



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE
PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN**

Jorge Roberto Recinos Rodas

Asesorado por la Inga. Rocío Carolina Medina Galindo

Guatemala, octubre de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PIEZAS DE
ACERO DE ALTA PRECISIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JORGE ROBERTO RECINOS RODAS
ASESORADO POR LA INGA. ROCÍO MEDINA GALINDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León
EXAMINADORA	Inga. Nora Leonor Garcia Tobar
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha junio de 2014



Jorge Roberto Recinos Rodas

Guatemala 24 de Julio de 2017

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Director de Escuela Mecánica Industrial
Ing. Jose Francisco Gomez Rivera
Presente

Estimado Ingeniero:

Le envío un cordial saludo, deseándole éxito en todas sus actividades diarias. Cumpliendo con lo resuelto con la dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, he revisado y aprobado el trabajo de graduación: **TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN**, presentado por el estudiante: Jorge Roberto Recinos Rodas, con No. De identificación personal 2117 47157 0101 y con carné 2010 20417.

Sin otro particular,

Atentamente



Rocío Carolina Medina Galindo

Ingeniera Industrial

Colegiado No. 8957

Rocío Carolina Medina Galindo
Ingeniera Industrial
Cel. 8957



REF.REV.EMI.096.018

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado
**TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA
ELABORACIÓN DE PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN,**
presentado por el estudiante universitario **Jorge Roberto Recinos Rodas,**
apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Gerdy de León
Ingeniera Industrial
Colegiada No. 6953

Inga. Gerdy Larisa de León García
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, agosto de 2018.

/mgp



REF.DIR.EMI.145.018

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN**, presentado por el estudiante universitario **Jorge Roberto Recinos Rodas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Ing. Juan José Peralta Dardón
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2018.



/mgp



Ref. DTG.366.2018

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **TRAZABILIDAD DE UNA EMPRESA DEDICADA A LA ELABORACIÓN DE PIEZAS DE ACERO DE ALTA PRECISIÓN**, presentado por el estudiante universitario: Jorge Roberto Recinos Rodas, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, Octubre de 2018

/edr

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la oportunidad de estudiar en esta privilegiada universidad, para así poder retribuir con mis conocimientos al país.
Mis padres	Roberto Enrique Recinos Linares (q.e.p.d.) pero especialmente a mi madre Ana Margarita Rodas Rodas por ser un ejemplo de humanidad, trabajo y sacrificio que con mucho orgullo estoy dispuesto a seguir siempre.
Mis hermanas	Ana Patricia Recinos Rodas y Ana Lucia Recinos Rodas; por las personas en las cuales puedo buscar un consejo, apoyo y amor.
Mis abuelos	José Asunción Rodas López (q.e.p.d.), Rosa Gloria Rodas Piedra Santa (q.e.p.d.), Víctor Recinos Rivas, Natividad Linares por sus sabios consejos y su amor incondicional.
Mi familia	Tíos, primos y sobrinos, por su cariño y apoyo

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por formarme como profesional en esta casa de estudios.

Facultad de Ingeniería

Por abrirme sus puertas en una segunda ocasión y lograr licenciarme en dos ingenierías de primer nivel.

Ingeniera Rocío Medina

Por brindarme su apoyo a lo largo de la realización de este trabajo de graduación y su dedicación en el mismo.

**Empresa Precitec y
Sergio Linares**

Por abrir sus puertas y darme la oportunidad de elaborar mi trabajo de graduación basado en sus procesos.

**Mis amigos de la
Facultad**

A los que tuve la suerte de conocer en este proceso; por formar parte importante de mi vida, por dejarme enseñanzas y vivencias inolvidables.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES ACTUALES	1
1.1. Información general de empresa Precitec	1
1.1.1. Misión	1
1.1.2. Visión	1
1.1.3. Ubicación	2
1.1.4. Valores	3
1.2. Estructura organizacional	4
1.2.1. Organigrama.....	4
1.2.2. Productos y servicios comercializados	6
1.2.2.1. Productos.....	6
1.2.2.2. Servicios	6
1.2.3. Responsabilidades de la empresa.....	7
1.3. Equipo con el que cuenta Precitec y sus características	7
1.3.1. Brazo de alta precisión	7
1.3.2. Durómetro.....	9
1.3.3. Fresadora	10
1.3.4. Tornos	12
1.3.5. <i>Software</i>	13

1.3.5.1.	<i>PowerINSPECT</i>	13
1.3.5.2.	<i>Solid Edge</i>	14
1.3.5.3.	<i>FeatureCAM</i>	15
1.4.	Distribución de la planta	16
2.	SITUACIÓN ACTUAL	17
2.1.	Proceso de compra de materia prima	17
2.2.	Descripción del proceso de elaboración de piezas de alta precisión.....	20
2.3.	Análisis de la situación actual	25
2.3.1.	Verificación de puntos críticos de control	25
2.3.1.1.	Recepción de pieza de muestra	25
2.3.1.2.	Análisis del durómetro	26
2.3.1.3.	Rectificadora	26
2.4.	Proceso de documentación actual	26
2.4.1.	Recepción de materia prima.....	28
2.4.2.	Producción	29
2.4.3.	Empaque	30
2.4.4.	Distribución.....	31
2.5.	Análisis FODA.....	31
3.	PROPUESTA DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD.....	35
3.1.	Compromiso de la dirección.....	35
3.2.	Descripción de la trazabilidad	36
3.2.1.	Trazabilidad hacia atrás	37
3.2.2.	Trazabilidad de proceso	38
3.2.3.	Trazabilidad hacia delante.....	40
3.3.	Análisis de puntos críticos de control	42
3.3.1.	Proceso de producción.....	43

3.3.1.1.	Características del material de la pieza	43
3.3.1.2.	Características de la forma de la pieza	44
3.3.1.3.	Lenguaje de maquinaria	45
3.3.1.4.	Material procesado	45
3.3.2.	Empaque	46
3.3.3.	Almacenamiento	46
3.3.4.	Distribución	47
3.4.	Diseño de hojas de control	47
4.	IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD	53
4.1.	El papel de la trazabilidad.....	53
4.2.	Exposición del sistema de trazabilidad	54
4.3.	Asignación de hojas de control.....	56
4.4.	Desarrollo del sistema de trazabilidad	58
4.5.	Registro y control de documentación	59
4.6.	Formato y estructura del procedimiento	60
4.6.1.	Archivado y registrado	60
5.	SEGUIMIENTO	61
5.1.	Consideraciones de la implementación del sistema de trazabilidad	61
5.1.1.	Estructura general	63
5.1.2.	Procedimiento.....	63
5.2.	Control del sistema de trazabilidad.....	63
5.3.	Mejora continua	64
5.4.	Elaboración de acciones correctivas y preventivas	65
5.4.1.	Acciones preventivas.....	65

5.4.2.	Acciones correctivas	66
5.4.3.	Verificación de documentación.....	67
5.4.4.	Elaboración de informes.....	67
CONCLUSIONES		69
RECOMENDACIONES		71
BIBLIOGRAFÍA.....		73

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de Precitec.....	2
2.	Organigrama	5
3.	Brazo de alta precisión FARO GAGE.....	8
4.	Durómetro de Rockwell	9
5.	Fresadora VM2	10
6.	Torno ST-30	12
7.	Logo de <i>PowerINSPECT</i>	14
8.	Logo de <i>Solid Edge</i>	15
9.	Logo de <i>FeatureCAM</i>	16
10.	Diagrama de operaciones	19
11.	Diagrama de procesos	21
12.	Diagrama de recorrido.....	24
13.	Niveles de la trazabilidad	42
14.	Diagrama de procesos de horas requeridas por etapas.....	62

TABLAS

I.	Características del material de la pieza de muestra.....	48
II.	Características de la forma de la pieza	48
III.	Materia prima que se utilizará para la elaboración de la pieza.....	49
IV.	Lenguaje de maquinaria.....	49
V.	Pieza procesada	50
VI.	Proceso de empaque	50

VII.	Proceso de distribución.....	51
------	------------------------------	----

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
cm	Centímetro
Kgf	Kilogramos fuerza
KW	Kilo Watts
Mb	Megabytes
m	Metro
mm	Milímetro
Min	Minutos
Nm	Nanómetro
Pulg	Pulgada
Rpm	Revoluciones por minuto
3D	Tres dimensiones
USB	Universal Serial Bus

GLOSARIO

Aseguramiento de la calidad	Toda acción dirigida a proporcionar a los consumidores bienes y servicios de la calidad apropiada.
Auditoría	Es un análisis y evaluación de la efectividad de los controles internos, implantados en una unidad económica técnica o humana.
Calidad	Conjunto de cualidades que constituyen la manera de ser de una persona o cosa.
Empaque	Material cuya función es formar la envoltura y armazón de los paquetes.
Estándar	Es una regla establecida en una determinada empresa para caracterizar un producto, un método de trabajo, una cantidad de producción, etc.
Lote	Es un grupo de unidades de un producto fabricado en idénticas condiciones.
Trazabilidad	Documentación a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución de un producto procesado.

RESUMEN

El siguiente informe de graduación consta de una propuesta de implementación de un sistema de trazabilidad en una empresa, que se dedica a la producción de piezas de metal de alta precisión, en este se encuentra el diseño y la propuesta de la documentación en los procesos de Precitec, para tener un control y registro de todos los productos manufacturados y entregados. La metodología aplicada para el desarrollo de este proyecto fue basada en el análisis de la documentación y procesos establecidos originalmente. En el momento que se tiene todo el levantamiento de información de la situación actual, se procede a diseñar el sistema de trazabilidad enfocado en los procesos de la empresa, buscando siempre la eficiencia y practicidad en la misma.

La finalidad del informe es diseñar hojas de control de procesos aplicables al sistema de trazabilidad. Dicha herramienta será parte de la documentación designada como responsabilidad de uso de los trabajadores involucrados, en la que se recaudará la información de cada proceso de manera sencilla y efectiva para que facilite su posterior revisión.

Esta es una propuesta enfocada a la empresa Precitec y quedará en manos de la dirección la realización e implementación del sistema, en el día a día de su organización.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de trazabilidad para una empresa que realiza piezas de metal de alta precisión.

Específicos

1. Evaluar las características en infraestructura y maquinaria disponible de Precitec.
2. Realizar un análisis FODA de los procesos existentes de la empresa, para evaluarlos y así elegir el mejor tipo de trazabilidad.
3. Implementar el uso de hojas de control para el registro y control dentro de los procesos de Precitec, para que se pueda detectar dentro de los lotes de producción áreas de mejora o posibles fallas.
4. Elaborar una propuesta de un sistema de trazabilidad que permita recabar información desde la recepción de la materia prima, hasta la entrega al consumidor final.
5. Diseñar un plan de exposición del sistema de trazabilidad, resaltando las ventajas y beneficios del sistema, evitando la resistencia al cambio de parte de los colaboradores.

6. Diseñar una metodología para asignar responsables dentro de los colaboradores de la empresa, sobre los controles de documentación y registro del sistema de trazabilidad.
7. Identificar acciones preventivas y no correctivas como beneficio de la utilización del sistema de trazabilidad.

INTRODUCCIÓN

La industria guatemalteca hoy en día se encuentra en una situación caracterizada por la alta competencia y búsqueda de estandarización en los productos que ofrecen; esto lleva a implementar procesos cada vez más detallados y con el menor margen de error posible. Esto se consigue por medio de un sistema de trazabilidad el que rastrea el proceso de manufactura de un producto a través de su transformación desde materia prima inicial hasta alcanzar el producto final. Controlando éste proceso se pueden determinar variables críticas para la empresa como fechas de ingreso de materiales, fechas y líneas de producción, funcionamiento de maquinaria y condiciones de proceso. El fin de la trazabilidad es rastrear un producto desde su origen hasta que llega a manos del consumidor, garantizando su calidad.

Es de suma importancia para una empresa el contar con un sistema de trazabilidad de sus procesos, porque es un gran avance para la futura estandarización, siendo capaz de contar con la documentación controlada de los procesos realizados.

Con el objetivo de ampliar el mercado y las oportunidades de la empresa, el presente informe tiene el fin de diseñar una propuesta para la empresa Precitec, que se dedica a realizar piezas de alta precisión de acero, tomando en cuenta la situación actual, el planteamiento del problema, la propuesta final y el poder garantizar la calidad de los productos producidos.

El éxito de la implementación del sistema dentro de la empresa, depende del involucramiento y compromiso de todo el personal, tanto productivo como

directivo; brindándoles las herramientas necesarias para tener participación activa durante todo el proceso.

1. GENERALIDADES ACTUALES

La empresa Precitec es hermana de Proventsa, empresa que se ha caracterizado por mantenerse en competencia con empresas grandes que manejan aceros de diferentes tipos. Con el paso del tiempo la empresa Proventsa fue creciendo y encontrando nuevas necesidades como lo son el maquinado de precisión de piezas de acero, dando paso a la creación de Precitec con personal altamente calificado y alta calidad en herramientas y maquinado.

