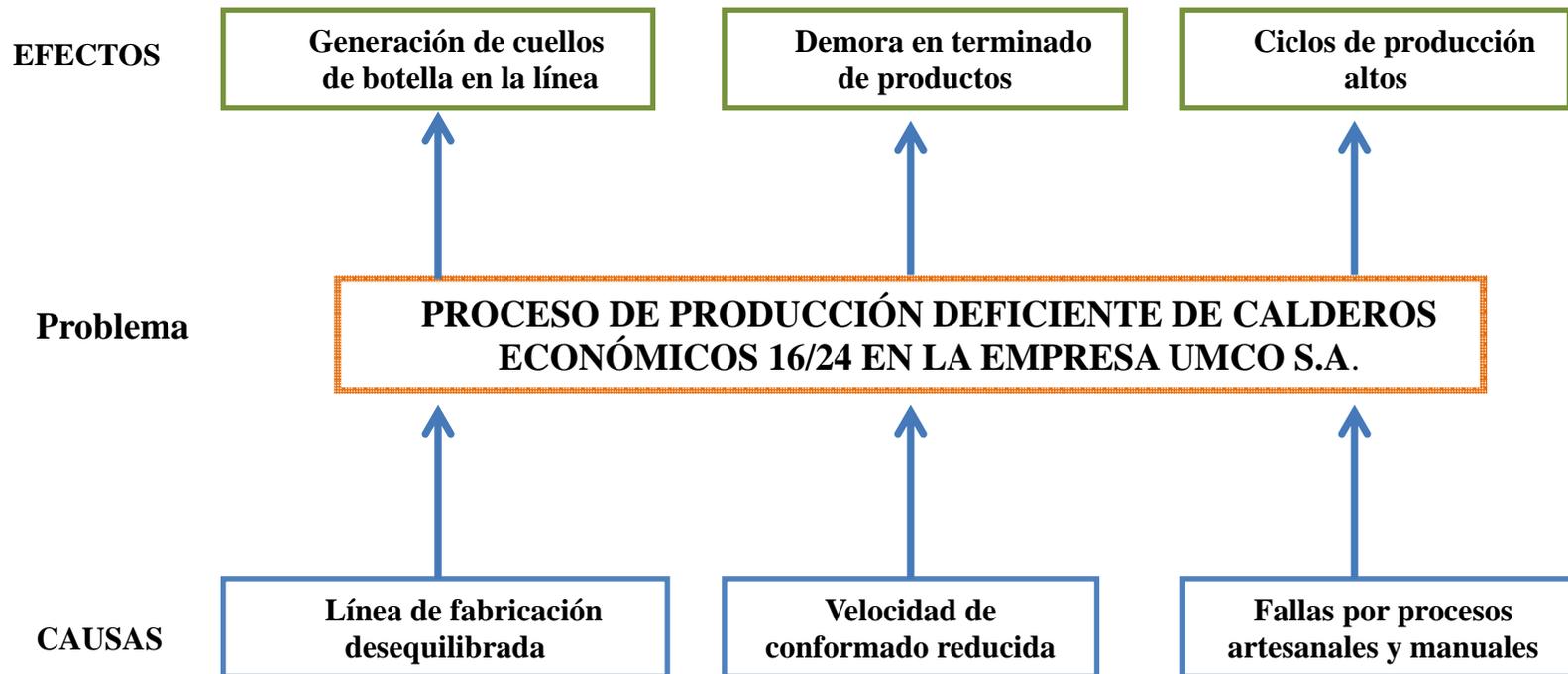
**Figura 5.- Productos Nacionales**

**Fuente:** Ministerio de Industrias y Productividad. (2016)

**Elaborado por:** Investigador

La empresa UMCO S.A. es una organización de manufactura dedicado a la transformación de los procesos de la materia prima para satisfacer el consumo de utensilios de cocina, mayormente de ollas. Por tanto, dada su importancia y posición en el mercado es necesario realizar mejoras en sus procesos a fin de mantener su puesto en el mismo.

### Árbol de Problemas



**Figura 6.-** Árbol de problemas  
**Fuente:** UMCO S.A.  
**Elaborado por:** Investigador

## **Análisis Crítico**

La maquinaria con capacidad de procesamiento reducida representa una línea de fabricación desequilibrada lo que genera cuellos de botella en las actividades, y dificulta el cumplimiento de la demanda de calderos 16/24.

La velocidad de conformado reducida y falta de organización que genera demora en el terminado de productos influyendo en la operatividad de la línea de producción.

Finalmente, las fallas por procesos manuales y artesanales donde los operarios trabajan en equipos antiguos, causan que el ciclo de producción sea alto retrasando la producción, incumplimiento las expectativas con una velocidad de respuesta en los pedidos reducida.

## **Prognosis**

La empresa no tiene un desempeño adecuado y no existen estudios que determinen la solución al problema de producción reducida, por lo cual, de seguir este camino no se alcanzarán las metas establecidas por los directivos de la empresa. Al no realizar este estudio investigativo se corre el riesgo que la empresa genere pérdidas innecesarias de pedidos tanto por paros de producción, tiempos muertos o falta de la implementación de un sistema eficiente en el área de fabricación de calderos económicos.

La fabricación con maquinaria antigua es un desafío, al no disponer de métodos modernos de producción en esta línea se dan demoras y mano de obra desperdiciada, como consecuencia se genera este estudio.

## **Formulación del problema**

¿De qué forma el proceso de producción de calderos económicos 16/24 afecta a la productividad de la empresa UMCO S. A?

## **Interrogantes de la investigación**

¿Cuáles son los factores del proceso de producción de calderos que inciden en la productividad de la empresa UMCO S.A.?

¿Qué efectos tiene el proceso de producción sobre la productividad si se mantienen las condiciones actuales de la empresa?

¿Cómo se lograría que el proceso de producción de calderos económicos no incida negativamente en la productividad de la empresa?

## **Delimitación de la Investigación**

**Línea:** Empresarial y productividad

**Sub-línea:** Programación de la producción industrial

**Campo:** Ingeniería industrial

**Área:** Producción

**Aspectos:** Producción Ollas económicas

**Delimitación Espacial:** Sector Chimbacalle, Empresa UMCO S.A., Quito, Ecuador.

**Delimitación Temporal:** Año 2017-2018

**Unidades de observación:** Producción, capacidad.

## **Justificación**

Este estudio es de interés para la empresa UMCO, debido a que busca analizar tiempos del proceso, mejorar la producción de calderos económicos 16/24 y su productividad, la obtención de productos de calidad y satisfacción de clientes; dichos factores en conjunto buscando una mayor rentabilidad del negocio.

Según la visión de UMCO de “Ser una de las empresas líder dentro del sector hogar”, la presente investigación consolida el aporte de ofrecer soluciones a su línea de producción de calderos económicos, además conforme la misión de “mantener un crecimiento sostenido y rentable en el negocio”, el estudio analiza oportunidades para eliminar las horas extra registradas.

De allí que esta investigación esté orientada a mejora en los tiempos de producción, el uso eficiente de la mano de obra y otros optimización de recursos con la finalidad de disminuir los cuellos de botella, los costos por horas extras, disminución de reprocesos y aumentar la productividad de la empresa UMCO, en armonía con el ambiente.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

Analizar el proceso de producción de calderos económicos 16/24 y su incidencia en la productividad de la empresa UMCO S.A.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar y analizar el proceso actual de producción de los calderos económicos de la empresa UMCO S.A.
2. Determinar la productividad de la línea económica
3. Proponer opciones de mejora y evaluar las alternativas para optimizar el proceso de producción de la línea económica.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### **Antecedentes investigativos**

A continuación se presentan los antecedentes investigativos a este estudio, los mismos están conformados por trabajos realizados en las áreas de producción para mejorar la productividad, de allí que sirven de referencia en cuanto a los aspectos técnicos, metodológicos y resultados encontrados.

Bernal (2014), realizó una tesis para la Universidad de Guayaquil cuyo tema fue: “Diseño e implementación de un sistema de producción para incrementar la productividad en el proceso de fabricación de la línea de rollos de papel higiénico en la planta productos Tissue Ecuador S.A.” La metodología se basó en una investigación de campo y bibliográfica. Entre las observaciones del trabajo investigativo se tienen:

- El método mayormente usado fue el control de procesos y manejo de maquinaria,
- El incremento de productividad de la línea de rollos de papel higiénico fue de vital importancia debido a la acogida del producto en el mercado local,
- Se realizó el estudio en las áreas de trabajos de la planta (Producción, Bodega, Mantenimiento),
- En el levantamiento de los problemas se utilizaron diferentes técnicas de Ingeniería que evaluaron las condiciones para presentar propuestas para el incremento de la productividad de la línea de rollos.

Entre los resultados encontrados de este estudio se demostró que existían pérdidas en la línea de producción por la falta de rollos que alimentaba la línea, se gestionó la implementación de técnicas que estuvieran enfocadas en la mejora continua del proceso, además se redujeron los tiempos en un 26% promedio por cada proceso

debido a que disminuyó el transporte de rollos, con el cambio de implementación del sistema de producción se concluyó que existe un mejoramiento del 57% de productividad.

Àvalos & Gonzales (2013), realizaron una tesis en la Universidad Privada del Norte de Perú, cuyo tema fue: “Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de calzado de niños para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes en la ciudad de Trujillo”.

De este trabajo investigativo se tiene como referencia los siguientes aspectos:

- El método de análisis fue el estudio de tiempos y movimientos de trabajo,
- Se elaboró un plan de requerimiento de materiales con codificación de los elementos para una mejor distribución de la planta y clasificación de productos,
- La inexistencia de un adecuado control interno en los procesos productivos.

Con la implementación de la propuesta de mejora se logró incrementar la productividad de línea de calzado infantil de niño a 81.70%, la cual antes de las modificaciones era de 60,30%; además se obtiene un incremento de la producción de un 18 %.

Delgado (2014), realizó una tesis en la Universidad Técnica de Ambato, cuyo tema de tesis fue: “El control interno en el departamento de producción y su incidencia en la productividad en la empresa Fundimega S.A. La metodología utilizada fue una investigación de campo, documental-bibliográfica con un nivel descriptivo y correlacional.

Conforme a esta referencia se realiza el siguiente análisis:

- Se utilizó el control de tiempos y una redistribución de áreas de trabajo para elevar la productividad y procesos productivos,

- Analizar el manual de control interno en el departamento de producción sirvió como diagnóstico de la situación de la empresa empleando un instrumento de control para mejorar los procesos de producción en la elaboración de productos galvanizados,
- Implantar políticas y procedimientos en el departamento de producción permitió a los empleados conocer funciones específicas como resultados se tiene actividades fiables y la optimización de recursos que posee la empresa.

Como resultado se analiza el sistema productivo se implementó un sistema de control de la producción basado en la filosofía del Lean Manufacturing en la empresa para alcanzar a producir un mayor número de unidades promedio por mes.

### **Fundamentación técnica**

Esta investigación y el sector productivo en el que se desarrolla la empresa se sujeta a varios principios y cimientos técnicos sobre los cuales se detallan a continuación conforme leyes específicas y normas que se rigen.

### **ISO 9001 – 2015. Gestión de la calidad**

La ISO 9001 – 2015, es la norma que asegura la calidad en los procesos de producción en las organizaciones que esté implementada. Es un sistema de procedimientos y actividades para evitar entregar a los clientes un producto o servicio defectuoso.

Esta norma demuestra la capacidad para proporcionar de un modo coherente a las industrias, donde la calidad debe estar presente a lo largo de todos los procesos. Resulta esencial para generar confianza respecto al cumplimiento de los requisitos de calidad y respecto al aseguramiento de la eficiencia de la producción. La norma se preocupa de los productos y servicios hasta que se hayan completado todas las disposiciones, la norma exige que se mantengan los registros de quién autoriza la liberación de todos los productos y los servicios necesarios para la entrega al cliente (ISO 9001, 2015).

## **NTE INEN 2851 - Calderos**

Esta norma brinda lineamientos para utensilios de cocina, recipientes domésticos usados sobre hornillas, cocinas o placas de calentamiento y establece los requisitos y métodos de ensayo para los productos nombrados.

La NTE INEN 2851 es legislación nacional que especifica los requisitos de seguridad y de eficiencia energética como métodos de ensayo para los recipientes domésticos usados también destinados a ser usados dentro de horno. Es aplicable a todos los recipientes domésticos, independientemente del material o método de fabricación empleado, así como a los que se usan en cocinas de inducción y recipientes con recubrimientos antiadherentes, no es aplicable a recipientes de vidrio o cerámica, ollas a presión, hervidores de agua y cafeteras (INEN, 2014).

### **Fundamentación legal**

Dentro de la fundamentación legal implica varias leyes generales que sustentan el problema propuesto conforme los siguientes lineamientos:

- Constitución de la República del Ecuador,
- Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado,
- Código de la producción, comercio e inversiones.

### **Constitución de la República del Ecuador, 2008**

El artículo 278 de la Constitución de la República, numeral 2, establece que, para la consecución del Buen Vivir, a las personas y colectividades, y sus diversas formas organizativas, les corresponde producir, intercambiar y consumir bienes y servicios con responsabilidad y ambiental;

El artículo 284 de la Constitución de la República (2008) establece los objetivos de la política económica, entre los que se encuentran:

**...el asegurar una adecuada distribución del ingreso y de la riqueza nacional; incentivar la producción nacional, la**

**productividad y competitividad sistémicas, la acumulación del conocimiento científico y tecnológico, la inserción estratégica en la economía mundial y las actividades productivas complementarias en la integración regional; y, mantener la estabilidad económica, entendida como el máximo nivel de producción y empleo sostenibles en el tiempo.**

### **Ley Orgánica de Regulación y Control del Poder de Mercado, 2011**

Esta ley en su Artículo 1, presenta el objeto de la misma, en el cual expresa:

**...evitar, prevenir, corregir, eliminar y sancionar el abuso de operadores económicos con poder de mercado; la prevención, prohibición y sanción de acuerdos colusorios y otras prácticas restrictivas; el control y regulación de las operaciones de concentración económica; y la prevención, prohibición y sanción de las prácticas desleales, buscando la eficiencia en los mercados, el comercio justo y el bienestar general y de los consumidores y usuarios, para el establecimiento de un sistema económico social, solidario y sostenible.**

### **Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. 2010**

Artículo 2.- Actividad Productiva.- “Se considerará actividad productiva al proceso mediante el cual la actividad humana transforma insumos en bienes y servicios lícitos, socialmente necesarios y ambientalmente sustentables, incluyendo actividades comerciales y otras que generen valor agregado” (Asamblea Nacional , 2010)

En el artículo 3, se expone el objeto de la misma:

**El presente Código tiene por objeto regular el proceso productivo en las etapas de producción, distribución, intercambio, comercio, consumo, manejo de externalidades e inversiones productivas orientadas a la realización del Buen Vivir. Esta normativa busca también generar y consolidar las regulaciones que potencien, impulsen e incentiven la producción de mayor valor agregado, que establezcan las condiciones para incrementar productividad y promuevan la transformación de la matriz productiva, facilitando la**

**aplicación de instrumentos de desarrollo productivo, que permitan generar empleo de calidad y un desarrollo equilibrado, equitativo, eficiente y sostenible con el cuidado de la naturaleza.**

En el artículo 4., se enuncian sus fines como: “La presente legislación tiene, como principales, los siguientes fines: a. Transformar la Matriz Productiva, para que esta sea de mayor valor agregado basada en el conocimiento y la innovación; así como ambientalmente sostenible y eco eficiente.” (Asamblea Nacional , 2010)

### **Categoría de las Variables**

#### **Hipótesis**

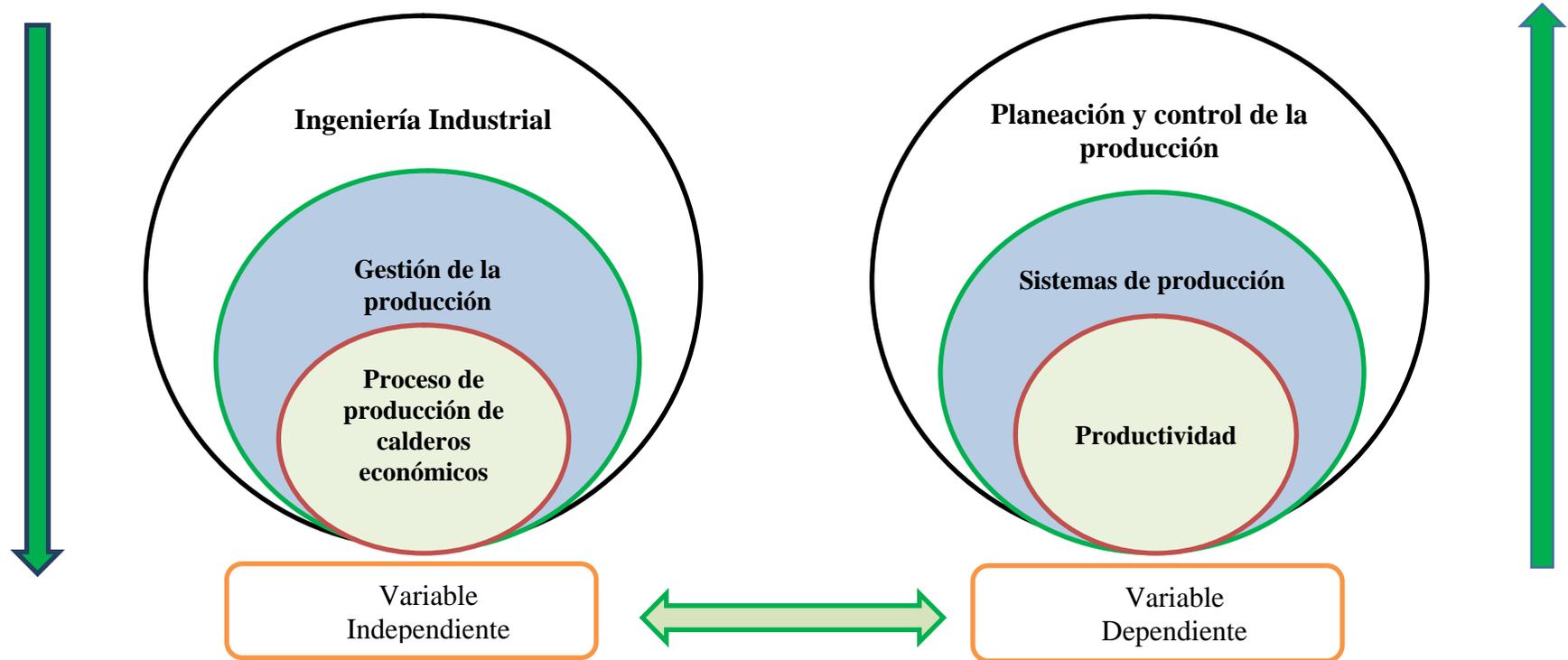
El proceso de producción de calderos económicos 16/24 incide en la productividad de la empresa UMCO S.A.

