



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

PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON

Carlos Rodrigo De la Roca Navas

Asesorado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña

Guatemala, julio de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE
VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CARLOS RODRIGO DE LA ROCA NAVAS
ASESORADO POR LA INGA. NORMA ILEANA SARMIENTO ZECEÑA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, JULIO DE 2015

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Angel Roberto Sic García
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de León
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 14 de enero de 2015.



Carlos Rodrigo De la Roca Navas

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por ser la luz que guía mi camino.
Mi hija	Por ser mi adoración, mi fuerza y mi inspiración.
Mi esposa	Por ser mi compañera de vida, por el apoyo incondicional, confianza y comprensión.
Mi madre	Por el amor incondicional, paciencia, regaños y consejos.
Mi padre	Por su sacrificio, trabajo, confianza y por ser mi ejemplo a seguir.
Mis hermanos	Por su compañía, amor y consejos.



Guatemala, 28 de mayo de 2015.
REF.EPS.DOC.411.05.2015.

Ingeniero
Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) del estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Industrial, **Carlos Rodrigo De la Roca Navas**, Carné No. **200515917** procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Asesora-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Mecánica Industrial

NISZdS/ra



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 28 de myo de 2015.
REF.EPS.D.274.05.2015

Ingeniero
César Ernesto Urquizú Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Urquizú Rodas.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON**, que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Carlos Rodrigo De la Roca Navas** quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora-Supervisora de EPS, en mi calidad de Director, apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS

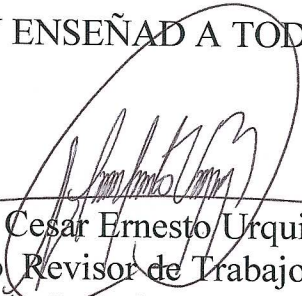


SJRS/ra



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Rodrigo De la Roca Navas**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, mayo de 2015.

/mgp



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 **PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON**, presentado por el estudiante universitario **Carlos Rodrigo De la Roca Navas**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2015.

/mgp



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: **PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO DE LA EMPRESA PRECON**, presentado por el estudiante universitario: **Carlos Rodrigo De la Roca Navas**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

907/15
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, julio de 2015

/cc

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. GENERALIDADES DE PRECON.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Visión.....	2
1.3. Misión	2
1.4. Responsabilidad social.....	2
1.5. Estructura organizacional	3
1.5.1. Departamento de Vigüeta y Poste	4
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO.....	7
2.1. Situación actual	7
2.1.1. Descripción de las áreas de trabajo.....	7
2.1.1.1. Estribo	8
2.1.1.2. Cercha	8
2.1.1.3. Fundición de vigüeta.....	9
2.1.1.4. Fundición de poste	10
2.1.2. Puestos de trabajo.....	10
2.1.2.1. Estribo	11
2.1.2.2. Cercha	11
2.1.2.3. Fundición de vigüeta.....	11

	2.1.2.3.1.	Montacarguista.....	11
	2.1.2.3.2.	Fundidores de vigueta.....	11
	2.1.2.3.3.	Colocador de aditivo.....	12
	2.1.2.3.4.	Rotulador.....	12
	2.1.2.3.5.	Fundidores de poste.....	12
	2.1.2.4.	Supervisor de Producción.....	12
2.1.3.		Departamentos asociados a la producción.....	12
	2.1.3.1.	Bodega	13
	2.1.3.2.	Logística y despachos	13
	2.1.3.3.	Seguridad e higiene.....	13
2.1.4.		Descripción del proceso de producción	14
	2.1.4.1.	Proceso de producción de vigueta.....	14
	2.1.4.2.	Proceso de producción de poste	18
2.1.5.		Planificación de la producción	21
	2.1.5.1.	Capacidad de producción	22
	2.1.5.2.	Pedidos en el sistema.....	22
	2.1.5.3.	Control de calidad.....	23
2.1.6.		Diagnóstico de la situación actual.....	23
	2.1.6.1.	Método ZOPP	24
2.2.		Propuesta técnica.....	31
2.2.1.		Registro de competencias técnicas del personal.....	31
	2.2.1.1.	Soldador	32
	2.2.1.2.	Montacarguista	33
	2.2.1.3.	Fundidores de vigueta y poste.....	34
2.2.2.		Procedimiento del programa de mantenimiento de vigueta y poste pretensado.....	37
		Fuente: elaboración propia.	38
	2.2.2.1.	Registro de mantenimiento.....	38
	2.2.2.2.	<i>Checklist</i> de bancos.....	40

2.2.2.3.	Generación de la orden de trabajo de mantenimiento	41
2.2.3.	Definición de controles de proceso de vigueta y poste	42
2.2.3.1.	Diseños de formatos de controles de proceso	42
2.2.3.1.1.	Vigueta	42
2.2.3.1.2.	Poste	44
2.2.4.	Definición de criterios de aceptación y rechazo para las variables de control estribo y cercha.....	45
2.2.4.1.	Diseños de formatos de controles de proceso	46
2.2.4.1.1.	Estribo	46
2.2.4.1.2.	Cercha	47
2.2.5.	Definición de criterios de aceptación de la generación de producto no conforme	49
2.2.6.	Control de calidad	52
2.2.6.1.	Procedimiento de control de calidad.....	53
2.2.7.	Costos de implementación.....	55
3.	FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESECHOS DEL PROCESO PRODUCTIVO	59
3.1.	Situación actual	59
3.1.1.	Tipos de desechos.....	59
3.1.2.	Control sobre los desechos	60
3.2.	Análisis de la situación actual.....	61
3.3.	Propuesta técnica.....	63
3.3.1.	Plan para reducción de desechos.....	63

3.3.1.1.	Evitar la generación de residuos y emisiones	64
3.3.1.2.	Reducción en el origen	65
3.3.1.3.	Reutilización dentro del proceso productivo	65
3.3.1.4.	Reciclaje	65
3.3.1.5.	Buenas prácticas de operación	66
3.3.1.6.	Cambios tecnológicos.....	66
3.3.2.	Evaluación del impacto ambiental	67
3.3.3.	Beneficios del programa de reducción de desechos	67
4.	FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN GENERAL.....	69
4.1.	Diagnóstico de necesidades de capacitación.....	70
4.2.	Plan de capacitación	71
4.2.1.	Temas de capacitación.....	73
4.2.2.	Tipos de capacitación	73
4.2.3.	Materiales	74
4.2.4.	Costos	74
4.2.5.	Cronograma de actividades.....	75
	CONCLUSIONES	77
	RECOMENDACIONES.....	79
	BIBLIOGRAFÍA.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama del Departamento de Producción	5
2.	Diseño de estribo	8
3.	Diseño de cercha	9
4.	Diseño de vigueta	9
5.	Diseño de poste	10
6.	Diagrama de operaciones de proceso de fundición de vigueta.....	17
7.	Diagrama de operaciones de proceso de fundición de poste.....	20
8.	Formato de planificación de la producción	21
9.	Árbol de problemas	25
10.	Árbol de objetivos.....	26
11.	Matriz de marco lógico	30
12.	Competencias técnicas soldador	32
13.	Competencias técnicas montacarguista.....	33
14.	Competencias técnicas fundidores de vigueta y poste.....	34
15.	Formato de encuesta de competencias técnicas	35
16.	Resultados de evaluación	36
17.	Procedimiento del programa de mantenimiento	37
18.	Formato de registro de mantenimiento.....	39
19.	<i>Checklist</i> bancos	40
20.	Orden de trabajo de mantenimiento	41
21.	Formato de control de proceso de vigueta	44
22.	Formato de control de proceso de poste.....	45
23.	Formato de control de estribo	47
24.	Formato de control de cercha	48

25.	No conformidad contra flecha alta	49
26.	No conformidad ruptura de pastilla	50
27.	No conformidad grieta en la pastilla.....	50
28.	No conformidad despotillamiento en la pastilla	51
29.	No conformidad barra superior torcida.....	51
30.	No conformidad poste torcido o curvo	52
31.	Diagrama de Ishikawa	62
32.	Diferencia motor de baja eficiencia y motor nuevo de montacargas.....	66
33.	Encuesta personal administrativo	69
34.	Encuesta personal administrativo	69
35.	Resultados de las encuestas	70
36.	Plan de capacitación.....	72
37.	Cronograma de actividades	75

TABLAS

I.	Análisis de alternativas	27
II.	Beneficio-costos	56
III.	Costos-personal administrativo.....	74
IV.	Costos-personal operativo	75

GLOSARIO

Aditivo	Sustancia que se añade a un producto para conservarlo o mejorarlo.
Administración	Proceso cuyo objeto es la coordinación eficaz y eficiente de los recursos del grupo social para lograr sus objetivos con la máxima productividad.
Calidad	Conformidad relativa con las especificaciones, grado en que un producto cumple las especificaciones del diseño.
Control	Examen u observación cuidadosa que sirve para hacer una comprobación.
Desechos	Son materiales, objetos, cosas, entre otros, que se necesitan eliminar porque ya no ostentan utilidad.
Insumo	Bien que se emplea en la producción de otros bienes.
Materia prima	Materia que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo.
Planeación	Estipulación de qué pasos se deben seguir para llegar a la meta fijada.

Procedimiento	Conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias.
Proceso de producción	Sistema dinámico constituido por un conjunto de procedimientos técnicos de modificación o transformación de materias primas.
Proceso	Conjunto de actividades mutuamente relacionadas, que al interactuar transforman elementos de entrada y los convierten en resultados.
Producción más limpia	Iniciativa preventiva específica para empresas. Intenta minimizar residuos y emisiones nocivas al medio ambiente, a la vez, que maximiza la producción de productos.
Producción	El proceso de fabricar, elaborar u obtener productos.
Servicio	Conjunto de actividades que buscan responder a las necesidades de un cliente.
Tensión	Efecto de aplicar una fuerza sobre una forma alargada aumentando su elongación.
Vigueta pretensada	Elemento prismático de hormigón sometido a tensiones de compresión aplicadas por medio de su armadura de acero para pretensarla, tensada antes de hormigonar y que posteriormente al destensarla queda anclada al hormigón que previamente ha alcanzado la resistencia adecuada.

Vigueta

Elemento prefabricado longitudinal resistente, diseñado para soportar cargas producidas en forjados de pisos o cubiertas.

RESUMEN

PreCon es la empresa líder en Centro América en la elaboración industrial de prefabricados de concreto. Con 5 plantas de producción provee al mercado centroamericano productos para uso general en la construcción, como: *block*, pavimentadores, losas y paredes prefabricadas de concreto.

De acuerdo a las necesidades de cada proyecto, se diseñan y fabrican productos a la medida, como: vigas y columnas para edificios; pilotes para puentes y muelles; paredes prefabricadas para casas y bodegas, fachadas para edificios y centros comerciales, graderíos para estadios y auditorios, muros de retención, sistemas de reforzamiento de suelos y productos de seguridad vial.

El Departamento de vigueta y poste pretensado lo trasladaron de la planta 1 hacia la planta 2 de San Miguel Petapa; al momento de montar la operación del proceso ya en planta 2 se descubrió la falta de documentos, registros, formatos y controles para el proceso de fabricación, por lo que se consideró la creación de los mismos para poder asegurar el control del proceso productivo, y así garantizar la satisfacción del cliente.

Para lograr dicho control se necesita la información de cómo se van desarrollando los trabajos, los tiempos utilizados y la cantidad producida, y así poder realizar alguna modificación en los planes establecidos, respondiendo a las posibles situaciones cambiantes que se pueden presentar. Esto se logra a través de la estandarización y de la creación de documentos y registros, así como formatos de control para el aseguramiento de la calidad.

OBJETIVOS

General

Planear y controlar el proceso de producción de vigueta y poste pretensado.

Específicos

1. Analizar la situación actual y documentar las actividades asociadas a la producción de vigueta y poste pretensado.
2. Organizar el proceso productivo de vigueta y poste pretensado para tener control sobre el mismo y así lograr un desempeño eficiente y el incremento de la productividad.
3. Registrar las competencias técnicas definidas para el personal operativo.
4. Definir los controles de proceso, los criterios de aceptación y rechazo para las variables de control y establecer indicadores para el proceso de producción.
5. Diseñar la planeación del proceso productivo de vigueta y poste pretensado.
6. Diseñar una propuesta técnica para la reducción de los desechos y emisiones nocivas al medio ambiente que se producen en el proceso productivo de vigueta y poste pretensado, aplicando producción más limpia, con el propósito de disminuir los impactos ambientales negativos.

7. Diseñar un plan de capacitación anual de acuerdo a las necesidades de la empresa.

INTRODUCCIÓN

Grupo PreCon, empresa guatemalteca, líder en Centro América, dedicada al desarrollo e implementación de sistemas industrializados de productos de concreto y sistemas estructurales y preesforzados, fue reconocida por su operación en Nicaragua con la certificación de la Norma Internacional ISO 900:2008, por sus altos estándares de calidad en la gestión de todas sus actividades y procesos.

En la planta 2 de San Miguel Petapa se encuentra el proceso de producción de vigueta y poste pretensado, el cual por ser un proceso nuevo en la planta no se cuenta con la planeación y control adecuado.

En el capítulo 1 se encuentran las generalidades de PreCon, así como el organigrama del Departamento de vigueta y poste pretensado.

En el capítulo 2 se describe la fase de servicio técnico profesional, la cual consiste en la planeación y control del proceso de producción de vigueta y poste pretensado. Asimismo se plantea la situación actual, la cual abarca: el procedimiento actual de producción, los puestos y áreas de trabajo, los departamentos asociados con la producción, capacidad de producción, información de pedidos, control de calidad.