1.1. Información general de empresa *Precitec*

1.1.1. Misión

Solucionar las necesidades de maquinado de alta precisión utilizando tecnología avanzada en máquinas. Dichas máquinas serán operadas por un equipo de profesionales proactivos y apoyados por un sistema de calidad que asegure la satisfacción del cliente en tiempo y forma.

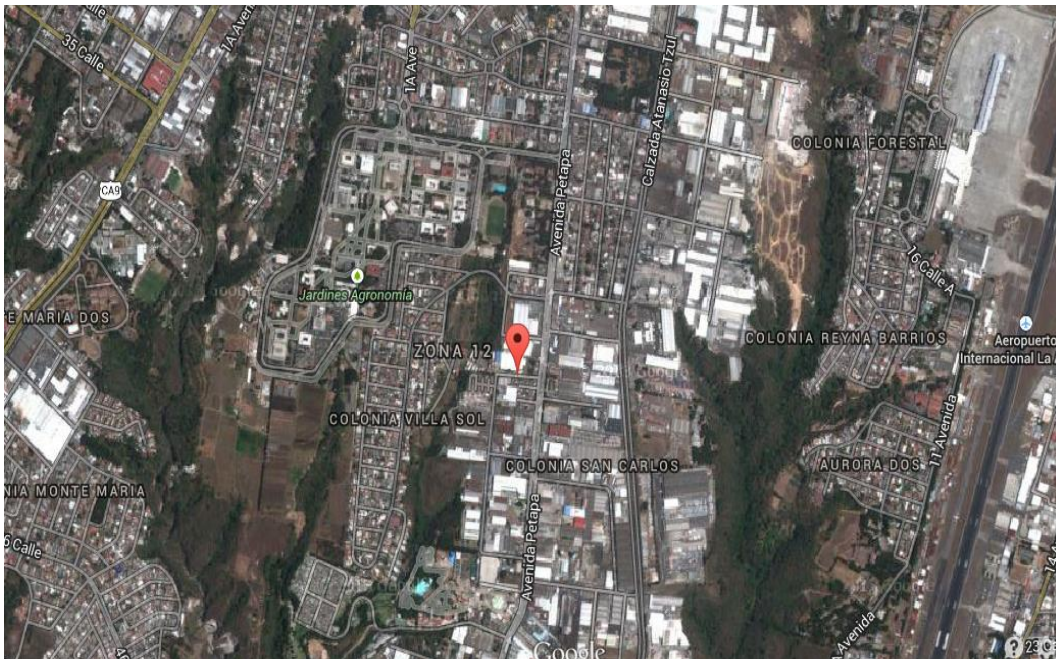
1.1.2. Visión

Ser una empresa líder en maquinados de alta precisión. Con una constante reinversión y empleo de prácticas de mejora continua que aseguran un crecimiento permanente y una estrecha relación con el cliente para lograr ser siempre su mejor opción.

1.1.3. Ubicación

Actualmente la empresa se encuentra ubicada en la avenida Petapa, 37 calle 19-37, zona 12 de la ciudad de Guatemala, siendo esta dirección su único acceso.

Figura 1. Ubicación de Precitec



Fuente: Google Maps.

1.1.4. Valores

Precitec, basa su éxito y determina el compromiso de sus asociados por medio de cinco valores claves que se deben vivir diariamente, no sólo dentro de la empresa sino fuera de ella. Estos valores han sido plasmados en el manual de funciones de la organización y se describen de la siguiente manera:

- **Honestidad:** se refiere a que todas y cada una de las actividades diarias que realicen los trabajadores, deben hacerse con absoluta transparencia. Es el valor más importante que deben tener los asociados que desean pertenecer y permanecer dentro de esta empresa.
- **Responsabilidad:** Cada persona que labore en Precitec, debe ser puntual y comprometido con las actividades que se le asignen, teniendo siempre por delante la calidad del producto y la satisfacción del cliente.
- **Solidaridad:** Todo colaborador debe ayudar a su compañero en el entendimiento y ejecución de los procesos y actividades de la empresa ya que es responsabilidad de todos, producir con los estándares de calidad más altos del mercado.
- **Respeto por los demás:** se refiere a que debemos aceptar a las personas que nos rodean tal y como son, con sus defectos y cualidades, que debemos tratar a los asociados de la misma forma que nos gusta que nos traten.
- **Compromiso:** Todos los colaboradores de Precitec, tienen la misión de a brindar el mejor servicio con las mejores herramientas, para los productos que estos deseen.

1.2. Estructura organizacional

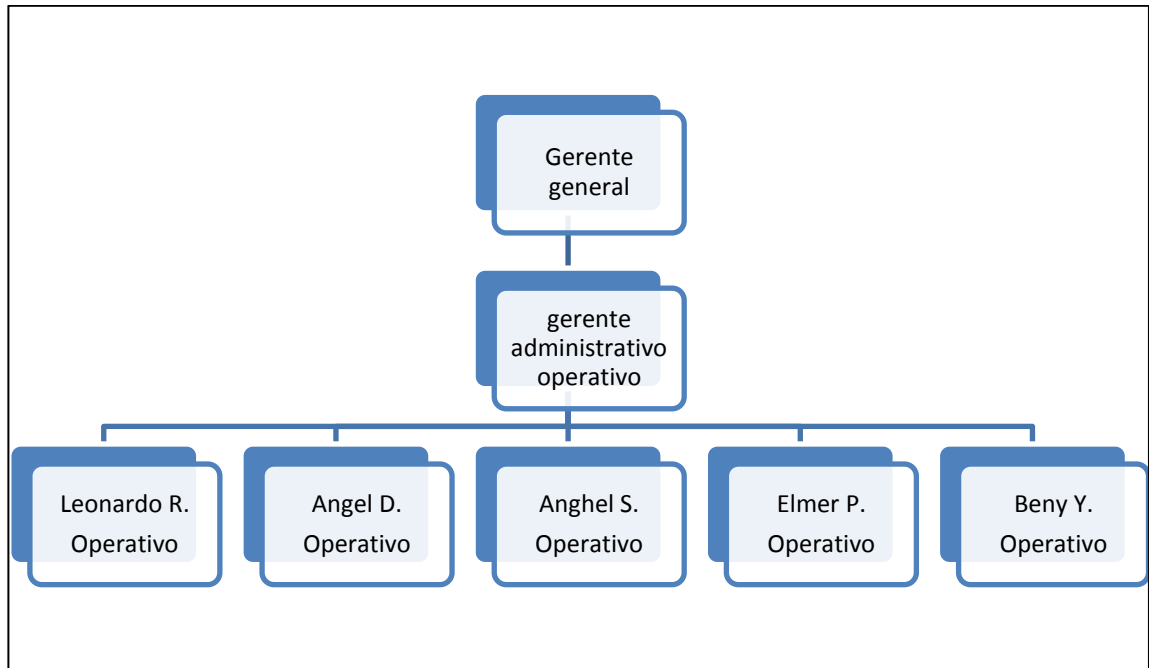
Precitec siempre se ha caracterizado por trabajar en grupos pequeños para mantener la unión entre los integrantes y una buena comunicación e interacción entre todos los niveles de la estructura organizacional.

Es por esto que se tienen tres niveles en la estructura, niveles que se encuentran muy bien definidos y simples. La estructura se verá a continuación.

1.2.1. Organigrama

Precitec se ve encabezada por el gerente general. En el segundo nivel del organigrama se encuentra el gerente administrativo y operativo y en el tercer nivel se encuentran los trabajadores del proceso productivo de la planta.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia.

- Gerente general: es el encargado del financiamiento de la empresa, el principal inversor y su función se basa en dar los recursos necesarios, para que la empresa este en constante funcionamiento y con el control de calidad idóneo.
- Gerente administrativo: recibe los recursos de la empresa como: materia prima, salarios, información, pedidos, etc. Además de **Operativo** as programaciones de los trabajos y asignar las actividades que cada operario realizara día con día.
- Operativos: estos trabajadores, se encargan de realizar los trabajos que son asignados desde la gerencia administrativa-operativa, los operarios

siempre se encuentran en constante capacitación, para brindar el mejor acabado a los productos que son demandados por los clientes.

1.2.2. Productos y servicios comercializados

Precitec es una empresa pionera en la fabricación de piezas de alta precisión, utilizando tecnología de punta garantizando los más altos estándares de calidad.

Se elaboran piezas de todos tamaños, desde las más simples hasta las más complejas, dependiendo de las necesidades de los clientes, este tipo de servicio evita el hecho de importar piezas de países como México, Estados Unidos y Brasil.

1.2.2.1. Productos

Piezas de toda clase de forma y tamaño, con diferentes tipos de acero, escaneo y mapeo de las piezas en formato digital, para elaboración de planos.

1.2.2.2. Servicios

Análisis de calidad de piezas de acero de alta precisión, asesoría profesional de piezas que satisfagan de mejor manera las necesidades de los clientes y entrega a domicilio.

1.2.3. Responsabilidades de la empresa

Tiene como responsabilidad, brindar piezas de acero con tratamiento variable dependiendo de las necesidades del cliente y con las medidas exactas que este demanda, además de contar con un ambiente amigable en el área de recepción y entrega de piezas y un servicio al cliente excelente.

La empresa se responsabiliza por cualquier falta a lo antes ofrecido, dando garantías por rangos de tiempo prolongados y dejando las puertas abiertas, para cualquier auditoría o ensayo de laboratorio a productos entregados.

1.3. Equipo con el que cuenta Precitec y sus características

Ofrece a sus clientes productos con tecnología de punta y óptimas condiciones para trabajar y elaborar las piezas que se demanden. Entre el equipo que hay en la empresa tenemos las siguientes: brazo de alta precisión, durómetro, fresadora, tornos y diferentes tipos de software.

1.3.1. Brazo de alta precisión

“FARO Gage están en primera línea en la industria de las Máquinas de Medición por Coordenadas (MMCs). Con su volumen de trabajo de 1,2 metros se colocan donde se necesitan, son totalmente portables, tridimensionales, no requieren mayor formación y ofrecen una excelente relación entre su costo y su efectividad.”¹

¹<http://www.directindustry.es/prod/faro-europe-gmbh-co-kg/brazos-medicion-3d-portatiles-21421-244182.html>. Consulta: julio de 2017.

Figura 3. **Brazo de alta precisión FARO GAGE**



Fuente: <http://www.maqcenter.com/es/productos/metrologia-y-medicion/faro-gage.html>.

Consulta: julio de 2017.

Entre las características más importantes de Faro Gage se pueden nombrar las siguientes:

- Volumen de trabajo de 1,2m. Un área de trabajo que cubre la medición en un gran rango de aplicaciones industriales y piezas manufacturadas.
- Sensores de sobrecarga en cada articulación y sensor de temperatura.
- Contrapeso interno: Facilita el manejo del brazo y evita la fatiga en su uso continuado.
- Amplia variedad de palpadores que le aseguran cualquier tipo de medición sobre su pieza.
- Batería para su uso portátil.
- Base de montaje universal con anillo roscado de 3,5".

1.3.2. Durómetro

El evaluador de dureza de Rockwell modelo 300 es el durómetro con el que cuenta Precitec, para realizar un análisis de las piezas de muestra y las que salen de producción para verificar su calidad.

Figura 4. Durómetro de Rockwell



Fuente: <http://www.labsupply.com.hk/Hardness%20Tester%20&%20Monitors%200001.htm>.

Consulta: julio de 2017.

Entre las características del durómetro *Rockwell* se pueden encontrar en su manual de equipo, las siguientes:

- Parámetros de dureza Rockwell A,B,C,D,E,F,G,H,K,L,M,P,R,S&V
- Pre-carga: 10kgf
- Carga total: 60kgf, 100kgf, 150kgf
- Norma de estandarización: ISO6508

- Dimensiones: 715mmx225mmx790mm
- Proceso de ensayo: automático

1.3.3. Fresadora

La máquina VM2 es una fresadora que trabaja de manera vertical en la fabricación de moldes, teniendo precisiones muy altas por ser un proceso automatizado y guiado por medio de su pantalla LCD, en la que se despliegan las coordenadas de las figuras que se desean elaborar en la misma.

Figura 5. **Fresadora VM2**



Fuente: http://int.haascnc.com/we_spec1.asp?intLanguageCode=1034&id=VM-2&sizeID=30_40INCH_VMC. Consulta: julio de 2017.