#### **Señalamiento de variables**

- Variable Dependiente: Productividad
  
- Variable Independiente: Proceso de producción

## Categorías fundamentales

A continuación las categorías fundamentales:

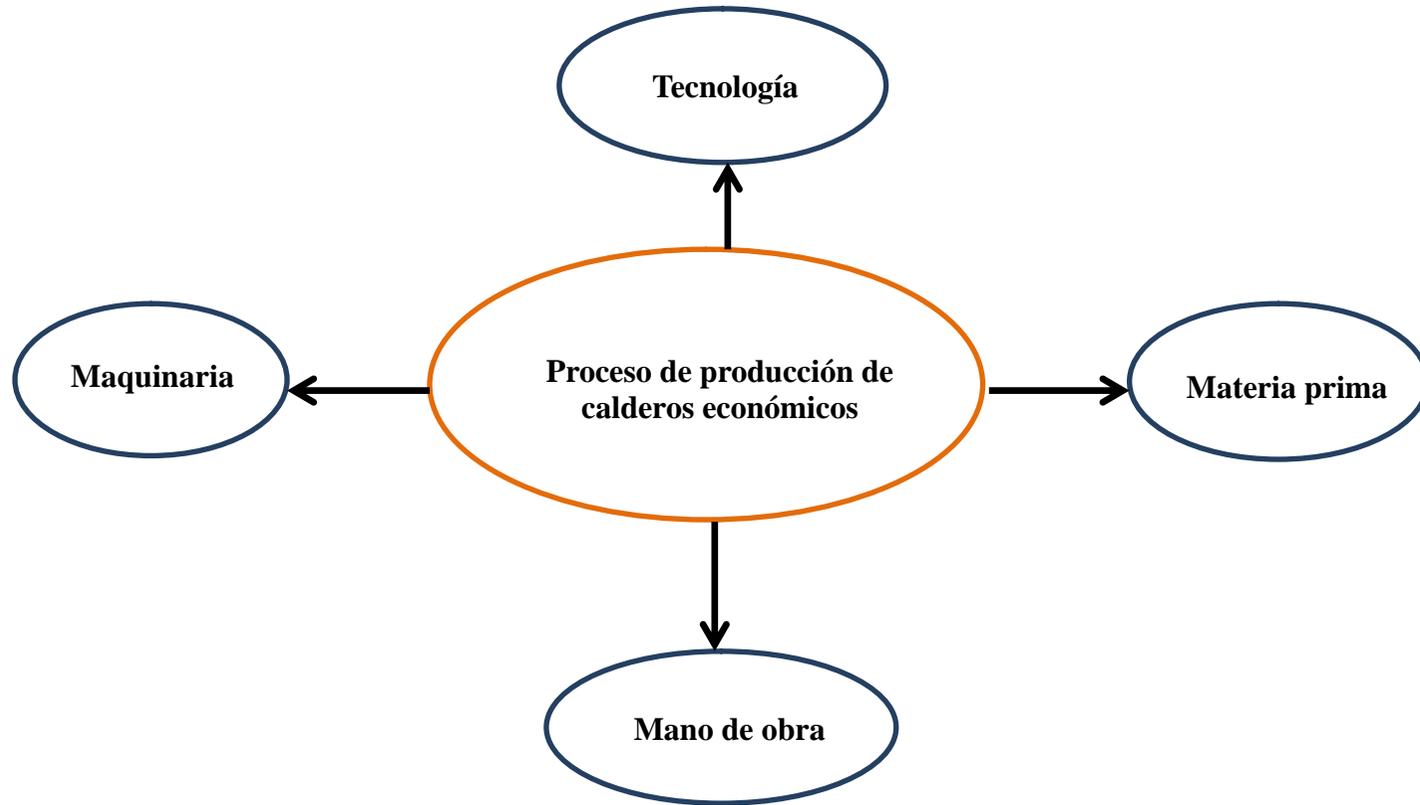


**Figura 7.-Red de categorías**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

### Constelación de Ideas Variable Independiente



**Figura 8.- Constelación de ideas variable independiente**  
**Fuente:** UMCO  
**Elaborado por:** Investigador

## **Desarrollo categoría fundamental Variable Independiente**

### **Tecnología**

El mejoramiento de los métodos de trabajo constituye el sector más prometedor para mejorar la productividad, la tecnología es el uso moderno de conocimientos, productos o maquinaria que sirven como técnicas relacionadas con los métodos de trabajo. La tecnología hoy por hoy tiene la finalidad de lograr que el trabajo manual sea más productivo, de que las personas realicen menos esfuerzo físico, que las comunicaciones sean rápidas y que los sistemas productivos sean más eficientes.

Se implementa todo tipo de tecnología mediante el mejoramiento de la forma en que se realizan, los movimientos humanos que se llevan a cabo, los instrumentos utilizados, la disposición del lugar de trabajo, los materiales empleados y la maquinaria utilizada.

### **Materia prima**

Como aspectos importantes de la productividad se tiene los materiales que se utilizan (materia prima) como ítem importante de cualquier proceso productivo entre ese aspecto se menciona los siguientes acápites:

- Rendimiento del material es necesario es una empresa de producción, elaborar bienes útiles con el menor consumo de material por unidad depende de la selección correcta de insumos, su calidad, el control del proceso y el control de los productos rechazados.
- Empleo de materiales de mayor calidad a menor precio.

### **Mano de obra**

La mano de obra está definida por (Aquilano, 2015) como:

**Todas las personas o mano de obra en una empresa que trabajan en una organización tienen una función que desempeñar, la dedicación es la medida en que cada persona se consagra en su trabajo, contar**

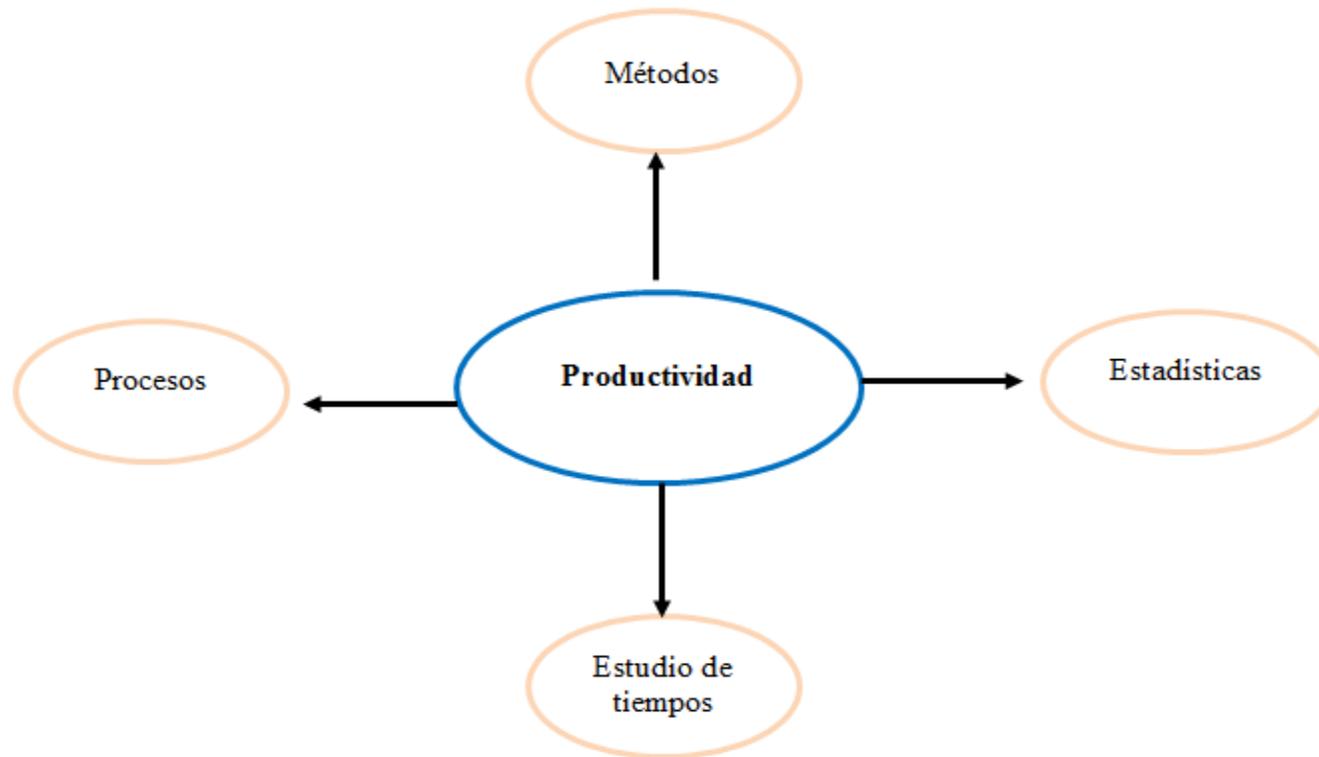
**con personal eficiente es lo más deseable en cualquier organización.  
(pág. 25)**

Para mejorar la productividad del trabajo de las personas se utilizan métodos y técnicas esenciales como incremento de salarios y sueldos; formación y educación; seguridad social (pensiones y planes de salud privada), planes de incentivos (participación de proyectos, recompensas, bonos, negociaciones) todas estas actividades con respecto al trabajo. Mejorar índices de rotación del personal sirve para liberar fondos vinculados a las existencias de usos improductivos.

### **Maquinaria**

La maquinaria es el conjunto de elementos móviles y fijos cuyo funcionamiento posibilita aprovechar, dirigir, regular o transformar energía, o realizar un trabajo con un fin determinado. Las máquinas sirven para lograr un mayor volumen de productos y servicios, el uso permite un perfeccionamiento de la producción, la introducción de nuevos métodos de comercialización y desarrollo de mercados, en la actualidad existe diversidad mediante mayor automatización y tecnología.

### Constelación de Ideas Variable Dependiente



**Figura 9.- Constelación de ideas variable dependiente**  
**Fuente:** UMCO  
**Elaborado por:** Investigador

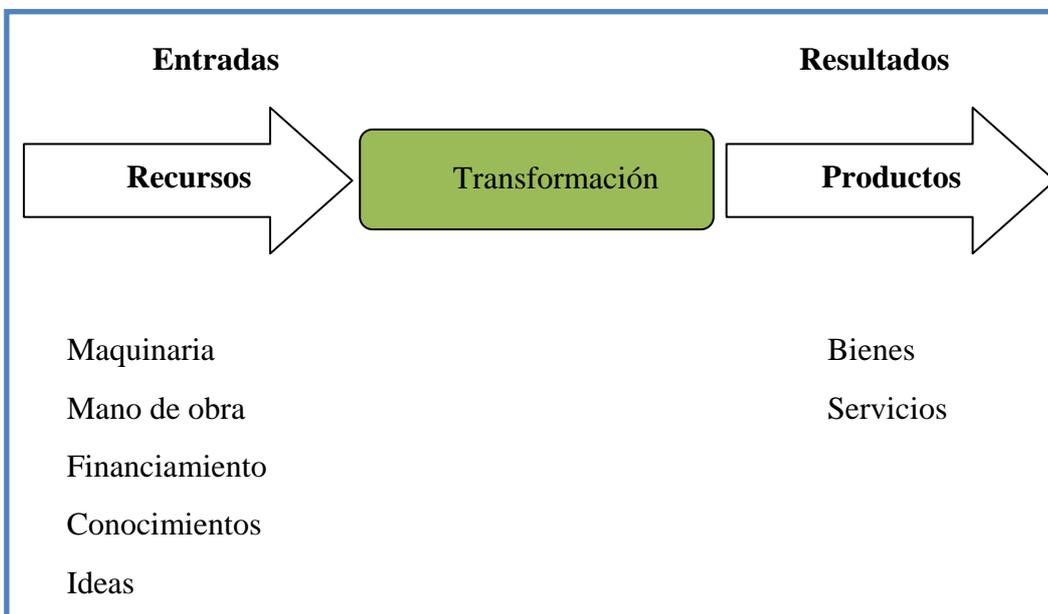
## Desarrollo Variable Dependiente

### Productividad

La productividad se define como la relación entre los resultados y el tiempo en que se lleva conseguirlos, en otras palabras, es la capacidad para producir un bien o servicio, conforme entradas utilizadas (Mano de Obra, Materia prima, Maquinaria y Energía).

$$P = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

El mejoramiento de la productividad consiste en hacer procesos óptimos, así como mejorar los productos, recursos y tiempos. El proceso de producción es un sistema social complejo, adaptable y progresivo. Las relaciones recíprocas entre trabajo, capital y el medio ambiente social y organizacional son importantes en tanto están equilibradas y coordinadas en un conjunto integrado.



**Figura 10.- Productividad**

**Fuente:** Craig, J. (2016).

**Elaborado por:** Investigador

## **Métodos**

Los métodos son los lineamientos con que se trabaja, produce y desarrolla bienes o servicios, en el caso de este documento el sistema productivo de UMCO. Los métodos buscan cuestionar la forma de hacer las cosas, cuando se diseña un proceso, existen una serie de circunstancias y condicionantes que varían a lo largo del tiempo buscar un desarrollo eficiente es lo adecuado a la hora de producir productos con calidad.

Es de suma importancia identificar los métodos de trabajo para elaborar productos debido a que las empresas manufacturas alcanzan a determinar el costo de producción, en el país el costo de la mano de obra tiende a ser muy cara y por ende las empresas están lineados a optimizar los costos operativos con nuevas tecnologías a la automatización que sería una fuente de ahorro a los costos operativos.

## **Estadísticas**

Es la ciencia que sirve para posibilitar cuantificar la realidad de un evento mediante la disposición de los elementos que permitan su análisis. La base de las actuaciones políticas y administrativas es el estudio de los datos estadísticos permite conocer una forma más coherente de las causas de problemas y ayuda para varios análisis.

La estadística es el apoyo de varias ciencias en el sistema de proceso de datos y se constituye como una herramienta en la toma de decisiones.

## **Estudio de tiempos**

El tiempo en su definición representa una unidad de medida, industrialmente se usa el tiempo de producción que conforme la administración de operaciones es el tiempo necesario para realizar una o varias operaciones, el tiempo a menudo es un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano.

El estudio de tiempos apoya a verificar que las actividades son perfectibles mediante la mejora de varios puntos dentro del proceso productivo, en este sentido se utilizaron tres elementos fundamentales:

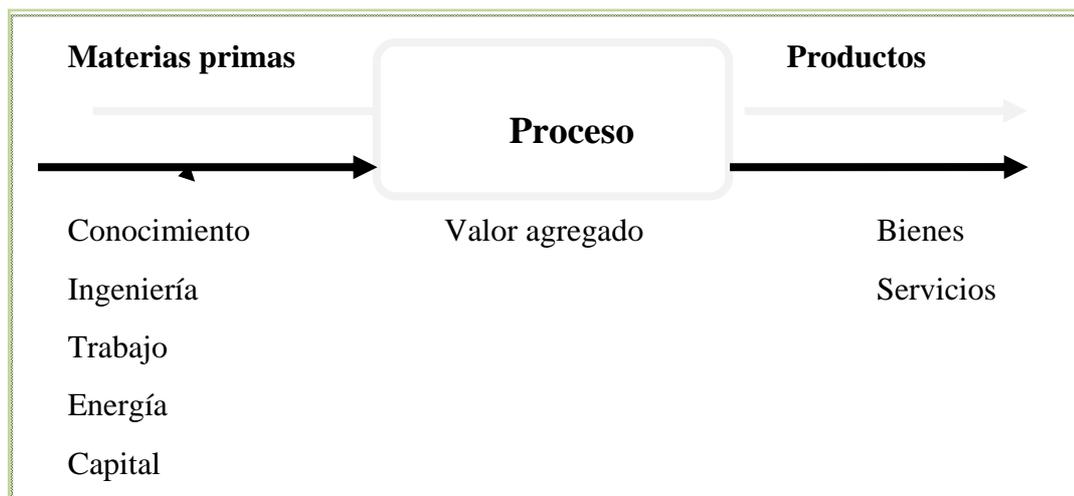
- Las estimaciones
- Los registros históricos
- Las mediciones de tiempo actual

Además, existen tiempos importantes en las organizaciones como espera, preparación, operación y transferencia de productos. En la actualidad las empresas requieren de mediciones de tiempos de cualquier proceso para medir o cuantificar la producción que se requiere mejorar, analizar o estimar.

### **Procesos**

Un proceso son las actividades o conjunto de actividades que emplean insumos, agregan valor y entregan un producto a un cliente. Según la ISO 9001 también se define un proceso como Conjunto de actividades mutuamente relacionadas que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en salidas.

La identificación adecuada de los procesos resulta útil para aislar los problemas que y posibilitar diferentes tratamientos dentro de un sistema.



**Figura 11.- Procesos**

**Fuente:** ISO 9001. (2015)

**Elaborado por:** Investigador

La mayoría de las empresas y las organizaciones hoy por hoy toman conciencia de la ineficiencia que representa las organizaciones departamentales e inercia excesiva ante los cambios, potenciando el concepto de procesos.

La gestión de procesos en los últimos años es uno de los principales puntales de las empresas que realizan sus actividades departamentales y uno de los instrumentos que usan para facilitar las actividades en los diferentes departamentos de las organizaciones. Por este motivo, seguido se expone las principales ventajas relacionadas con la gestión por procesos.



**Figura 12.- Beneficios gestión por procesos**

**Fuente:** ISO 9001. (2015)

**Elaborado por:** Investigador

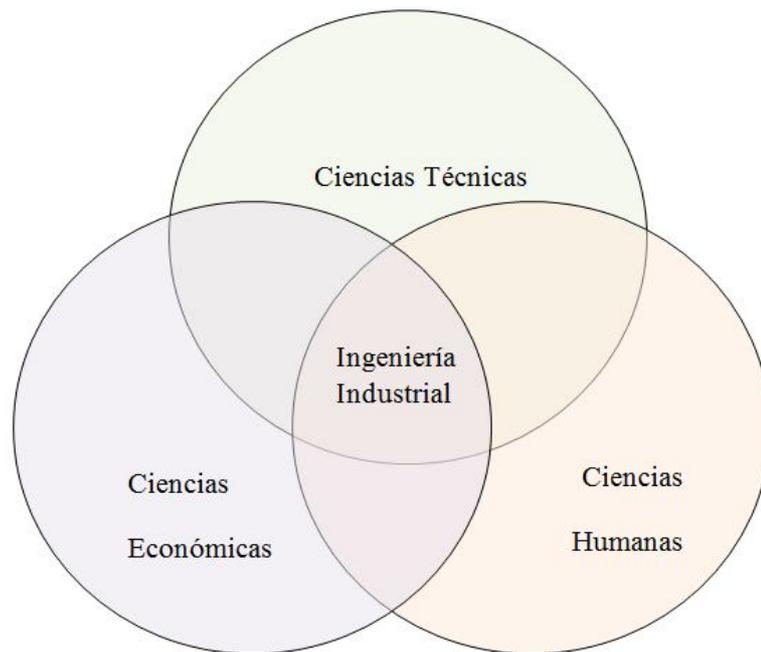
**Marco conceptual**

### **Variable independiente**

### **Ingeniería Industrial**

La Ingeniería Industrial es la rama que integra los recursos humanos, materiales, financieros, de comunicación, de información y energía para aumentar la productividad de bienes o servicios y finalmente la calidad de vida del hombre.

Con estos precedentes la función del Ingeniero Industrial es integrar recursos para obtener beneficios de competitividad, productividad, calidad y rentabilidad a la sociedad y así mejorar la calidad de vida de esta.



**Figura 13.- Ingeniería Industrial**

**Fuente:** Chapman, (2016)

**Elaborado por:** Investigador

Cuando se habla acerca de la Ingeniería Industrial el control de la productividad es donde existen conceptos básicos como se cita a continuación:

**La principal función de toda organización sea (pequeña, grande, de manufactura, de servicio, comercial o sin fines de lucro) es la generación, a partir de ciertos procesos, de algún tipo de producto. A fin de que tales organizaciones sean efectivas y eficientes en la atención a los clientes, sus directivos deben comprender y aplicar algunos principios fundamentales de planificación para la generación del producto, y también para controlar el proceso que lo origina. (Chapman, 2014, pág. 1)**

Como se evidencia en el texto desde hace muchos años el objetivo de toda organización es la generación de recursos y lograr tener procesos controlados, esto siempre se logra para que la organización sea más efectiva y eficiente, es por ello que se necesita un enfoque y buen control de la producción con principios de planificación.