Se utilizó la técnica del árbol de problemas y árbol de objetivos para poder diagnosticar la situación actual del proceso de producción y así poder realizar la propuesta técnica y todo lo que abarca la misma.

En el capítulo 3 se presenta la fase de investigación, la cual consiste en el diseño de un programa para la reducción de los desechos del proceso productivo. Además la situación actual, el control y tipos que se tiene sobre los desechos. Se describe, también, la propuesta técnica y las herramientas a utilizar.

En el capítulo 4 se desarrolla la fase de docencia, la cual consiste en un plan de capacitación general para la empresa. Se describe el diagnóstico de las necesidades de capacitación y el plan propuesto, con los temas y tipos de capacitación.

1. GENERALIDADES DE PRECON

1.1. Antecedentes

PreCon es la empresa líder en Centro América en la elaboración industrial de prefabricados de concreto; con 5 plantas de producción provee al mercado centroamericano con productos para uso general en la construcción.

PreCon está al servicio de los guatemaltecos desde 1970 ofreciendo sus servicios y productos en el ramo de la construcción, con profesionales experimentados en producción de elementos estructurales y con calificados especialistas en el campo de las estructuras y la geotecnia.

PreCon es una organización capaz de dar respuesta a los compromisos más exigentes de plazo y calidad en la fabricación de una amplia gama de elementos prefabricados:

- Vigas y columnas para edificios
- Pilotes para puentes y muelles
- Paredes prefabricadas para casas y bodegas
- Graderíos para estadios y auditorios
- Muros de retención
- Sistemas de reforzamiento de suelos
- Productos de seguridad vial
- Línea completa de pavimentadores
- Línea completa de *blocks*
- Losa de vigueta pretensada y bovedilla.
- Losa de vigueta pretensada y molde LK.

1.2. Visión

“Estar presentes en cada obra facilitando la experiencia de construir”¹.

1.3. Misión

“Cumplir adecuada y oportunamente con los compromisos adquiridos, brindando soluciones confiables e innovadoras”².

1.4. Responsabilidad social

“En Grupo PreCon cuidamos de nuestros equipos mediante un riguroso sistema de prevención de riesgos laborales, apostamos por la profesionalidad a través de la formación y el cuidado de nuestros colaboradores y sus familias, promovemos una política de ecología familiar y valores éticos en el trabajo.

Nos esforzamos porque nuestros productos y servicios faciliten la experiencia de construir a un mayor número de personas, por eso mantenemos una estrategia de diversificación dentro de los múltiples segmentos de la construcción, así como una amplia visión de expansión regional.

Los sistemas constructivos que promovemos y utilizamos, cuidan de nuestro entorno, minimizando el impacto ambiental. Potenciamos el desarrollo de las economías locales, fomentando el empleo y el desarrollo económico y social donde se realizan nuestras operaciones.

Apostamos por la transparencia profesional, por la innovación tecnológica, por la responsabilidad ante la sociedad que nos rodea y la conservación ecológica de nuestro entorno”³.

¹ PreCon. « <http://www.precon.com.gt/empresa.php> » (en español). Consulta: el 01 de septiembre de 2014.

² *Ibíd.*

³ *Ibíd.*

1.5. Estructura organizacional

La estructura organizacional de PreCon es funcional, ya que la división del trabajo se agrupa por las principales actividades o funciones que deben realizarse dentro de la organización de ventas, *marketing*, recursos humanos, y así sucesivamente. Cada grupo funcional está integrado verticalmente desde la parte inferior hasta la superior de la organización. La estructura organizacional tiene divisiones de trabajo para alcanzar el logro de los objetivos. Estas son las siguientes:

- Cumbre estratégica: está compuesta por la dirección y son quienes asumen la responsabilidad general del manejo de la organización y todos aquellos que suministran apoyo directo. El trabajo a este nivel se caracteriza por un mínimo de repetición y estandarización, considerable discreción y ciclos relativamente largo de tomas de decisiones. Sus funciones son:
 - Asegurar el cumplimiento de la misión de PreCon.
 - Diseñar la estrategia global.

- Núcleo operativo: son las personas que realizan el trabajo básico relacionado directamente con la producción. Sus funciones básicas son:
 - Asegurar los insumos para la producción.
 - Transformar los insumos en productos terminados.
 - Distribuir los productos.
 - Todas aquellas funciones de apoyo y asistencia directa a las funciones de entrada, transformación y producción.

- Línea media: es el nexo entre la cumbre estratégica y el núcleo operativo. Las tareas administrativas cambian de orientación a medida que descienden en la cadena de autoridad, se vuelven más detalladas y elaboradas.
- Tecno estructura: incluye a los analistas que se ocupan de la estandarización:
 - Los que estandarizan destrezas son analistas de personal.
 - Los que estandarizan procesos son analistas de estudios de trabajo.
 - Los que estandarizan los resultados son los analistas de planeamiento y control.

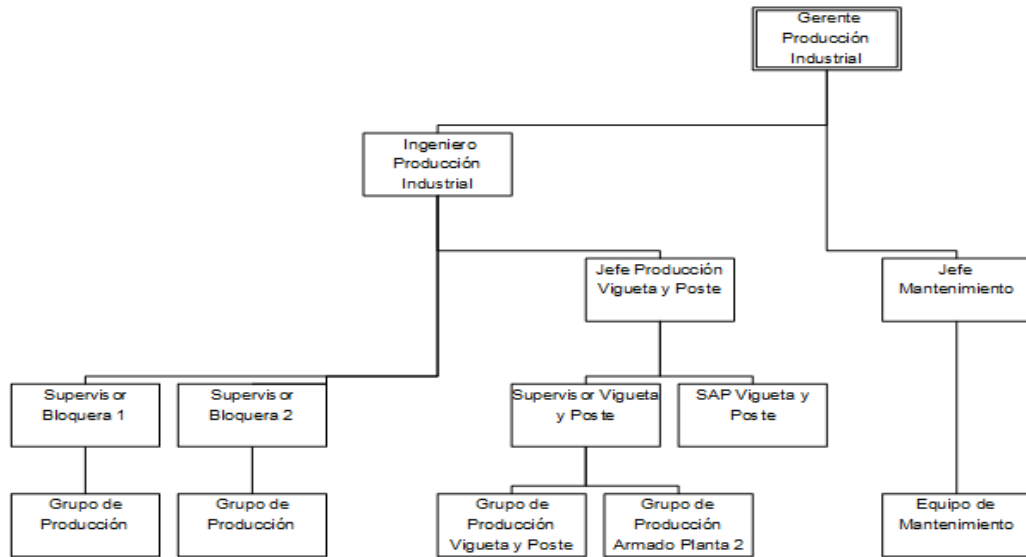
1.5.1. Departamento de Vigueta y Poste

Es el encargado de la administración y de la producción de viguetas y postes que son requeridas por los clientes. Cuenta con personal administrativo y operativo, el cual está conformado por el jefe de Producción, quien es el que se encarga de planificar, administrar y controlar todo lo relacionado a la producción, desde la requisición de materiales hasta la verificación del producto terminado.

El asistente administrativo, quien es el que se encarga de traducir toda la información, como: la requisición de materiales, cantidad producida, relación de la producción con los pedidos asociados, desperdicio y costos al sistema utilizado.

El supervisor de Producción se encarga de que todo lo delegado por el jefe de Producción se cumpla y este tiene a su cargo los operadores, que a la vez se dividen en dos grupos: vigueta y poste, estos están encargados de realizar el trabajo necesario para cumplir la orden de producción.

Figura 1. Organigrama del Departamento de Producción



Fuente: Recursos Humanos, PreCon.

El organigrama es la representación gráfica de la estructura orgánica de la empresa, el cual refleja, en forma esquemática, la posición de las áreas que la integran, sus niveles jerárquicos, líneas de autoridad y de asesoría.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL. PLANEACIÓN Y CONTROL DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE VIGUETA Y POSTE PRETENSADO

Primero se describirán las áreas y puestos de trabajo relacionadas al proceso de producción, después los departamentos asociados, la descripción del proceso actual, la planificación, la capacidad de producción, los pedidos en el sistema, el control de calidad, y finalmente se desarrolla el diagnóstico de la situación actual.

2.1. Situación actual

La situación actual de PreCon se enfoca en describir las actividades que intervienen en los procesos productivos, así como las condiciones ambientales y la seguridad e higiene industrial.

El proceso actual de producción del Departamento de Vigüeta y Poste pretensado no cuenta con la información suficiente para llevar a cabo el control y la planificación de producción, ya que este proceso fue trasladado de una planta a otra, esto a su vez, ocasionó descontrol y falta de registros, así como falta de archivos y formatos que registren y avalen la producción.

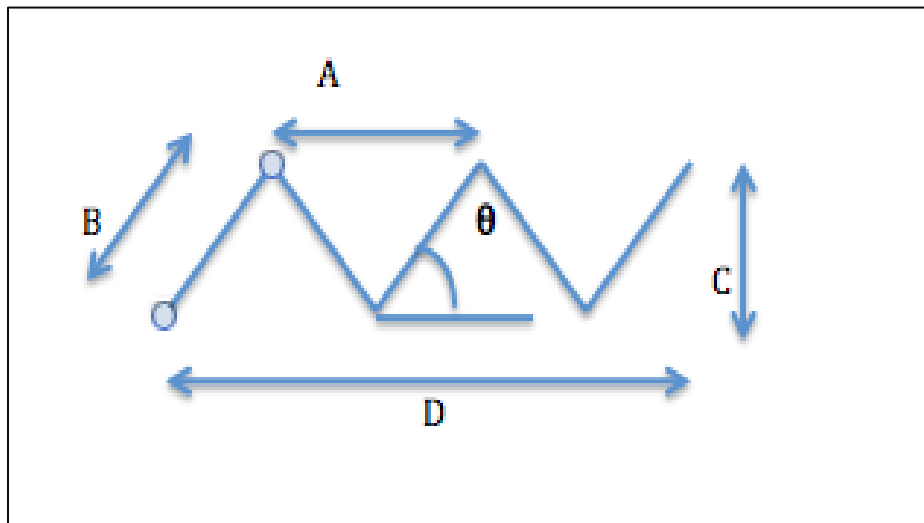
2.1.1. Descripción de las áreas de trabajo

El Departamento de Vigüeta y Poste pretensado se divide en las siguientes áreas de trabajo:

2.1.1.1. Estribo

En esta área de trabajo es donde se fabrica el semielaborado estribo, es una pieza de hierro que tiene altura, diagonal, ángulo, longitud y distancia entre picos, los cuales están establecidos en los documentos internos.

Figura 2. **Diseño de estribo**

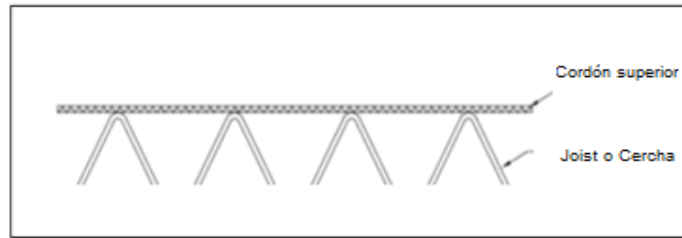


Fuente: Departamento de Diseño Estructural.

2.1.1.2. Cercha

En esta área de trabajo se fabrica el semielaborado cercha, es una barra de hierro soldada en la parte superior del estribo, de acuerdo a las especificaciones establecidas en los documentos internos.

Figura 3. **Diseño de cercha**



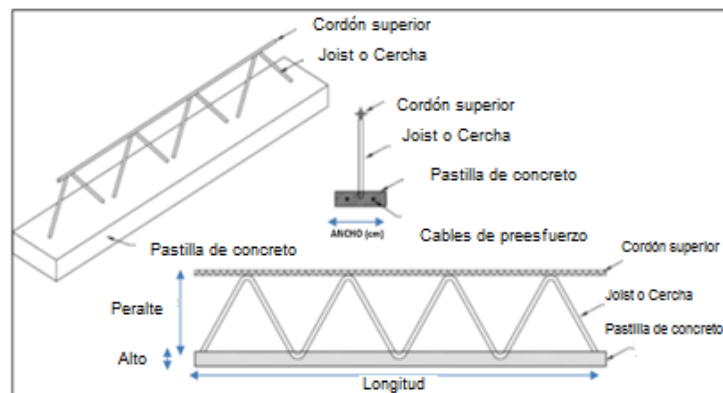
Fuente: Departamento de Diseño Estructural.

2.1.1.3. **Fundición de vigueta**

En esta área de trabajo es donde se lleva a cabo la fundición del producto final vigueta, el cual consiste en fundir el concreto con la cercha de acuerdo con las especificaciones establecidas en los documentos internos.

En la figura 4 se puede observar el diseño de una vigueta pretensada, la cual es un elemento longitudinal de concreto formada con una armadura de acero y cables de preesfuerzo que permiten soportar diferentes cargas.

Figura 4. **Diseño de vigueta**



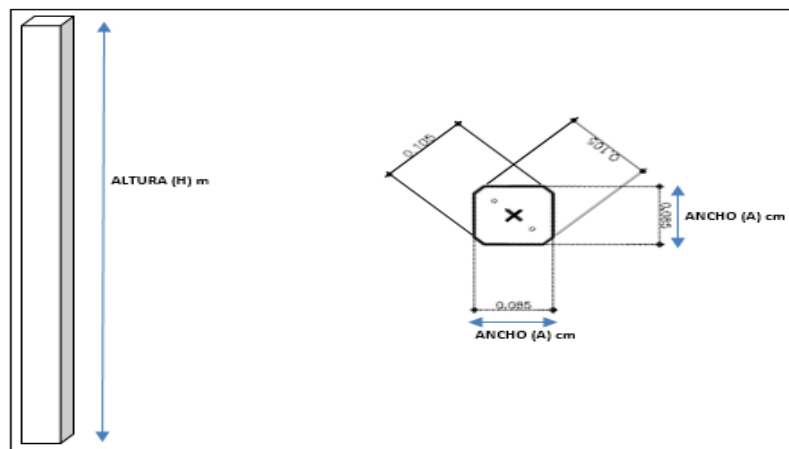
Fuente: Departamento de Diseño Estructural.