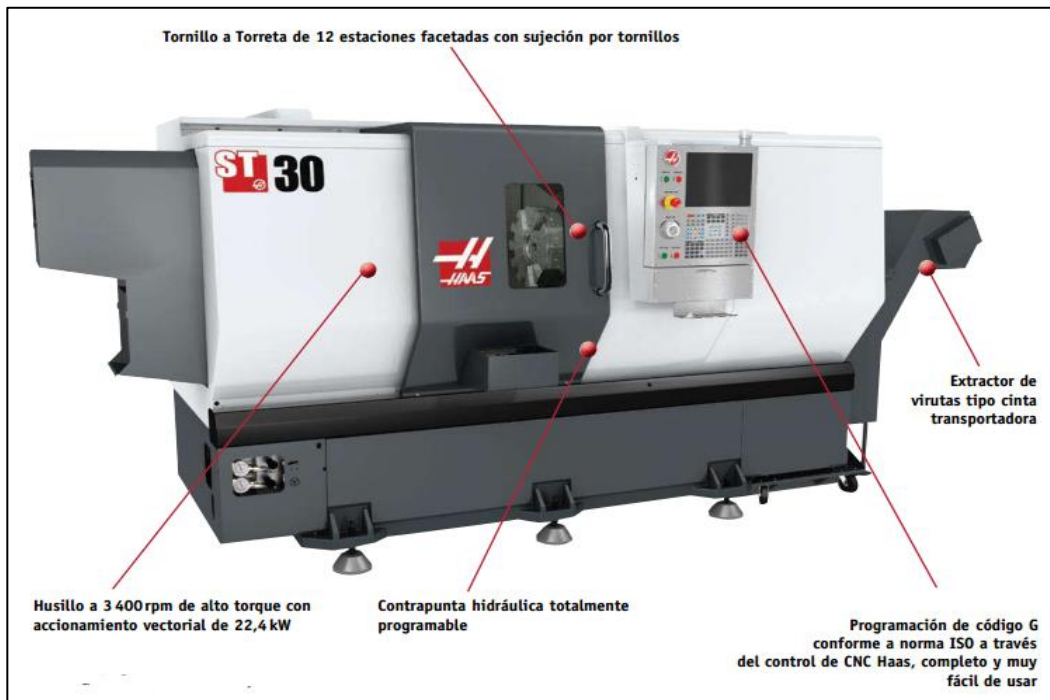
Entre las características de la fresadora, que se encuentran en su manual de equipo, se pueden nombrar las siguientes:

- Dimensiones: 30" x 20" x 30" (762x 508 x 508 mm)
- Cono ISO 40, de accionamiento vectorial de 30 hp (22,4 kW) con acoplamiento directo a 12.000 rpm.
- Cambiador de herramientas de montaje lateral de 24+1 posiciones, avances rápidos de 710 pulg. /min. (18 m/min.),
- Extractor de virutas automático de tornillo sin-fin, volante de avance en mando remoto.
- Pistola de aire automática
- Mecanizado de alta velocidad
- Ethernet
- Macros
- Escalado y rotación de coordenadas
- Boquilla de refrigerante programable
- Módulo de detección de fallo de potencia, memoria de programación de 750 MB
- Monitor LCD de color de 15"
- Puerto USB, llave para bloquear la memoria
- Roscado rígido y sistema de refrigeración por inmersión de 55 galones (208 litros).

1.3.4. Tornos

“El Haas ST-30 es un centro de torneado de alto rendimiento y alto torque elevado que se ha diseñado de principio a fin para ofrecer capacidad de corte intensivo, rigidez extrema y gran estabilidad térmica. La máquina tiene un husillo de 22,4kW que gira a 3400rpm y proporciona 373Nm de torque de corte a 700rpm. Para las tareas de mecanizado intensivo, está disponible una caja de engranajes opcional que proporciona un par de corte de 1139Nm a 200rpm”²

Figura 6. Torno ST-30



Fuente: SERIE ESPECIAL, TORNO CNC HAAS ST-30. *Instructivo de funcionamiento*. p.1.

Consulta: julio de 2017

² SERIE ESPECIAL, TORNO CNC HAAS ST-30. *Instructivo de funcionamiento* p. 1.

Entre las características del torno que se encuentran en su manual de equipo, se pueden nombrar las siguientes:

- Doble accionamiento vectorial de 22,4Kw
- Husillo a 3 400rpm de par elevado
- Sistema de plato hidráulico de 254mm
- Monitor de color LCD de 38cm con puerto USB
- Memoria ampliada de 1MB para los programas
- Roscado rígido
- Control Haas muy fácil de usar
- Programación de código G conforme a norma ISO

1.3.5. *Software*

1.3.5.1. *PowerINSPECT*

PowerINSPECT está firmemente establecido como el líder en software para metrología independiente del hardware del mundo. Combina la habilidad de trabajar con cualquier tipo de dispositivo con un rango completo de rutinas de inspección para tomar simples mediciones, inspección de características geométricas y analizar superficies 3D complejas. La flexibilidad de este software tiene las siguientes características:

- Se puede usar en un amplio rango de dispositivos de inspección portátiles, manuales y máquinas de control numérico y máquinas herramienta.

- Proporciona una solución de programa simple para un amplio rango de equipos de inspección, reduciendo el coste de aprendizaje y aumentando la flexibilidad.
- La inspección de secuencias se puede transferir entre diferentes dispositivos de inspección, minimizando los cuellos de botella en la inspección.

Figura 7. **Logo de *PowerINSPECT***



Fuente: <http://www.powerinspect.com/es/overview/index.asp>. Consulta: julio de 2 017.

1.3.5.2. *Solid Edge*

Solid Edge es un programa parametrizado de diseño asistido por computadora para piezas tridimensionales, se utiliza para el modelado de piezas de distintos materiales, doblado de chapas, ensamble de piezas, soldaduras, funciones de dibujo en plano para ingenieros entre otros.

Figura 8. ***Logo de Solid Edge***



Fuente: <http://ranlydesign.com/services>. Consulta: julio de 2017.

1.3.5.3. *FeatureCAM*

Mediante la programación de piezas basadas en figuras en el modelo CAD, FeatureCAM racionaliza el mecanizado y facilita la creación y edición de piezas, además proporciona reconocimiento manual e interactivo de figuras es automático. Entre las características más importantes se pueden encontrar:

- Maximiza las tasas de eliminación de metal, ayudando a fabricar piezas más rápido.
- Mantiene la carga del corte constante, incrementando la vida de la herramienta.
- Minimiza los cambios repentinos en la dirección del corte, previniendo la rotura de la herramienta y el daño a la pieza.
- Produce piezas con una calidad excelente de acabado de superficie, eliminando el acabado a mano.

Figura 9. **Logo de *FeatureCAM***



Fuente: http://en.wikipedia.org/wiki/File:FeatureCAM_Logo.jpg. Consulta: julio de 2027.

1.4. Distribución de la planta

La planta de producción de Precitec se encuentra distribuida por producto. Se elaboró este tipo de distribución para la planta, porque luego de analizar la situación, se notó que el producto es el que tiene que ser transportado por la línea de producción, ya que son piezas de tamaño pequeño y se facilita su transporte.

- **Ventajas**
 - Manejo de materiales reducido
 - Escasa existencia de trabajos en curso
 - Mínimos tiempos de fabricación
 - Simplificación de sistemas de planificación y control de producción
 - Simplificación de tareas

- **Desventajas**
 - Ausencia de flexibilidad en el proceso
 - Escasa flexibilidad en los tiempos de fabricación
 - Inversión muy elevada
 - Trabajos muy monótonos

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Proceso de compra de materia prima

Precitec por ser empresa hermana de Proventsa, tiene a su disposición diferentes tipos de acero y con ayuda de esta, hasta se pueden realizar pedidos de acero con tratamientos especiales.

El proceso para solicitar dicha materia prima solo se basa en revisar los inventarios de Proventsa y verificar si se da abasto con lo que los clientes demandan, si esto cumple, toman la cantidad de acero que necesitan y Proventsa se encarga de realizar un reabastecimiento de sus inventarios, con base a un número óptimo que deben manejar.

Este tipo de metodología da paso a que se generen ciertos mal entendidos con material faltante o sobrante de cada proceso, y con esto un ambiente de desorden y confusión entre los trabajadores.

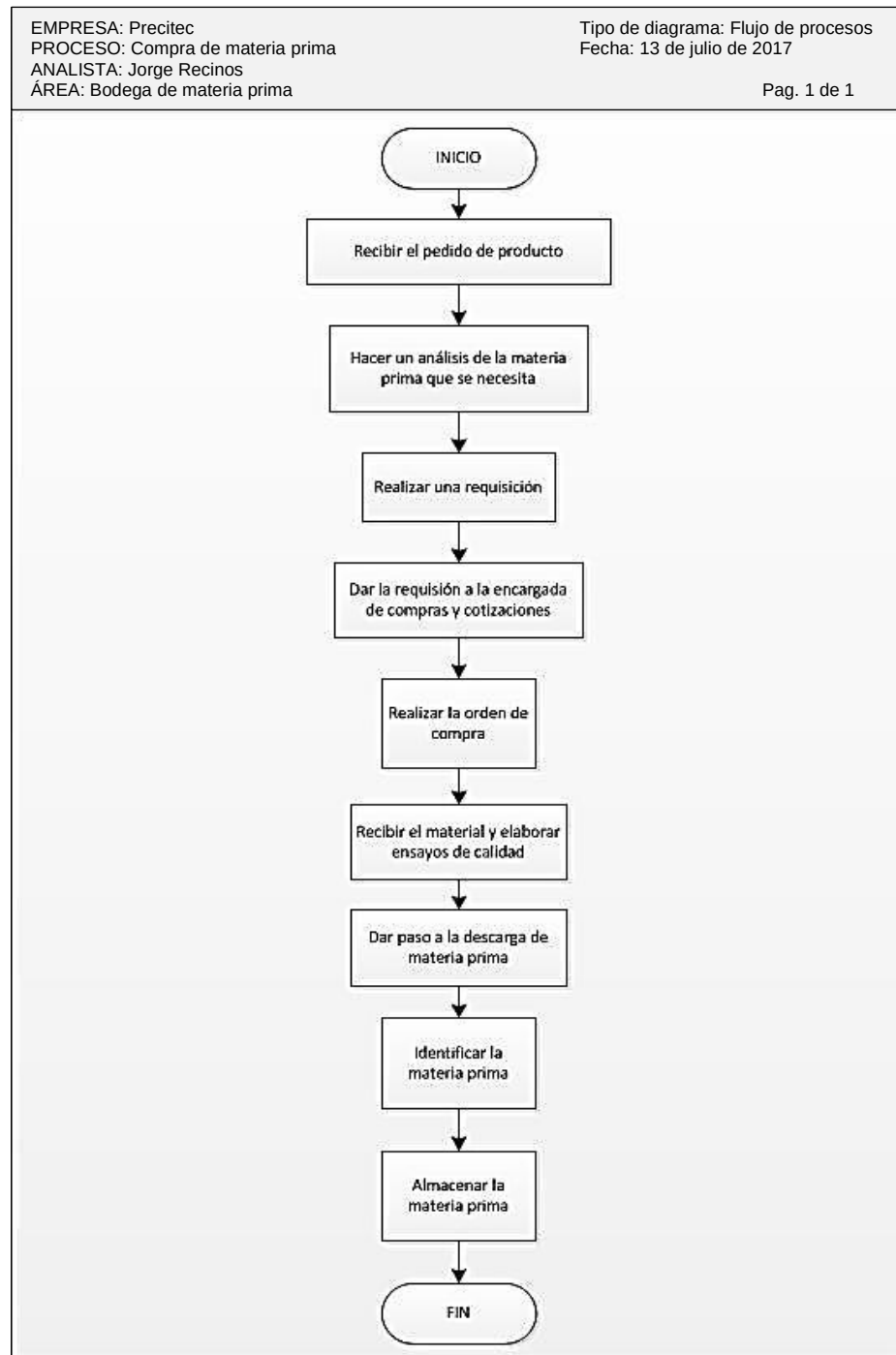
Si en todo caso Proventsa no pudiera brindar el material que se necesita por alguna razón, se acude a los proveedores que tiene Precitec se realiza el siguiente procedimiento.

Para cada materia prima se dispone de un proveedor, que debe cumplir con los parámetros de calidad de la empresa y debe pasar, la selección del gerente operativo en compañía del gerente general para ver el:

- Cumplimiento de estándares de calidad
- Tiempo de entrega
- Costos

En la siguiente página se detalla el diagrama de operaciones de la empresa.