## Gestión de la producción

La gestión de la producción es una herramienta para mejorar métodos de trabajo y la productividad con el objetivo de analizar problemas laborales para implantar modificaciones. El estudio del trabajo, la ingeniería industrial y la formación profesional son los principales instrumentos de la gestión de la producción y tiene sus principales fundamentos en referencia a la siguiente figura:



**Figura 14.- Gestión de la Producción**

**Fuente:** Taccone L. (2014)

**Elaborado por:** Investigador

La gestión de la producción realiza el análisis cualitativo de sistemas productivos para desarrollar su adecuado funcionamiento los diferentes departamentos dentro de la empresa, cómo deben relacionarse para que juntos incrementen la productividad.

## **Variable dependiente**

### **Planeación y control de la producción industrial**

**Estudio y estimaciones de las capacidades de producción y demandas esperadas lo cual se materializa en planes periódicos, programas de producción y sistemas eficientes donde se concreta en orden operaciones de manera secuencial a partir de las operaciones de cada trabajo (Freivalds & Niebel, 2014, pág. 320).**

Para iniciar la planeación y control de la producción industrial se necesita comparar la demanda esperada con la capacidad real de la empresa mediante inventarios, datos de capacidades productivas de planta y factores que establezcan lineamientos de referencia, por tal concepto los criterios principales de la programación de la producción industrial son:

- Minimizar el tiempo de fabricación.
- Minimizar retrasos de entrega

### **Sistemas de producción**

Conjunto de elementos, insumos interrelacionados, tomados del medio externo, los cuales son manipulados o transformados para agregar valor, y alcanzar metas comunes al generar una salida tangible o intangible al medio exterior (Domínguez, 2015: pág. 123).

Dentro de los sistemas de producción más comunes existen cuatro tipos principales los cuales son:

**Tabla 1.- Tipos de sistemas de producción**

<b>Lotes</b>	Crea una pequeña cantidad de productos idénticos, requiere de una labor intensiva en mano de obra,
<b>Masa</b>	Producción de cientos de productos idénticas que implica el montaje de un número indeterminado de componentes individuales y piezas,
<b>Trabajo</b>	Es la producción bajo pedido, se elabora un solo producto a la vez y necesita del uso intensivo de mano de obra, los bienes se hacen a mano o mediante una combinación de métodos,
<b>Flujo continuo</b>	Es cuando se realizan miles de productos idénticos, la diferencia consiste en que la línea de producción del flujo continuo se mantiene en funcionamiento las 24 horas del día los siete días a la semana.

**Fuente:** Taccone L. (2014)

**Elaborado por:** Investigador

**Pregunta directriz**

¿El proceso de producción actual de calderos económicos 16/24 incide en la productividad en la empresa UMCO S.A.?

**Hipótesis**

El proceso de producción de calderos económicos 16/24 que se ejecuta incide en la productividad de la empresa UMCO S.A.

**Señalamiento de variables**

**Variable independiente:** Proceso de producción de calderos económicos,

**Variable dependiente:** Productividad,

**Unidad de observación:** Empresa UMCO S.A.

## **Definición de Términos**

**Actividad:** acciones que tienen lugar dentro de los procesos y son necesarios para generar un determinado resultado. Ejemplo: Revisión del medio.

**Automatización de procesos:** ayuda tecnológica que mediante expertos en los procesos se realizan con el fin de ayudar y apoyar a los sistemas productivos con una vista global.

**BPM:** (Business Process Management), se llama Gestión de Procesos de Negocio a la metodología empresarial cuyo objetivo es mejorar la eficiencia a través de la gestión sistemática de los procesos de negocio.

**Caldero:** recipiente de fondo cóncavo y preferentemente metálico, provisto de una o dos asas y utilizado para calentar y acarrear todo aquello que pueda contener.

**Indicador:** relación de medición que busca cumplir un objetivo fijado anteriormente y por lo general se expresa en forma porcentual.

**Personal técnico:** colaboradores requeridos para establecer el tipo de personal más en la industria conforme las condiciones de trabajo

**Procedimiento:** forma específica de llevar a cabo una actividad, los procedimientos se expresan en documentos que contienen objeto y campo de aplicación.

**Reglas de negocio:** políticas, normas, operaciones, definiciones y restricciones que están presentes en una organización y que llegan a ser necesarias e importantes para alcanzar los objetivos empresariales.

**Rendimiento productivo:** capacidad para producir un bien o servicio, conforme materia prima utilizada en relación a los productos elaborados.

**Tarea:** trabajo que ha de hacerse en tiempo determinado.

**Valor agregado ecuatoriano por producto:** porcentaje de valor agregado ecuatoriano de cada producto empresarial en relación a la cantidad total de insumos requeridos en el proceso.

**Variables de entrada de un proceso:** variables que definen las condiciones de operación del proceso e incluyen las variables de control y las que, aunque no son controladas, influyen en el desempeño del proceso diseñado.

**Variables de salida de un proceso:** características de calidad en las que se reflejan los resultados, productos o servicios obtenidos en el proceso diseñado.

### **Definición de Términos Técnicos**

**Área de producción:** área o departamento de operaciones, manufactura o de ingeniería, es el área o departamento que tiene como función principal la transformación de insumos o recursos (energía, materia prima, mano de obra, capital, información) en productos finales (bienes o servicios).

**Operaciones:** actividades cuyos procesos combinan, separan, reforman y transforman insumos o recursos en productos (bienes o servicios).

**Producción:** acto de producir los productos, o la suma de todos los productos (bienes o servicios) producidos en una empresa.

**Productividad:** cociente resultante de dividir la producción entre los recursos (insumos utilizados). Mientras mayor sea la producción y menores los recursos utilizados en ella, mayor será la productividad.

**Recursos:** Elementos que serán utilizados en la producción de bienes o servicios, o que serán transformados en éstos.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **Enfoque de la investigación**

El trabajo de investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que se analizan los tiempos de producción, horas de trabajo y factores mayormente numéricos, que servirán para determinar el estado actual de la empresa y una alternativa de mejora de la productividad

#### **Modalidad de la investigación**

Para el desarrollo del trabajo es necesario hacer uso de recursos bibliográficos que servirán como guía, adicionalmente se debe tomar datos de tiempos en la planta por lo que se puede afirmar que la investigación tiene una modalidad mixta, bibliográfica y de campo

#### **Niveles de la investigación**

El trabajo se apega al nivel de investigación correlacional, debido a la necesidad de comprobar la relación entre las dos variables de estudios como lo son la producción de calderos económicos y la productividad, adicionalmente se alcanza el nivel descriptivo debido a que establece comportamientos históricos del proceso en relación a su análisis, para el presente caso se interactúan datos sobre los problemas registrados en la línea de producción de calderos económicos 16/24 en UMCO.

#### **Población**

La población de estudio está conformada por la producción de calderos económicos 16/24 registrada de tres meses (julio, agosto y septiembre 2017) la cual fue de 90.000 calderos fabricados en la planta, según registros de la empresa UMCO.

## Muestra

La muestra es un subconjunto de la población (N), en UMCO se toma referente al producto que evalúa la línea por completo, para lo cual se toma 90.000 unidades producidas en los tres meses de julio, agosto y septiembre de 2017, entre los datos iniciales se tiene el nivel de confianza del 97% y un error del 3%.

A continuación, se calcula el tamaño de muestra:

$$p = \text{probabilidad encontra} = 50\%$$

$$q = \text{probabilidad a favor} = 50\%$$

$$z = 2,17 \text{ con un nivel de confianza del } 97\%$$

$$e = 3\%$$

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + z^2 * p * q}$$

$$n = \frac{2,17^2 * 0,5 * 0,5 * 90000}{0,03^2 * (90000 - 1) + 2,17^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = 340,52 = 341 \text{ observaciones}$$

Una vez calculado el número de observaciones del producto para el estudio se verifica cada actividad de la línea de fabricación de calderos para indicar el nivel de eficiencia de cada uno.

## Operacionalización de variables

**Tabla 2.-** Variable independiente: Proceso de producción de calderos

<b>PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CALDEROS ECONÓMICOS 16/24</b>				
<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
Proceso en el cual la mezcla de metales como materia prima se troquelan o moldean para brindar la forma específica de caldero para uso alimenticio.	Tiempo de fabricación de calderos	Calderos por segundo Cantidad o número de calderos fabricados	¿Cuántos calderos se pueden procesar? ¿Existen cuellos de botella?	Hojas de producción registradas, cronómetro, observación

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 3.-** Variable dependiente: La Productividad

<b>PRODUCTIVIDAD</b>				
<b>Conceptualización</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Ítems</b>	<b>Técnicas e instrumentos</b>
Relación entre la cantidad de producción de bienes y la cantidad de recursos utilizados para su elaboración.	Productividad multifactorial y monofactorial	Unidades producidas sobre insumos invertidos	<p>¿Cuál es la productividad en la empresa?</p> <p>¿Cuáles son los factores que afectan diariamente la productividad?</p> <p>¿Existe una evaluación de los calderos económicos producidos y las horas hombre utilizadas?</p>	<p><b>Técnica:</b> Análisis y cálculos</p> <p><b>Instrumento:</b> Análisis de procesos</p>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

### Plan de recolección de la información

El plan comprende los siguientes pasos estructurados en la tabla siguiente como aspecto que tiene relación con la recolección de información:

**Tabla 4.-** Plan de recolección de información

<b>Camino</b>	<b>Explicación</b>
<b>¿Para qué?</b>	Para identificar el problema
<b>¿Cuáles son las fuentes de investigación?</b>	Departamento de producción empresa UMCO, Libros, revistas y fuentes primarias de información
<b>¿Dónde se localizan?</b>	En la línea de producción de calderos económicos
<b>¿Sobre qué aspectos?</b>	Producción y productividad de calderos económicos
<b>¿Quién?</b>	Investigador: Luis Gallardo
<b>¿Qué técnicas de recolección?</b>	Observación y toma de tiempos
<b>¿Con que instrumento de recolección?</b>	Registros, fichas de procesos

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

### **Instrumentos de recolección de información**

En este proceso de investigación se utilizará la hoja de registro de producción por subproceso, con los datos recolectados se podrá realizar el análisis de los procesos. Además, se utiliza la observación como segundo instrumento basado en la gestión de procesos analizados y verificados dentro de la producción de calderos económicos en UMCO para brindar soporte de la información.

### **Procesamiento y análisis de la información**

Una vez obtenida toda la información sobre la producción: unidades producidas, planificadas, capacidades de cada subproceso operativo, se procesa la información utilizando el software Excel para realizar los análisis de promedios, porcentajes, unidades producidas. Seguidamente se procederá a la determinación de la relación entre las variables producción de calderos económicos y productividad a través del coeficiente de correlación lineal de Karl Pearson, el mismo se determinará por el método de los mínimos cuadrados y luego a través de Excel y se realizará la comparación de las mismas.

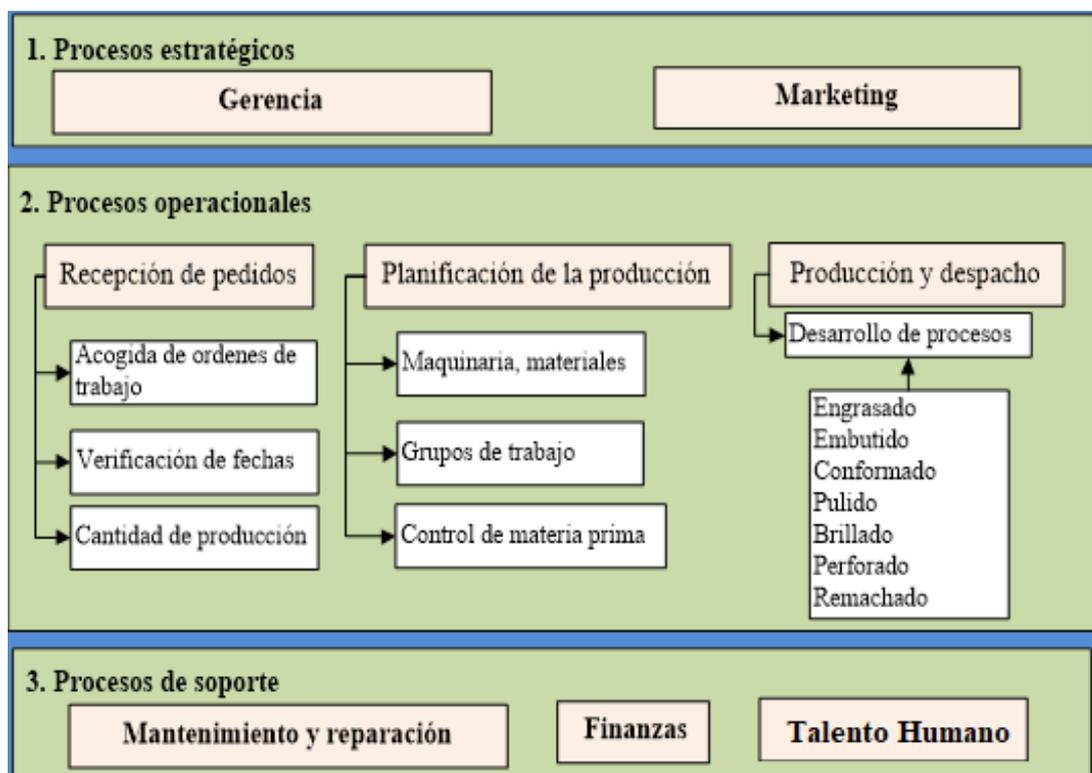
En la propuesta se realizará un análisis de los costos de la puesta en marcha de las mejoras sugeridas y se realizarán los cálculos de las mejoras desde lo económico como la inversión necesaria para el desarrollo de la misma.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS Y SITUACIÓN ACTUAL

#### Situación actual

Para analizar los problemas productivos de la empresa es necesario conocer su situación actual y los procesos que se ejecutan en la elaboración de calderos. A continuación se cita el mapa de procesos que se sigue para la manufactura de ollas.



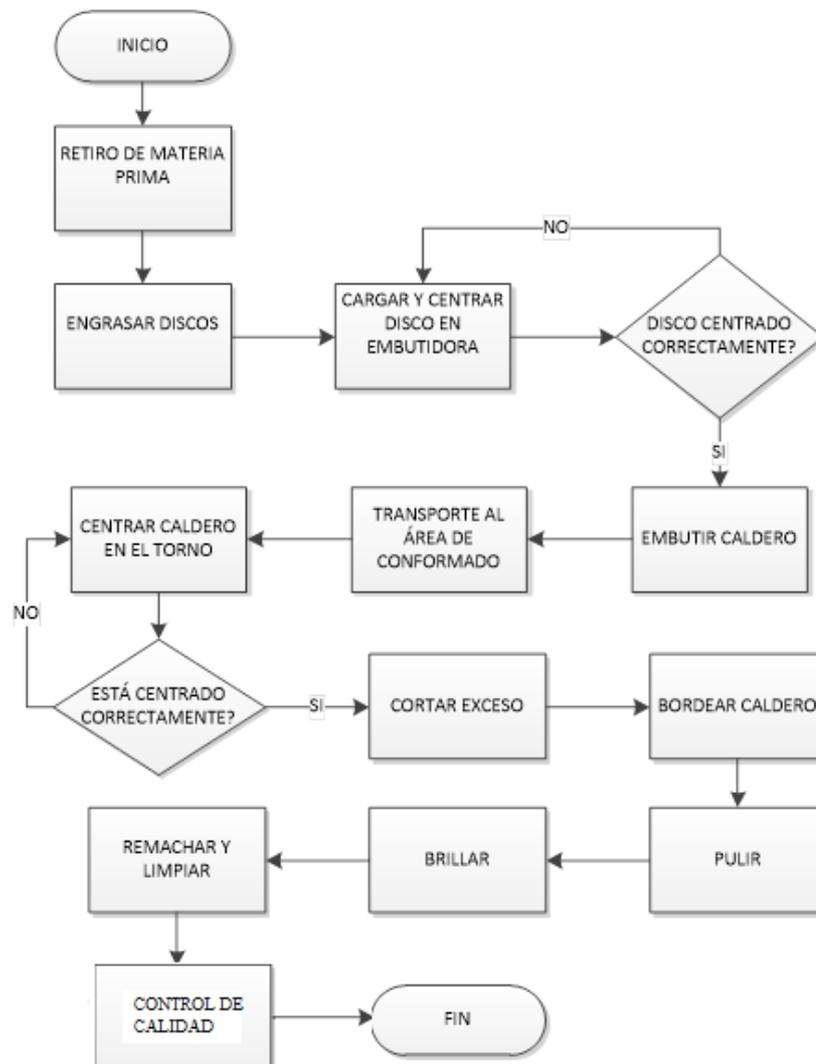
**Figura 15.-** Mapa de procesos

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

En el mapa de procesos de UMCO se define los procesos estratégicos, operacionales y de soporte; la presente investigación se centra en los procesos operacionales, concretamente en la producción de calderos económicos. A

continuación se detallan los subprocesos que se ejecutan en la elaboración de calderos.



**Figura 16.- Diagrama de proceso de producción de calderos**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Se presenta el diagrama de flujo de producción en la elaboración de calderos, donde se detallan cada subproceso necesarios para obtener el producto terminado, se observa que el conformado está determinado por las operaciones de corte de exceso y bordeado de los calderos.

Además se menciona que todo el proceso se lleva a cabo por 9 operarios. A continuación, se detallan características del producto y proceso:

**Tabla 5.-** Características sistema calderos 16/24

<b>Característica</b>	<b>Unidad</b>	<b>Dimensiones</b>
Calderos línea económica	Cm	16/24
Espesor del producto	Mm	0,8
Personal en el proceso	Trabajadores	9
Velocidad engrasadora de discos	Rpm	1.000
Velocidad torno de conformado	Rpm	200
Sueldo mensual promedio con todos los beneficios de ley del personal operativo	USD	800
Producción diaria promedio	U/día	1.500
Horas efectivas de trabajo actuales	Hrs	8,5
Tiempo de pausas activas	Hrs	0,5
Material de calderos económicos	Tipo 1050	Aleación de aluminio
Máquinas del sistema	Manual con equipos eléctricos y neumáticos	

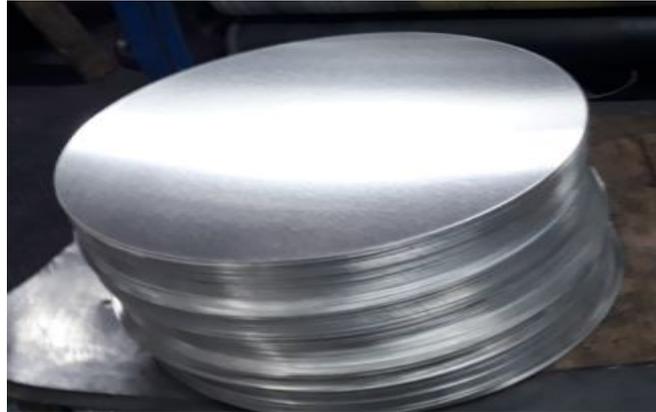
**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

### **Descripción de los subprocesos de la línea manual**

Fortaleciendo el proceso, seguido se detalla el sistema productivo mediante cada actividad que se ejecuta dentro de la fabricación de calderos económicos en UMCO:

**1.- Retiro de materia prima:** se transporta la materia prima de la bodega al área de embutido. El material base de los calderos es una lámina redonda de aluminio que tiene propiedades de resistencia, dureza y brillo conforme a parámetros establecidos, a continuación la ilustración de referencia:



**Figura 17.- Materia prima**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

**2.- Engrasado de discos:** se lubrica la lámina de aluminio en dos rodillos que giran constantemente, la engrasada se realiza con aceite soluble con el fin de evitar daños al material al momento de embutir con la prensa.