2.1.1.4. Fundición de poste

En esta área de trabajo es donde se lleva a cabo la fundición del producto final, el cual consiste en fundir el concreto con los cables del preesfuerzo de acuerdo con las especificaciones establecidas en los documentos internos.

En la figura 5 se muestra el diseño de un poste pretensado, el cual es un elemento longitudinal de concreto que tiene en su interior cables de preesfuerzo para soportar diferentes cargas.

Figura 5. Diseño de poste



Fuente: Departamento de Diseño Estructural.

2.1.2. Puestos de trabajo

Es la parte del área de Producción establecida a cada persona y dotada de los medios de trabajo necesarios para el cumplimiento de una determinada parte del proceso de producción de vigueta y poste pretensado.

En las diferentes áreas de trabajo están relacionados los siguientes puestos:

2.1.2.1. Estribo

Consiste en el doblado de una varilla de hierro de acuerdo a las especificaciones de altura, distancia entre picos y longitud.

2.1.2.2. Cercha

Existen dos puestos de trabajo con las mismas tareas asignadas, las cuales consisten en soldar una barra de hierro en la parte superior del estribo de acuerdo a las especificaciones establecidas.

2.1.2.3. Fundición de vigueta

Existen diez puestos de trabajo, los cuales se describen a continuación:

2.1.2.3.1. Montacarguista

Existe un puesto y su principal función es trasladar el concreto de la mezcladora hacia los bancos de fundición y sacar las viguetas de los bancos para aparcarlas en los patios de producto terminado, también se le asignan tareas para trasladar cualquier tipo de material y apoyar a los demás departamentos asociados con la producción.

2.1.2.3.2. Fundidores de vigueta

Existen siete puestos y son los encargados de colocar las cerchas junto con el concreto en los bancos de fundición para darle forma a la vigueta que se va a fundir.

2.1.2.3.3. Colocador de aditivo

Existe un puesto y es la persona encargada de echar el aditivo en la vigueta después de fundida, para que esta no se agriete cuando empiece el proceso de fraguado.

2.1.2.3.4. Rotulador

Existe un puesto y es la persona encargada de rotular las viguetas con las especificaciones establecidas: tipo, longitud y pedido.

2.1.2.3.5. Fundidores de poste

Existen cuatro puestos de trabajo, los cuales están encargados de colocar el concreto en los bancos de fundición para darle forma al poste que se va a fundir y estos mismos se encargan de aperchar el producto terminado.

2.1.2.4. Supervisor de Producción

Persona encargada de velar que se cumpla el plan de producción establecido por el jefe de Producción.

2.1.3. Departamentos asociados a la producción

Los departamentos asociados a la producción de vigueta y poste pretensado son los departamentos que tienen relación directa en el proceso productivo, los cuales se describen a continuación:

2.1.3.1. Bodega

Tiene la tarea de registrar todo lo existente en bodega como materia prima, implementos de trabajo, productos, entre otras, así como también se encargan en distribuir la materia prima al Departamento de Producción, evitando así problemas que ocasionen un mal funcionamiento en la empresa.

2.1.3.2. Logística y despachos

El Departamento de Logística se encarga de dos procesos, interno y externo. El interno se encarga del material de oficina, de los pedidos de las materias primas para manufacturar, entre otros. El externo es responsable de que los productos ofrecidos de la empresa lleguen a los clientes en tiempo y forma.

2.1.3.3. Seguridad e higiene

Las principales funciones del Departamento de Seguridad e Higiene se pueden resumir como sigue:

- Revisar y aprobar las políticas de seguridad.
- Realizar inspecciones periódicas de seguridad.
- Establecer normas adecuadas de seguridad, deben concordar con las disposiciones legales.
- Poner en funcionamiento y mejorar el programa de seguridad.
- Asesorarse sobre problema de seguridad.
- Ocuparse del control de las enfermedades ocupacionales.
- Asesorarse sobre problemas del medio ambiente.
- Identificar los riesgos contra la salud que existen.

2.1.4. Descripción del proceso de producción

Es un sistema dinámico constituido por un conjunto de procedimientos técnicos de modificación o transformación de materias primas, el cual se describe a continuación:

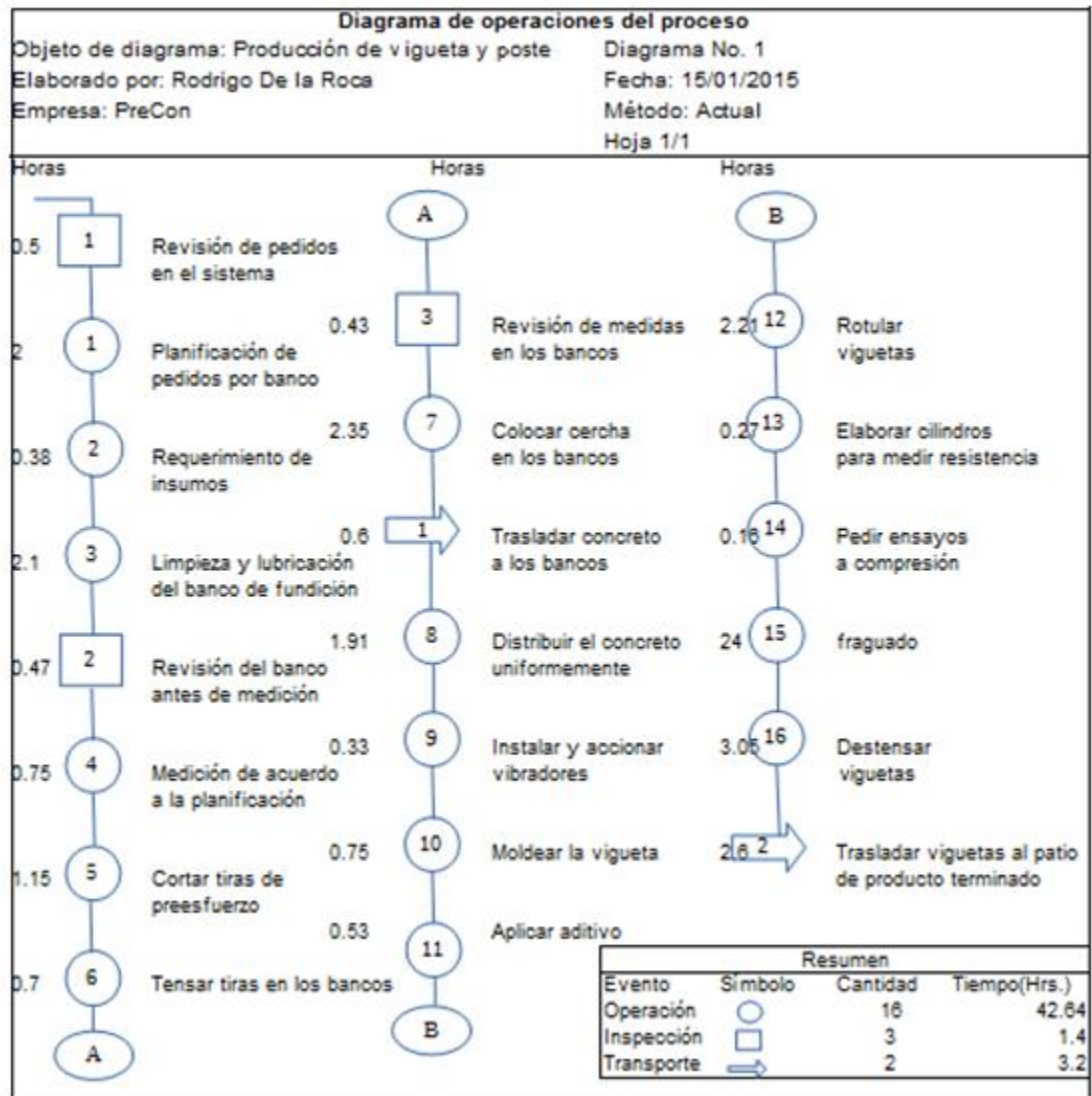
2.1.4.1. Proceso de producción de vigueta

- Previo a producir: revisar el sistema SAP, para conocer, analizar y validar los nuevos pedidos ingresados a la fecha.
- De acuerdo con el análisis de los pedidos a producir, realizar la programación de estribo y U, así como su respectivo desglose de materiales.
- Realizar la planificación de pedidos por banco tomando en consideración: familia, peralte, número de cables, fecha de entrega y prioridad de los pedidos de la vigueta. Agrupar las viguetas por banco según capacidad establecida.
- Hacer el requerimiento de los insumos para la fabricación de cercha 1 día antes de la fundición de vigueta.
- Hacer el requerimiento de los insumos para la fundición de la vigueta a través del sistema y bodega.
- Preparación del concreto y fundición de vigueta.
- Limpiar el banco de trabajo de polvo, residuos y otros contaminantes. Lubricar el banco con diésel y grasa previa a la fundición de vigueta.

- Medir a lo largo de los banco de vigueta de acuerdo con el programa de fundición, los metros lineales para colocar los separadores o tacos.
- Cortar las tiras de cable de preesfuerzo según el programa de fundición. Colocar las tiras de los cables de preesfuerzo sobre los tacos.
- Tensar los cables de preesfuerzo con el equipo asignado.
- Colocar la cercha fabricada para cada banco según programa de fundición y sujetarla a los cables guías y de preesfuerzo con alambre de amarre, colocar las U en cada extremo de cada vigueta.
- Trasladar el concreto a los bancos por medio de montacargas y el depósito metálico. Distribuir el concreto uniformemente en las líneas de los bancos. Instalar los vibradores en los bancos y accionar de 8 a 10 segundos cada uno; repetir el proceso de vibración si fuese necesario en el mismo punto teniendo mucho cuidado de no separar la mezcla por exceso de vibración.
- Aplicar el aditivo.
- Elaborar cilindros de concreto para medir la resistencia de los bancos a diferentes edades.
- De acuerdo a los resultados de los ensayos a compresión de los cilindros, comparar contra la resistencia nominal y verificar si cumple la resistencia para autorizar destensado. Si no cumple con la resistencia programar otro ensayo de cilindros. Destensar los bancos con equipo de oxicorte.
- Previo a destensar, proceder con la rotulación de la vigueta de acuerdo con el programa de trabajo respectivo.

- Sacar las viguetas fundidas de los bancos y trasladarlas a patio de producto terminado. Aperchar por pedido.
- Retirar los tacos y limpiar el área de trabajo.
- Una vez fabricado el producto, alimentar la base de datos de producción de vigueta y poste.

Figura 6. Diagrama de operaciones de proceso de fundición de vigueta



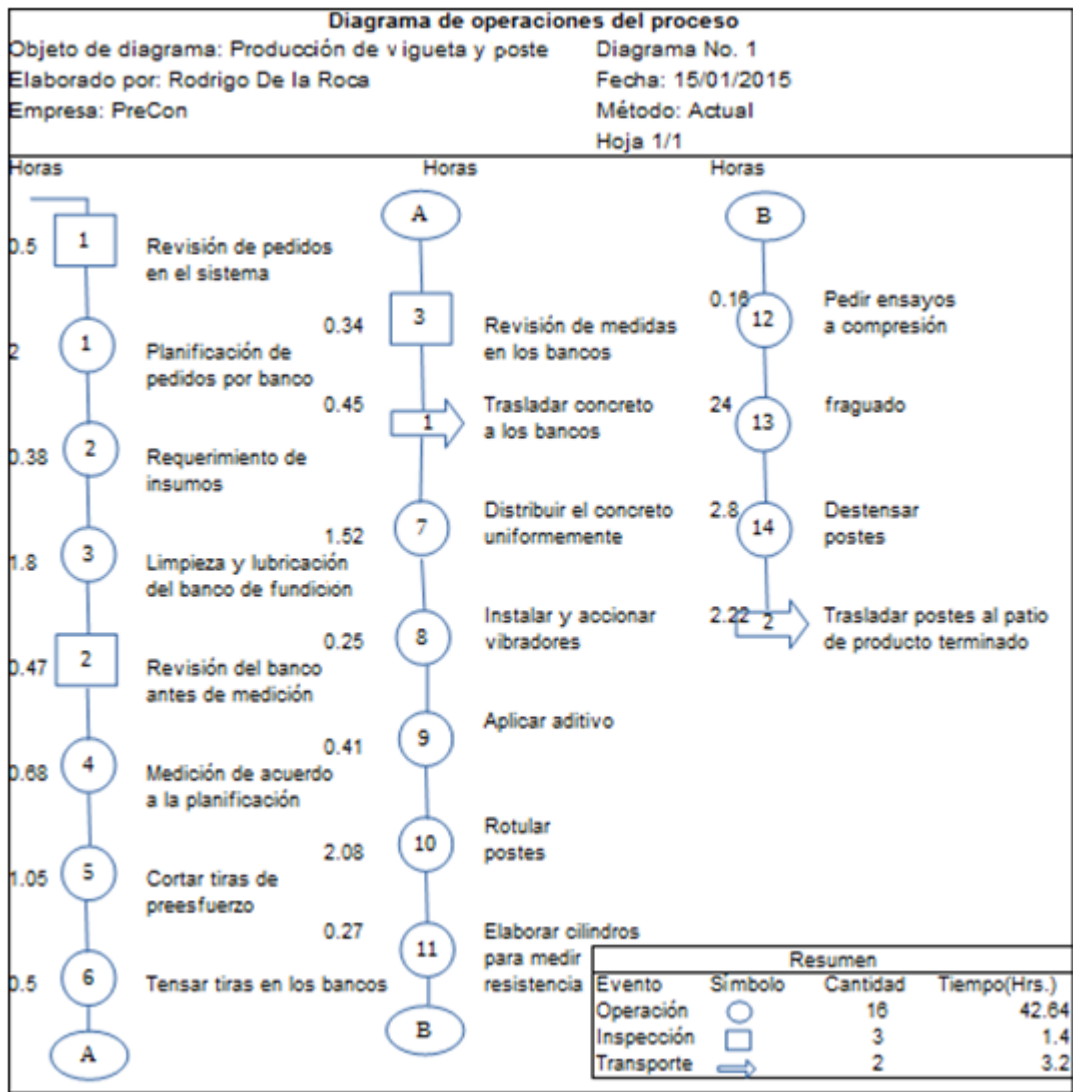
Fuente: elaboración propia.