Figura 10. Diagrama de operaciones



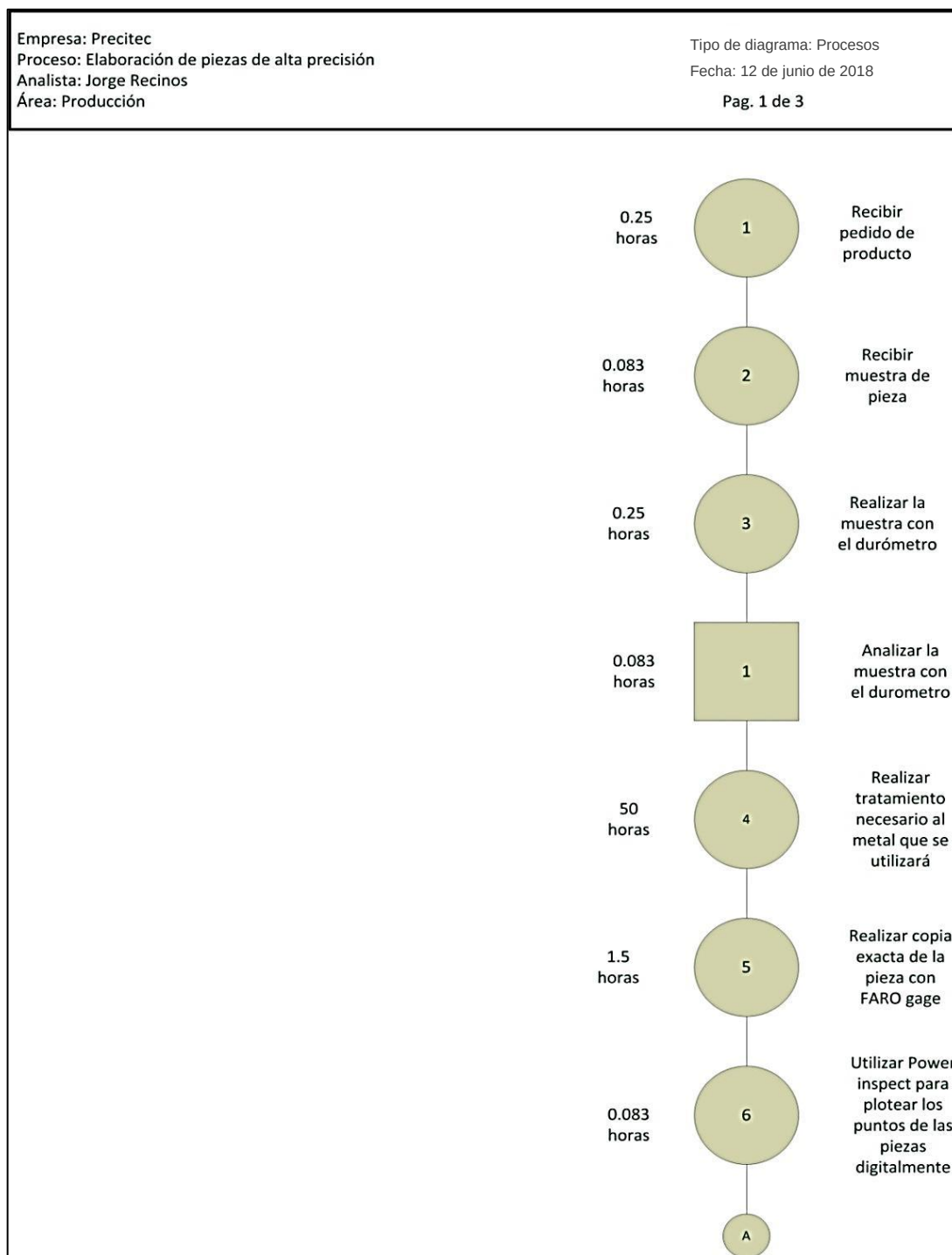
Fuente: elaboración propia.

2.2. Descripción del proceso de elaboración de piezas de alta precisión

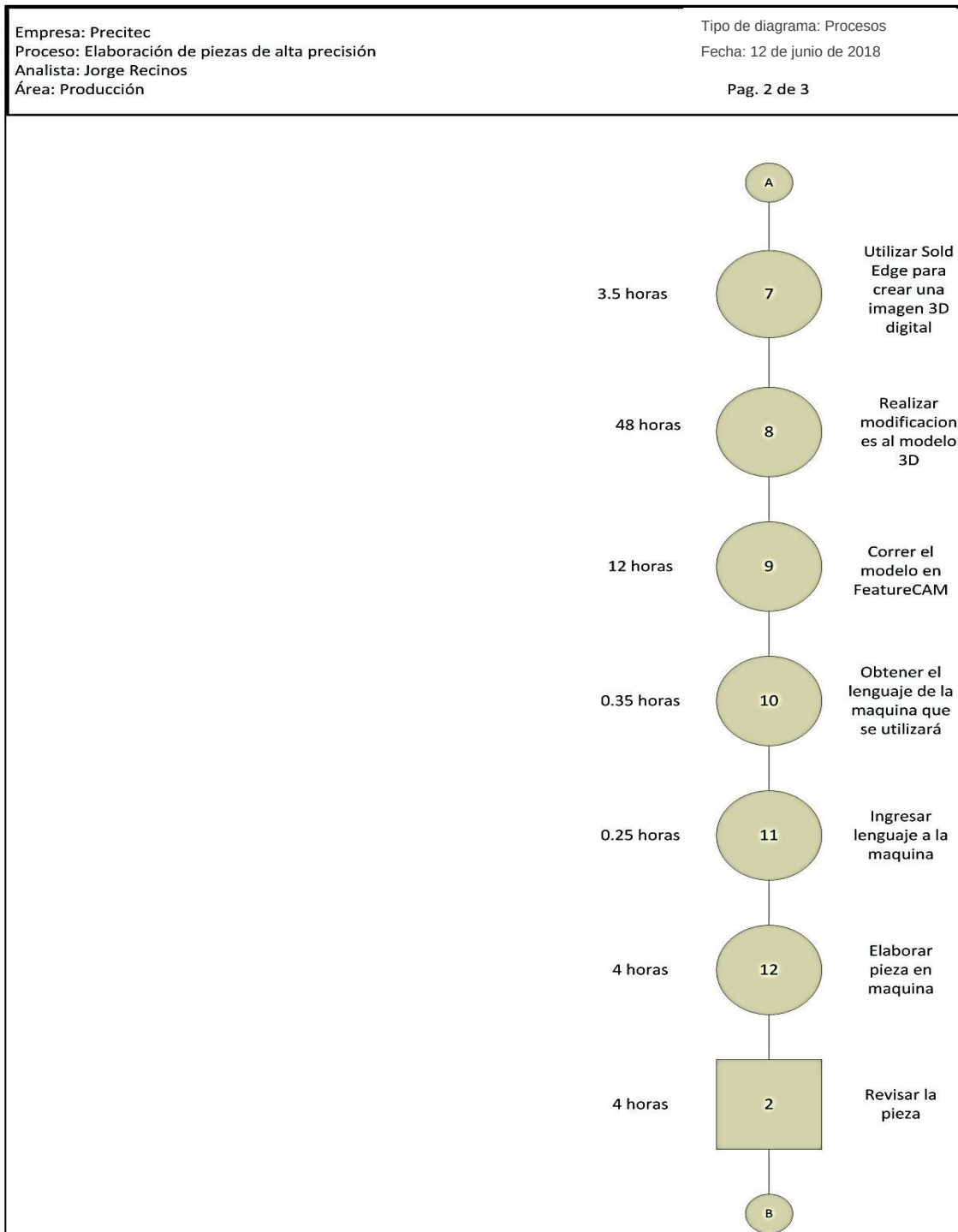
El proceso de elaboración de piezas de alta precisión es regularmente sencillo y siguen un procedimiento detallado para asegurar la calidad de sus productos terminados.

A continuación se encuentra el diagrama de procesos que define paso a paso la elaboración de la pieza requerida, y un diagrama de recorrido que simula flujo de producción hasta llegar al producto final.

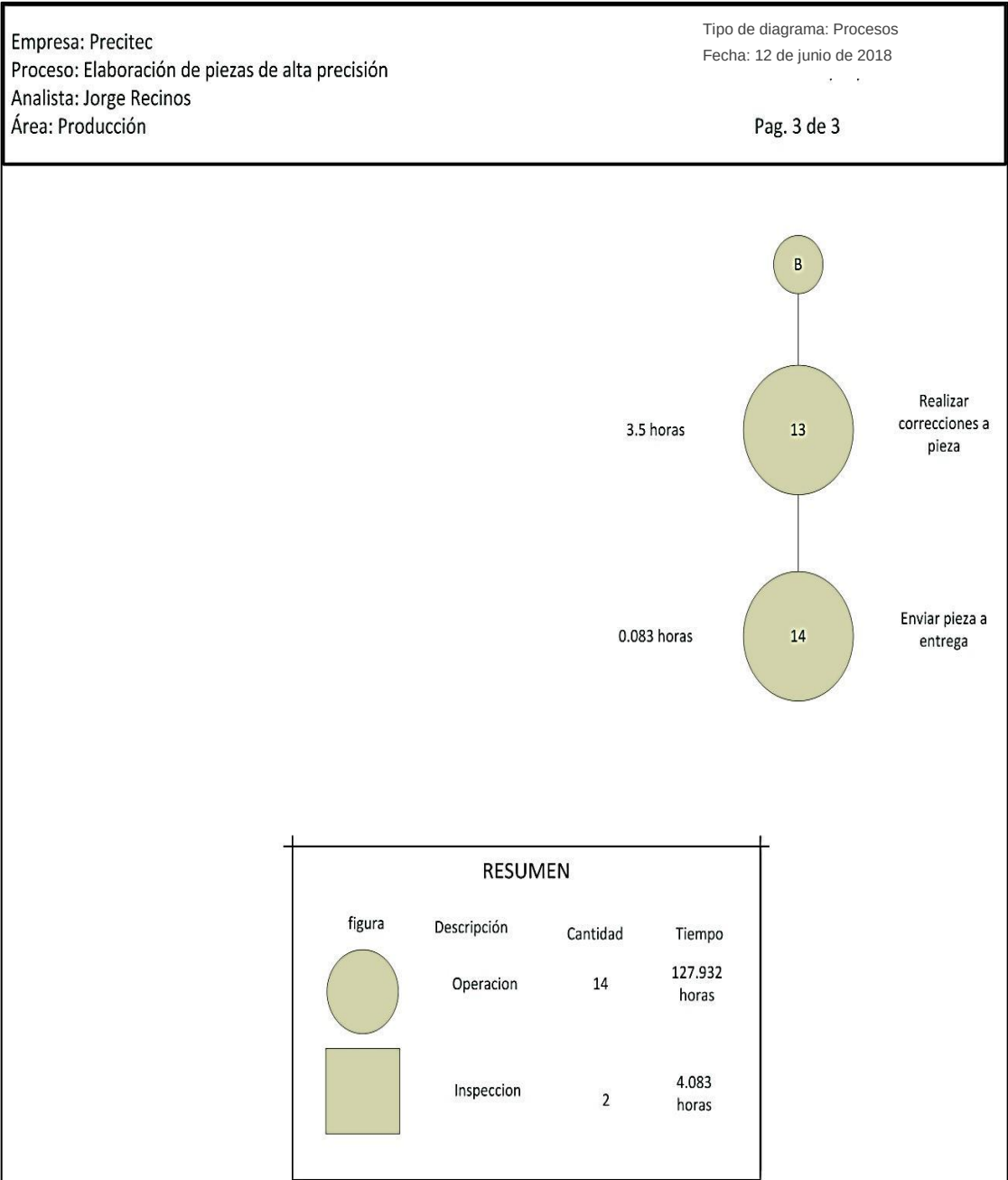
Figura 11. Diagrama de procesos



Continuación de la figura 11.

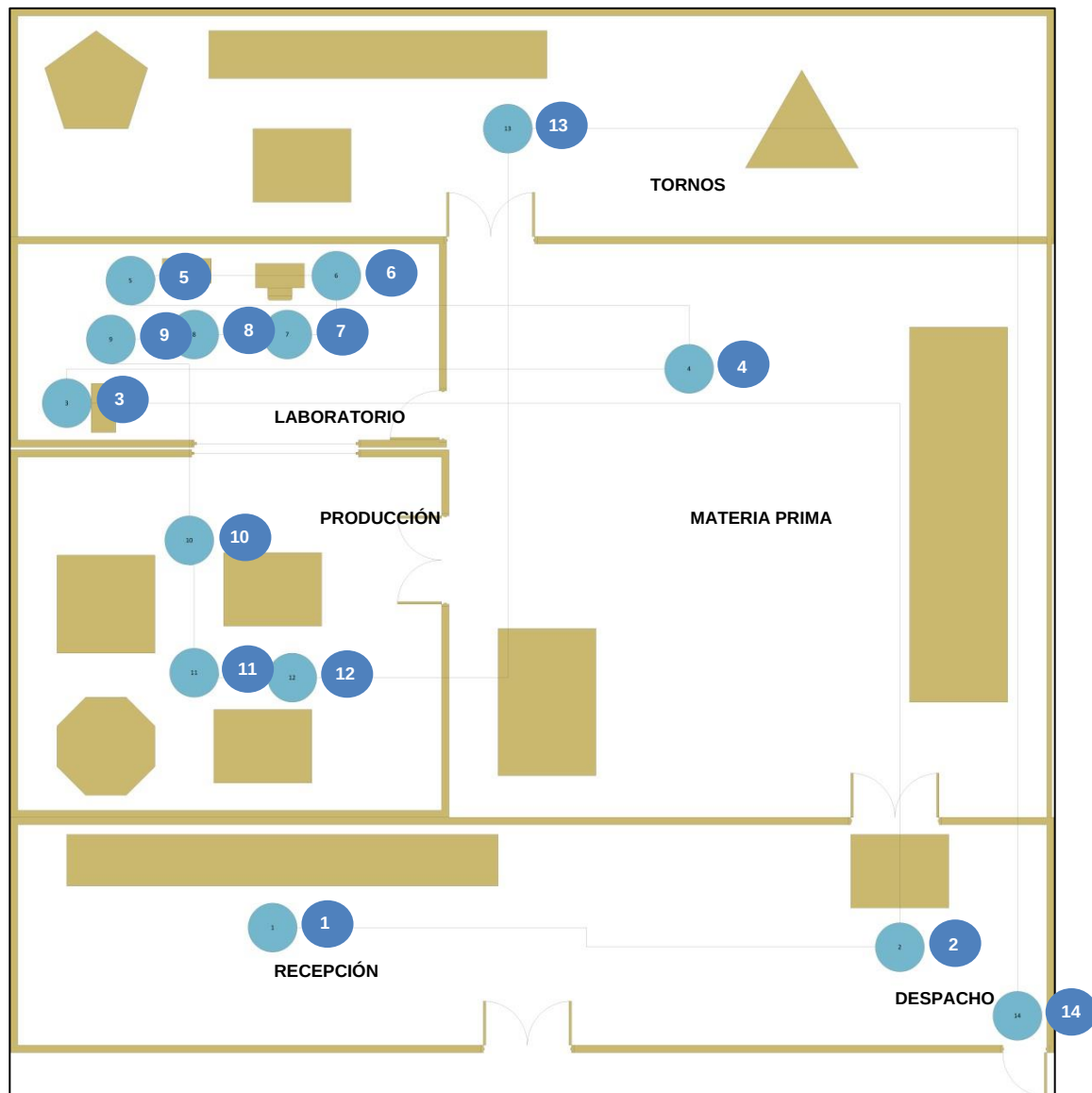


Continuación de la figura 11.