**Figura 18.- Engrasadora**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

**3.- Embutido:** se ingresa la lámina en el molde para embutir el producto mediante una prensa hidráulica y así brindar la forma principal del caldero, a través de presión.



**Figura 19.- Embutidora**  
**Fuente:** UMCO  
**Elaborado por:** El investigador

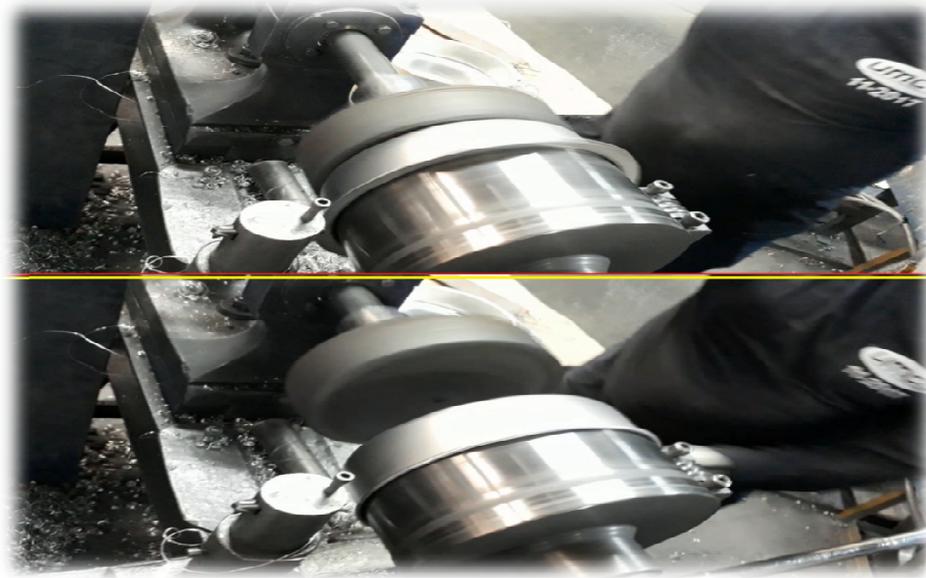
**4.-Conformado (corte):** Se centra el caldero embutido en el torno a través del mandril que es acoplado para remover el exceso y dar simetría en la parte superior del producto,



**Figura 20.- Centrado para corte**  
**Fuente:** UMCO  
**Elaborado por:** El investigador

**5.- Conformado (bordeado):** se realiza en el torno manual al empujar con una palanca y una cuchilla corta el material sobrante, es decir en la misma estación se realiza el corte de exceso de material con una cuchilla y se redondea los bordes

del caldero, a continuación, la imagen que representa el antes y después de la operación de conformado:



**Figura 21.- Conformado en torno manual**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

**6.- Pulido:** se lima el caldero interna y externamente mediante un eje que gira para retirar impurezas de los procesos, específicamente del embutido,



**Figura 22.- Pulir caldero**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

**7.- Brillado:** se pule el caldero externamente mediante el proceso de brillado con el fin de dar luminosidad y reflejar una mejor presencia del producto,



**Figura 23.- Brillado**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

**8.- Acabado:** Perforación, remachado y limpieza, finalmente se realizan los orificios y se remachan los sujetadores o asas del caldero mediante una prensa semiautomática, se obtiene el producto terminado caldero 16/24 [cm]



**Figura 24.- Remachado y producto terminado**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** El investigador

Para solventar de mejor manera el proceso, por otra instancia, a continuación se presenta el diagrama de flujo según la normativa ASME de diagramación acerca de los calderos económicos 16/24 de UMCO:

Actividades	Operación 	Retraso 	Transporte 	Inspección 	Almacenamiento 	Sistema
Retiro de materia prima						Manual
Llevar al área de producción						Manual
Engrasar discos						Manual
Transportar discos a la prensa de embutido						Manual
Centrar discos en la prensa						Manual
Embutir caldero						Semi automatico
Esperar a que suba el pisador para sacar el producto						Manual
Pasar calderos a la estación de conformado						Manual
Corte de exceso						Manual
Bordeado de caldero						Manual
Pasar caldero al área de pulido y brillado						Manual
Pulir y brillar						Semi automatico
Perforación de asas						Semi automatico
Remachado de asas y limpieza						Semi automatico
Inspección de calderos						Manual

Figura 25.- Diagrama de operaciones utilizado en la empresa actualmente

Fuente: UMCO S.A. (2018)

Elaborado por: Investigador

Se evidencia que todos los subprocesos de fabricación de calderos que agregan valor son manuales, lo que hace indispensable que los operarios sean capacitados para realizar su respectiva actividad de forma rápida y correcta.

UMCO presenta un alto índice de rotación del personal por diversos factores, lo que potencializa las fallas y reprocesos en la línea de producción, adicionalmente hay que destacar que los equipos tienen un promedio de vida útil de 20 años con capacidad limitada.

### Estudio sobre producción y tiempos

A continuación, conforme el período de enero a octubre del año 2017, se presentan los datos registrados de la producción planificada, la producción real, los días laborados para producción de calderos, y el cumplimiento en función de las metas propuestas por los directivos de la empresa.

**Tabla 6.-** Producción efectuada de calderos económicos en el 2017

Producción mensual de calderos económicos [16/24] año 2017											
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Totales
Días laborados	21	18	23	19	22	22	21	22	21	21	<b>210</b>
Unidades planificadas [U]	30000	27036	34454	28500	33044	32956	31500	33044	31458	31500	<b>314.992</b>
Unidades producidas (conformes)* [U]	26794	21026	30320	23313	23293	27452	26455	25510	24789	22680	<b>251.632</b>
Unidades producidas no conformes [U]	4706	6010	4134	5187	9751	5504	5045	7534	6669	8820	<b>63.360</b>
Cumplimiento [%]	89	78	88	82	70	83	84	77	79	72	<b>80,2</b>
No conforme [%]	11	22	12	18	30	17	16	23	21	28	<b>20</b>
Producción diaria promedio [U]	1276	1168	1318	1227	1059	1248	1260	1160	1180	1080	<b>1198</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

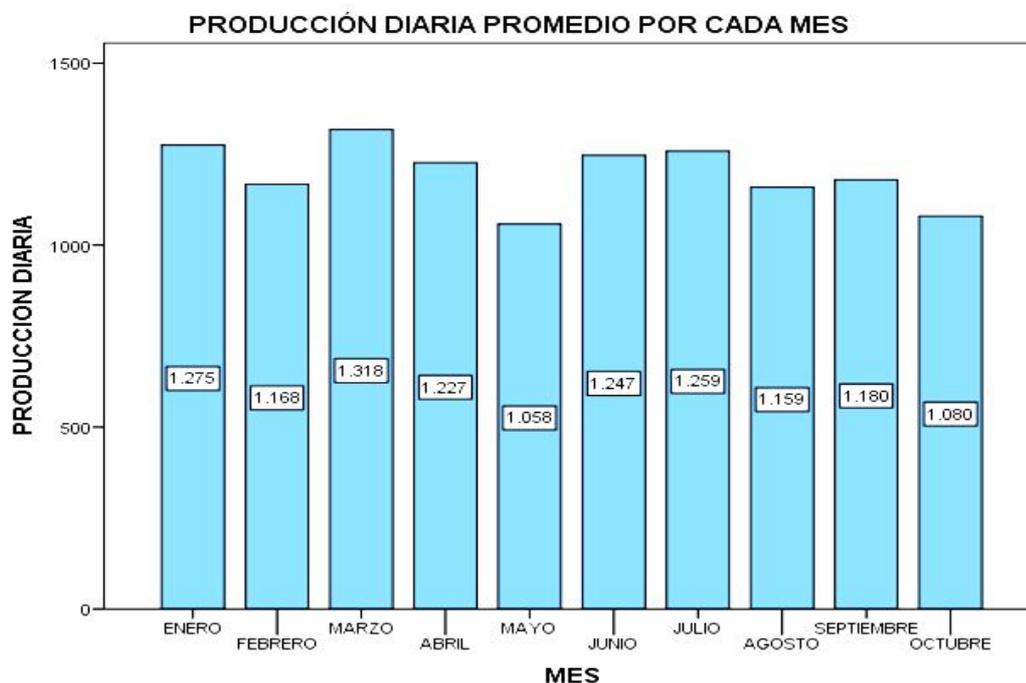
(\*) Producto sin falla ninguna y vendido como producto de primera

Como se observa en la Tabla 6, existen datos sobre los calderos planificados que netamente son producidos, y una diferenciación entre las unidades que son producto conforme. El producto no conforme corresponde a la resta entre lo planificado (cumplido netamente) y el producto de primera de la siguiente manera:

$$\text{Planificado} = \text{Producto de primera} + \text{No conforme (Reciclaje o Segunda)}$$

Según los datos registrados solo el 80,2% promedio de los productos son considerados sin defectos, el resto corresponde a calderos con algún problema como deformación o mal acabado, se considera que 251.632 unidades son producto conforme, en referencia con las 314.992 unidades planificadas en los 10 meses considerados.

El producto no conforme es producto tanto de segunda como desperdicio, el desperdicio comúnmente se envía a reciclaje. Adicionalmente a continuación se grafica la producción mensual efectiva promedio diaria:



**Figura 26.- Producción diaria promedio de calderos**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Analizando los datos obtenidos, se determina de la figura anterior de la producción más baja es el mes de mayo con una variación de 260 unidades en referencia a los meses de abril y marzo.

### **Estudio de los subprocesos de producción de calderos económicos**

Al medir el tiempo que demora cada subproceso se observa que ciertas operaciones como engrasado tiene una frecuencia de producción alta, por lo cual se decide partir del número de unidades producidas por hora para calcular el tiempo que demora procesar cada producto. En función del cálculo de población y muestra se toman 341 datos de tiempos, de los cuales, se obtienen los siguientes parámetros estadísticos que se muestran.

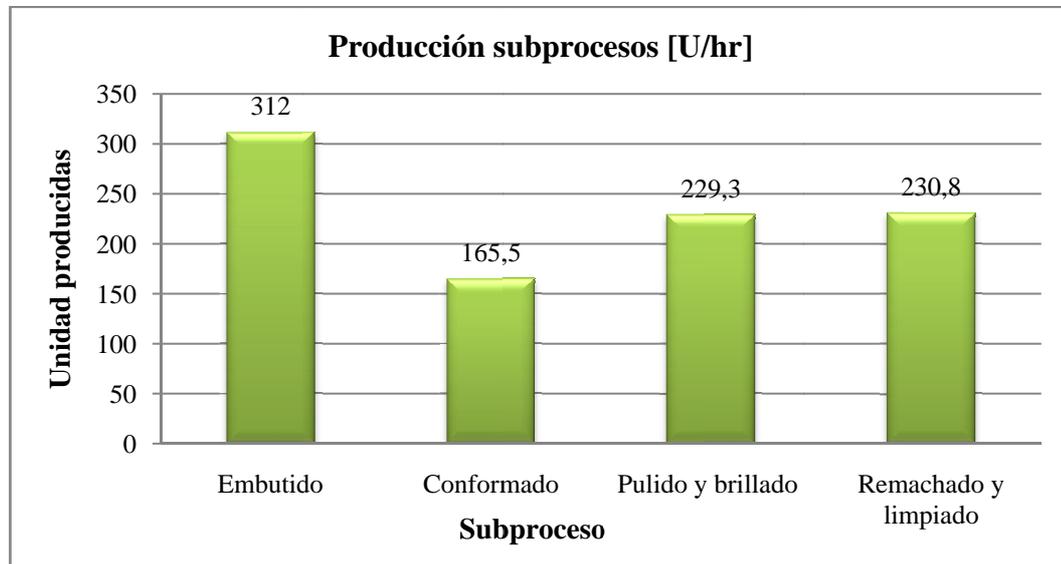
**Tabla 7.** Datos estadísticos de tiempos de subprocesos

<b>Rango</b> [U/hr]	<b>Engrasar</b>	<b>Embutir</b>	<b>Conformar</b>	<b>Pulido y brillado</b>	<b>Remachar y limpiar</b>
<b>Media</b>	1500,0	312,0	165,5	229,3	230,8
<b>Error estándar</b>	0,22	0,28	0,3	0,23	0,20
<b>Mediana</b>	1500,0	313,0	165,0	229,0	231,0
<b>Moda</b>	1500,0	312,0	166,0	232,0	232,0
<b>Desviación estándar</b>	1,3	4,0	5,1	3,1	4,2
<b>Varianza de la muestra</b>	16,15	16,2	26,2	9,6	17,6
<b>Asimetría</b>	0,0	-1,4	-3,4	-0,5	0,3
<b>Rango</b>	0,0	24,0	38,0	15,0	20,0
<b>Mínimo</b>	1505,0	298,0	134,0	220,0	223,0
<b>Máximo</b>	1491,0	322,0	172,0	235,0	243,0

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Adicionalmente, a continuación se expone el gráfico de los sub procesos principales establecidos, mediante la capacidad de unidades por hora conforme el promedio de las mediciones:



**Figura 27.- Media de unidades producidas de subprocesos**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Una vez obtenidos las 341 mediciones de la producción por hora, de cada uno de los subprocesos que conforman el proceso de producción de calderos económicos, se realiza un estudio estadístico de los mimos. En el proceso de engrasar las láminas no se obtiene variaciones debido a que es un proceso sencillo que se realiza con un equipo a alta velocidad.

De acuerdo con los datos que se observan en la Tabla 7 y Figura 27, se identifica un cuello de botella en el subproceso de conformado, ya que procesa un promedio de 165 unidades por hora, como comparación representa 64 unidades por hora menos que los subprocesos de pulido y remachado, valor alto que se podría corregir para igualar la producción de la línea.

Analizando el rango de los subprocesos, se identifica que el mayor rango de variación en los valores máximos y mínimos se presenta en el conformado, lo que podría estar influenciado en la alta rotación de personal y la falta de capacitación y estandarización del proceso.

Si se considera los subprocesos de brillado y remachado se observa que los valores de mediana y moda no varían significativamente, mientras que el valor de varianza indica un valor de 17.6 para el remachado y 9.6 para el brillado, lo cual podría reducirse con la implementación de métodos estandarizados. En cuanto al error estándar de la media, este indica que de todos los subprocesos el conformado (0,3) es el más irregular del resto.

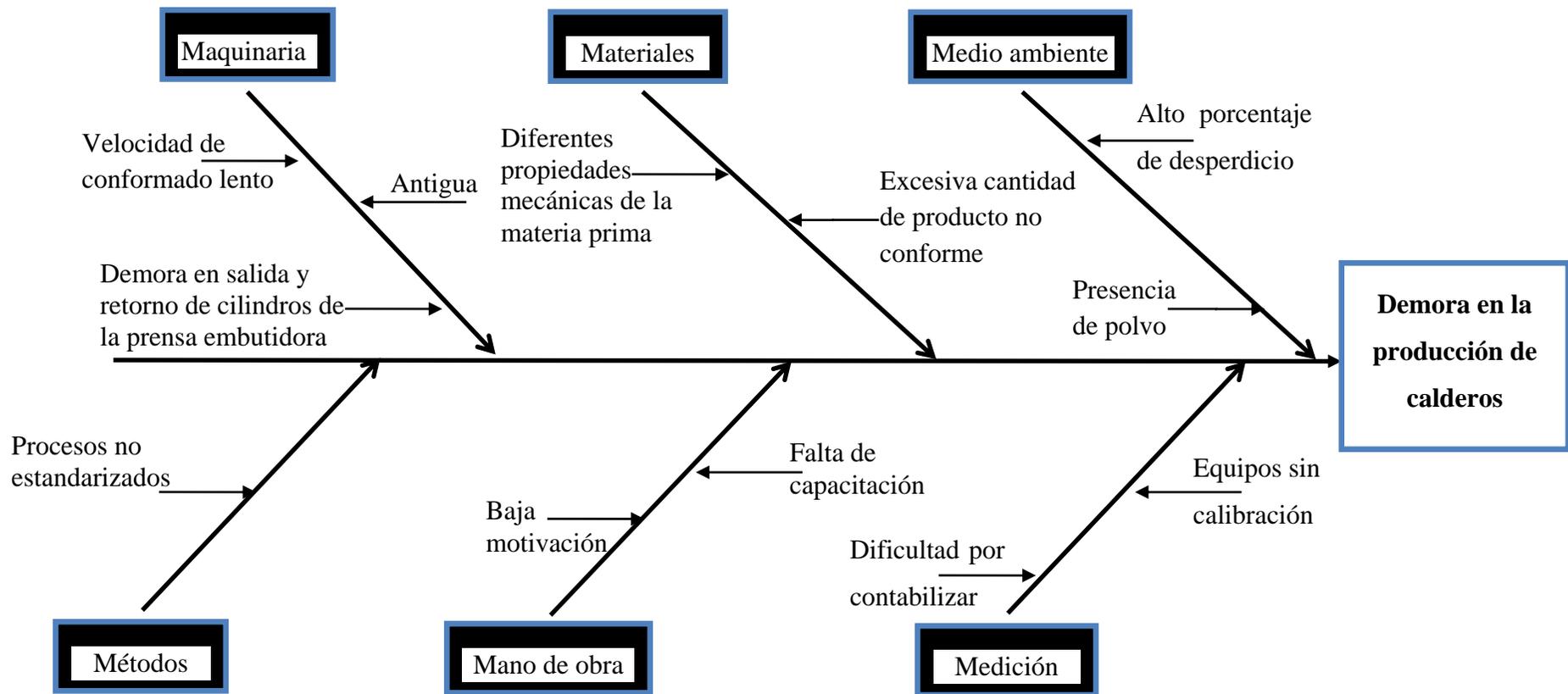
Por otra parte, conforme el análisis estadístico de la desviación estándar de todos los subprocesos, el mayor es el conformado con (5,1), esto indica que existe en el mismo una mayor variabilidad de la producción en comparación con el embutido (4,0), pulido y brillado (3,1), remachar y limpiara (4,2). Igualmente, al determinar la varianza de cada subproceso, se tiene que la misma es mayor en el conformado (26,2), esto indica que existe mayor incertidumbre de que se cumpla la planificación de la producción, en esta etapa en comparación con el embutido (16,2), pulido y brillado (9,6) y remachado y limpiado (17,6).

### **Aspectos en la línea de producción de calderos económicos**

A continuación, se detalla lo observado por el investigador en la línea:

- En la estación de conformado se necesita que el mandril del torno se centre hasta tomar los calderos en posición para cortar y bordear. Además, en el conformado depende de la cantidad del material a cortar y de la experiencia de los operarios con la máquina por la dificultad propia de esta actividad.
- Un aspecto importante en planta es que trimestralmente se realizan evaluaciones a los empleados de producción para verificar su conocimiento del proceso y seguridad industrial necesaria.