2.1.4.2. Proceso de producción de poste

- Limpiar la mesa de poste blocon, asegurar que esté libre de cualquier residuo para fundir el poste seguidamente.
- Cortar las tiras de cable a la medida tomando en cuenta la cantidad a producir.
- Colocar las tiras de cable en cada espacio de la mesa de poste blocon apoyadas con sus respectivos separadores, para asegurar la longitud final del poste.
- Tensar el cable, ajustar con los tambores y las cuñas para evitar que pierda la tensión. Medir la elongación del cable para asegurar que el proceso de tensado haya sido adecuado.
- De acuerdo con la orden de fabricación autorizada en el sistema preparar la mezcla de concreto fluido tomando. Durante el proceso de fabricación de concreto el laboratorista debe realizar el ensayo de fluidez de concreto.
- Trasladar el concreto a los bancos por medio de montacargas y el depósito metálico. Distribuir el concreto uniformemente en las líneas de las mesas.
- El concreto debe emparejarse por medio del vibrador; luego se plancha hasta conseguir un acabado liso. Esperar que seque y volver a planchar para alisar aún más la superficie del poste.
- Elaborar cilindros de concreto para medir la resistencia de los bancos a diferentes edades.

- Programar los ensayos de los cilindros de concreto de acuerdo a los bancos fundidos.
- De acuerdo a los resultados de los ensayos a compresión de los cilindros, comparar contra la resistencia nominal y verificar si cumple la resistencia para autorizar destensado. Si no cumple, programar otro ensayo de cilindros. Destensar los bancos con equipo de oxicorte.
- Previo a destensar, colocar el sello de trazabilidad de acuerdo con la orden de fabricación.
- Sacar los postes de los bancos y trasladarlas a patio de producto terminado. Aperchar por medida.
- Una vez fabricado el producto, alimentar la base de datos de producción de vigueta y poste.

Figura 7. Diagrama de operaciones de proceso de fundición de poste



Fuente: elaboración propia.

2.1.5.1. Capacidad de producción

PreCon cuenta con 7 bancos de fundición para vigueta, los cuales tienen una longitud de aproximadamente 80 metros y cada uno cuenta con 5 líneas de fundición, estos están divididos por tipo de vigueta y en cada uno se funden aproximadamente de 1,25 a 3 metros cúbicos de concreto. Dependiendo de los tipos de vigueta se funden, aproximadamente, 4 bancos al día de un tipo y 3 bancos al siguiente día del otro tipo, para poder dar más de 24 horas de fraguado y así formar un ciclo de fundición de 48 horas.

Cuando la demanda se incrementa se reduce el ciclo de fundición a 24 horas modificando la mezcla del concreto con aditivos más potentes para que aceleren el fraguado y así utilizar la capacidad máxima de producción.

Para la fundición de poste se cuenta con 3 bancos de fundición, dos con 20 metros de longitud y uno con 80 metros de longitud y cada uno cuenta con 20 líneas de fundición. A diferencia de la vigueta solo existe un tipo de poste por lo que la cantidad de metros cúbicos fundidos es más constante, para los bancos de 20 metros se utilizan 1 metro cúbico para cada uno y para el banco de 80 metros son 3 metros cúbicos de concreto. El fraguado de los postes es aproximadamente de 18 horas, ya que necesita menos resistencia de destensado y el ciclo de fundición es de 24 horas, aproximadamente.

Mensualmente se funden aproximadamente 30 000 metros de vigueta y 15 000 metros de poste.

2.1.5.2. Pedidos en el sistema

Al momento en que el Departamento de Ventas ingresa un pedido en el sistema, estos notifican al jefe de Producción sobre dicho pedido.

De acuerdo a las características que el cliente pide, se realiza la planificación de la producción y a su vez traslada la información al asistente administrativo para que proceda con la requisición de materiales y trasladarle la información al supervisor de Producción.

2.1.5.3. Control de calidad

En el proceso de producción de vigueta y poste no se cuenta con un método específico para el control de calidad en los distintos procedimientos de la producción, ya que al realizar una inspección se observó que no existen documentos que avalen la conformidad de los procedimientos de semielaborados y de producto terminado.

El control que se hace actualmente es por una persona del Departamento de Despachos, este se encarga de verificar la calidad del producto antes de destensarlo de los bancos de fundición.

El control se basa en verificar el producto al momento que este se destensa, para ver si tiene algún tipo de grieta o rajadura en la pastilla de concreto y es el que decide a base de experiencia, si el producto está bueno o esta malo.

No se tiene algún documento que avale las mediciones del proceso y tampoco existe un archivo para el registro del producto no conforme.

2.1.6. Diagnóstico de la situación actual

Para la realización del diagnóstico de PreCon se utilizó el método de ZOPP, ya que este es participativo, de reflexión y toma de decisiones por consenso, con equipos de trabajo multidisciplinarios y sin diferencia de jerarquías entre sus participantes, con moderación externa especializada.

Su fundamento de trabajo es un diagnóstico participativo y la definición de una visión conjunta y una estrategia de acción concertada entre los participantes.

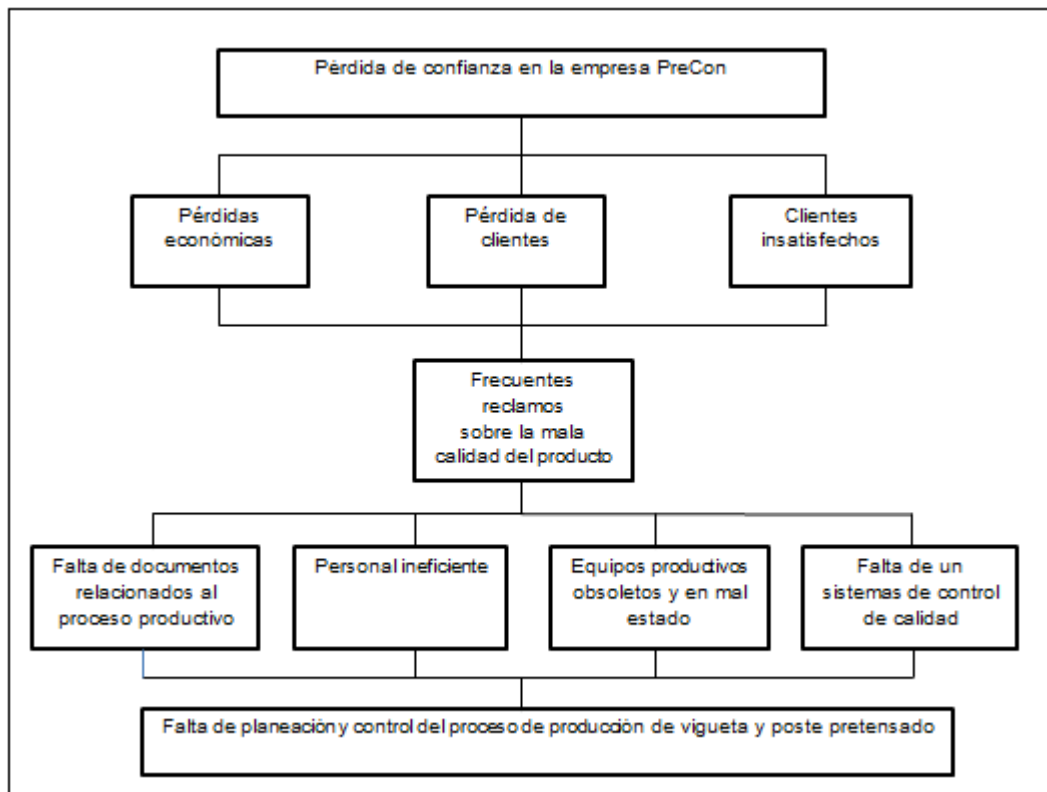
2.1.6.1. Método ZOPP

- Análisis de los participantes
 - Participantes directos
 - Personal operativo y administrativo del proceso de producción de vigueta y poste pretensado
 - Perjudicados
 - Empresa PreCon
 - Distribuidores
 - Beneficiarios directos
 - Clientes finales
 - Excluidos
 - Otras divisiones del Departamento de Producción Industrial
- Identificación del problema
 - Frecuentes reclamos sobre la mala calidad del producto

- **Árbol de problemas**

Con el árbol de problemas se entiende la problemática a resolver, expresando las condiciones negativas percibidas en relación con el problema en cuestión. Se ordenan los problemas principales identificando el conjunto de problemas sobre el cual se concentrarán los objetivos del proyecto, como se muestra en la figura 9.

Figura 9. **Árbol de problemas**

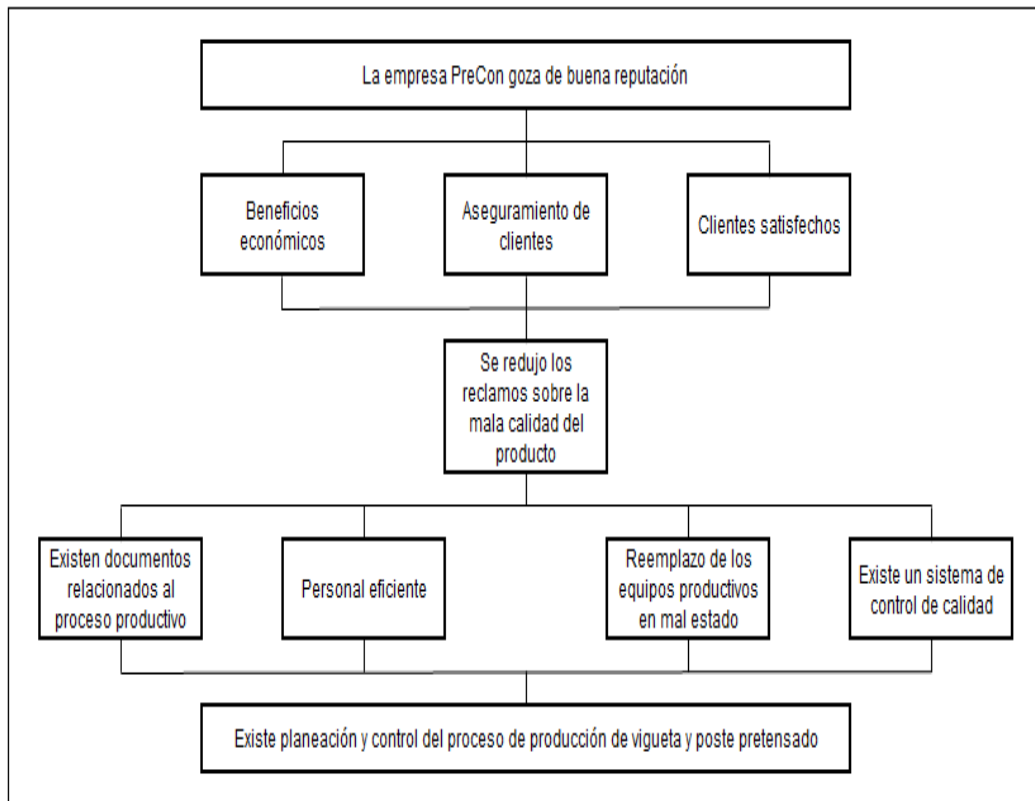


Fuente: elaboración propia.

- **Árbol de objetivos**

Los problemas de desarrollo identificados en la figura 9 se convierten como soluciones, en objetivos del proyecto; y estos a su vez, en los medios para encarar la problemática y proporciona un instrumento para determinar su impacto de desarrollo.

Figura 10. Árbol de objetivos



Fuente: elaboración propia.

- Análisis de alternativas
 - Opción 1: mejores equipos productivos
 - Opción 2: mejores operadores
 - Opción 3: generación de documentos relacionados a la producción
 - Opción 4: la suma de todas las opciones anteriores

Tabla I. **Análisis de alternativas**

	Opción 1: mejores equipos productivos	Opción 2: mejores operadores	Opción 3: generación de documentos asociados a la producción	Opción 4: suma de las opciones anteriores
Costo	Alto	Bajo	Bajo	Alto
Probabilidad de éxito	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
Costo beneficio	Bajo	Alto	Alto	Alto
Horizonte de tiempo	Largo	Corto	Largo	Largo
Riesgo social	Pequeño	Pequeño	Pequeño	Pequeño

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis de alternativas, con los criterios para evaluar la viabilidad de las diferentes opciones, el resultado es la opción 4, ya que es la alternativa para la estrategia del proyecto.

- Descripción del proyecto:
 - Nombre: Planeación y control del proceso de producción de vigueta y poste pretensado.