Fuente: elaboración propia

Figura 12. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

2.3. Análisis de la situación actual

Se efectuará una investigación de la forma en cómo se realiza el proceso de elaboración de piezas de alta precisión, puntos críticos de control y documentación que se utiliza, para poder analizar y encontrar mejoras en la situación actual y además, contribuir con el procedimiento del sistema de trazabilidad.

2.3.1. Verificación de puntos críticos de control

En el área de producción y entrega de piezas de alta precisión, tienen establecidos ciertos puntos críticos de control, con el fin de evitar mal formaciones en las piezas o alguna rugosidad indeseable.

En el departamento de producción se tienen identificados tres puntos críticos de control. El personal conoce estos puntos y trata de realizarlos con la mayor precaución y atención posible, para no dejar ningún riesgo en la producción.

2.3.1.1. Recepción de pieza de muestra

La recepción de esta pieza es importante para llevar control del producto, esta dará las dimensiones, cualidades y formas que deberán ser elaboradas por las máquinas de Precitec.

Las dimensiones de estas piezas deben ser exactamente iguales a las del producto terminado que se entrega al cliente, que por cuestiones de ensamble y funcionamiento estas no deben variar.

2.3.1.2. Análisis del durómetro

Este punto crítico de control es el que se analiza en el durómetro, en este proceso se realiza un análisis con la maquina descrita en el capítulo anterior, esta da la información sobre las cualidades de la pieza de muestra que fue dada en recepción.

Es importante este punto porque en ciertas máquinas, las piezas son sometidas a temperaturas muy altas, y pueden ser dañadas si estas no están previamente tratadas con algún método térmico, químico o físico.

2.3.1.3. Rectificadora

En el momento que las máquinas elaboran las piezas, quedan restos de viruta en ellas o quedan partes irregulares por errores humanos, se hace una comparación minuciosa con la pieza de muestra, y con la rectificadora se dan los detalles finales a la pieza, como quitarle áreas rugosas, y dejar acabados limpios.

2.4. Proceso de documentación actual

La documentación de todos los procesos que se realizan en una empresa es de suma importancia, porque en el momento que se necesite revisar dicha información, este a la disposición de una manera clara y detallada para resolver la situación por la que fue solicitada.

En algunos casos se generan algunas desviaciones en el proceso productivo y es por esto que la documentación juega un papel importante hoy en día.

La documentación se llena manualmente por los empleados de la empresa y ésta es ingresada al sistema de Precitec para mantenerla almacenada durante 2 años o más si es necesario.

El aporte extra que da la acción de documentar los procesos es que se tiene a la disposición historiales de piezas que se elaboran en Precitec y por esto se puede contar con una base de datos que de las características de las piezas que se piden con más frecuencia, sin necesidad de tener que almacenar gran cantidad de muestras.

Por medio de la papelería del proceso productivo, se puede dar solución inmediata a las diferentes inquietudes que plantean los clientes.

Los beneficios que resultan de la documentación de procesos son:

- Incrementar la eficacia y eficiencia
- Reducir costos
- Mejorar la calidad
- Reducir tiempos

La importancia de la documentación del proceso productivo radica en que permite:

- Disponer de un historial completo y detallado de las operaciones y del producto elaborado en la empresa.
- Incrementar la calidad del proceso y del producto.
- Evaluar el proceso y eliminar actividades que no agregan valor.
- Relaciones comerciales con compañías del exterior.
- Realizar mejoras continuas al mismo.

Precitec no cuenta con un sistema de trazabilidad, por esto se debe considerar cierto procedimiento que permitirá la fácil obtención de información y con esta, documentación del proceso productivo. Se debe tener claro lo siguiente:

- Definición del modelo de trazabilidad
- Capacitación y entrenamiento al personal involucrado
- Proyecto piloto
- Puesta en marcha de los diferentes formatos que conformarán el sistema de trazabilidad.
- Evaluación del sistema de trazabilidad.

En la actualidad la empresa carece de un sistema que permita enlazar toda la información, relacionada con un producto específico y que facilite identificar de forma rápida las operaciones que se han ejecutado en cada una de las etapas de producción, empaque y distribución. Por lo anterior, se procederá a ejecutar una evaluación de las actividades efectuadas en los distintos departamentos, a fin de determinar la forma de llevar a cabo la documentación.

2.4.1. Recepción de materia prima

Precitec cuenta con una base de datos de materia prima elaborada en Excel, compartida por medio de la red interna con su empresa hermana Proventsa, esto le facilita la materia prima en gran manera, ya que no hace falta más que un vale firmado por el gerente general para utilizar la materia prima que necesite, luego de esto se hace un estudio del faltante y se hace una orden de compra para poder re abastecer el stock de materia prima de Proventsa.

Por lo que se puede analizar Precitec no cuenta con un almacenaje de materia prima propio y tampoco se ha visto necesitado de tenerlo, porque Proventsa realiza todos los procedimientos y papeleos de recepción de materia prima, para luego facilitárselos a Precitec.

2.4.2. Producción

En el proceso de producción de Precitec se pueden encontrar varias etapas por las que atraviesa la pieza y con esto va dejando cierta documentación, que ayuda a ver de manera detallada las características de la pieza. Los formatos que se utilizan en el área de producción, contienen información relacionada con:

- Características del material de la pieza
 - Color
 - Tratamiento
 - Tipo de acero
 - Dureza
 - Pureza

- Características de la forma de la pieza
 - Dimensiones de la pieza
 - Peso
 - Aristas
 - Diseño
 - Función
 - Diámetro del disco

- Nombre de quien recibió la pieza
- Fecha de recibo
- Lenguaje de maquinaria
 - Fecha de ingreso
 - Cantidad de piezas a elaborar
 - Material que se utilizará
 - Tratamiento que se utilizará
 - Máquina a la que se le ingresará el código
 - Código
- Material procesado
 - Peso de pieza
 - Dimensiones
 - Aristas
 - Rugosidad
 - Imperfecciones

2.4.3. Empaque

Por el momento la empresa no cuenta con empaque para las piezas, solo envuelven la pieza en cartón y plástico, para cuidar la integridad de la pieza. Este cartón va identificado con una hoja membretada con el nombre de la empresa que solicito la pieza y el logo de Precitec.

2.4.4. Distribución

La documentación de distribución de piezas terminadas se realizan en el momento en el que la pieza llega a el área de entrega, esta hoja es llenada a mano por el encargado de distribución y posee los siguientes campos:

- Cantidad de piezas
- Tipo de pieza
- Empresa destino
- Fecha de recepción
- Fecha de entrega
- Proceso utilizado
- Peso
- Dimensiones

2.5. Análisis FODA

El análisis FODA se llevará a cabo a partir de los datos obtenidos durante el levantamiento de información de la empresa. Este análisis dará la base para el diagnóstico de la misma.

- Fortalezas
 - Profesionales a cargo de la alta dirección con experiencia y competencias de calidad.
 - Conocimiento amplio en el mercado.
 - Recurso humano comprometido con su organización.
 - Maquinaria con alta precisión para la realización de las piezas.

- Estrategia enfocada en la búsqueda constante de ampliar el mercado por medio de nuevos clientes.
- Conocimiento de los requerimientos del cliente por medio de formatos de solicitud y encuestas post venta.
- Debilidades
 - Mala definición de responsabilidades dentro de los participantes de la organización.
 - Falta de registro de procedimientos propios para el aseguramiento de la calidad de sus productos.
 - Falta de programas para alcanzar objetivos.
 - Falta de capacitación al personal.
- Oportunidades
 - Amplio mercado sin captar, incrementar participación y atracción de clientes nuevos.
 - Implementación de un sistema de trazabilidad para documentar todos los procesos de la empresa.
 - Reducción en fallas de producción, realizando acciones preventivas.
- Amenazas
 - Empresas con mayor capacidad cuentan con un sistema de calidad y trazabilidad implementado, disminuyendo de esta manera sus errores en producción.
 - Resistencia al cambio de parte de los colaboradores de Precitec.

2.1. Diagnóstico de los análisis y resultados

Con base al levantamiento efectuado y los análisis implementados se puede concluir, que la empresa Precitec no cuenta con un sistema de documentación de procesos, que permita rastrear posibles fallas en la producción y no se pueden detectar las áreas de mejora dentro de la misma.

La empresa posee bastantes oportunidades de mejora en relación a las amenazas que pudiese enfrentar, a su vez cuenta con fortalezas, recurso humano capacitado, maquinaria ideal para la producción y el compromiso de la dirección de la empresa, para poder implementar un sistema óptimo de trazabilidad.

3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD

3.1. Compromiso de la dirección

La dirección se responsabiliza de conseguir los más altos estándares de competitividad de cada área en la empresa, debe existir un compromiso firme en el desarrollo e implementación del sistema de trazabilidad, para que este sea aplicado de manera exitosa.

Todas las áreas del departamento de producción deberán recopilar información sobre materia prima y procesos que formen parte de las actividades que estén bajo su control, por esto se debe implementar algún personal encargado de esto, para que la trazabilidad pueda funcionar eficaz y eficientemente.

Es responsabilidad de la dirección dar seguimiento continuo a todos los procesos de la empresa, implementando controles y actividades tanto preventivas como correctivas que faciliten el cumplimiento de los objetivos establecidos, con la búsqueda de la mejora continua de los procesos y operaciones como prioridad.

La dirección debe comprometerse totalmente a establecer el sistema de trazabilidad, realizando auditorías de este sistema dentro de las áreas involucradas de la empresa y velando, por el cumplimiento de todas las metas trazadas, suministrando los medios e insumos necesarios para su consecución. La dirección se confiará totalmente de las capacidades de cada operador del proceso productivo. Cada operador será responsable de la recopilación y

almacenamiento de información relevante con su actividad. La forma de hacerlo y los medios empleados quedarán a criterio de la dirección, en función de la naturaleza de su actividad.

Si la gerencia determina que alguno de los productos que ha producido, transformado, fabricado o distribuido no cumple con las expectativas tanto de la empresa como del cliente, se responsabiliza de lo siguiente:

- Proceder inmediatamente a su retirada dentro de los límites físicos de su organización
- Informar a las autoridades competentes y al resto de empresas con las que haya intercambiado ese producto.

La dirección debe asegurar que este compromiso deba de ser entendido, implantado y mantenido en todos los niveles de la organización.

3.2. Descripción de la trazabilidad

El término trazabilidad puede resumirse en una frase, siendo esta “rastreo o seguimiento del producto”. La trazabilidad consiste en facilitar toda la información de un producto terminado, tomando en cuenta: origen de materia prima, personal a cargo de cada proceso, condiciones en las que se elaboró el producto, fecha, hora, tipo de tratamiento que se le dio al producto, tiempo de almacenamiento, empaque, distribución, ubicación y localización del producto final.

Por medio de la trazabilidad del producto se puede determinar y analizar con mucha facilidad toda esta información, del mismo a través de la

documentación que se obtiene con este sistema, además de dar la posibilidad de indagar y detectar fallas en el lugar específico que se originó.

Algunos aspectos destacables del sistema de trazabilidad son:

- Toda la información que se elige es recopilada y cotejada para luego enlazarla a sus materias primas, productos y procesos.
- Se tiene a la mano toda la información imprescindible y necesaria sobre el producto que se está elaborando y colocando en el mercado, para poder adoptar medidas eficaces que contribuyan a alimentar la transparencia entre clientes y administración.
- Es un instrumento que proporciona información dentro de la empresa con el fin de facilitar la gestión y el control de las distintas actividades.