En relación con el análisis y antecedentes de los dos aspectos enunciados se determina que la demora en la producción es el elemento principal debido a que es el problema recurrente, a continuación se realiza un diagrama causa-efecto mediante el método de Ishikawa que presenta los seis ítems principales conocidos como 6'M (mano de obra, métodos, materiales, maquinaria, medio ambiente y medición) buscando detallar la línea de producción de calderos económicos:



**Figura 28.- Diagrama Ishikawa causa-efecto**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

## Balanceo de la línea de producción

A continuación se desarrolla el balanceo de la línea de producción de calderos económicos 16/24 como herramienta de ingeniería que busca verificar desequilibrios, mitigar las entregas parciales de productos y aumentar el control de los procesos (Niebel, 2014).

$$\text{Porcentaje de balance} = \frac{\text{Minuto total del operario}}{\text{Total de minutos por línea}}$$

Como se muestra en la ecuación, el balanceo de línea toma tiempos de cada actividad del proceso, los tabula y determina un porcentaje de balance, en el caso de UMCO, a continuación se tienen los datos:

**Tabla 8.** Datos estadísticos de tiempos de subprocesos

Descripción de actividades de línea	Tiempo [min]		Operadores
Engrasar discos	0,020	00:01:20	1
Embutir	0,083	00:05:38	1
Conformado	0,200	00:12:00	1
Pulir y brillar	0,033	00:02:38	4
Remachar y limpiar	0,020	00:01:20	2
<b>Minuto total de operarios</b>	00:22:56		
<b>Ciclo de control</b>	0:04:04		
<b>Número de operarios</b>	9		
<b>Tiempo en línea</b>	00:27:00		
<b>[%] Balance</b>	83,55%		

**Fuente:** Niebel. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Como se expone en la tabla 8, se establece el balanceo de la línea según las capacidades de cada actividad en un 83,55%.

## Cálculos de la Productividad Multifactorial

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\text{Producción}}{\text{Recursos utilizados}}$$

$$\text{Productividad multifactorial} = \frac{\text{Producción}}{\text{Mano de obra} + \text{Materia prima} + \text{Costos fijos}}$$

### Costo de materia prima

A continuación, se presentan los parámetros seleccionados de la productividad mensual en el ítem de recursos utilizados para el cálculo según la fórmula expuesta:

**Tabla 9.-** Costo materia prima

Características	Unidades	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Costo de materia prima caldero	KG	0,286	\$2,35/KG	0,6721
Costo de materia prima tapa		0,112	\$2,35/KG	0,2632
Costo de asas	Unidad	2	\$0,0035	0,007
Costo de remaches		4	0,0014	0,0056
Costo de perilla de tapa		1	0,002	0,002
Costo materia prima total por caldero				

**Fuente:** UMCO S.A.

**Elaborado por:** Investigador

Costo de materia prima/ unidad = \$0,9499

### Costos fijos de la producción

Costos por mano de obra

$$\text{Costo de hora laboral} = \frac{800 \text{ USD mensual}}{21 \text{ días} \times 8 \text{ hrs}} = 4,8 \left[ \frac{\text{USD}}{\text{hr}} \right]$$

**Tabla 10.- Costo mano de obra**

<b>Costo diario de mano de obra en la producción de calderos económicos</b>	
Cantidad de Personal	9
Costo de hora laboral	4,76 [USD/hr]
Horas diarias necesarias	8 horas + 1 extra
<b>Costo sin sobre tiempo por día</b>	<b>342,86 [USD]</b>

**Fuente:** UMCO S.A.

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis de sobre tiempos de trabajo**

Los registros de producción indican que la meta diaria se cumple invirtiendo una hora adicional de trabajo diario, es decir que la planta opera 9 horas diaria, lo cual representa un costo de producción adicional no cuantificado que puede ser reducido. Adicionalmente se sabe que por regulación interna del Gerente General para el año 2018, en UMCO no se puede superar el 5 % en horas extras del personal, lo que significa que las horas extra deben ser reducidas a 25 minutos como máximo.

Considerando que el salario de cada operador de la línea es de \$800 y que las horas extra en día laboral tienen un costo del 50% de las horas normales de trabajo, se puede calcular el valor que la empresa invierte en este rubro, el cual perjudica a la productividad (Ministerio de Trabajo, 2016).

Costo horas extra = # operarios x costo de hora extra x horas extra

$$\text{Costo horas extra} = 9 \text{ operarios} \times \frac{\$7,14}{\text{hora}} \times \frac{1 \text{ hora}}{\text{operario}}$$

Costo horas extra diario = \$64,26 x 21 días

Costo horas extra mensual = \$1.349,46

Este monto calculado solo considera el valor de horas extra por las personas que operan en la línea de producción, valor que puede reducirse o incluso eliminarse, esto dependerá del efecto que la propuesta de mejora.

$$\text{Costo mano de obra mensual} = \$7200,06 + \$1349,46 = \$8549,52$$

### Otros Costos fijos de producción

Actualmente los tiempos y retrasos en producción no se controlan, debido a la falta de un índice de producción normal (IPI) que establezca comparación para tomar medidas correctivas. Al respecto, otros costos fijos se basan en información entregada por el departamento de administración de UMCO que de manera general se desglosan:

**Tabla 11.-** Costos fijos de la empresa UMCO

<b>Otros costos fijos mensuales en la producción de la empresa</b>	
Costo	[USD/MES]
Energía Eléctrica (consumo 12164 [kwh] * 0,091 \$/KW/h)	1.107
Servicios básicos (agua + teléfono + servicios de internet + combustibles + impuestos)	1.393
<b>Otros Costo fijos total mensual</b>	<b>\$2.500,00</b>

**Fuente:** Departamento de Contabilidad UMCO S.A.

**Elaborado por:** Investigador

Los costos fijos que se reflejan en la tabla 10 corresponden a la producción de toda la fábrica, pero para efectos de la línea de calderos económicos es necesario estimar un valor específico. Este valor corresponde para 47.000 mensuales, de los cuales solamente 31.500 son calderos económicos, por lo tanto, se estima un costo de energía eléctrica de:

$$\text{Costo de energía para 47.000 productos} = \$1.107$$

$$\frac{\text{Costo de energía para 47.000 productos}}{47.000 \text{ unidades}} = \frac{\$0,0235}{\text{unidad}}$$

$$\frac{\$0,0235}{\text{unidad}} \times 31.500 \text{ unidades} = \$741,93$$

Utilizando el mismo razonamiento se estima un costo de servicios básicos de \$933,61, que sumado al costo de energía eléctrica se tiene

**Otros Costo fijo mensual por 31.500 unidades de \$1.675,54**

Finalmente, el costo total de producción de calderos económicos es la suma de todos los costos antes analizados.

Costo total = materia prima + mano de obra + horas extra + otros costos fijos

$$\text{Costo total} = \$ 2.9921,85 + \$7.200 + \$1.349,46 + \$1.675,54$$

$$\text{Costo total} = \$40.146,91$$

Adicionalmente a continuación se nombran los costos mensuales adicionales de materia prima, energía eléctrica, servicios básicos, mano de obra y horas extra:

**Tabla 12.- Costos mensuales para producir 31.500 calderos**

Costos	Total [USD]
Materia prima	29.921,85
Energía eléctrica	741,93
Servicios básicos (agua, internet, teléfono, combustible)	933,61
Mano de obra (9 obreros)	7.200,06
Horas extras	1.349,46
<b>Costo total mensual</b>	<b>40.146,91</b>
<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>1,2745</b>

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

**Análisis**

De la Tabla 12 se tiene que los costos totales para producir un caldero económico suma \$1,2745; Para 31.500 unidades mensualmente se gasta \$40.146,91.

## **Productividad**

A continuación se calcula la productividad con los parámetros de unidades conformes versus el costo total de unidades producidas de calderos en referencia mensual:

$$\mathbf{Productividad} = \frac{\text{Producción conforme}}{\text{Costos totales de unidades producidas}}$$

$$\mathbf{Productividad} = \frac{25163 \text{ unidades conformes promedio}}{\$40416}$$

$$\mathbf{Productividad} = 0,6225 \times 100$$

$$\mathbf{Productividad} = 62,25$$

A continuación las respectivas tablas con los datos mencionados calculando por mes y día la productividad:

**Tabla 13.-** Productividad octubre 2017

Fecha	Producción [U]	Producción conforme [U]	Costos por caldero [USD]	Productividad
02/10/2017	1496	1194	1,2745	62,63
03/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
04/10/2017	1500	1197	1,2745	62,63
05/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
06/10/2017	1499	1197	1,2745	62,63
10/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
11/10/2017	1492	1191	1,2745	62,63
12/10/2017	1499	1168	1,2745	61,12
13/10/2017	1499	1197	1,2745	62,63
16/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
17/10/2017	1496	1194	1,2745	62,63
18/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
19/10/2017	1499	1197	1,2745	62,63
20/10/2017	1498	1167	1,2745	61,12
23/10/2017	1494	1193	1,2745	62,63
24/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
25/10/2017	1488	1188	1,2745	62,63
26/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
27/10/2017	1499	1197	1,2745	62,63
30/10/2017	1500	1169	1,2745	61,12
31/10/2017	1498	1196	1,2745	62,63
<b>Promedio</b>	<b>1500</b>	<b>1182</b>	<b>1,2745</b>	<b>61,83</b>

**Fuente:** UMCO S.A.

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 14.-** Productividad septiembre 2017

Fecha	Producción [U]	Producción conforme [U]	Costos por caldero [USD]	Productividad
01/09/2017	1499	1197	1,2745	62,63
04/09/2017	1496	1197	1,2745	62,77
05/09/2017	1500	1179	1,2745	61,67
06/09/2017	1500	1197	1,2745	62,63
07/09/2017	1499	1199	1,2745	62,77
08/09/2017	1500	1200	1,2745	62,77
11/09/2017	1496	1194	1,2745	62,63
12/09/2017	1497	1198	1,2745	62,77
13/09/2017	1495	1175	1,2745	61,67
14/09/2017	1500	1197	1,2745	62,63
15/09/2017	1500	1320	1,2745	69,05
18/09/2017	1500	1179	1,2745	61,67
19/09/2017	1499	1197	1,2745	62,63
20/09/2017	1499	1199	1,2745	62,77
21/09/2017	1498	1177	1,2745	61,67
22/09/2017	1499	1197	1,2745	62,63
25/09/2017	1495	1196	1,2745	62,77
26/09/2017	1493	1173	1,2745	61,67
27/09/2017	1497	1195	1,2745	62,63
28/09/2017	1500	1200	1,2745	62,77
29/09/2017	1500	1179	1,2745	61,67
<b>Promedio</b>	<b>1498</b>	<b>1197</b>	<b>1,2745</b>	<b>62,71</b>

**Fuente:** UMCO S.A.**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 15.-** Productividad agosto 2017

<b>Fecha</b>	<b>Producción [U]</b>	<b>Producción conforme [U]</b>	<b>Costos por caldero [USD]</b>	<b>Productividad</b>
01/08/2017	1490	1190	1,2745	62,68
02/08/2017	1500	1196	1,2745	62,53
03/08/2017	1500	1199	1,2745	62,69
04/08/2017	1499	1204	1,2745	63,01
07/08/2017	1498	1197	1,2745	62,68
08/08/2017	1500	1196	1,2745	62,53
09/08/2017	1499	1198	1,2745	62,69
10/08/2017	1498	1203	1,2745	63,01
14/08/2017	1497	1196	1,2745	62,68
15/08/2017	1500	1205	1,2745	63,03
16/08/2017	1500	1199	1,2745	62,69
17/08/2017	1496	1201	1,2745	63,01
18/08/2017	1500	1198	1,2745	62,68
21/08/2017	1500	1140	1,2745	59,63
22/08/2017	1499	1198	1,2745	62,69
23/08/2017	1497	1202	1,2745	63,01
24/08/2017	1490	1190	1,2745	62,68
25/08/2017	1496	1192	1,2745	62,53
28/08/2017	1500	1199	1,2745	62,69
29/08/2017	1501	1205	1,2745	63,01
30/08/2017	1500	1198	1,2745	62,68
<b>Promedio</b>	<b>1499</b>	<b>1196</b>	<b>1,2745</b>	<b>62,53</b>

**Fuente:** UMCO S.A.**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 16.-** Productividad julio 2017

Fecha	Producción [U]	Producción conforme [U]	Costos por caldero [USD]	Productividad
01/08/2017	1490	1160	1,2745	61,02
02/08/2017	1500	1201	1,2745	62,93
03/08/2017	1500	1185	1,2745	61,99
04/08/2017	1499	1213	1,2745	63,55
07/08/2017	1498	1167	1,2745	61,02
08/08/2017	1500	1203	1,2745	62,93
09/08/2017	1499	1185	1,2745	61,99
10/08/2017	1498	1211	1,2745	63,55
14/08/2017	1497	1166	1,2745	61,02
15/08/2017	1500	1203	1,2745	62,93
16/08/2017	1500	1183	1,2745	61,99
17/08/2017	1496	1214	1,2745	63,55
18/08/2017	1500	1167	1,2745	61,02
21/08/2017	1500	1199	1,2745	62,93
22/08/2017	1499	1184	1,2745	61,99
23/08/2017	1497	1210	1,2745	63,55
24/08/2017	1490	1160	1,2745	61,02
25/08/2017	1496	1197	1,2745	62,93
28/08/2017	1500	1186	1,2745	61,99
29/08/2017	1501	1215	1,2745	63,55
30/08/2017	1500	1163	1,2745	61,02
<b>Promedio</b>	<b>1497</b>	<b>1189</b>	<b>1,2745</b>	<b>62,31</b>

**Fuente:** UMCO S.A.

**Elaborado por:** Investigador

Con las tablas anteriores que expone la productividad mensual a continuación se genera una figura para verificar la dispersión mensual:



**Figura 29.- Productividad junio-octubre 2017 de UMCO**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Adicionalmente para establecer un análisis más específico a continuación se genera un promedio estadístico de los datos de productividad:

**Tabla 17.- Estadístico de la Productividad mensual enero - octubre 2017**

Estadístico	Valor
Media	62,3794
Mediana	62,3812
Moda	62,3828
Desviación estándar	0,00461
Rango	0,0207
Máximo	62,3844
Mínimo	62,1637

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Del análisis estadístico de la productividad durante el periodo de estudio se tiene que la máxima productividad es 62,3844 debido a que a un mismo costo fijo se produjeron más unidades. Por otra parte, no se observa una variación significativa media de los resultados es de 62,3794, la mediana 62,3812, moda 62,3828 y

desviación estándar de 0,00461, dichos valores indican una variabilidad baja respecto a la media de la productividad real.

### Verificación de la hipótesis

A continuación, se analizan las variables para la verificación de la hipótesis planteada, la cual propone que el proceso de producción de calderos económicos 16/24 que se ejecuta incide en la productividad de la empresa UMCO S.A.

Para verificar la hipótesis se selecciona el indicador estadístico de Karl Pearson, dicho método mide la relación lineal entre dos variables cuantitativas en una escala independiente, para el cálculo se presentan datos de producción mensual y productividad.

**Tabla 18.-** Mínimos cuadrados para cálculo de coeficiente R de Pearson

X	Y	$X_i^2$	$Y_i^2$	$X_i Y_i$	$(x-x_m)^2$	$(y-y_m)^2$	
30.000	61,8373	900.000.000	3.823,9	1.855.119,0	1.820.340,6	0,01	
27.036	62,7123	730.945.296	3.932,8	1.695.489,7	18.603.694,2	0,57	
34.454	62,5378	1.187.078.116	3.911,0	2.154.677,4	9.639.783,0	0,34	
28.500	62,3132	812.250.000	3.882,9	1.775.926,2	8.117.940,6	0,13	
33.044	63,7979	1.091.905.936	4.070,2	2.108.137,8	2.872.347,0	3,39	
32.956	63,3797	1.086.097.936	4.017,0	2.088.741,4	2.581.806,2	2,03	
31.500	59,9915	992.250.000	3.599,0	1.889.732,3	22.740,6	3,86	
33.044	61,7981	1.091.905.936	3.819,0	2.042.056,4	2.872.347,0	0,02	
31.458	60,2111	989.605.764	3.625,4	1.894.120,8	11.837,4	3,04	
31.500	60,9777	992.250.000	3.718,3	1.920.797,6	22.740,6	0,96	
<b>Σ</b>	<b>313.492</b>	<b>619,557</b>	<b>9.874.288.984</b>	<b>38.399,4</b>	<b>19.424.798,5</b>	<b>46.565.577,6</b>	<b>14,36</b>
P	31.349	61,96	987.428.898	3.839,9			

Fuente: UMCO

Elaborado por: Investigador

A continuación, se realizan los cálculos respectivos para determinar r:

$$r = \frac{\sum xy - \frac{\sum x \sum y}{n}}{\sqrt{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}}$$

$$r = \frac{19.424.798,5 - \frac{313.492 \times 619,557}{10}}{\sqrt{9.966.538.984 - \frac{9.874.288.984}{10}}} = 1.18 \times 10^{-6}$$

$$b = Y_m - mX_m = 2,3787 - 1 \times 10^{-6} * 31349,2$$

$$b = 2,347$$

$$\bar{x} = \frac{\sum xi}{n} = \frac{313.992}{10} = 31349,2$$

$$\bar{y} = \frac{\sum yi}{n}$$

$$\bar{y} = \frac{619,557}{10}$$

$$\bar{y} = 61,9557$$

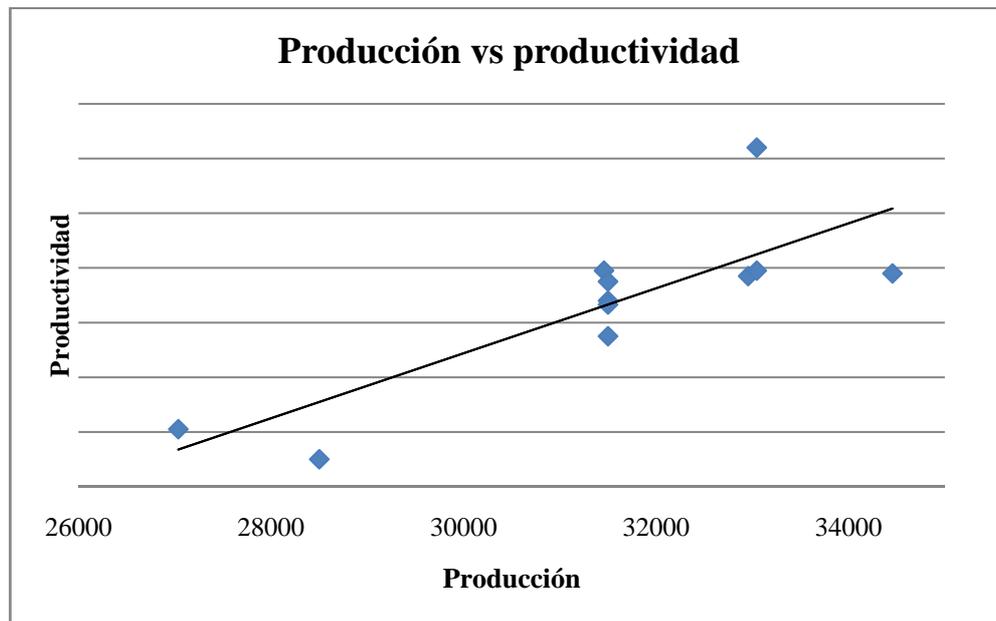
Seguido se aplica la siguiente fórmula para encontrar el Coeficiente de Correlación Lineal, tal que:

$$r = \frac{\sum(X-X)(Y-Y)}{\sqrt{\sum(X-X)^2} * \sqrt{\sum(Y-Y)^2}}$$

$$r = \frac{52,9427}{6674,05 * 0,00966} = 0,82$$

Seguidamente se verifica el coeficiente de Correlación de Pearson, entre la producción y productividad a través de la gráfica de dispersión.