- Objetivo general: brindar a los clientes de PreCon, alto nivel de calidad de los productos.
- Objetivo del proyecto: reducir los reclamos sobre la mala calidad de los productos.
- Resultados
 - Personal capacitado.
 - Controles de proceso establecidos.
 - Nuevos equipos productivos.
 - Procedimientos de mantenimiento establecido.
- Actividades
 - Emprender programas de capacitación.
 - Definir controles de procesos.
 - Conseguir equipos productivos.
 - Desarrollar procedimientos de mantenimiento.
- Supuestos:
 - Asegurar la satisfacción de los clientes
 - Los clientes siguen comprando los productos de PreCon
 - El personal capacitado permanece en la compañía
 - Trazabilidad de la producción
 - Alto rendimiento de los equipos productivos
 - Mantenimiento preventivo y correctivo

- Indicadores:
 - Incremento de la participación de la compañía en el mercado.
 - 20 % menos reclamos de clientes.
 - 80 % del personal capacitado registra un mejoramiento cualitativo en su capacidad de operación.
 - 100 % de trazabilidad de la producción.
 - Menos cambios de equipos productivos.
 - Mejoramiento de un 10 % de la vida útil del equipo productivo.

- Fuentes de verificación:
 - Periódicos locales y clientes finales
 - Registros de la compañía
 - Planta de producción
 - Archivos y formatos de producción de la compañía
 - Proveedores
 - Registros de mantenimiento de la compañía

- Riesgos
 - Insatisfacción de los clientes
 - Compra de productos en otra compañía
 - Fuga de personal
 - No trazabilidad de la producción
 - Bajo rendimiento de los equipos productivos
 - Falta de mantenimiento adecuado

- Administración

Con la generación documentos, capacitación del personal y compra de nuevos equipos productivos, el principal objetivo es garantizar la calidad de los productos, esto se logrará a través de actividades tales como: programas de capacitación, definición de controles de proceso y el desarrollo de procedimientos de mantenimiento, esto con el fin de garantizar los resultados.

- Costo de las actividades

El presupuesto de las actividades a realizar es de Q.32 425,00, con esto se cubre el costo de todas las actividades.

Figura 11. **Matriz de marco lógico**

Objetivo general:	Indicadores:	Fuentes de verificación:	Supuestos:
Alto nivel de calidad de los productos para los clientes de PreCon	Incremento de la participación de la compañía en el mercado	Periódicos locales y clientes finales	Asegurar la satisfacción de los clientes
Objetivo del proyecto: Reducir los reclamos sobre la mala calidad de los productos	20 % menos reclamos de clientes	Registros de la compañía	Los clientes siguen comprando los productos de PreCor
Resultados: Personal capacitado	80 % del personal capacitado registra un mejoramiento cualitativo en su capacidad de operación	Planta de producción	El personal capacitado permanece en la compañía
Controles de proceso establecidos	100 % de trazabilidad de la producción	Archivos y formatos de producción de la compañía	Trazabilidad de la producción
Nuevos equipos productivos	Menos cambios de equipos productivos	Proveedores	Alto rendimiento de los equipos productivos
Procedimientos de mantenimiento establecido	Mejoramiento de un 10 % de la vida útil del equipo productivo	Registros de mantenimiento de la compañía	Mantenimiento preventivo y correctivo
Actividades: Programas de capacitación	Q. 2 225,00	Intecap	Personal capacitado
Definir controles de procesos	Q. 100,00	Registros de la compañía	Aseguramiento de la calidad
Conseguir equipos productivos	Q. 30 000,00	Proveedores	Mejores equipos productivos
Desarrollar procedimientos de mantenimiento	Q. 100,00	Registros de la compañía	Mantenimiento adecuado de los equipos

Fuente: elaboración propia.

2.2. Propuesta técnica

Consiste en la descripción de los procesos de producción, aplicando herramientas de trabajo para contribuir a mejorar los procesos de producción, en donde intervienen los diagramas de proceso, el diseño de formatos y archivos; plan de mantenimiento y el control de calidad.

Para la planificación de producción se utilizará el método de planificación intermitente, el cual consiste en recopilar los tiempos de producción de los productos, luego se grafica en un diagrama de Gantt de acuerdo al tiempo disponible de trabajo, este método contribuye a mejorar la entrega de pedidos.

En el área de Control de Calidad se utilizarán formatos especiales en los cuales se verifica el cumplimiento de los estándares establecidos, así como las variables de control de los productos en proceso y terminados, estos verifican si hay defectos en los productos, además determinan la problemática en cada área de trabajo, para los cuales se establecen las posibles soluciones.


2.2.1. Registro de competencias técnicas del personal

Con las competencias técnicas del personal se puede saber las habilidades implicadas con el correcto desempeño de puestos de un área técnica o de una función específica, y que describen, por lo general, las habilidades de puesta en práctica de conocimientos técnicos y específicos muy ligados al éxito de la ejecución técnica del puesto. Debido a que la empresa no las tiene establecidas ni documentadas, a continuación se presentan dichas competencias para los puestos del Departamento de Vigüeta y Poste pretensado.

2.2.1.1. Soldador

El soldador realiza tareas relacionadas con corte y unión de hierro, por medio de soldadura eléctrica.

Figura 12. Competencias técnicas soldador


	Competencias técnicas
	Soldador
<p>a) Competencia general</p> <p>Unir elementos con las normas establecidas de soldadura, seguridad y salud ocupacional, estándares de calidad y de medio ambiente.</p>	
<p>b) Unidades de competencia</p> <ul style="list-style-type: none">• Preparar y garantizar la disponibilidad de los equipos, materiales y equipo de protección personal a utilizarse en el proceso de soldadura.• Ensamblar y soldar las piezas de acuerdo a las normas establecidas y a los requerimientos de la orden de trabajo.• Verificar la calidad de la soldadura para comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos.	
<p>c) Conocimientos fundamentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Técnicas de soldadura.• Seguridad y salud en el trabajo aplicado al proceso de soldadura.• Insumos y consumibles de soldadura.• Tipos y manejo de materiales de metalurgia.• Interpretación de diagramas, planos y simbología de soldadura.• Electricidad básica	

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.2. Montacarguista

El montacarguista traslada el concreto de la mezcladora hacia los bancos de fundición y saca las viguetas de los bancos para aparcarlas en los patios de producto terminado.

Figura 13. Competencias técnicas montacarguista


 PreCon	Competencias técnicas Montacarguista
<p>a) Competencia general</p> <p>La competencia general del montacarguista es trasladar el concreto de la mezcladora hacia los bancos de fundición, llevar materia prima de bodega hacia el puesto de trabajo con las normas establecidas de seguridad y salud ocupacional, estándares de calidad y de medio ambiente.</p> <p>b) Unidades de competencia</p> <ul style="list-style-type: none">• Garantizar la disponibilidad del montacargas y equipo de protección personal a utilizarse en el proceso de fundición.• Trasladar el concreto hacia los bancos de acuerdo a los requerimientos de la orden de trabajo. <p>c) Conocimientos fundamentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Mecánica automotriz.• Seguridad y salud ocupacional.• Insumos y combustibles de montacargas.	

Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3. Fundidores de vigueta y poste

Los fundidores colocan el concreto en los bancos de fundición para darle forma a la vigueta y poste que se va a fundir y estos mismos se encargan de aperchar el producto terminado.

Figura 14. Competencias técnicas fundidores de vigueta y poste

	Competencias técnicas
	Fundidores de vigueta y poste
<p>a) Competencia general</p> <p>Colocar los semielaborados estribo y cercha dentro del banco de fundición, así como el concreto moldeando las viguetas o postes de acuerdo a la orden de trabajo y asegurándose de cumplir con las normas establecidas de seguridad y salud ocupacional, estándares de calidad y de medio ambiente.</p>	
<p>b) Unidades de competencia</p> <ul style="list-style-type: none">• Preparar y garantizar la disponibilidad de los equipos, materiales y equipo de protección personal a utilizarse en el proceso de fundición.• Garantizar la limpieza del área de trabajo al finalizar la jornada.• Lubricación de los equipos productivos.	
<p>c) Conocimientos fundamentales</p> <ul style="list-style-type: none">• Seguridad y salud ocupacional.• Técnicas de medición.• Control de registros (reportería).• Uso de herramientas básicas.• Habilidad numérica y lógica básica.• Mezcla de concreto fluido.	

Fuente: elaboración propia.

También se evaluó a cada empleado de los diferentes puestos de dividido en tres partes: uso de equipo de protección personal, operación general diaria y conocimientos básicos prácticos. Con esto se obtuvo resultados sobre las competencias técnicas y las carencias de las mismas para corregir, se programaron capacitaciones sobre el tema mencionado.

En la figura 12 se muestra el formato utilizado para la evaluación al personal operativo.

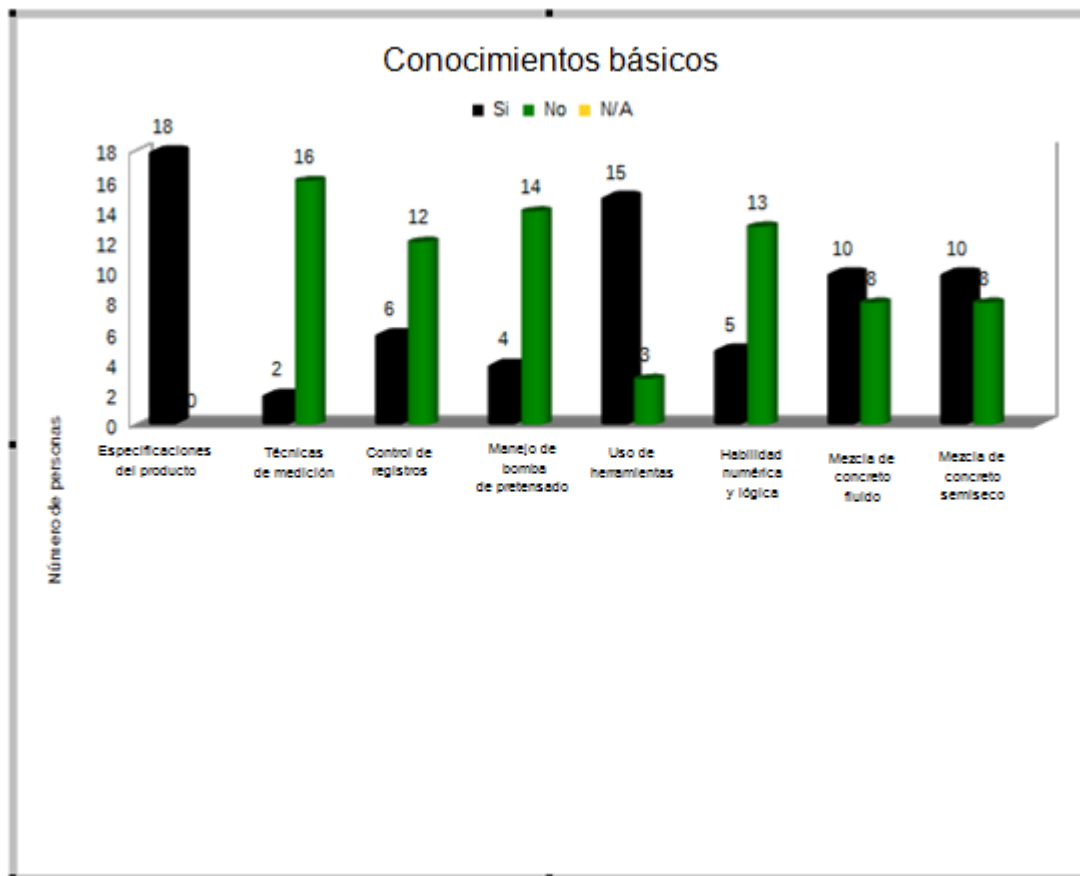
Figura 15. **Formato de encuesta de competencias técnicas**

Departamento:			
Puesto:			
Nombre:			
Equipo de protección personal			
Cuenta con el equipo	Si	No	N/A
Casco			
Faja de soporte lumbar			
Guantes			
Orejeras			
Chaleco			
Botas industriales			
Operación general diaria			
Realiza la operación	Si	No	N/A
Revisión del equipo previo al arranque			
Verificación de los insumos para realización de tareas			
Limpieza del área de trabajo al finalizar la jornada			
Lubrica el área de trabajo			
Conocimientos básicos prácticos			
Cuenta con los conocimientos	Si	No	N/A
Especificaciones del producto			
Técnicas de medición			
Control de registros			
Manejo de bomba de pretensado			
Uso de herramientas			
Habilidad numérica y lógica			
Mezcla de concreto fluido			
Mezcla de concreto semiseco			

Fuente: elaboración propia.

En figura 13 se muestran los resultados de las carencias de las competencias técnicas.

Figura 16. Resultados de evaluación



Fuente: elaboración propia.

En la gráfica observa que, en la mayoría de los ítems, no tienen el conocimiento de la teoría de las competencias técnicas, por lo cual se procedió al registro y capacitación de las mismas.

2.2.2. Procedimiento del programa de mantenimiento de vigueta y poste pretensado

De acuerdo con el análisis del árbol de problemas se identificó la falta de un procedimiento de programa de mantenimiento de vigueta y poste pretensado. Se generó el nuevo procedimiento de acuerdo al orden del proceso, incluyendo los departamentos y el personal encargado del mismo, el cual se describe en la figura 17.