La trazabilidad puede ser dividida en tres grandes campos que son descritos a continuación:

3.2.1. Trazabilidad hacia atrás

La trazabilidad hacia atrás se basa en todos los datos que proporcionan los proveedores de materias primas, para que con esto se pueda conocer el origen de las mismas.

La trazabilidad hacia atrás se basa en preguntas o cuestionarios que facilitan la obtención de información importante sobre el origen de materia prima, dichos cuestionamientos pueden ser:

- ¿Qué se recibió?
- ¿De quién?
- ¿Cuándo?
- ¿Dónde se almacena?

Los cuestionamientos previamente descritos se desarrollan a continuación:

- ¿Que se recibió? Debe tomar nota de cuanto producto fue recibido del proveedor, fecha en la que se produjo y su respectivo vencimiento, número de factura y cualquier otra observación.
- ¿De quién? Se debe tomar nota de todos los datos del proveedor, estos serán necesarios para contactar al momento de efectuar un reclamo y otra eventualidad.
- ¿Cuándo? Se anota la fecha en la que el producto ingresó a la bodega.
- ¿Dónde se almacena? Se debe indicar la localización de los insumos recibidos, detallando específicamente la bodega.

La trazabilidad hacia atrás debe implementarse en todos los casos que conlleven el suministro de materiales por parte de un proveedor.

3.2.2. Trazabilidad de proceso

Toda la documentación del proceso de producción de piezas de alta precisión que elabora Precitec y traslada a sus clientes forma parte de la trazabilidad de proceso.

Esta trazabilidad permite elaborar enlaces de datos del producto o insumo que ingresa a la empresa con los productos entregados al cliente, y es necesario establecer puntos de control en torno a los registros realizados.

Debe identificarse el producto obtenido a diario debido a las operaciones realizadas, a partir de materiales, unidades disponibles para venta, fecha de elaboración y otros.

Entre los cuestionamientos que pueden realizarse en esta etapa de trazabilidad se pueden enlistar los siguientes:

- ¿Cuándo se produce?
- ¿Cómo se produce?
- ¿Qué es lo que se elabora?
- ¿A partir de que se elabora?

Los cuestionamientos serán descritos a continuación:

- ¿Cuándo se produce? Debe detallarse la fecha en la que se termina la pieza y además de identificar en que bodega se almacenará para su entrega o venta.
- ¿Cómo se produce? Se debe realizar una breve descripción de las operaciones que tomaron parte de la transformación del producto terminado, por ejemplo los análisis de tipo de acero, diseño, cualquier eventualidad fuera de lo normal en su producción etc.
- ¿Qué es lo que se elabora? Se debe describir el nombre del producto obtenido y en que máquina fue elaborado.

- ¿A partir de que se elabora? Este cuestionamiento debe detallar toda la materia prima que formó parte de la transformación, aditivos, insumos, materiales entre otros.

3.2.3. Trazabilidad hacia delante

Esta trazabilidad se basa en tener toda la información del producto terminado y seguir su trayectoria desde la distribución hasta la entrega al cliente.

Con la trazabilidad hacia delante se puede rastrear el producto a través del seguimiento de las marcas que ha dejado este a lo largo de la cadena de suministro.

Las marcas que dejan los productos después de su entrega pueden deberse a los siguientes motivos:

- Manejo de inventarios
- Quejas recurrentes
- Desviaciones por calidad

La trazabilidad hacia delante permite encontrar a partir de cierta materia prima el nombre del producto terminado del que tomó participación en su transformación. Además la empresa debe de tener una cartera de clientes en la que tenga rutas de distribución e indicar cantidades y tipos de entregas, fechas, nombres y fechas de producción.

Entre los cuestionamientos que se pueden realizar en este tipo de trazabilidad se pueden enlistar los siguientes:

- ¿Qué es lo que se entrega?
- ¿A quién se entrega?
- ¿Cuándo se entrega?
- ¿Medio de transporte?

Cada cuestionamiento será descrito a continuación:

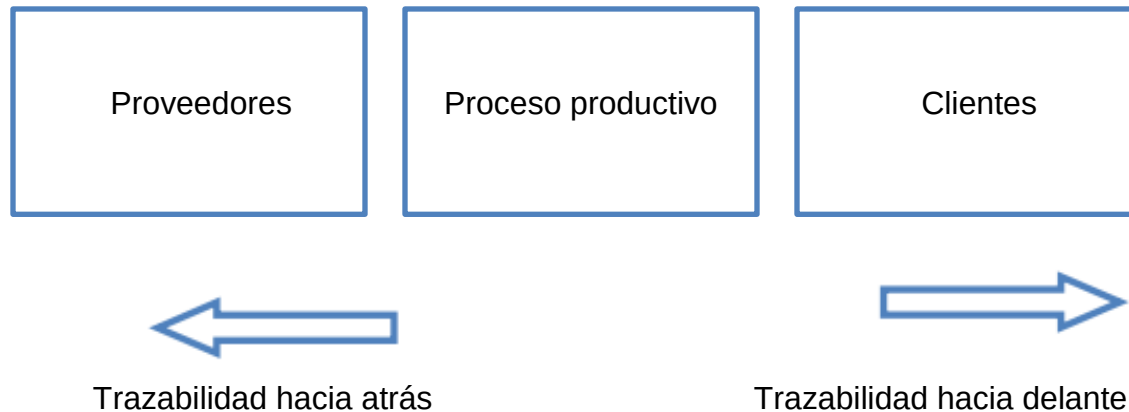
- ¿Qué es lo que se entrega? Se basa en describir el producto que será entregado al cliente que lo solicitó, cantidad entregada, acompañado de la documentación debida, orden de compra y factura.
- ¿A quién se entrega? Este cuestionamiento debe ser resuelto con la información completa del ente o persona que recibe el material para poder tener posterior comunicación con él.
- ¿Cuándo se entrega? Se debe tomar nota de la fecha en la que el producto es entregado al cliente.
- ¿Medio de transporte? Tipo de transporte en el que se envió, nombre del piloto, número de placa y ruta.

Debido a que hay empresas que son muy herméticas con su información, Precitec no puede contar con información detallada de estos, pero se debe de cumplir con los cuestionamientos anteriormente descritos como mínimo para contar con una trazabilidad estable.

El diseño de dividir la trazabilidad en tres grandes ramas hace que este sistema no presente rupturas y sea completamente funcional, además de

facilitar la obtención de información por medio de la trazabilidad hacia atrás fluya hasta la trazabilidad hacia delante.

Figura 13. **Niveles de la trazabilidad**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Análisis de puntos críticos de control

Una gran cantidad de empresas que producen algún tipo de pieza o accesorio para maquinaria cuenta con un sistema de revisión en el que se definen puntos de importancias a través del proceso productivo, con el único objetivo de volver a este lo más estable posible y reducir al máximo las fallas.

El encargado de la calidad de cada empresa debe diariamente registrar toda la información requerida para cada punto de control definido, esto para que por si en algún momento surge alguna eventualidad, se pueda verificar en el historial de la producción y se concluya en donde existió una desviación.

3.3.1. Proceso de producción

En el proceso de producción se puede encontrar la mayor cantidad de áreas que se cataloguen como puntos críticos de control, debido a la complejidad de los procesos para las piezas que se fabrican.

3.3.1.1. Características del material de la pieza

El material con el que será entregado por la empresa Proventsa, empresa hermana de Precitec y encargada de distribución de diferentes tipos de metales, esta empresa debe entregar el material con una ficha técnica de todas las características que tiene este material, teniendo los siguientes ítems.

- Color
- Tratamiento
- Tipo de acero
- Dureza
- Pureza

Luego de recibir esto, Precitec deberá rectificar estas características con su propia maquinaria para aceptar su ingreso. Entre las cosas que deben registrarse en esta etapa estará lo siguiente:

- Nombre de quien recibe
- Numero de documento de la ficha técnica recibida
- Fecha de recepción de material
- Nombre de quien rectifica, las características del material y en que maquinaria se hicieron las pruebas.
- Lote de producción, numero de pedido y cliente que solicitó la pieza.

3.3.1.2. Características de la forma de la pieza

En esta etapa, se evaluará la pieza que se producirá, esta es una etapa muy importante porque las piezas son de alta precisión y deben ser lecturas muy detalladas, para evitar cualquier desviación en su fabricación. Cabe resaltar que esta etapa es donde se puede dar la mayor cantidad de fallas y por lo tanto debe ser un registro muy amplio para abarcar todos los responsables.

Los datos a registrar serán los siguientes:

- Nombre de la empresa que solicita la pieza
- Fecha de pedido
- Nombre de la persona que recibe el pedido
- Nombre de la persona que recibe la muestra para la fabricación de la pieza.
- Dimensiones.
- Peso.
- Aristas.
- Diseño.
- Función.
- Diámetro del disco.
- Material requerido para la pieza
- Nombre de la persona que elaboró las mediciones de la pieza.
- Fecha en la que se realizaron las mediciones.
- Lote de producción de la pieza

3.3.1.3. Lenguaje de maquinaria

En esta etapa, luego de todas las mediciones, se ingresan todas las características a la máquina, para que esta elabore la pieza requerida. Si por algún motivo el lenguaje ingresado distorsiona la pieza, se tendrá un producto descartado y gastos desperdiciados, por esto se debe hacer una muy buena documentación de este proceso.

- Lote de producción de la pieza
- Fecha de recepción de características de la forma de la pieza
- Nombre del responsable de las mediciones
- Máquina que se utilizará para hacer la pieza
- Nombre de quien realiza el diseño del lenguaje de la máquina
- Material que se utilizará
- Tratamiento que se utilizará para la pieza
- Tiempo estimado de trabajo de maquina
- Nombre de quien dio el tratamiento a la pieza
- Fecha en la que se ingresa el lenguaje a la máquina y se empieza la transformación de la pieza.

3.3.1.4. Material procesado

En esta etapa, la máquina produce una pieza acorde al lenguaje ingresado con anterioridad y se debe rectificar todo lo solicitado, para su posterior entrega. Los registros deben ser los siguientes:

- Lote de producción de la pieza
- Nombre de quien recibe la pieza
- Peso

- Dimensiones
- Aristas
- Rugosidad
- Imperfecciones
- Nombre de la persona que realizó las mediciones
- Fecha de ingreso o descarte de la pieza

3.3.2. Empaque

Este proceso toma participación luego de la revisión y aprobación de la pieza para su despacho a la empresa solicitante. En este caso se deberá contar con cajas de cartón de varias dimensiones, para las diferentes dimensiones de piezas a entregar, estas deben ser envueltas en papel burbuja para guardar la integridad y forma de la pieza elaborada.

Los registros de esta etapa serán los siguientes:

- Lote de producción de la pieza
- Fecha de ingreso al área de empaque
- Nombre de la persona que recibe la pieza
- Nombre de la persona que empaca y sella la pieza
- Fecha en la que la pieza se encuentra empacada y sellada

3.3.3. Almacenamiento

Precitec no tiene un área destinada para el almacenamiento de las piezas, porque en el momento que la pieza se encuentra empacada, esta es enviada o entregada a la empresa ese mismo día.

3.3.4. Distribución

Durante el proceso de distribución se modificará en algunos detalles el formato que existe actualmente, esto debido a que se tiene que dejar constancia de que la pieza sale de la empresa en óptimas condiciones, y para nombrar responsables de la misma en su distribución.

Los registros de esta etapa serán los siguientes:

- Nombre de la persona que recibe la pieza
- Lote de producción de la pieza
- Fecha de ingreso al área de distribución
- Empresa destino
- Fecha de entrega
- Nombre de la persona que entregará la pieza

3.4. Diseño de hojas de control

Derivado de la naturaleza de la empresa a la que se le implementará el sistema de trazabilidad, se exponen a continuación formatos para las hojas de control de los procesos que se llevan en la transformación de la materia prima, empaque, almacenamiento y distribución.