## Verificación del cálculo del Coeficiente de Pearson



**Figura 30.- Gráfica lineal de relación entre la producción y productividad**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Según los resultados obtenidos en la Figura 30, se muestra que existe una relación directa positiva de carácter alta debido a que se determina la ecuación de la recta, la pendiente, el intercepto y el coeficiente de correlación lineal.

$$\text{Productividad} = 1 \times 10^{-6} \text{ Unidades producidas} + 2,347$$

$$\text{Pendiente (m)} = 1 \times 10^{-6}$$

$$\text{Intercepto (b)} = 2,347$$

$$r = 0,82$$

### Regla de decisión

A continuación, se muestra la tabla de los valores a comparar entre el coeficiente de Pearson calculado y el factor teórico para diferenciar los valores.

**Tabla 19.-** Comparativos coeficiente de Pearson

<b>Rango</b>	<b>Relación</b>
$r = 1$	Correlación de variables perfecta
$0,8 > r > 1$	Correlación muy alta
$0,6 > r > 0,8$	Correlación alta
$0,2 > r > 0,4$	Correlación moderada
$0 > r > 0,2$	Correlación muy baja
$r = 0$	Correlación nula

**Fuente:** Castillo, M. (2016)

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis e interpretación de resultados**

Como  $r = 0,82$  lo que implica que  $0,8 > r > 1$ , entonces quiere decir que existe una correlación muy alta, se verifica la correlación entre las dos variables.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

### Conclusiones

- Para analizar el proceso de producción de calderos se realiza el diagrama de operaciones, el diagrama de flujo y el análisis estadístico de datos registrados en la producción de calderos de la línea económica 16/24, se determina existe un cuello de botella es el subproceso de conformado (corte y bordeo), debido a que muestra una menor cantidad de unidades producidas por hora, tiene una mayor variabilidad respecto a la media representando una menor confiabilidad a la hora de cumplir con la planificación de la producción.
- La productividad promedio calculada del proceso de producción de calderos económicos 16/24 de UMCO, en el período de enero a octubre de 2017 es de 2,3794. Por otra parte, se comprueba que existe una relación directa entre las variables producción y productividad mediante el coeficiente de correlación de Pearson R calculado de 0,82, indicando una alta correlación entre las dos variables.
- Se demuestra que las capacidades de los equipos son reducidas, al respecto se expondrá opciones para incrementar la capacidad de la línea y evitar retrasos, en este sentido, generar una reconversión tecnológica de la maquinaria mediante un plan de actualización con sistemas modernos es la principal alternativa para solucionar los indicadores de productividad y reducir horas extra de mano de obra.

### Recomendaciones

- Se sugiere realizar análisis continuos de la producción con el fin de planificar de mejor manera las actividades y mitigar retrasos en las entregas del producto, además de generar controles que reduzcan el desperdicio de calderos que representa un porcentaje representativo en la línea económica 16/24 de UMCO.

- Se recomienda evaluar opciones de mejora que expongan criterios como capacidades altas de producción, tamaño efectivo en planta y manejo sencillo con controles de mando que ayuden a eliminar el cuello de botella existente en el proceso de conformado.
  
- Se recomienda generar un plan de actualización de la maquinaria donde se determine opciones de automatización e incremento de productividad para satisfacer la demanda que se tiene de la línea económica de calderos 16/24 en la empresa.

## **CAPÍTULO V**

### **PROPUESTA**

#### **Tema de la propuesta**

“Plan de actualización de maquinaria de la línea económica de calderos 16/24 de UMCO S.A.”

#### **Datos informativos**

**Institución ejecutora:** Universidad Tecnológica Indoamérica

**Área:** Gestión por procesos UMCO S.A.

**Beneficiarios:** UMCO S.A.

**Ubicación:** Provincia de Pichincha, Cantón Quito, Parroquia Chimbacalle

**Financiamiento:** UMCO S.A.

**Tiempo para la ejecución:** Inicia 1 de noviembre 2017 y finaliza el 30 de marzo de 2018

#### **Equipo Responsable:**

Tutor de tesis: Ing. Andrés Morán.

Investigador: Luis Gallardo.

#### **Antecedentes de la propuesta**

Mediante el estudio del proceso de producción realizado en la línea de calderos económicos 16/24 se determina la existencia de un cuello de botella en el proceso de conformado, además el registro diario de pago de horas extra y retrasos constantes en las entregas de los productos.

Al respecto conforme el levantamiento de las actividades internas de producción de calderos económicos de UMCO, se evidencia la falta de estudios realizados con anterioridad sobre los procesos de fabricación, tiempos registrados, análisis de productividad y temas relacionados, en este sentido como orientación, a continuación, se nombran los resultados significativos de los capítulos anteriores:

- Los retrasos en el proceso productivo hacen referencia a la maquinaria antigua con alrededor de 15 años, mismas que han cumplido el tiempo de vida útil en la línea.
- El cuello de botella se determina en el subproceso de conformado que representa las actividades de corte y bordeado.

### **Objetivo general de la propuesta**

Ejecutar el plan de actualización de la maquinaria de la línea económica de calderos 16/24, en la empresa UMCO S.A. para optimizar su producción.

### **Objetivos específicos**

1. Reducir el tiempo de producción de la línea de calderos económicos 16/24 de UMCO S.A.
2. Incrementar la productividad con la actualización de la maquinaria propuesta en UMCO S.A.
3. Definir e interpretar las variables del estudio económico de mayor impacto con la implementación del plan de actualización de equipos de la planta.

### **Justificación de la propuesta**

Cubrir la demanda de artículos del hogar que existe en el mercado es primordial para UMCO, por tal motivo eliminar cuellos de botella en el proceso de producción en la empresa es fundamental, si se requiere ser más competitivos.

El espacio físico disponible en la línea de producción actualmente impide el montaje de otro equipo de conformado para duplicar su capacidad productiva y eliminar el cuello de botella, razón por la cual se contempla el cambio la línea de producción.

En general, el proyecto busca obtener mejoras en el proceso productivo a través de la actualización de la línea económica de calderos 16/24, con el objetivo de reducir los costos de operación en horas extra y finalmente mejorar la productividad de la empresa.

### **Desarrollo de la propuesta**

#### **Factibilidad**

La propuesta es técnicamente factible porque existen equipos disponibles con las características que se requieren para la puesta en marcha del proyecto. Por otra parte, ampliar la producción diaria de calderos genera mejores ingresos y amplía la productividad para satisfacer con la demanda recurrente en tiempos puntuales.

La aplicación del plan de actualización es económicamente factible debido a que Gerencia General tiene la predisposición financiera para la inversión en maquinaria a razón de la gran acogida en el mercado de los calderos económicos 16/24.

Organizacionalmente la propuesta es posible porque incide tecnológicamente con nueva maquinaria. Además mejora la estructura de trabajo puesto que disminuye personal operativo y horas extra generando efectividad en las actividades de la línea económica de UMCO.

#### **Actividades del plan propuesto**

A continuación, se realiza el cronograma de actividades con la hoja de ruta y actividades críticas dentro de la propuesta:

**Tabla 20.-** Hoja de actividades

<b>Actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>	<b>Actividad anterior</b>	<b>Tiempo en semanas</b>
<b>A</b>	Recopilación de datos	-----	4
<b>B</b>	Estudio y análisis de datos	A	4
<b>C</b>	Presentar propuesta	B	2
<b>D</b>	Diseñar propuesta	C	3
<b>E</b>	Investigar factibilidad	D	3
<b>F</b>	Implementar propuesta	E	2
<b>G</b>	Analizar resultados de la propuesta	F	3
<b>H</b>	Conclusiones y recomendaciones finales	G	1
<b>Total semanas</b>			<b>22</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 21.-** Hoja de ruta

Actividad	Agosto 2017				Septiembre 2017				Octubre 2017				Noviembre 2017				Diciembre 2018				Enero 2018	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2
<b>A</b>																						
<b>B</b>																						
<b>C</b>																						
<b>D</b>																						
<b>E</b>																						
<b>F</b>																						
<b>G</b>																						
<b>H</b>																						

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)  
**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 22.-** Cálculo de la ruta crítica

Actividad	Actividad anterior	Duración	Holgura	Etapas adelante		Etapas atrás	
				Inicio	Fin	Inicio	Fin
A	-----	4	0	0	4	4	0
B	A	4	0	4	8	8	4
C	B	2	0	8	10	10	10
D	C	3	0	10	13	13	12
E	D	3	0	13	16	16	15
F	E	2	0	16	18	18	18
G	F	3	0	18	21	21	20
H	G	1	0	21	22	22	<b>22</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

## **Estudio de alternativas**

Previo a la toma de la decisión definitiva de este plan, a continuación se realiza el estudio de las dos alternativas siguientes:

- Opción 1. Añadir un equipo de conformado

Como se expuso en el capítulo 4 mediante el diagrama de operaciones, estudio de tiempos y análisis estadístico, el proceso de corte y bordeado es el cuello de botella, en este sentido esta opción hace referencia al cambio del equipo de conformado, es decir la maquinaria manual de corte y bordeado por un sistema automático independiente que reduzca tiempos en dicha operación debido al registro de los retrasos en esta actividad.

- Opción 2. Reemplazo total de maquinaria

Como segunda opción se plantea la reconversión tecnológica de toda la línea de producción de calderos 16/24, en el mercado existe gran acogida a los productos de UMCO y con la buena predisposición de Gerencia para actualizar la maquinaria antigua que ha cumplido su ciclo de vida en la línea económica, en este sentido, se evalúa el cambio de todos los dispositivos por equipos nuevos.

## **Evaluación de alternativas**

Al respecto de estas dos opciones planteadas, continuación se analiza las alternativas de ambas propuestas mediante un cuadro de ponderaciones y toma de decisiones para la empresa. Para seleccionar la opción más favorable se ejecuta el método cualitativo por puntos, el cual consiste en asignar factores a una serie de elementos que se consideran relevantes para la selección, esto conduce a una comparación que permite tomar la decisión. A continuación se aplica el siguiente procedimiento para jerarquizar los factores cualitativos.

- Desarrollar una lista de factores relevantes, en este caso se tomaron:

- Asignar un peso a cada factor para indicar su importancia relativa (los pesos deben sumar 1.00), y el peso asignado depende exclusivamente del criterio del investigador.
- Establecer una escala común a cada factor (por ejemplo, de 0 a 10) y elegir cualquier mínimo.
- Calificar a cada sistema potencial de acuerdo con la escala designada y multiplicar por la calificación por el peso.
- Sumar la puntuación de cada sitio y elegir el de máxima puntuación por cuanto indica mayores beneficios al sistema productivo.

**Tabla 23.-** Costos de alternativa 1

Descripción	Cantidad	Valor [USD]	Total [USD]
Costos equipo conformado	1	75000,00	75000,00
Costos de instalación	1	2083,00	2083,00
Costo de operación y mantenimiento	1	1736,00	1736,00
Costo otros	1	350,00	350,00
<b>Total inversión [USD]</b>			<b>79169,00</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

**Tabla 24.-** Costo alternativa 2

Descripción	Cantidad	Valor [USD]	Total [USD]
Costos equipo completo	1	179000,00	179000,00
Costos de instalación	1	6000,00	6000,00
Costo de operación y mantenimiento	1	5000,00	5000,00
Adecuación del terreno	1	2500,00	2500,00
<b>Total inversión [USD]</b>			<b>192500,00</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

A continuación la tabla de ponderación de las dos opciones con los factores más representativos:

**Tabla 25.-** Ponderación de alternativas

Factores	Peso asignado	Opción 1		Opción 2	
		Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
Generación de productos sin falla	0,2	6	1,2	9	1,8
Producción [U/hr]	0,2	6	1,2	9	1,8
Inversión	0,2	8	1,6	6	1,2
Paradas por fallas	0,1	6	0,6	8	0,8
Vida útil de todo el sistema	0,1	5	0,5	8	0,8
Menor cantidad de Horas- hombre	0,1	6	0,6	8	0,8
Tamaño en planta	0,1	5	0,5	9	0,9
<b>Total</b>	<b>1,0</b>	<b>Total</b>	<b>6,2</b>	<b>Total</b>	<b>8,1</b>

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

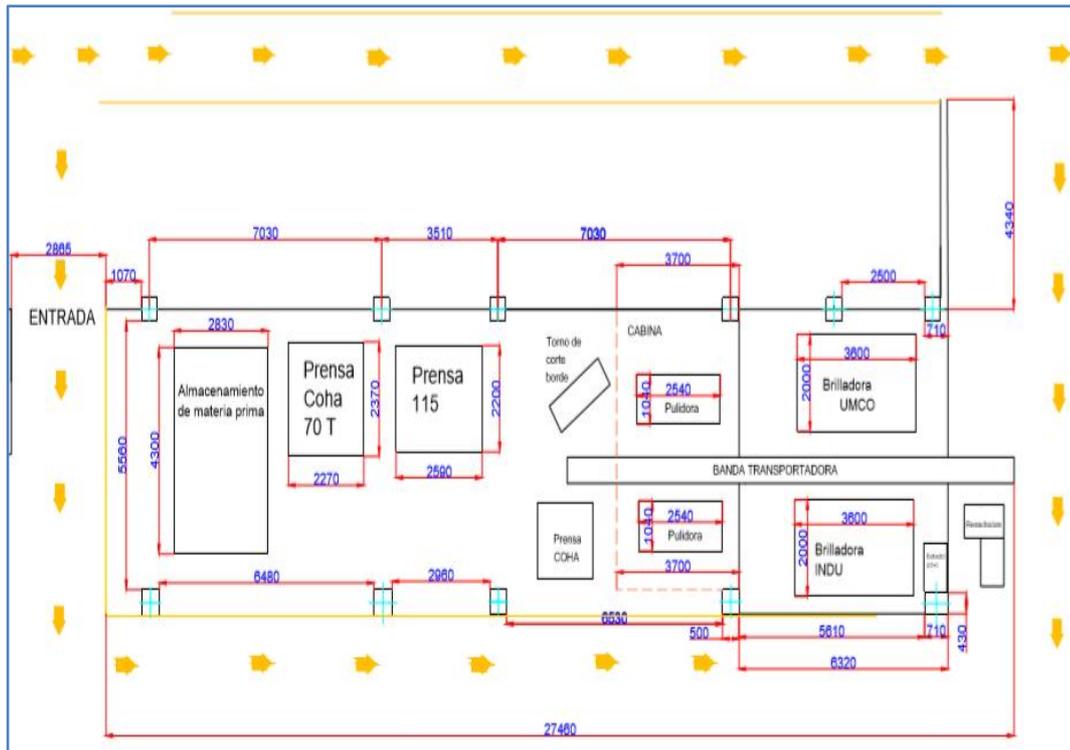
### **Análisis de las opciones**

Conforme las tablas no. 22 y 23 se obtienen los costos en detalle de cada una de las opciones, indicando que el menor costo para el primer planteamiento hace referencia agregar un equipo de conformado, representando éste, el 40,5 % del costo de sustituir toda la línea de producción de calderos económicos.

Posteriormente, en la tabla 24, se presenta la ponderación de las alternativas tomando como factores: la generación de productos sin fallas, la producción por hora, inversión a realizar, paradas por fallas, vida útil de sistema, cantidad de horas-hombre y el tamaño en planta necesario.

Entre las dos opciones, la segunda (2) suma mejor calificación obteniendo (8,1) comparada con la primera que resulta (6,2). Esto indica que el reemplazo total de la maquinaria beneficia de mejor manera a la empresa.

Adicionalmente a continuación se muestra la distribución espacial del área de producción disponible en UMCO.



**Figura 31.- Layout del sistema de producción de calderos antiguo**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

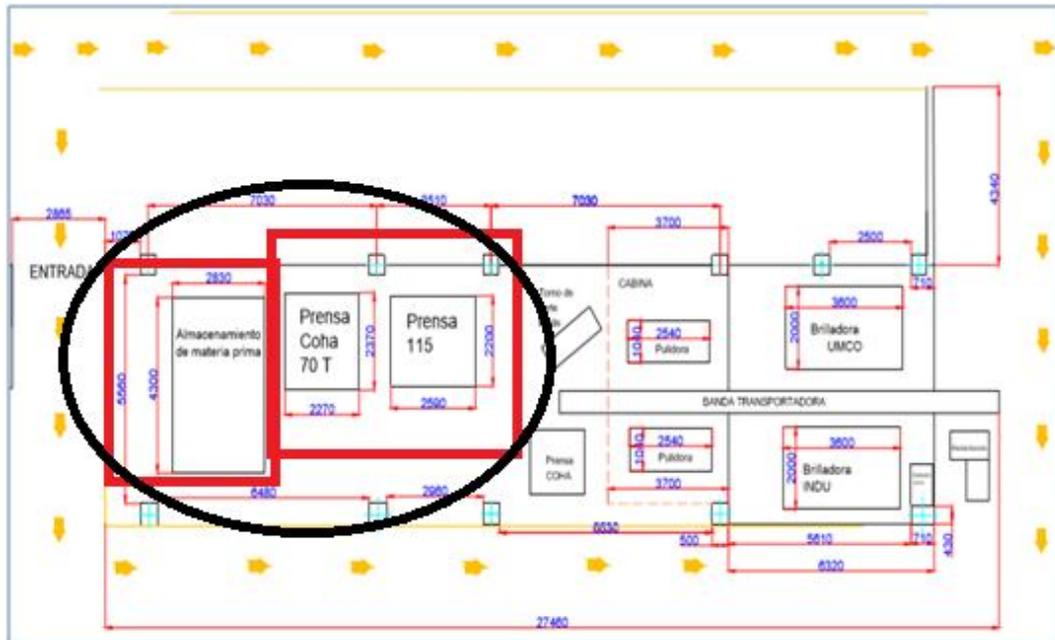
Como se observa en la Figura 31, en la distribución espacial del área de producción existe espacio reducido entre las máquinas antiguas, razón por la cual se dificultaría incorporar un equipo adicional solo para el proceso de conformado.

### **Criterios del plan propuesto**

A continuación antes de la selección de la mejor opción se establecen los criterios con los que son analizadas la implementación de la propuesta de manera diferenciada:

## 1. Espacio disponible

El espacio disponible dentro de las condiciones que presenta UMCO en su planta productiva de calderos económicos 16/24 es fundamental si se desea incorporar nuevos equipos, en este sentido, a continuación se ilustra la distribución de la planta con el área donde ingresaría la maquinaria:



**Figura 32.- Layout espacio disponible en planta**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

En la gráfica se representa dos prensas que se darán de baja y se procederán a enviar a chatarización por ser equipos obsoletos, adicionalmente se muestra un anaquel de almacenamiento de materia prima el cual será redistribuido, en conjunto se expone la representación del espacio disponible para el plan de actualización de maquinaria, el cual pretende aprovechar el espacio de la manera más viable.

## 2. Mejoramiento de condiciones productivas

Como se expuso en el capítulo 4, existen condiciones negativas como diariamente el pago de horas extra y retrasos en producción pero finalmente una acogida amplia en la venta de los calderos económicos 16/24 en el mercado.

Al respecto, UMCO buscando competitividad y puntualidad para cubrir la demanda creciente, se genera una proyección aproximada de las unidades diarias necesarias de calderos, donde se establece que el plan incorpora la producción de 2.000 [U/día] en contraste de las 1.500 registradas.

### 3. Sistemas actuales y de fácil manipulación

El tiempo de vida útil de los equipos que tiene alrededor de 15 años, según aspectos tecnológicos, los continuos avances mencionan que el tiempo de vida útil óptimo de las maquinas es de 5 hasta 10 años dependiendo de las horas de uso.

En este sentido, las máquinas usadas para la fabricación de calderos económicos presentan procesos artesanales y manuales con un consumo energético alto y niveles de seguridad y manipulación complejos.

Al respecto como criterio adicional del plan de automatización se requiere mejoras que incorporen equipos con eficiencia energética en su consumo eléctrico, niveles de contaminación y seguridad bajos y mandos de control amigables al operar.