Figura 17. Procedimiento del programa de mantenimiento

		PROCEDIMIENTO DE ADMINISTRACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO VIGUETA Y POSTE		PRE-PR-PR-13
ACTIVIDAD			FORMATO	
No.	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	REGISTRO	CODIGO DEL REGISTRO
1	Mantenimiento de montacargas			
	Revisar y registrar en el control de operación de montacargas, los niveles, funcionamiento, fallas y horómetro de los montacargas, cambiar el registro cada semana.	Operador de montacargas	Mantenimiento de montacargas	PRE-PR-RE-08
	Revisar y alimentar el horómetro de mantenimiento de montacargas con la hoja de control de operación de montacargas, el horómetro semanal y evaluar las fallas reportadas para su reparación. Comparar la vida útil de las piezas críticas y el horómetro actual descrito en el plan de mantenimiento de montacargas, programar el mantenimiento preventivo y corrección de fallas	Supervisor de Producción / jefe de mantenimiento de Produccion Industrial	Horómetro de mantenimiento de montacargas / plan de mantenimiento de montacargas	PRE-PR-RE-07 / PRE-PR-PL-04
	Ejecutar el mantenimiento de los montacargas, tomando en cuenta las fallas reportadas en el control de operación de montacargas, el cuadro de lubricación y las piezas críticas que cumplen con el tiempo de servicio. Registrar los trabajos realizados en la orden de trabajo de mantenimiento.	Mecanico de Producción / operador de montacargas / jefe de mantenimiento de Produccion Industrial	Mantenimiento de montacargas / orden de trabajo de mantenimiento	PRE-PR-RE-08 / PRE-PR-RE-14

Continuación de la figura 17.

Mantenimiento de equipo de vigueta y poste				
2	Registrar el reporte disponibilidad de maquinaria las horas no disponibles de la maquinaria.	Jefe de mantenimiento de Produccion Industrial/ grupo de mantenimiento de vigueta/ jefe de Produccion vigueta / operador de la mezcladora	Reporte diario de trabajo vigueta y poste / <i>Checklist</i> vigueta y poste / orden de trabajo de mantenimiento	PRE-PR-RE-24 / PRE-PR-RE-25 / PRE-PR-RE-14
	Realizar la lista de chequeo de la mezcladora betomass y los bancos de produccion cada 2 meses, y realizar la lista de chequeo de los equipos moviles de produccion cada 2 meses,			
	Alimentar y consolidar los meses de trabajo en el plan de mantenimiento de vigueta y poste como acumulativo de mes/maquina. Revisar, programar y ejecutar de acuerdo con el plan de mantenimiento, la vida útil de las piezas críticas y <i>checklist</i> vigueta y poste los mantenimientos programados;	Asistente administrativo de vigueta / jefe de mantenimiento de Produccion Industrial / jefe de Produccion vigueta y poste / supervisor de Producción vigueta / grupo de mantenimiento	Plan de mantenimiento de vigueta y poste / reporte diario de trabajo vigueta y poste / <i>Checklist</i> vigueta y poste / orden de trabajo de mantenimiento / Informe de análisis de causa	PRE-PR-PL-06 / PRE-PR-RE-24 / PRE-PR-RE-25 / PRE-PR-RE-14 / PRE-GC-RE-05
	Cuando se presente un Paro No Programado (PNP): Corregir las fallas que generen los PNP en las maquinarias de produccion y registrar en la orden de trabajo de mantenimiento.			
	Alimentar y consolidar las ordenes de trabajo en el Plan de Mantenimiento de la maquinaria de producción, para reiniciar las vidas útiles de las piezas críticas o en su caso, modificarlas en base a hallazgos y criterios.	Jefe de mantenimiento de Produccion Industrial.	Orden de trabajo de mantenimiento / plan de mantenimiento vigueta y poste	PRE-PR-RE-14 / PRE-PR-PL-06


Fuente: jefe de Mantenimiento.

2.2.2.1. Registro de mantenimiento

Es el conjunto de las tareas programadas, agrupadas o no, siguiendo algún tipo de criterio, y que incluye una serie de equipos de la planta. En el registro de mantenimiento se engloban tres tipos de actividades:

- Las actividades rutinarias que se realizan a diario, y que normalmente las lleva a cabo el equipo de operación.
- Las actividades programadas que se realizan a lo largo del año.
- Las que se realizan durante las paradas programadas.

Figura 18. Formato de registro de mantenimiento

		PLAN DE MANTENIMIENTO MEZCLADORA Y BANCOS				PRE-PR-PL-06	
		ELABORO	REVISÓ	AUTORIZO	FECHA		
Jefe de Producción		Gerente de Producción Industrial		Gerente de Producción Industrial			
CANTIDAD	BETOMIASS	TIPO DE ELEMENTO	VIDA ÚTIL (Mes/máquina)	lgo. máx. permis.	Mar-14	Apr-14	May-14
Mezcladora							
1	Reductor de mezcladora	Electromecánico					
	Aceite del reductor	Hidráulico					
1	Motor de mezcladora	Electromecánico					
3	Fajas AX41	Repuesto					
	Laminas de los fondos de la mezcladora	Estructural					
	Laminas laterales exteriores	Estructural					
	Laminas laterales interiores	Estructural					
	Laminas laterales exteriores (10 cm de alto)	Estructural					
	Paleas (Cambio)	Estructural					
1	Bomba de agua (mezcladora)	Electromecánico					
1	Bomba de aditivo	Repuesto					
Bomba y Gato							
2	Motor (Mantenimiento) (incluye acople)	Repuesto					
1	Filtro (cambio)	Repuesto					
1	Aceite (cambio) (Hyspin 46)	Repuesto					
1	Sistema eléctrico (limpieza y revisión)	Actividad					
1	Calibración del manómetro	Repuesto					
1	Gato	Repuesto					

Fuente: elaboración propia.

En la figura 15 se observa el formato del registro de mantenimiento propuesto para la mezcladora y bancos de vigueta y poste pretensado. El registro se dividió en 2 áreas de trabajo: mezcladora y bancos, las cuales a su vez se dividen en las partes que forman dichas áreas.


Se definió el tipo de elemento, vida útil, rango máximo permisible y el período de tiempo en el cual se va a ejecutar el plan. El formato trabaja colocando

el mantenimiento en el mes que se ejecutó, se lleva un conteo y al momento de comparar este conteo con la vida útil del elemento se determina si corresponde otro mantenimiento, o si ya llegó a su vida útil y por ende cambiar el elemento.

2.2.2.2. Checklist de bancos

De la misma manera se elaboró el formato de *checklist* de los bancos de fundición de vigueta y poste pretensado en cual se describe el área de medición, fecha de realización, orden de mantenimiento y la fecha de cierre.

Figura 19. Checklist bancos

	CHECKLIST BANCOS			PRE-PR-RE-25
	ELABORO	REVISÓ	AUTORIZO	FECHA
	Jefe de Producción	Gerente de Producción Industrial	Gerente de Producción Industrial	

Mesa No.	Área de medición		C	NC	Fecha de realización	Observaciones	Orden de mantenimiento
	Nivel de la mesa						Trabajo a realizar / Fecha de cierre
	Distancia entre paredes internas						Firma de cierre
	Lámina de fondo interior de la mesa						
	Láminas laterales interiores						
	Base de la mesa						

Mesa No.	Área de medición		C	NC	Fecha de realización	Observaciones	Orden de mantenimiento
	Nivel de la mesa						Trabajo a realizar / Fecha de cierre
	Distancia entre paredes internas						Firma de cierre
	Lamina de fondo interior de la mesa						
	Laminas laterales interiores						
	Base de la mesa						

Mesa No.	Área de medición		C	NC	Fecha de realización	Observaciones	Orden de mantenimiento
	Nivel de la mesa						Trabajo a realizar / Fecha de cierre
	Distancia entre paredes internas						Firma de cierre
	Lamina de fondo interior de la mesa						
	Laminas laterales interiores						
	Base de la mesa						

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.3. Generación de la orden de trabajo de mantenimiento

Se generó el formato con la orden de trabajo de mantenimiento en el cual se describe si este es programado o no, qué unidad de trabajo se le aplicará el mantenimiento, quién será el encargado de realizarlo, la fecha de emisión y de ejecución.

Con la orden de trabajo se puede programar el mantenimiento especificando qué unidad de trabajo es, qué tipo de trabajo se tiene que realizar, qué repuestos se tienen que utilizar y el tiempo utilizado. Al momento de realizar el trabajo el jefe de mantenimiento será el encargado de dar el visto bueno para que la orden quede cerrada.

Figura 20. Orden de trabajo de mantenimiento

	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			PRE-PR-RE-14				
	ELABORÓ	REVISÓ	AUTORIZÓ	FECHA				
	Jefe de producción	Ing. Producción Industrial	Ing. Producción Industrial	02/14				
<p style="text-align: right;">Fecha de Emisión <input type="text"/> Ejecución <input type="text"/></p> <p>Unidad de trabajo ▶ _____</p> <p>Realizado por: _____</p> <p>Encargado: _____</p> <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>PROGRAMADO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>NO PROGRAMADO</td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>					PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>	NO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>
PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>							
NO PROGRAMADO	<input type="checkbox"/>							
Unidad de trabajo y piezas críticas	Trabajo a realizar	Repuestos a utilizar	Observaciones	Tiempo utilizado				

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. Definición de controles de proceso de vigueta y poste

Al controlar un proceso, se refiere a cómo se controlan variables inherentes al mismo para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia, reducir impacto ambiental y mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.

La misión del control de proceso será corregir las desviaciones surgidas en las variables respecto de unos valores determinados, que se consideran óptimos para conseguir las propiedades requeridas en el producto.

Se incluyó una hoja en la orden de fabricación de vigueta y poste en la que se registrarán los controles de proceso postproducción, para validar el cumplimiento de las especificaciones de la vigueta y las condiciones de los bancos de fundición, así como las nuevas verificaciones que deben realizar y el método de validación, para asegurar la calidad del producto y durante cierta cantidad de ciclos de fundición, se validen los bancos de fundición.

2.2.3.1. Diseños de formatos de controles de proceso

Un control de proceso sirve para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia, reducir impacto ambiental y para mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.

2.2.3.1.1. Vigueta

Para el control de proceso de la vigueta se elaboró un formato en el cual se mide la longitud, ancho, alto y la contra flecha, y estos parámetros se comparan con las medidas estándar establecidas según el requerimiento del cliente. En el mismo formato se coloca la sección del banco.

Los controles de proceso son de gran aplicación, ya que permiten aumentar el rendimiento con los recursos actuales, asegura el registro de los procesos y ofrece garantías al producto.

La implantación adecuada de un sistema de control, significa una sensible mejora en la operación, aportando beneficios como:

- Incremento de la productividad
- Mejora de los rendimientos
- Mejora de la calidad
- Seguridad operativa

En la figura 18 se muestra el formato de control para las diferentes variables establecidas, con estos controles se reduce la variabilidad y las desviaciones que se causan durante el proceso. El uso de este formato es para que se le aplique el control a 6 viguetas, al azar, de la fundición de un pedido, en el cual se comparan las medidas estándar con las reales de producción. Se coloca la sección del banco de donde se sacaron las viguetas para llevar un control y terminar el ciclo de verificación de bancos.

Figura 21. Formato de control de proceso de vigueta

<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Fecha de Fabricación</td><td></td></tr> <tr><td>Fecha de Revisión</td><td></td></tr> <tr><td>Bancos</td><td></td></tr> <tr><td>Sección</td><td></td></tr> </table>	Fecha de Fabricación		Fecha de Revisión		Bancos		Sección		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">PreCon</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Orden de Producción Vigueta</td> <td style="text-align: right;">PRE-PR-RE-19</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Elaboro</td> <td style="text-align: center;">Revisó</td> <td style="text-align: center;">Autorizó</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Jefe Producción</td> <td style="text-align: center;">Ing. Producción</td> <td style="text-align: center;">Ing. Producción</td> </tr> </table>	PreCon	Orden de Producción Vigueta		PRE-PR-RE-19	Elaboro	Revisó	Autorizó	Jefe Producción	Ing. Producción	Ing. Producción
Fecha de Fabricación																			
Fecha de Revisión																			
Bancos																			
Sección																			
PreCon	Orden de Producción Vigueta		PRE-PR-RE-19																
	Elaboro	Revisó	Autorizó																
	Jefe Producción	Ing. Producción	Ing. Producción																

BANCO

Línea	1		2		3		4		5		6	
Medida	Estándar	Real	Estándar	Real	Estándar	Real	Estándar	Real	Estándar	Real	Estándar	Real
Longitud (m)												
Peralte (cm)												
Alto (cm)												
Peralte (cm)												
Controlado	< 3 cm		< 3 cm		< 3 cm		< 3 cm		< 3 cm		< 3 cm	

		B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	
Sección	1	1	1	1	1	1	1	1	1	Observaciones
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3	3	3	3	3	3	3	3	3	
	4	4	4	4	4	4	4	4	4	

Fuente: elaboración propia.

2.2.3.1.2. Poste


Para el control de proceso del poste se elaboró un formato en el cual se mide la longitud, ancho, alto, curvatura y soportes y estos parámetros se comparan con las medidas estándar establecidas según el requerimiento del cliente. En el mismo formato se coloca la sección del banco y se miden 6 postes al azar de la mesa de fundición.

En la figura 19 se muestra el formato de control para las diferentes variables establecidas, con estos controles se reduce la variabilidad y las desviaciones que se causan durante el proceso. El uso de este formato es para que se le aplique el control a 6 postes al azar de la fundición de un pedido, en el cual se comparan las medidas estándar con las reales de producción.

Se coloca la sección del banco de donde se sacaron los postes para llevar un control y terminar el ciclo de verificación de bancos.

Con la implantación adecuada de un sistema de control, significa una sensible mejora en la operación, aportando beneficios como incremento de la productividad y mejora de la calidad.