Tabla I. **Características del material de la pieza de muestra**

CARACTERISTAS DEL MATERIAL DE LA PIEZA DE MUESTRA			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Color			
Tratamiento			
Tipo de Acero			
Dureza			
Pureza			
OBSERVACIONES			
Receptor		Supervisor	

Fuente: elaboración propia

Tabla II. **Características de la forma de la pieza**

CARACTERISTAS DE LA FORMA DE LA PIEZA			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Receptor		Supervisor	
Encargado de materia prima			
Dimensiones			
Peso			
Aristas			
Tratamiento			
Función			
Diámetro de disco			
Material			
OBSERVACIONES			

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Materia prima que se utilizará para la elaboración de la pieza**

CARACTERISTAS DEL MATERIAL DE LA PIEZA DE MUESTRA			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Color			
Tratamiento			
Tipo de Acero			
Dureza			
Pureza			
OBSERVACIONES			
Receptor		Supervisor	

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Lenguaje de maquinaria**

LENGUAJE DE MAQUINARIA			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Receptor		Encargado de tratamiento a pieza	
Encargado del diseño de lenguaje		Encargado de medición de la pieza	
Material			
Tratamiento			
Tiempo estimado			
Supervisor			
OBSERVACIONES			

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Pieza procesada**

MATERIAL PROCESADO			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Receptor		Encargado de medición de la pieza	
Peso			
Dimensiones			
Aristas			
Rugosidad			
Imperfecciones			
Satisfactorio		Insatisfactorio	
Fecha de ingreso o descarte			
Supervisor			
OBSERVACIONES			

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Proceso de empaque**

PROCESO DE EMPAQUE			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Receptor		Receptor Encargado de empaque y sello de pieza	
OBSERVACIONES			
Supervisor			

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Proceso de distribución**

PROCESO DE DISTRIBUCIÓN			
Lote de producción:		No. de pedido:	
Empresa:		Fecha y hora de ingreso:	
Receptor		Encargado de entrega	
OBSERVACIONES			
Supervisor			

Fuente: elaboración propia.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRAZABILIDAD

4.1. El papel de la trazabilidad

Para que una empresa pueda ejecutar sus operaciones de una manera efectiva y con la menor cantidad de errores posibles, es requisito fundamental que se implemente un sistema de trazabilidad, e incluso ciertas legislaciones de otros países cuentan con un diseño de trazabilidad, para que la empresa que esté realizando un trabajo cumpla a cabalidad sus operaciones.

- **Ventajas**

Entre las ventajas de contar con un sistema de trazabilidad eficiente se puede resaltar el hecho de contar con un mapeo completo de la ruta que tomó el producto en producción, personas involucradas, tiempos y cualquier tipo de inconveniente que se pudo haber tenido en el proceso.

El contar con esta información, no tiene como fin buscar un culpable cuando se tiene una desviación muy grande en la producción, sino que da la posibilidad de ver el proceso completo, buscar el máximo potencial de las áreas en las que tiene que pasar el producto y buscar la eficiencia en el proceso completo, para que de esta manera se pueda implementar un proyecto de mejora continua en algún área que luego puede ser replicado en todas las áreas existentes de la empresa.

Con todos los procesos documentados se puede tener mayor rapidez y reacción ante cualquier crisis y da mayor credibilidad y prestigio a la empresa, porque puede evidenciar todo el proceso con datos reales.

- **Beneficios**

La trazabilidad es un requisito indispensable para la correcta aplicación de la norma ISO 9000, esto debido a que se tiene que llevar un eficiente control de la documentación de los procesos que se desarrollan, y de esta manera evidenciar que se lleva un control y orden en la elaboración de determinado producto, manteniendo un historial de la manufactura del producto, las personas involucradas en el proceso y los ingresos a almacén.

Al implementar un sistema de trazabilidad eficiente en la empresa, llevando toda la documentación correctamente, da una gran ventaja al momento de solicitar la certificación ISO 9000 y poder de esta manera, ser más competitivos en el mercado.

4.2. Exposición del sistema de trazabilidad

En el momento que se desee implementar un sistema de trazabilidad, se debe planificar una estrategia de comunicación, en la que se expondrá a toda la empresa el nuevo método y la mejor manera de hacerlo, es tanto en forma escrita como en forma oral. El objetivo de la exposición es que todos los empleados de Precitec comprendan y analicen de la mejor manera el sistema a implementar, para que se evite la oposición al cambio de parte de algunos.

El informe escrito que se entregaría debería ser muy claro, detallando los antecedentes del porque se hizo el estudio, los datos y hallazgos obtenidos, la

justificación del porque la implementación de un sistema de trazabilidad es la solución, la definición de trazabilidad y la explicación de las hojas de control y documentación que se llevarán, en el momento que se pondrá en marcha dicha solución.

Para poder tener una exposición que cause impacto en los trabajadores, definitivamente se tiene que tener apoyo de parte de dirección y altas gerencias, se deben resaltar las mejoras previstas en calidad y confiabilidad, todo el informe debe ser conciso, completo y exacto, para que de esa forma su lectura y estudio sea sencillo y efectivo.

La persona que exponga la implementación del sistema de trazabilidad debe ser alguien con habilidades comunicativas muy desarrolladas, para que las personas le entiendan y capten el mensaje que es para mejorar el trabajo del día a día y evitar al máximo, cualquier tipo de error que se pueda tener. El expositor debe estar empapado en el tema y debe contar con la información completa que pueda requerirse por si en algún momento, se llega a tener alguna consulta, objeción o sugerencia.

Es de suma importancia que la exposición se haga a todos los colaboradores y en especial a las personas, que tendrán contacto directo con el sistema a implementar.

En el momento que se implementa un sistema de trazabilidad en la empresa, muchos roles de puesto son modificados, se agregan condiciones, deberes y responsabilidades mucho más elaboradas de lo que podían tener antes del mismo, por ese motivo se debe hacer un análisis, para saber si el trabajador está capacitado para contar con ese tipo de controles, se evalúa la

remuneración con la que cuenta y se planifican jornadas de capacitación si se necesitaran.

Por este tipo de modificaciones, no es de sorprenderse que exista de parte de algunos trabajadores, resistencia al cambio de método. Esto se puede visualizar en la mayoría de los casos con personas que cuentan con mucho tiempo en el mismo puesto. Personas que cuentan con una rutina establecida y una zona de confort muy bien elaborada. Por esto es importante que se sepa vender el nuevo método, una buena comunicación y hacer entender que es por el bien de todos, los cambios que se presentan, esto debido a que la resistencia al cambio aparece por el hecho que las personas no entienden los beneficios.

Es importante hacer hincapié en lo positivo y se debe restar importancia a lo negativo, de esta manera el trabajador se encontrará motivado con el cambio de sistema.

4.3. Asignación de hojas de control

Para iniciar el sistema de trazabilidad en la empresa Precitec, se deben asignar todas las hojas de control diseñadas y expuestas en el capítulo anterior.

Las primeras hojas que deben asignarse, son las hojas de recepción de la pieza de muestra, la primer hoja está diseñada para colocar todas las características del material de la pieza, tomando en cuenta color, tratamiento, tipo de acero, dureza y pureza. Esta hoja será asignada al encargado de laboratorio, porque se deben realizar algunos análisis de las piezas y debe saber interpretar los datos que arrojen los análisis.

La segunda hoja toma toda la información de la forma de la pieza de muestra, esta hoja será asignada también para el encargado de laboratorio porque tiene ciertas herramientas de medición de alta precisión que darán los resultados exactos de la forma de la pieza, como: dimensiones, peso, aristas, tratamiento, función, diámetro de disco y material.

La tercera hoja es la hoja de trazabilidad de la materia prima que se utilizará para crear la nueva pieza. La encargada de recepción debe hacer el pedido a la empresa distribuidora de acero solicitando en tipo de material que se utilizará, según la información recabada en las primeras dos hojas. Es por esto que esta hoja será asignada a la encargada de recepción y será llenada al recibir el acero pedido y revisar que cumpla con todas las especificaciones solicitadas. Si en todo caso, el acero solicitado no cumpliera las especificaciones solicitadas, no se dará ingreso al material y se rechazará de inmediato.

La cuarta hoja de trazabilidad es la hoja en la que se colocarán las personas involucradas en el diseño del lenguaje a introducir a la máquina que hará la pieza. Todo lenguaje ingresado queda grabado en la máquina, para finalidad de revisión y trazabilidad, se imprime el informe que brinda la maquina en el cual se detalla el lenguaje ingresado, este informe se debe adjuntar a la cuarta hoja, para tener toda la información completa. La persona asignada a esta esta hoja será el encargado de producción.

La quinta hoja de trazabilidad es la que recaba la información sobre la pieza final después de ser modificada, en esta hoja se ven características de la pieza como: peso, dimensiones, aristas, rugosidad, imperfecciones y se tiene que evaluar si la pieza final cumple con los estándares establecidos y se acepta o se rechaza. Esta hoja será asignada al encargado de producción, porque esta

persona fue la responsable del lenguaje de la maquinaria en la hoja de trazabilidad anterior.

La sexta y séptima hoja de trazabilidad recaban la información sobre el empaque y la distribución del producto terminado, la persona que se encargará de estas hojas será la persona de recepción que es la que recibe y despacha los productos de la empresa.

4.4. Desarrollo del sistema de trazabilidad

Para el desarrollo del sistema de trazabilidad se deben cumplir con algunos hitos importantes que podrán asegurar el éxito de la misma; como requisito indispensable se tiene que todo el personal este completamente informado sobre el sistema a implementar, el propósito del mismo y las ventajas que se tendrán derivado de esto.

Es de suma importancia que la dirección este completamente comprometida con el nuevo sistema y debe proporcionar todas las herramientas y medios necesarios, para la obtención de la información de manera eficiente cuando un operador dude respecto algún procedimiento. Entre los requisitos que se deben cumplir en el desarrollo del sistema de trazabilidad se tienen los siguientes:

- Elaboración del borrador
- Aprobación del borrador
- Documentación de procesos
- Capacitación del personal sobre el nuevo sistema
- Lanzamiento en vivo del sistema

4.5. Registro y control de documentación

El proceso de registro y control de documentación tiene como fin describir la forma en la que las personas responsables manejarán las hojas de control.

Como primer punto, se deben tener centralizados todos los formatos actualizados de las hojas de control dentro de las computadoras del gerente general y de la recepcionista administrativa, además se debe tener una hoja guía que será utilizada para fotocopiar ante la necesidad de cualquier colaborador. La ubicación de estas hojas debe ser de conocimiento general para todas las personas que laboran en la empresa.

En el área de recepción se almacenará en leitz con todas las hojas de control, para mantener la información al acceso de cualquier persona y para los lotes con más de 3 meses de antigüedad, se digitalizará y se guardará en discos duros de gerencia, para evitar el almacenamiento masivo de papel, al digitalizar las hojas estas serán enviadas a una empresa encargada del reciclaje de la empresa.

Actualmente Precitec trabajará bajo esta metodología, pero tienen planificado en dos años trasladar toda esta documentación a plataformas digitales como Excel o One Drive.

La dirección de Precitec debe contar con un control periódico, para verificar que el sistema de trazabilidad se esté aplicando correctamente y no se desvirtúe de la concepción inicial.

4.6. Formato y estructura del procedimiento

El propósito principal del sistema de trazabilidad es tener un control de todos los procesos de producción de la empresa, todos los colaboradores tienen la obligación de seguir el formato final que exista en el orden del sistema de trazabilidad.

Es crucial que las personas asignadas como responsables de hojas de control puedan tomar los datos en orden y exactitud que dicta el sistema de trazabilidad, porque si la información se registra de manera errónea el sistema podría ser un fracaso total.

4.6.1. Archivado y registrado

En el momento que se finaliza la toma de datos en los puntos de las hojas de control, se procede a archivar las mismas en los leitz establecidos, para poder cumplir su tiempo respectivo previo a la digitalización del archivo y su posterior reciclaje.

5. SEGUIMIENTO

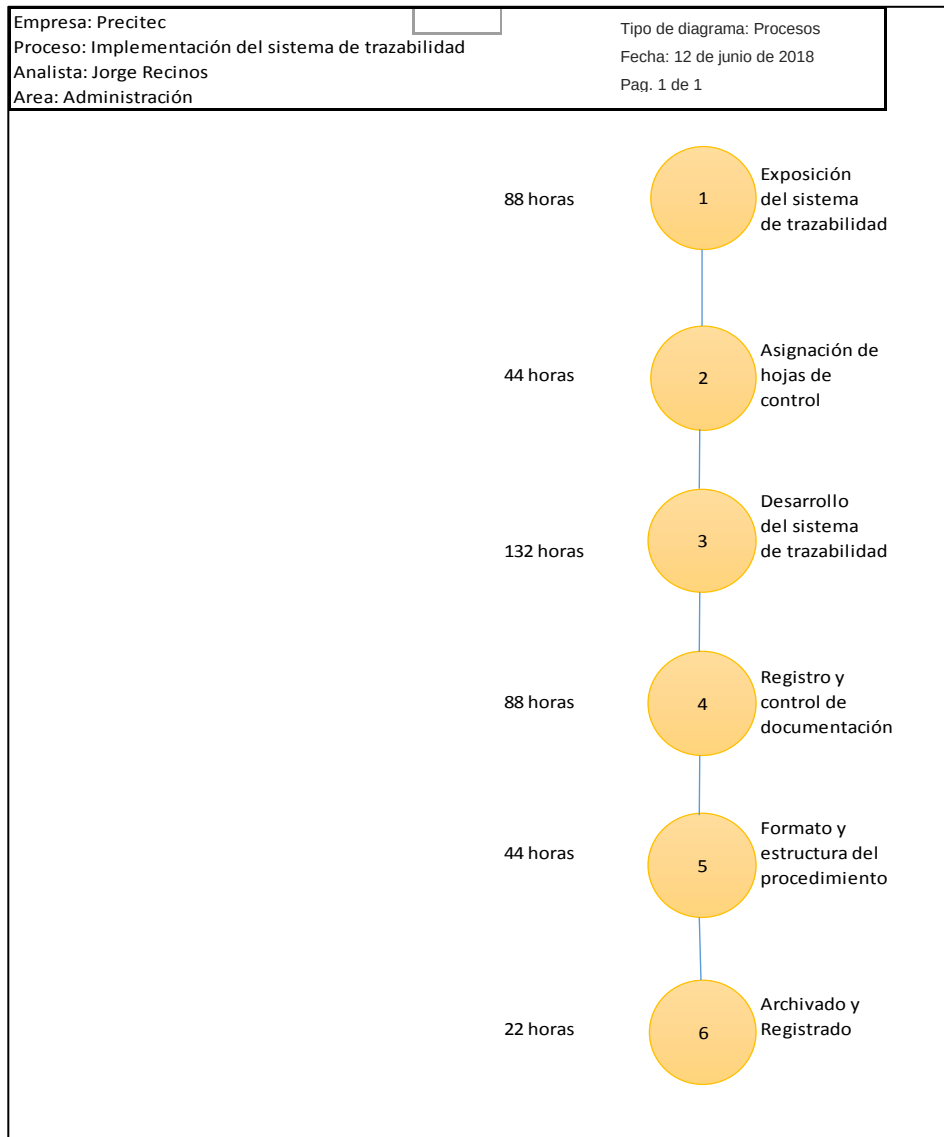
5.1. Consideraciones de la implementación del sistema de trazabilidad