### 4. Reducción de gastos de mantenimiento

Se presentan constantemente problemas referentes al mantenimiento de ciertos elementos, el tiempo de uso de los equipos genera que los fabricantes no brinden los repuestos para un correcto funcionamiento, la maquinaria se discontinua y con el trabajo constante su capacidad de respuesta es menor.

La ventaja de invertir en equipos nuevos es que se aumentan los niveles de producción con calidad y mejor desempeño, en este sentido Gerencia entiende que el crecimiento de los productos se basa en la incorporación de equipos con facilidades productivas como por ejemplo incorporación de sistemas neumáticos de fácil mantenimiento.

Finalmente mediante la tabla 25 que elabora la ponderación de las opciones y con los diversos criterios desarrollados, se menciona que debido al tiempo de vida útil de los equipos con 15 años, se descarta la primera opción de aumentar solo un

equipo y se selecciona la segunda opción que incorpora una línea nueva para el proceso de embutición, corte y bordeado con condiciones modernas y actualizadas debido al espacio disponible, consumo moderado energético, seguridad industrial alta y facilidad de operación.

### **Implementación de la propuesta**

#### **Descripción de los procesos de la línea actualizada**

Para el análisis y pruebas, se detalla el conjunto de la maquinaria automática en la línea económica que principalmente reemplaza los equipos de conformado que cumplieron su vida útil de trabajo, dicha línea se implementa en una área de planta sin trabajo, eliminando equipos antiguos específicamente, varias prensas sin funcionamiento de procesos anteriores.

Adicionalmente en el Anexo No. 2 una imagen de la simulación en el diseño de calderos que se realiza por parte del departamento de ingeniería de proyectos de UMCO donde se establecen parámetros del producto para que brinden confiabilidad, resistencia y calidad al momento de ser procesados en planta.

De la misma manera, el departamento de Ingeniería de Proyectos en coordinación del investigador por parte del Área de Producción proyecta el sistema de la línea automática que son un conjunto de máquinas secuenciales diseñadas para brindar un proceso productivo ágil.

La razón principal para el cambio de equipos, es la mejora de tiempos de producción y reducción de mano de obra, debido a que esta línea necesita menor número de personas porque opera de manera automática.

A continuación, se detallan los procesos para la producción de calderos económicos de aluminio 16/24 [cm] con el plan de actualización de la maquinaria:

1. La línea empieza con un alimentador de discos, el cual por medio de ventosas toma los discos de la columna y los coloca en la banda transportadora.



**Figura 33.- Alimentador**  
**Fuente:** UMCO S.A. (2018)  
**Elaborado por:** Investigador

2. Los discos viajan por la banda transportadora y pasan por un conjunto de rodillos que se encargan de engrasar



**Figura 34.- Engrasadora de discos**  
**Fuente:** UMCO S.A. (2018)  
**Elaborado por:** Investigador

3. Al final de la banda transportadora los discos son succionados por ventosas que colocan el disco engrasado sobre la matriz de embutición.



**Figura 35.-** Embutición de caldero y brazo de movimiento

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Posteriormente el brazo cargador actúa y centra el disco en la matriz de embutición da una señal y se retira para que la primera prensa actúe iniciando el proceso de embutido del caldero, posterior la prensa embute el caldero e ingresa un brazo robótico que transporta el caldero de la prensa a la banda transportadora hasta llegar a la estación de corte y bordeado.



**Figura 36.-** Estación de corte y bordeado

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

4. En la siguiente máquina multifunción, un brazo con tres ventosas es el encargado de transportar el caldero desde la banda a la primera estación de corte, posterior bordeo para obtener un producto semi acabado, de ahí pasa a los procesos de pulido, brillo y remachado. Esta estación automática de conformado desbasta los calderos con cuchillas modernas programadas.



**Figura 37.- Cilindro de transporte banda estación de corte y bordeo**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador



**Figura 38.- Estación de conformado**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

5. Se pule, da brillo con los mismos sistemas anteriores, se realizan los orificios para las asas y posterior se remachan los sujetadores.

## Beneficios de la propuesta

**Tabla 26.-** Beneficios operativos con la nueva maquinaria

Características	Antes	Después
Tipo de proceso	Manual	Automático
Personas en el proceso	9	7
Producción día	1.500 [u/día]	2.000 [u/día]
Producción hora	176,5 [u/h]	250 [u/h]
Horas efectivas de trabajo	8,5 [hrs]	7,5 [hrs]

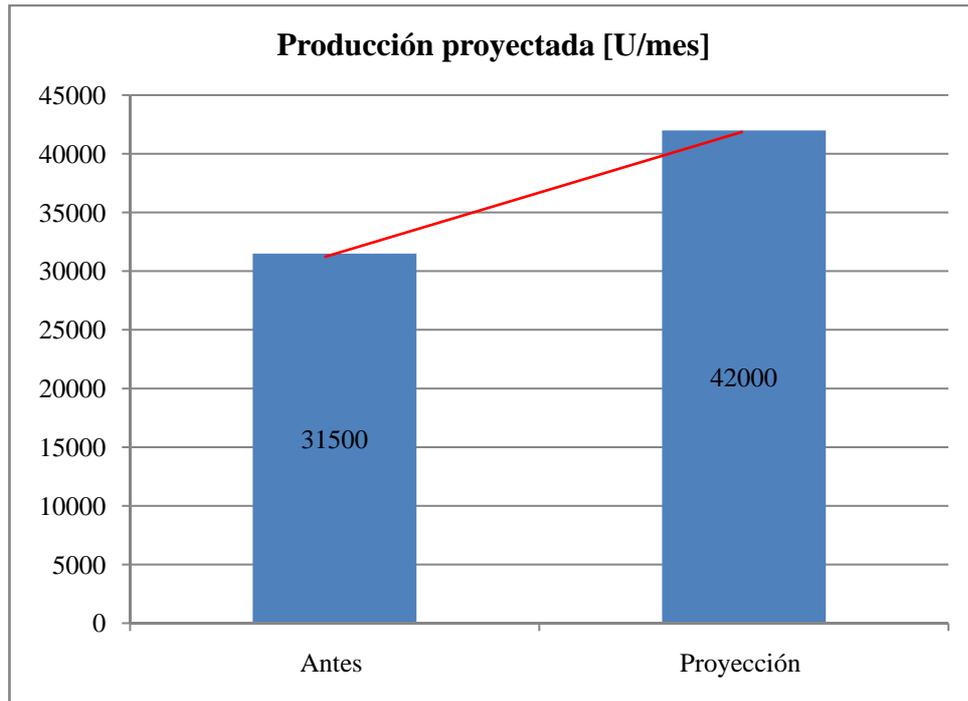
**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

En la Tabla 25, se presenta los beneficios operativos obtenidos comparando la cantidad de operarios, producción por hora y horas efectivas de trabajo del proceso antes y después de implementado la nueva línea automática.

Entre los literales fundamentales se expone la reducción del número de operarios de 9 a 7, ya que desde el retiro de la materia prima hasta la operación de conformado lo realiza un solo operario. Por otra parte, la producción por hora mejora de 176,5 [U/hr] a 250 [U/hr], lo cual indica que las horas efectivas de trabajo se reducen de 8,5 [hr] a 7,5 [hr].

Como se muestra los beneficios del plan de propuesto seleccionado son varios como la eliminación de pago de horas extra. A continuación, con los datos mencionados de la tabla 26 se proyecta la producción de los calderos económicos 16/24, estableciendo en 42.000 [U] con el plan propuesto:



**Figura 39.- Producción proyectada**

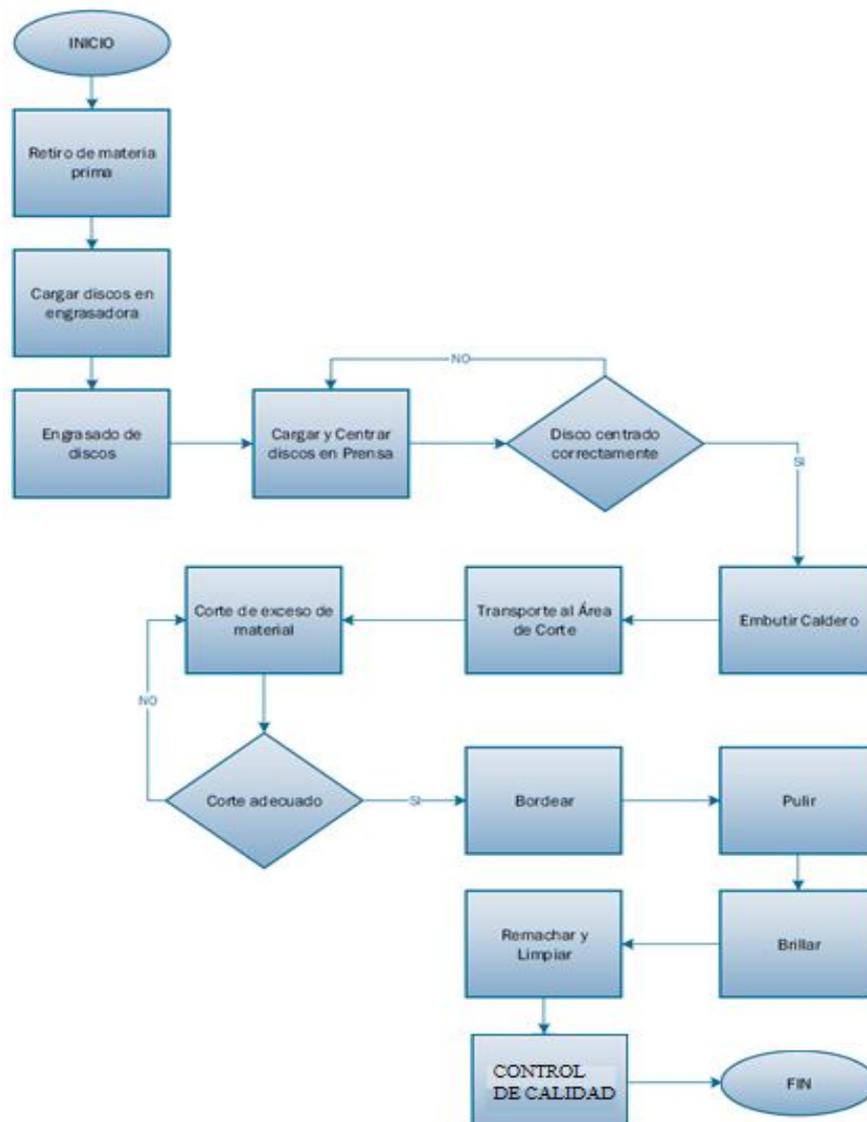
**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Como en el gráfico la proyección esperada con el proceso es 42.000 [U/mes], por otra parte se menciona que se pronostica disminuir a cero las extras del personal.

### **Procesos de la línea automática propuesta**

A continuación se presenta el levantamiento del proceso, a través del diagrama de flujo con la implementación del plan de actualización de maquinaria:



**Figura 40.- Diagrama de flujo moderno**

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Adicionalmente conforme la normativa ASME, seguido se expone el diagrama de operaciones del proceso de los calderos económicos 16/24 con la automatización de la maquinaria:

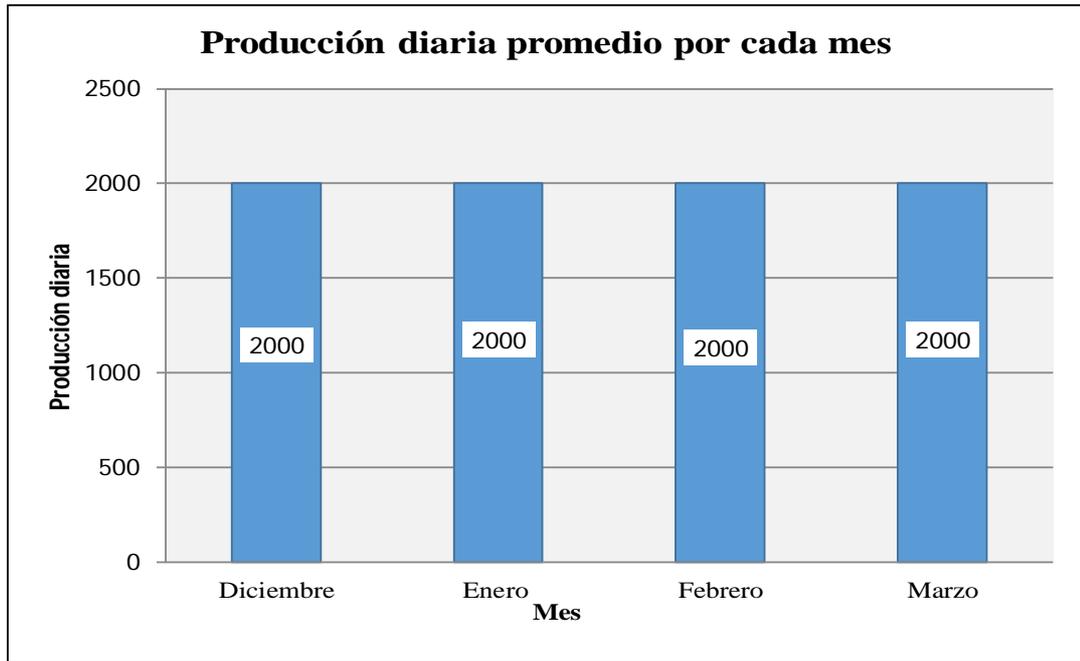
Cursograma analítico, calderos económicos									
Diagrama Num: 001		Hoja Núm 1 de 1		Resumen de productividad 2017-2018					
Objeto: Identificar los responsables de ejecutar cada operación y los tiempos estándar para cada actividad.		Actividad		Actual	Propuesta	Economía			
		Actividad:		Embutición		1	1		
Método: Actual/Propuesto		Conformado		1	3				
Lugar: UMCO DEL ECUADOR		Pulido, Brillado		3	2				
Operario (s):		Remachado y limpieza		3	1				
		Inspección		1					
Fecha:		# Operarios		9	7				
Compuesto por:		Costo							
Aprobado por:		- Mano de obra							
Fecha:		- Material							
		Total							
Descripción		Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo			Observaciones	
									
Almacenamiento de materia prima	Bodega	1	0	0					
Trasladar los discos al área de producción									
Engrasar discos									
Transportar discos a la prensa de embutido									
Centrar discos en la prensa									
Embutir caldero									
Esperar a que suba el pisador para sacar el									
Pasar calderos a la estación de conformado									
Corte de exceso									
Bordeado de caldero									
Pasar caldero al área de pulido y brillado									
Pulir y brillar									
Perforación de asas									
Remachado de asas									
Inspección de calderos									
Total									

**Figura 41.- Diagrama de operaciones**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

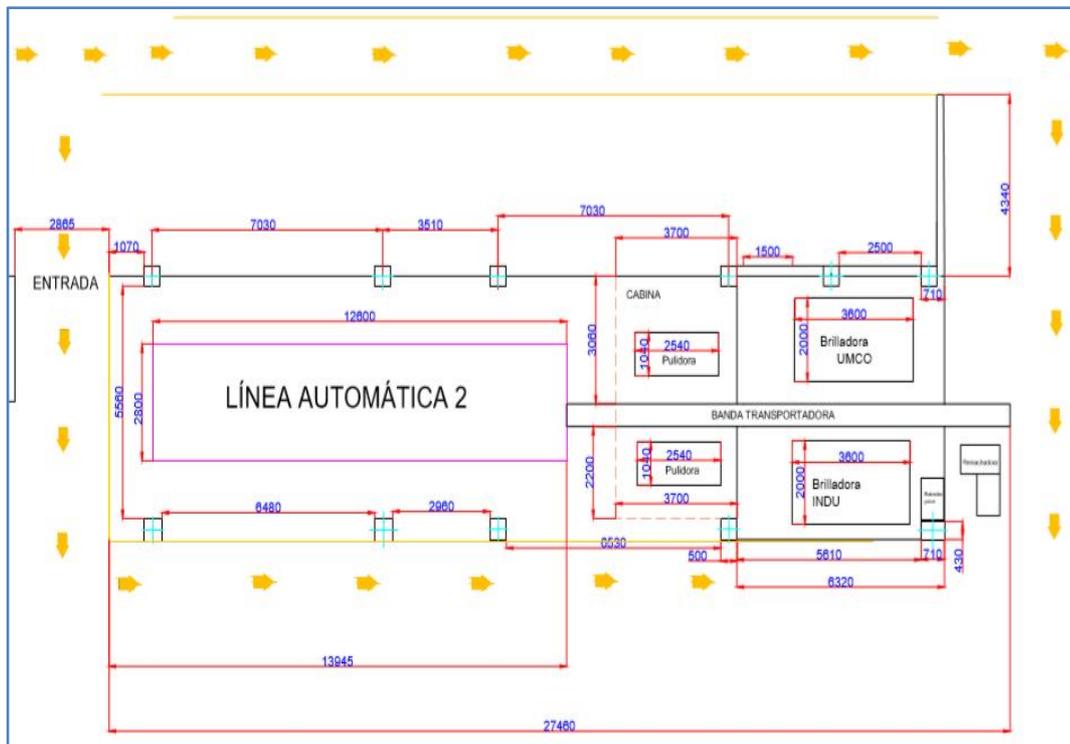
Además del diagrama de flujo y de operaciones a continuación se expone un gráfico estadístico de la producción diaria promedio proyectada para el plan propuesto:



**Figura 42.- Producción diaria promedio por mes**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador



**Figura 43.- Layout de la maquinaria línea automática**

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

### Costo de producción por unidad

Detallando los costos mensuales nuevos de la producción de calderos económicos, a continuación se establecen los valores de materia prima, energía eléctrica, servicios básicos y mano de obra por la producción de cada unidad con menor personal y número de horas extra reducidas, como referencia se toman las 42.000 unidades proyectadas:

**Tabla 27.-** Costos mensuales nuevos por unidad

Costos	Total [USD]
Materia prima	39.896,8
Energía eléctrica	650,50
Servicios básicos (agua, internet, teléfono, combustible)	933,61
Mano de obra (7 obreros)	5.600,00
Horas extras	0,00
<b>Costo total mensual</b>	<b>47.079,91</b>
<b>COSTO POR UNIDAD</b>	<b>1,12095</b>

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

#### Análisis

De la Tabla 27 se tiene que los costos totales para producir un caldero económico suma \$1,12095.

### Cálculo de la productividad con la nueva línea

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Productos}}{\text{Recursos utilizados}}$$

A continuación, se representan los parámetros seleccionados de la productividad mensual en el ítem de recursos utilizados para el cálculo según la fórmula expuesta:

La producción diaria = 2000 [U/día]

Costo de materia prima por unidad producida = 0,9499 [USD]

Número de trabajadores = 7

Costo de producción por unidad = 1,12095 [USD]

Adicionalmente, antes de deducir la productividad, se establece referencialmente el cálculo de la productividad con la nueva maquinaria:

$$\text{Productividad nueva} = \frac{\text{Productos conformes}}{\text{Costo total de unidades producidas}}$$

Los productos conformes corresponden al 90% de la producción total con la línea nueva de referencia de 42.000 [U].

$$\text{Productividad} = \frac{37.800}{1,12095 \cdot 42.000} \times 100$$

$$\text{Productividad} = 0,8028 \times 100$$

**Productividad nueva línea económica UMCO = 80,28**

Se presenta la producción de calderos económicos una vez puesta en pruebas la nueva línea, a continuación el cálculo de aumento de la productividad:

$$\% \text{ de aumento de la productividad} = \frac{(\text{Productividad final} - \text{productividad inicial})}{\text{productividad inicial}} * 100$$

Donde:

Productividad final: productividad proyectada con la nueva maquinaria = 80,28.