Figura 22. Formato de control de proceso de poste

Fecha de Fundición				Verificación Post-producción Poste Blocon PRE-PR-RE-19				
Fecha de Verificación				Elaboró	Revisó	Autorizó		
Bancos				Jefe de producción	Ing. Producción	Ing. Producción		
Medida								
Poste	1		Poste	2		Poste	3	
Medida	STD	Real	Medida	STD	Real	Medida	STD	Real
Curvatura (mm)	(+/-3)		Curvatura (mm)	(+/-3)		Curvatura (mm)	(+/-3)	
Longitud (mts)	3.8		Longitud (mts)	3.8		Longitud (mts)	3.8	
Ancho (cm)	8.3		Ancho (cm)	8.3		Ancho (cm)	8.3	
Alto (cm)	8.3		Alto (cm)	8.3		Alto (cm)	8.3	
Soportes	3 ó 4		Soportes	3 ó 4		Soportes	3 ó 4	
Poste	4		Poste	5		Poste	6	
Medida	STD	Real	Medida	STD	Real	Medida	STD	Real
Curvatura (mm)	(+/-3)		Curvatura (mm)	(+/-3)		Curvatura (mm)	(+/-3)	
Longitud (mts)	3.8		Longitud (mts)	3.8		Longitud (mts)	3.8	
Ancho (cm)	8.3		Ancho (cm)	8.3		Ancho (cm)	8.3	
Alto (cm)	8.3		Alto (cm)	8.3		Alto (cm)	8.3	
Soportes	3 ó 4		Soportes	3 ó 4		Soportes	3 ó 4	

Fuente: elaboración propia.

2.2.4. Definición de criterios de aceptación y rechazo para las variables de control estribo y cercha

Para los controles de proceso definidos para la producción de vigueta y poste, no se cuenta con los criterios de aceptación y rechazo para las variables de control del mismo: validación de soldadura, formación de piezas en U, colocación de mezcla dentro de los bancos. En el proceso productivo de vigueta, no están

definidos los procedimientos de trabajo y las mediciones de proceso necesarias para asegurar la conformidad del producto. Se obtuvo como resultado la generación de las especificaciones técnicas de proceso y producto, con tolerancias que garanticen la conformidad de la vigueta, divulgación y capacitación de los procedimientos y documentos generados al personal de vigueta asociado a cada documento, con el objetivo de darlos a conocer y tener claros los procesos y mediciones de cada fase del proceso productivo.

2.2.4.1. Diseños de formatos de controles de proceso

Un control de proceso sirve para reducir la variabilidad del producto final, incrementar la eficiencia, reducir impacto ambiental y para mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.

2.2.4.1.1. Estribo


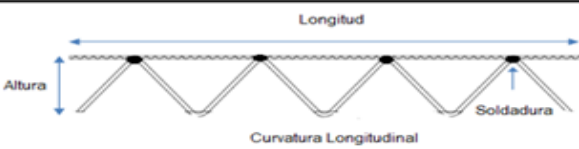
Para el control de proceso de estribo se elaboró un formato en el cual se mide la longitud, distancia y altura y estos parámetros se comparan con las medidas estándar establecidas según las especificaciones de estribo. El procedimiento es el siguiente:

- El jefe de Producción hace la programación de la fabricación de estribo y traslada la información al asistente administrativo.
- El asistente administrativo traslada la información del tipo de estribo al formato de control.
- El operador de estribo recibe la orden de fabricación y la hoja de control.

- El asistente administrativo traslada la información del tipo de cercha al formato de control.
- El operador de cercha recibe la orden de fabricación y la hoja de control.
- De acuerdo al tipo de cercha, el operador realiza el control de longitud, puntos de soldadura, curvatura longitudinal y altura a 10 cerchas seleccionadas al azar.

Los controles de proceso son de gran aplicación, ya que permiten aumentar el rendimiento con los recursos actuales, asegura la trazabilidad de los procesos y ofrece garantías al producto.

Figura 24. Formato de control de cercha

Fecha de Verificación						Orden de Fabricación Cercha						PRE-PR-RE-19								
Bancos						Elaboró		Revisó		Autorizó										
				Jefe Producción		Ing. Producción		Ing. Producción												
BANCO																				
																				
Cercha	1				2				3				4				5			
	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC
Longitud (mt)																				
Puntos de Soldadura																				
Curvatura Longitudinal	<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)			
Altura (cm)																				
Cercha	6				7				8				9				10			
	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC	Estándar	Real	C	NC
Longitud (mt)																				
Puntos de Soldadura																				
Curvatura Longitudinal	<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)				<3 (cm)			
Altura (cm)																				

Fuente: elaboración propia.


2.2.5. Definición de criterios de aceptación de la generación de producto no conforme

En el proceso de producción, no se han definido los criterios para la aceptación de la generación de producto no conforme en vigueta y poste, no están definidos cómo identificar y manejar el producto no generado en el proceso productivo.

Se obtuvo como resultado la generación de un documento de identificación de producto no conforme, se hizo la divulgación a todo el personal de vigueta y poste en referencia a la identificación y manejo de producto no conforme, el lugar de almacenamiento y disposiciones finales, así como los responsables de autorizaciones y disposiciones finales. A continuación se enlistan las no conformidades de las viguetas y poste:

- **Contra flecha alta:** es cuando la pastilla de concreto se deforma generando una curvatura longitudinal. Esta tiene una tolerancia de 3 cm. Si se pasa ya no es conforme.

Figura 25. **No conformidad contra flecha alta**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Contra flecha alta		<p>Separar al área de producto no conforme. Demoler pastilla de concreto y reutilizar la cercha nuevamente en fundición.</p> <p>Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: reparar o cambiar barra superior</p>	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta.

Fuente: patio de producto terminado, PreCon

- Ruptura de pastilla de concreto en el hierro de la cercha: es cuando al momento de destensar las viguetas de los bancos se quiebran en la unión de la cercha con la pastilla de concreto.

Figura 26. **No conformidad ruptura de pastilla**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Ruptura de pastilla de concreto en el hierro de la cercha		<p>Separar al área de producto no conforme. Demoler pastilla de concreto y reutilizar la cercha nuevamente en fundición.</p> <p>Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: cortar a medidas mas pequeñas para aprovechar secciones en buen estado.</p>	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta.

Fuente: patio de producto terminado, PreCon.

- Grieta en la pastilla: es cuando al momento de sacar la vigueta del banco de fundición se le hacen grietas a lo largo y ancho de la pastilla de concreto.

Figura 27. **No conformidad grieta en la pastilla**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Grieta en la pastilla de concreto		<p>Separar al área de producto no conforme. Demoler pastilla de concreto y reutilizar la cercha nuevamente en fundición.</p> <p>Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: cortar a medidas mas pequeñas donde la pastilla no presente grieta.</p>	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta.

Fuente: patio de producto terminado, PreCon.

- Desportillamiento en la pastilla: es cuando la pastilla de concreto se quiebra de un extremo.

Figura 28. **No conformidad desportillamiento en la pastilla**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Desportillamiento en la pastilla de concreto		<p>Separar al área de producto no conforme</p> <p>Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: cortar a medidas mas pequeñas donde la pastilla no presente daños. Resanar la pastilla si el tamaño del despuntamiento es pequeño.</p>	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta.

Fuente: patio de producto terminado, PreCon.

- Barra superior torcida: es cuando al momento de destensar las viguetas se les tuerce la barra superior.

Figura 29. **No conformidad barra superior torcida**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Barra superior torcida en viguetas destensadas		<p>Separar al área de producto no conforme</p> <p>Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: Cambio de barra superior del mismo diametro o mayor.</p>	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta.

Fuente: patio de producto terminado, PreCon.

- Poste torcido o curvo: es cuando al momento de destensar los postes se deforman longitudinalmente formado una curva.

Figura 30. **No conformidad poste torcido o curvo**

NO CONFORMIDAD	EJEMPLIFICACIÓN	DISPOSICIONES FINALES	AUTORIZA/RESPONSABLE
Poste Blocon torcido o curvo		Separar el área de Producto no conforme. Utilizar el poste como separadores de almacenamiento del mismo poste. Trabajos necesarios para trasladar a producto conforme: Cortar a medidas más pequeñas de poste.	Jefe Producción vigueta/supervisor producción vigueta

Fuente: patio de producto terminado, PreCon.

2.2.6. Control de calidad

Consiste en la implantación de programas, mecanismos, herramientas y técnicas para la mejora de la calidad de los productos. El control de calidad es una estrategia para asegurar el cuidado y mejora continua en la calidad ofrecida.

Establecer un control de calidad, busca ofrecer y satisfacer a los clientes al máximo y conseguir los objetivos de la empresa. Para ello, el control de calidad suele aplicarse a todos los procesos de la empresa incluidos al de producción de vigueta y poste.

En primer lugar, se obtiene la información necesaria acerca de los estándares de calidad que el cliente espera y, desde ahí se controla el proceso hasta la obtención del producto.

2.2.6.1. Procedimiento de control de calidad

- Objeto

Este procedimiento establece el sistema que se utiliza para identificar, preparar e inspeccionar todos los procesos y cada una de las operaciones que se llevan a cabo, y así asegurar que se realizan de forma controlada.

- Alcance

Este procedimiento se aplica a todos los procesos que influyen y afectan a la calidad en cada una de sus fases.

- Responsabilidades

- Jefe de producción: es el responsable de registrar todos aquellos pedidos de los clientes y planificar la ocupación de cada máquina que se requiera en cada proceso. También es el responsable de asignar a sus operarios las tareas a realizar en el proceso de fabricación. Estará pendiente de que la maquinaria esté en condiciones óptimas, así como que los utillajes empleados y la materia suministrada por bodega sea la correcta para la fabricación del producto. Será el único responsable de que se cumplan los plazos de fabricación, así como la de cumplir los requisitos que se le exigen en los procedimientos y planes que afecten a cada proceso.
- Operadores: encargados de llevar a cabo los controles definidos por el jefe de Producción para que el producto satisfaga con las expectativas del cliente, en las siguientes áreas:

- Fabricación de estribo
 - Fabricación de cercha
 - Fundición de vigueta
 - Fundición de poste
 - Destensado
 - Almacenamiento de producto terminado
- Desarrollo del procedimiento
 - Una vez haya realizado el pedido de materia prima, la mercancía es entregada por bodega.
 - Bodega deberá avisar a Calidad para que realice los controles necesarios y verificar que la mercancía cumple los requisitos.
 - Una vez que se haya verificado y aprobado por el Departamento de Calidad, este dará el visto bueno y lo identificará con una tarjeta que resume las características del producto según pedido, con una etiqueta verde que pondrá aceptado y la fecha que corresponda. En caso de que no sea aprobada por calidad, se pondrá una etiqueta de color rojo que pondrá rechazado, por lo que se tomarán las medidas necesarias mediante una reclamación al proveedor, y el envío a este de las acciones que tomaría en el caso del rechazo de su materia prima. Si la mercancía ha sido aprobada, el responsable de bodega la ubicará en el lugar del almacén que esté destinado para las materias primas.
 - Se utilizarán los formatos de control establecidos para las diferentes áreas de trabajo, colocando en ellos la información que se requiere para dicho control.

- Al momento de realizar los controles de las variables del proceso, el operador debe seleccionar los productos que no cumplan con los requisitos establecidos y reportarlos al jefe de Producción, el cual será el encargado de tomar las acciones pertinentes del caso.

2.2.7. Costos de implementación

Los costos relativos a la calidad son aquellos en que se incurren para asegurar una calidad satisfactoria y dar confianza de ellos, así como las pérdidas sufridas cuando no se obtiene la calidad satisfactoria.

Los costos de calidad se dividen en: costos de conformidad y de no conformidad, donde los de conformidad son aquellos asociados con el aseguramiento de que el producto satisface los requisitos del cliente y los de no conformidad, aquellos asociados con el fallo en cumplir con esos mismos requisitos. Otros los consideran como costos de calidad y de no calidad; no obstante, coinciden en considerar dentro de conformidad o calidad los costos de prevención y evaluación, y dentro de los de no conformidad o no calidad los de fallos internos y fallos externos.

El propósito fundamental de un sistema de costos de calidad es el de servir como herramienta fundamental de la Gerencia, para tomar decisiones basadas en hechos económicos que faciliten las actividades de mejoramiento, así como el aumento de la rentabilidad. Con un sistema de costos se provee rápidamente a la Gerencia de una señal para tomar acciones correctivas inmediatas y mediante la información económica-financiera iniciar programas de mejoramientos en áreas de alta incidencia.

Tabla II. **Beneficio-costo**

Propuesta	Beneficio	Costo aproximado
Registro de competencias técnicas del personal	Conocimiento de habilidades implicadas con el correcto desempeño de puestos de un área técnica o de una función específica.	Q. 500,00
Plan de mantenimiento	Mantenimiento constante de la calidad, mejoramiento de buenas prácticas de manufactura, seguridad operacional y reducción de los costos por mantenimiento y reparación del equipo y maquinara.	Q. 4 000,00
Controles de proceso de vigueta y poste	Incremento de la eficiencia, reducción del impacto ambiental y mantener el proceso dentro de los límites de seguridad que corresponda.	Q. 800,00
Definición de criterios de aceptación y rechazo para las variables de control estribo y cercha	Control sobre el proceso de semielaborados, reducción de piezas defectuosas.	Q. 1 200,00
Definición de criterios de aceptación de la generación de producto no conforme	Clasificación del producto no conforme: si tiene reparación, si se puede reutilizar o reciclar.	Q. 1 500,00
Control de calidad	Se logra proporcionar al cliente un producto de mejor calidad sin defectos, también se logra disminuir el desperdicio de materiales.	Q. 900,00

Fuente: elaboración propia.