Como se ha venido describiendo a lo largo de este documento, es de suma importancia para la funcionalidad del sistema de trazabilidad, que se tenga un compromiso real de todas las partes involucradas en la operación, desde la dirección hasta la recepcionista encargada de la hoja de empaque y despacho, pero adicional a esto el seguimiento del cumplimiento de los procesos del sistema de trazabilidad, dictará el éxito de la implementación y la durabilidad del sistema.

Para reducir la amenaza de la resistencia al cambio de parte de los colaboradores de Precitec, se tomarán personas que tengan alta influencia dentro del mismo equipo, para ser capacitados de primera mano con el sistema de trazabilidad, y se les invitará a talleres de comunicación asertiva para poder trasladar la información de la mejor manera. Se manejarán campañas de expectativa para que los trabajadores se familiaricen con los términos antes de ser implementados.

Para llevar a cabo una implementación exitosa del sistema, se elaboró un diagrama de procesos con las horas que se requieren por cada etapa de la misma:

Figura 14. Diagrama de procesos de horas requeridas por etapas



RESUMEN			
Figura	Descripción	Cantidad	Tiempo
	Operación	6	418 horas

Fuente: elaboración propia.

5.1.1. Estructura general

Todas las empresas tienen como fin primordial generar valor de una secuencia de procesos que brindan un producto final como resultado, para poder llegar a este se debieron ver involucradas varias actividades como: producción, administración, mercadeo, entrenamiento, planificación, administración del recurso humano, facturación y mantenimiento.

En el momento de implementar el sistema de trazabilidad la empresa debe identificar, organizar y administrar la secuencia de sus procesos e interrelaciones, de manera que se pueda proporcionar calidad constante a sus clientes a través de los mismos. Para poder definir las interrelaciones y responsabilidades se debe tener un dueño responsable del sistema de trazabilidad.

5.1.2. Procedimiento

Precitec debe tener por escrito todas las actividades y procedimientos que se desarrollan, se debe tener por escrito el sistema de gestión de calidad en el que se debe detallar la forma, como la empresa fabrica sus piezas y mantiene todos sus productos con un estándar de calidad adecuado.

5.2. Control del sistema de trazabilidad

Para los operarios la responsabilidad más importante que tienen es asegurar que todas las operaciones sean ejecutadas de la mejor manera, para que todos los resultados obtenidos cumplan con los requerimientos operacionales establecidos por la dirección, y que cumplan con todas las expectativas del cliente.

Al proceso de evaluar el desempeño del proceso y emprender la acción correctiva que conlleva la evaluación se le llama control, este es necesario por dos importantes razones: la primera es que las empresas se ven obligadas a mantener un correcto desempeño de sus procesos para poder ser competitivas en el mercado y la segunda es tener todos sus procesos bajo control para poder efectuar mejoras.

Todo sistema de control de la trazabilidad de los procesos de producción debe ser ejercido por la dirección como se ha indicado con anterioridad, la gerencia debe responsabilizarse del seguimiento y del sistema implementado; el propósito general es poder confirmar el uso correcto de las hojas de control establecidas.

La única manera de medir el desempeño de las personas involucradas, es por medio de las hojas de control y con la realización de auditorías, comprobando de esta manera el uso correcto de dichas hojas.

5.3. Mejora continua

La mejora continua y el aprendizaje debe ser parte de la cultura de la empresa en toda su estructura organizacional. Estos procesos de mejora continua abarcan desde una mejora incremental, pequeña y gradual hasta un descubrimiento grande y rápido. La mejora se puede reflejar en los siguientes puntos:

- Mejorar el valor hacia el cliente final mediante mejoras en productos y servicios innovadores.
- Reducir errores, defectos, desperdicios y sobre costos en procesos.
- Mejorando la productividad, eficiencia y eficacia de los procesos.

Hoy en día el mercado es extremadamente competitivo y por esto la mejora continua se ha convertido en una necesidad más que en un lujo y por esto, se tienen bastantes lanzamientos de productos que deben pasar por todo su ciclo de vida, hasta algún relanzamiento o lanzamiento de nuevo producto o servicio.

La ventaja para los clientes de tener mucha disputa en el mercado es que las empresas deben de esforzarse por sobresalir del resto a un precio justo y dando la mejor atención posible.

Para poder contar con un sistema de mejora continua adecuado, se debe poder definir todos los puntos de control en los que se ve potencial de mejora, para que estos sean sometidos a constante evaluación y medición.

5.4. Elaboración de acciones correctivas y preventivas

Las acciones correctivas y preventivas son aquellas que ayudarán a tener una producción sin paros inesperados, gastos innecesarios y no podrán brindar una constante actualización del estado productivo y de servicio al cliente de la organización.

La acción correctiva es aquella que se ejecuta en el momento que una no conformidad aparece y la acción preventiva es aquella, que se encarga de eliminar la causa de la no conformidad antes que esta aparezca.

5.4.1. Acciones preventivas

Las acciones preventivas son hechas para eliminar las causas de una no conformidad potencial y otra situación que pueda ser prevista o pronosticada,

es por esto que las acciones preventivas no aplican en el momento que ya fue detectada una no conformidad.

Las acciones preventivas se ejecutan en el momento que se detecta una falla potencial en la operación, ya sea de producción o de servicio, este tipo de acciones puede ayudar a mitigar atrasos por posibles paros y sobre todo puede evitar costos innecesarios a la organización.

Los pasos para generar una acción preventiva son los siguientes:

- Identificar el problema potencial
- Identificar las causas raíz
- Elaborar un plan de acción para eliminar las causas raíz
- Asignar a los responsables según el plan de acción
- Implementar el plan de acción
- Seguimiento para verificar la eficacia de la acción tomada

5.4.2. Acciones correctivas

Las acciones correctivas son aquellas acciones que eliminan el origen de cualquier no conformidad detectada, es muy importante tener definida la causa de la no conformidad, para poder ejecutar las acciones correctivas. Para poder determinar la causa de una no conformidad se pueden utilizar varias herramientas, como las lluvias de ideas, investigaciones de procedimientos hasta técnicas sistemáticas de mayor complejidad, como los análisis de Ishikawa o los diagramas causa raíz.

Las acciones correctivas ejecutadas eficazmente evitan la recurrencia de la no conformidad eliminando la causa. Sin embargo esta no debe ser confundida con la acción preventiva.

Para realizar una acción correctiva se debe cumplir con los siguientes pasos:

- Identificar las causas de la no conformidad
- Elaborar el plan de acción para eliminar la raíz de la no conformidad
- Asignar a los responsables del plan de acción
- Implementar del plan de acción
- Evaluar la eficacia de las acciones tomadas

5.4.3. Verificación de documentación

Todas las acciones tanto correctivas como preventivas tienen la siguiente documentación:

- Determinar las no conformidades potenciales y sus causas raíz
- Evaluar el impacto que tendrá, actuar para prevenir la no conformidad
- Implementar las acciones necesarias
- Evaluar los resultados de las acciones tomadas
- Evaluar la eficacia de las acciones tomadas

5.4.4. Elaboración de informes

Al elaborar un informe se debe tomar en cuenta que este sea claro y conciso, se debe tener objetividad sobre lo que se colocará en él y

preferiblemente este debe ser comprendido de entre 3 y 9 páginas incluyendo diagramas y referencias.

Los informes comienzan con un resumen del trabajo que se presenta, incluyendo los principales resultados obtenidos y las conclusiones de los mismos.

En el cuerpo principal del informe se detallan las actividades que conllevó el trabajo realizado, los materiales empleados y los procedimientos para la transformación de la materia prima, se debe indicar si se alcanzó el plan de trabajo previamente establecido, con los estándares de calidad estipulados y los ajustes que se hubieran tenido que realizar para alcanzar los mismos.

Finalmente se presentan los resultados del trabajo, esto debe incluir una clara presentación de los resultados obtenidos, se indica cómo se cumplieron todas las actividades preestablecidas y la manera en la que se solucionaron los problemas y mejoras si hubiese.

CONCLUSIONES

1. El sistema de trazabilidad permite tener documentado cada proceso productivo y administrativo de la empresa, esto genera la oportunidad de buscar áreas de mejora y reducción de errores en los productos para el consumidor final.
2. Precitec cuenta con maquinaria de alta calidad y estructura organizacional jerárquica adecuada para competir en el mercado de la producción de piezas de metal de alta precisión.
3. Derivado de la interpretación del análisis FODA, es crucial contar con un sistema de trazabilidad debido a que esto beneficia a la productividad de la empresa.
4. Las hojas de control del sistema de trazabilidad permiten controlar a lo largo de la línea productiva y administrativa todos los procesos, para identificar áreas de mejora y reducir fallas.
5. Con la propuesta de capacitación del sistema de trazabilidad se determinó su importancia, porque lleva consigo hojas de control aplicadas que contienen responsables, y características tanto cuantitativas como cualitativas de la pieza.

6. La propuesta de exposición del sistema de trazabilidad debe ser de manera oral y escrita, para empoderarlos y evitar la resistencia al cambio y tener una implementación estable en la empresa.
7. El sistema de trazabilidad podrá brindar información importante sobre los procesos, esto da la oportunidad de evaluarlos y ejecutar acciones preventivas en lugar de correctivas, para el beneficio de la empresa.

RECOMENDACIONES

1. Implementar un sistema de trazabilidad debido a la valiosa información que puede obtenerse y la amplia cantidad de beneficios y ventajas que pueden ser obtenidos del mismo.
2. Garantizar el mantenimiento de la maquinaria utilizada para que esta trabaje en óptimas condiciones cumpliendo con los programas de producción y calibración de calidad.
3. Realizar actualizaciones anuales del análisis FODA del sistema de trazabilidad, para evaluar si este sigue vigente derivado de los cambios que pueden surgir con el paso del tiempo.
4. Utilizar hojas de control digitales para minimizar el impacto ambiental, mitigar riesgo de pérdida de información y garantizar la actualización del sistema de trazabilidad con mayor facilidad.
5. Implementar un plan de capacitación continua al personal involucrado en la implementación del sistema de trazabilidad, para la reducción de errores en los procesos del mismo.
6. Involucrar a todo el personal de la empresa en la implementación del sistema, esto hará que ellos se empoderen del proyecto y se pueda contar con su participación y apoyo en el mismo.
7. Las acciones preventivas son sumamente recomendables porque estas pueden ser planificadas y presupuestadas dentro de la empresa,

características que no pueden ser ejecutadas completamente con las acciones correctivas.

BIBLIOGRAFÍA

1. AECOC. *Conceptos generales sobre Trazabilidad*. [en línea]. <<http://sede.aecoc.es/web/codificacion.nsf/0/925B46B62071AAB5C1256F2E00506B2E?OpenDOpenDoc>>. [Consulta: julio de 2017].
2. BALLOU, Ronald H. *Logística: Administración de la cadena de suministros*. 5ta ed. México: Prentice Hall, 2004. 789 p.
3. DE LAS CUEVAS INUSA, Victoria. *Trazabilidad avanzado: Guía práctica para la aplicación de un sistema de trazabilidad en una empresa alimentaria*. España: Gesbibolo S.L., 2006. 174 p.
4. ESCOBAR, Juan Carlos. *Control de documentos en una empresa industrial, según Normas ISO 9000:2000*. Trabajo de Graduación Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 110 p.
5. EVANS, James y WILLIAM Lindsay. *Administración y Control de la Calidad*. 4ta ed. México: International Thomson Editores, 2001. 129 p.