Productividad inicial: productividad promedio con la máquina antigua = 62,25  
capítulo 4.

$$\% \text{ de aumento de la productividad} = \frac{(80,28 - 62,25)}{62,25} * 100 = 28,10\%$$

**Porcentaje de aumento de la productividad con la nueva línea = 28,10%**

### **Impacto ambiental**

El plan de automatización es viable ambientalmente debido a que cumple con los requerimientos necesarios para minimizar el impacto que genera la producción de calderos proveniente de láminas de aluminio. Con la implementación de la nueva línea y al aumentar la eficiencia los productos no conformes disminuyen, por lo tanto se disminuyen reprocesos.

Además, el impacto ambiental de la propuesta es mínimo ya que UMCO cumple con las Ordenanzas Municipales en el manejo de residuos mediante gestores ambientales autorizados por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Quito asegurando una correcta disposición de los desechos reduciendo el impacto y cumpliendo con toda la normativa legal aplicable.

### **Impacto financiero**

Para desarrollar el análisis financiero a continuación se detalla el valor de inversión necesario en el plan de actualización de maquinaria en UMCO.

De la tabla siguiente, los ítems incluidos corresponden a equipos de procedencia China que fueron evaluados y comparados con maquinaria de otras dos empresas, una de procedencia Italiana y otra Alemana, pero por motivos de costo, espacio y capacidad productiva se seleccionan los siguientes dispositivos:

**Tabla 28.-** Inversión de la propuesta

Descripción	Cantidad	Valor [USD]	Total [USD]
Engrasadora nueva	1	32.000	32.000
Prensa de embutido automático	1	53.000	53.000
Brazos robóticos de ventosas para transporte	4	3.500	14.000
Área de conformado	1	79.000	79.000
Costo de operación anual	1	5.000	5.000
Adecuación del terreno	1	2.500	2.500
Gastos de instalación, ingeniería y mano de obra	1	6.000	6.000
Gastos generales (Hojas, copias, transporte, etc.)	1	1.000	1.000
<b>Total inversión [USD]</b>		<b>192.500,00</b>	

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

De la Tabla 28 se tiene que la inversión realizada para la puesta en marcha de la nueva línea es de \$192.500,00.

### **Mejoras económicas de la nueva línea en el incremento de la producción 2018 Vs 2017**

Determinando los ingresos que representa la incorporación de la nueva línea en UMCO, se elimina el valor de horas extra en la producción de calderos y el número de operarios de línea de 9 a 7 operarios. Al respecto conforme la implementación de la nueva línea de producción se produce unidades adicionales, lo que representa ganancia para la empresa, en este sentido económicamente se expresa de la siguiente manera:

Incremento producción = Costo de producción conforme (2018 - 2017)

Conforme la tabla no. 6 se tiene que el promedio de los 10 meses del año 2017 establecido es de 31.500 unidades de producto total y de producto conforme de 25.163, es decir el producto conforme corresponde aproximadamente el 80%. Por segunda instancia para la implementación la producción total proyectada del año

2018 se tienen 42.000 unidades y producto conforme de 37.800 unidades, es decir el 90% de producción es conforme, a continuación la tabla de precios por unidad de cada escenario:

**Tabla 29.-** Valores de productos

Escenarios de producción [U]	2017 Total	2017 Conforme	2018 Total	2018 Conforme
	31500	25163	42000	37800
Materia prima	29921,85	23902,33	39896	35906,22
Energía eléctrica	741,93	741,93	650,5	650,5
Servicios básicos	933,61	933,61	933,61	933,61
Mano de obra	7200	7200	5600	5600
Horas extras	1349,46	1349,46	0,00	0,00
Costo total mensual	40146,85	34127,33	47079,91	43090,33
<b>COSTO POR UNIDAD</b>	1,27450	1,59547	1,12095	1,24550*

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

Nota (\*): EL valor de 1,2455 [USD] de carácter menor para el 2018, se basa en el costo de unidad con la implementación de la propuesta con los productos conforme, la cual reduce personal, optimiza el proceso y analiza actividades para mitigar horas extra en UMCO conforme la tabla 27.

Costo de producción conforme = 2018 – 2017

Costo de producción conforme = 1,59547 - 1,24550 = 0,3499 [USD]

Ahorro (Utilidad) = 37.800 [U] x 12 [meses] x 0,3499 [USD]

**Ahorro total anual = 158.714,64 [USD/anales]**

### **Evaluación financiera de la propuesta**

Una vez seleccionada la propuesta es pertinente evaluar la viabilidad financiera de la misma, para esto se realiza los cálculos del Valor Neto Actual (VAN) y la Tasa

Interna de Retorno (TIR). Ambos conceptos se basan en la estimación de los flujos de caja que tenga la empresa basada en los ingresos que a obtener. En caso que el VAN sea mayor que cero, se asegura que el proyecto es rentable y si la TIR es alta, se dice que la inversión es rentable.

Debido a la rotación de personal la empresa invierte \$1.200 en capacitación para mantener un sistema de comprensión de la nueva maquinaria amplio para los obreros y evitar daños, adicionalmente se considera un 10% de los costos totales para mantenimiento de la planta debido al cambio de aceites, calibración de sensores, y mediciones de niveles que necesitan las máquinas automáticas. Finalmente, la gerencia estima que hay un 5% adicional en costos debido a imprevistos como accidentes y una depreciación de los equipos para 5 años.

Con lo expuesto, a continuación se presentan las fórmulas para calcular el VAN y el TIR para el análisis financiero de la propuesta:

$$VAN = -I + \frac{Q1}{(1+r)} + \frac{Q2}{(1+r)^2} + \frac{Q3}{(1+r)^3} \dots \dots$$

$$TIR: 0 = -I + \frac{Q1}{(1+TIR)} + \frac{Q2}{(1+TIR)^2} + \frac{Q3}{(1+TIR)^3} \dots \dots$$

Dónde:

I: Inversión Inicial

Q: Flujo de caja

r: Tasa de descuento seleccionada

Para el cálculo del valor actual neto (VAN) se aplica una tasa de descuento tomada con referencia del Banco Central del Ecuador para Pequeñas y Medianas empresas en el 2018 que es de 11,83% y para el caso de UMCO se toma la tasa de corte de 15% finalmente los datos de flujo de caja se toma de la Tabla 28 y 29.

Se toma la tasa de corte de 15%, debido a que según el Reglamento de la Superintendencia de Compañías del Ecuador, se considera mediana empresa a la que tiene al menos 250 empleados o su facturación anual no excede de los 50 millones. Por su parte, la pequeña empresa es aquella que cuenta con un número de trabajadores menor a 50 y su facturación anual no supera los 10 millones de dólares. UMCO posee alrededor de 210 trabajadores y ventas de 30 millones anuales en promedio.

A continuación el desarrollo financiero del VAN que esta ejecutado para 3 años:

$$VAN = -192.500 + \frac{158.714,64}{(1 + 0,15)} + \frac{158.714,64}{(1 + 0,15)^2} + \frac{158.714,64}{(1 + 0,15)^3}$$

$$VAN = \$11.636,30$$

Para el cálculo del TIR, se realiza a través de la tasa de interés seleccionada y se iguala el Valor Actual Neto tal que VAN=0.

A continuación se muestra la ecuación seguida para el TIR y la tabla del análisis financiero completo.

$$0 = -I + \frac{Q1}{(1 + TIR)} + \frac{Q2}{(1 + TIR)^2} + \frac{Q3}{(1 + TIR)^3}$$

**Tabla 30.- Análisis financiero**

<b>Año proyectado</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Inversión	-192500			
Mantenimiento (10%)		-19250	-19250	-19250
Capacitación		-1200	-1200	-1200
Imprevistos (5%)		-9625	-9625	-9625
Depreciación		-38500	-38500	-38500
(Ahorro)		158714,64	158714,64	158714,64
Margen utilidad	-192500	90139,64	90139,64	90139,64
<b>VAN</b>	<b>11.636,30</b>			
<b>TIR</b>	<b>19,15%</b>			

**Fuente:** UMCO

**Elaborado por:** Investigador

### **Análisis**

A través del análisis financiero realizado se tiene que Valor actual Neto (VAN) es de \$11.636,30 y la Tasa Interna de Retorno (TIR) de 19,15% para 3 años, se concluye que se tiene ambos indicadores mayores a 0 (>0), esto indica que el proyecto es viable y el período de recuperación de la inversión es de aproximadamente 2 años.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Mediante la implementación de la línea nueva de fabricación se reduce el tiempo de producción diario de calderos, de 8,5 horas a 7,5 horas efectivas de trabajo, además se tiene un incremento de calidad de producto conforme de 90% para la proyección del 2018 con respecto al indicador inicial del 80% del año 2017.
- Luego de realizar los cálculos y tomar nuevos datos de producción se determina que la productividad incrementó un 28,10% porque disminuye el costo de mano de obra de 9 a 7 operarios en línea y produce mayor cantidad de calderos de 1.500 [U/día] a 2.000, en consecuencia se define que las variables que afectaban la productividad de la empresa fueron la mano de obra y las horas extra.
- Se concluye que las variables más significativas de los indicadores financieros a través de la implementación del plan de actualización de maquinaria en UMCO son aceptables con un Valor Actual Neto de \$11.636,30 y una Tasa Interna de Retorno 19,15 %, con un tiempo de análisis de 3 años lo que hace la inversión altamente viable para la empresa.

### Recomendaciones

- Se recomienda capacitar de manera continua a los operarios sobre el uso de la maquinaria moderna, procesos de producción, seguridad industrial y temas de interés de la planta para favorecer el conocimiento interno de las operaciones de la empresa.
- Se sugiere realizar análisis periódicos a los trabajadores con el fin de cumplir de manera eficaz lo planificado en producción durante los periodos de mayor demanda en UMCO.
- Se recomienda monitorear el proceso productivo actualizado para proporcionar el seguimiento adecuado al uso de los recursos y al cumplimiento de pedidos en base a los clientes.

## BIBLIOGRAFÍA

Aquilano, C. (2015). *Administración y dirección de operaciones*. México: MacGraw Hill.

Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República de Ecuador*. Recuperado el 27 de Octubre de 2017, de [http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](http://www.asambleanacional.gov.ec/documentos/constitucion_de_bolsillo.pdf)

Asamblea Nacional . (29 de diciembre de 2010). *Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones*. Recuperado el 12 de agosto de 2017, de <http://www.puertodemanta.gob.ec/wp-content/uploads/2013/02/codigo-organico-de-la-produccion.pdf>

Àvalos, S., & Gonzales, K. (2013). *Propuesta de mejora en el proceso productivo de la línea de calzado de niño para incrementar la productividad de la empresa Bambini Shoes- Trujillo*. Recuperado el 17 de agosto de 2017, de <http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/6239/Avalos%20Vel%C3%A1squez%2C%20Sandra%20Lorena%20-%20Gonzales%20Vidal%2C%20Karen%20Paola.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bernal, A. A. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de producción para incremenentar la productividad en el proceso de fabricación de la línea de rollos de papel higiénico en la planta Tissue Ecuador*. Recuperado el 13 de agosto de 2017, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6612/1/TESIS%20INCREMENTO%20DE%20PRODUCTIVIDAD%20O%20SISTEMAS%20PRODUCTIVOS.pdf>

Budynash, R., & Nisbett, K. (2016). *Diseño en Ingeniería*. Mexico: Mc Graw Hill.

Chapman, S. (2014). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.

Craig, J. (2016). *Gestión de la producción industrial*. México: Mc Graw Hill.

Delgado, A. (2014). *El control interno en el departamento de producción y su incidencia en la productividad de la empresa FUNDIMECA S.A.* Recuperado el 16 de agosto de 2017, de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/21666/1/T2440i.pdf>

Dominguez, J. (2015). *Dirección de operaciones, aspectos tácticos y operativos en la producción y los servicios.* Madrid: Mc Graw Hill.

Freivalds, A., & Niebel, B. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel.* México : Mc Graw Hill.

INEC. (2014). *VDatos.* Recuperado el 14 de diciembre de 2017, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec//vdatos/>

INEN. (2014). *UTENSILIOS DE COCINA, RECIPIENTES DOMÉSTICOS UTILIZADOS SOBRE HORNILLAS, COCINAS O PLACAS DE CALENTAMIENTO. REQUISITOS Y MÉTODOS DE ENSAYO.* Recuperado el 15 de agosto de 2017, de <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/2851.pdf>

ISO 9001. (2015). *Sistema de Gestión de la Calidad.* Recuperado el 15 de octubre de 2017, de <http://www.americana.edu.co/barranquilla/archivos/calidad/Norma-ISO-9001-2015.pdf>

Magdiony, B. (2014). *Correlación Karl Pearson-Ecuación Lineal .* Recuperado el 16 de febrero de 2018, de [https://es.slideshare.net/magdiony\\_barceñas1979/coeficientes-de-correlacin-de-pearson-y-de-spermanxposicion](https://es.slideshare.net/magdiony_barceñas1979/coeficientes-de-correlacin-de-pearson-y-de-spermanxposicion)

Presidencia de la República. (13 de octubre de 2011). *Ley Orgánica de Regulación y Control de Mercado.* Recuperado el 10 de septiembre de 2017, de [http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_org7.pdf](http://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org7.pdf)

Revista Líderes. (2017). *Manufactura de calderos.* Obtenido de <http://www.revistalideres.ec/lideres/empresas-fabricantes-ollas-calculos.html>.

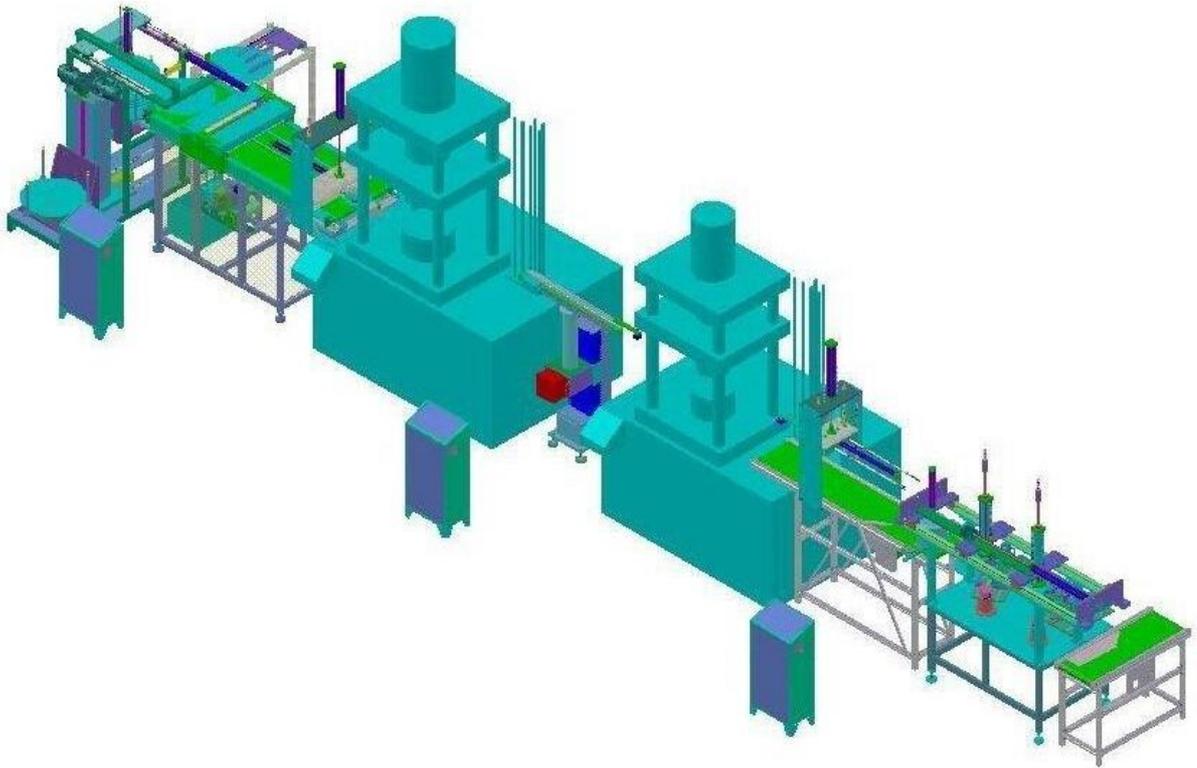
Royal Prestige. (2017). *Producción anual*. Recuperado el 15 de noviembre de 2017, de <https://www.royalprestige.com/>

Statista. (2017). *Ranking de los principales países productores de aluminio a nivel mundial*. Recuperado el 14 de enero de 2018, de <https://es.statista.com/estadisticas/635357/paises-lideres-en-la-produccion-de-aluminio-a-nivel-mundial/>

Taccone, N. (2014). *Procesos y procedimientos, definiciones y diferencias*. Quito: Ecuador.

## Anexos

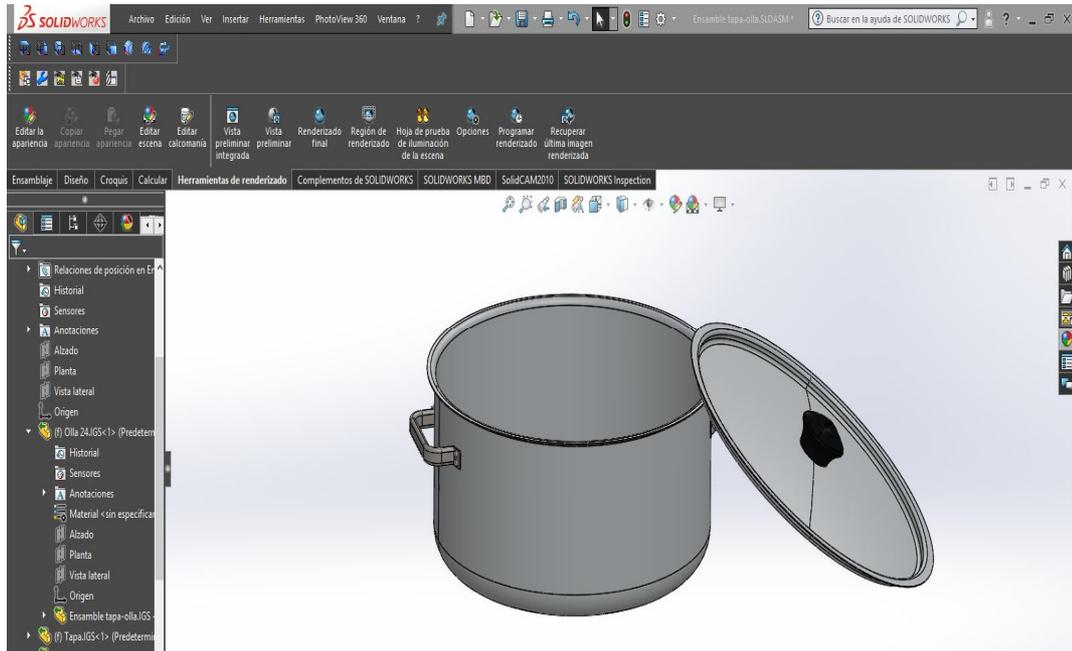
Anexo no. 1. Sistema automático diseñado para la línea económica



**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

## Anexo no. 2. Simulación en el diseño de calderos



**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador

Anexo no. 3. Productividad mensual

Productividad		Meses
61,8373		Enero
62,7123		Febrero
62,5378		Marzo
62,3132		Abril
63,7979		Mayo
63,3797		Junio
59,9915		Julio
61,7981		Agosto
60,2111		Septiembre
60,9777		Octubre
$\Sigma$	619,5566	Suma
M	61,96	Promedio

**Fuente:** UMCO S.A. (2018)

**Elaborado por:** Investigador