Los beneficios no se cuantifican monetariamente, se realizó la comparación de propuestas con los beneficios cualitativos que la empresa obtuvo; tal como se muestra en la tabla II, además se incluyen costos aproximados.

3. FASE DE INVESTIGACIÓN. DISEÑO DE UN PROGRAMA PARA LA REDUCCIÓN DE LOS DESECHOS DEL PROCESO PRODUCTIVO

En el proceso de producción de vigueta y poste se producen volúmenes considerables de desechos sólidos, los cuales son una de las principales causas que contribuyen a la contaminación ambiental, ya que evidencian impactos ambientales muy altos.

Para contribuir con la disminución de la contaminación; se propone un programa pertinente, con actividades puntuales, en las fases más críticas del manejo interno de estos residuos, en las fases de generación, separación y almacenamiento para evitar impactos ambientales y de algún modo ayudar a la gestión ambiental municipal.

3.1. Situación actual

En el proceso de producción de vigueta y poste pretensado de PreCon se genera una diversidad de desechos, debido a la variedad de productos que se manejan y los distintos procedimientos que se utilizan para fabricar dichos productos.

3.1.1. Tipos de desechos

Los desechos del proceso de producción de vigueta y poste pretensado son los siguientes:

- Madera (10 *pallets* mensuales)
- Cartón (12 libras)
- Concreto (9 metros cúbicos)
- Arena (3 metros cúbicos)
- Piedrín (2 metros cúbicos)
- Hierro (50 libras)
- Acero (80 libras)
- Alambre (6 libras)
- Grasa (3 galones)
- Diésel (2 galones)

Cantidades mensuales aproximadas.

3.1.2. Control sobre los desechos

El manejo de desechos sólidos es la gestión de los residuos, la recolección, el transporte, tratamiento, reciclado y disposición final de los materiales de desecho. Se refiere a los materiales producidos por el proceso y, en general, para reducir sus efectos sobre la salud y el medio ambiente. La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos. La gestión de los desechos implica tanto estados sólidos, líquidos, gases o sustancias radiactivas, con diferentes métodos y técnicas especializadas para cada uno.

En el proceso actual no está bien definido un control sobre todos los desechos que producen en la producción de vigueta y poste. Los desechos de materia prima son almacenados en tolvas, las cuales no están identificadas y no se sabe qué cantidad es la que están almacenando. No existe un periodo

establecido en el cual se defina qué días son los que se tiene que extraer los residuos.

El proceso de producción genera diversidad de desechos y si no se les trata adecuadamente, afectan de manera negativa al medioambiente.

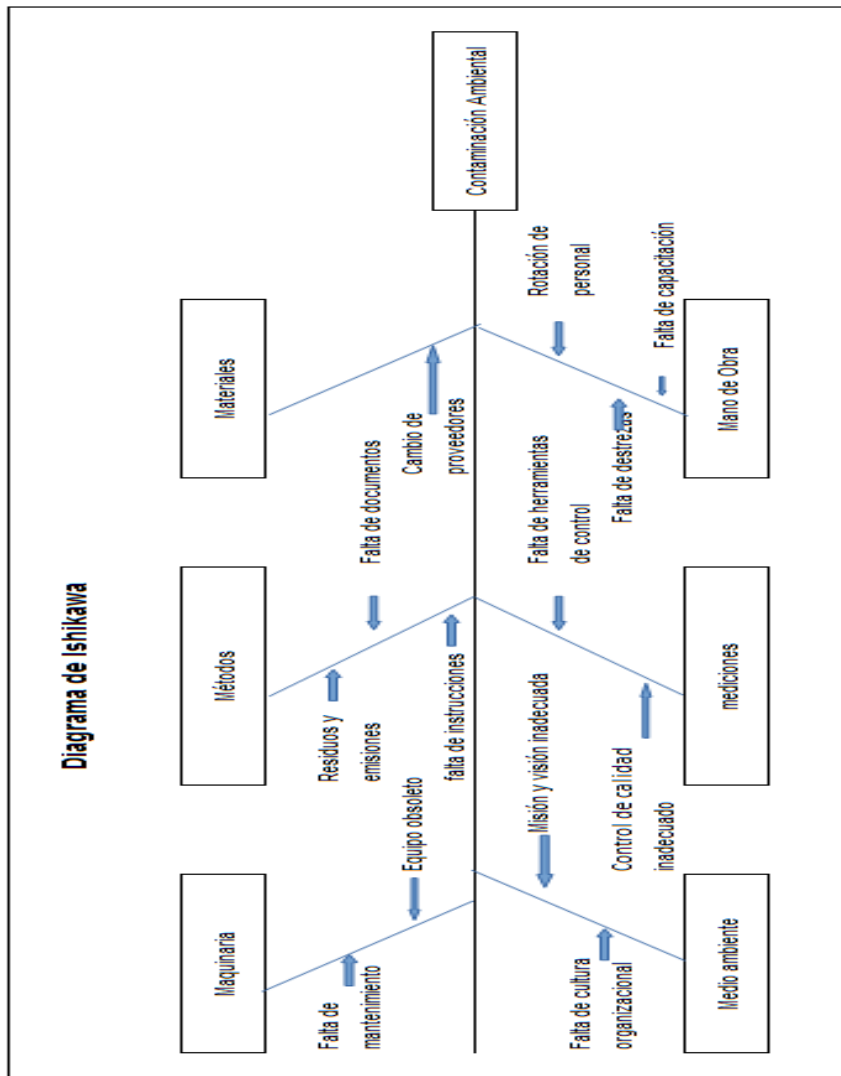
Para los desechos sólidos existe una bodega en la cual se almacenan; al momento de llenar la bodega se llama a la empresa que brinda el servicio para que llegue a extraer los residuos.

El hierro y acero que sale como desperdicio o como retazo se almacena en una tolva, la cual se va llenando hasta alcanzar la capacidad máxima y al momento de que esta se llene se llama al servicio de recolección para que este extraiga los residuos, pudiendo reutilizar este hierro o acero para un reproceso.

3.2. Análisis de la situación actual

Para el análisis de la situación actual del manejo de los desechos se realizó un diagrama de Ishikawa, en el cual representa el problema a analizar, mostrando las relaciones de causa y efecto entre las diversas variables que intervienen en el proceso.

Figura 31. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

- Problema: alto nivel de residuos y emisiones generadas, nocivas al medio ambiente.
- Efecto: contaminación ambiental.
- Causa raíz: metodología utilizada, ya que no existe control sobre los desechos, falta de instrucciones y de supervisión.

3.3. Propuesta técnica

En los procesos productivos, la producción más limpia conduce al ahorro de materias primas, agua, energía; a la eliminación de materias primas tóxicas y peligrosas y a la reducción en la fuente, de la cantidad y toxicidad de todas las emisiones y los desechos durante el proceso de producción.

En los productos, la producción más limpia busca reducir los impactos negativos de los productos sobre el medio ambiente, la salud y la seguridad, durante todo su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas, pasando por la transformación y uso, hasta la disposición final del producto.

La producción más limpia es una estrategia preventiva, encaminada a la reducción total o parcial, de las emisiones contaminantes, la optimización de los procesos y a la reutilización, reciclaje y valorización de los residuos. Es por eso que en esta propuesta, dentro del proceso productivo, reflejará un menor impacto ambiental, menor cantidad de emisiones, eliminación de los desperdicios de materias primas, ahorro y menores costos de producción, que dan como resultado mayor competitividad.

La propuesta es un programa para la reducción de los desechos que tiene herramientas, control sobre los desechos, aplicación de tecnología; esta se describe a continuación:

3.3.1. Plan para reducción de desechos

El plan propuesto consiste en una serie de herramientas, las cuales buscan la reducción de los desechos sólidos en el proceso productivo, asegurando la reducción desde el origen, la reutilización dentro del proceso, el reciclaje y el control sobre los desechos.

Con el plan se busca implementar el concepto de producción más limpia, el cual es una estrategia ambiental preventiva e integrada, que mejora la eficiencia de las actividades de la organización, reduce costos y mejora su desempeño ambiental.

El propósito es contribuir a mejorar la gestión ambiental, introduciendo patrones de producción y consumo más amigables y en armonía con el ambiente; utilizando Producción más limpia como una herramienta eficaz que apoya, alinea y coordina las acciones para alcanzar el desarrollo sostenible, a través de acciones de promoción y prevención para sustentar el crecimiento económico. Su éxito depende del compromiso y participación activa de los empleados de la organización; sobre la base de una responsabilidad compartida, pero diferenciada, en alcanzar la protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales, el crecimiento económico y el bienestar social.

3.3.1.1. Evitar la generación de residuos y emisiones

Las alternativas para evitar la generación de residuos son las siguientes:

- Utilización de materiales terminados en la planta que no requieran acabados en obra. Son los productos semielaborados, ya que estos vienen terminados desde el lugar de origen y no necesitan pasar por otro proceso de industrialización que genere residuos y emisiones.
- Estandarización de materiales: contar con un mismo proveedor, ya que esto permite que se tenga el control sobre la materia prima usada en el proceso productivo, teniendo claras las especificaciones de dicha materia.
- Utilización adecuada de maquinaria y equipo: tener un plan de mantenimiento bien establecido, ya que con este se tiene el conocimiento de la vida útil de la

maquinaria y tener la programación de los mantenimientos preventivos, antes de que estos fallen y generen emisiones al medio ambiente.

3.3.1.2. Reducción en el origen

Prevención de la contaminación a través de la minimización de impactos y residuos originados en el proceso. En general, es la adquisición de nuevas tecnologías. También el mejoramiento de las prácticas de trabajo, el mantenimiento apropiado de la maquinaria y equipo y la correcta distribución de los procesos.

Con la optimización de los procesos se reduce el consumo de las materias primas.

3.3.1.3. Reutilización dentro del proceso productivo

Los materiales que no son consumidos o que son considerados como desperdicio son reutilizados en otra parte del proceso. Los retazos de hierro y acero al momento de finalizar la producción del día se cuantifican y clasifican por tipo, esta información se traslada a un archivo; con esta información se sabe cuánto hay de cada tipo y si se utilizan en la fabricación de los semielaborados estribo y cercha, o en trabajos fuera del proceso productivo que utilicen el tipo de hierro detallado. También se utilizan los empaques, cajas y recipientes para el almacenamiento de materiales, siempre y cuando no hayan contenido sustancias tóxicas.

3.3.1.4. Reciclaje

Los residuos que salen del proceso productivo pasan por una clasificación donde se valore si el desecho es reciclable o no, estos se reutilizan o son

vendidos en centros de acopio, con esto se genera beneficio económico y se mejora el desempeño ambiental en la planta.

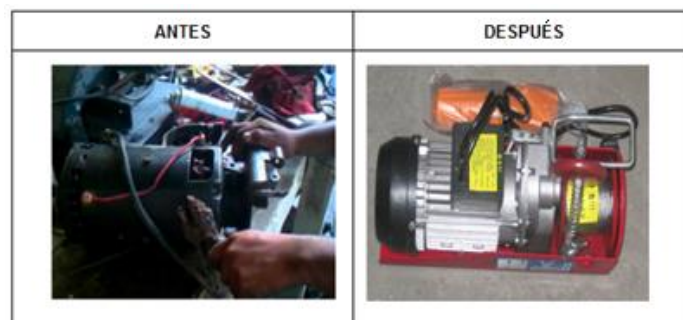
3.3.1.5. Buenas prácticas de operación

- Capacitación del personal operativo.
- Utilización y mantenimiento de maquinaria y equipo para minimizar el uso de insumos y materiales.
- Protección de las tolvas de almacenamiento para evitar el deterioro.
- Aislamiento de materiales peligrosos de los demás materiales.
- Etiquetado adecuado de recipientes.
- Prevención de derrames durante el almacenamiento, transporte y aplicación.

3.3.1.6. Cambios tecnológicos

- Reemplazo de equipos y motores de baja eficiencia y en mal estado.

Figura 32. **Diferencia motor de baja eficiencia y motor nuevo de montacargas**



Fuente: taller de mantenimiento, PreCon.

- Uso de combustibles menos contaminantes como:
 - Etanol: una alternativa basada en alcohol al fermentar y destilar cosechas, como las de maíz, cebada o trigo. Es mezclado con gasolina para incrementar los niveles de octano y mejorar la calidad de las emisiones.
 - Gas natural: es un combustible que quema limpio y está disponible ampliamente en muchas partes del mundo a través de instalaciones que suministran gas natural a las casas y las empresas.

3.3.2. Evaluación del impacto ambiental

El proceso productivo de vigueta y poste genera un alto impacto ambiental, ya que está compuesto por materiales de diferentes tipos: productos naturales poco elaborados (piedrín, arena, grava), minerales no metálicos (cemento), minerales metálicos, madera y productos químicos, debido al alto consumo de recursos naturales y energía, generación de residuos y emisiones contaminantes. Por lo tanto, con la propuesta antes mencionada se busca garantizar la protección del ambiente y el desarrollo de la planta.

Los aspectos a considerar, para el balance ambiental de los materiales son: el costo ambiental de extraer o fabricar el material, el transporte y su potencial de reutilización y reciclaje una vez convertido en residuo.

3.3.3. Beneficios del programa de reducción de desechos

- Disminución de los costos en el consumo de materiales y utilización de mano de obra.
- Ingresos económicos por la valorización de los residuos.

- Reducción de los costos de mantenimiento y limpieza de maquinaria y equipo.
- Reducción de los costos por problemas de salud ocupacional y seguridad industrial.
- Ahorro en la compra de insumos y materiales.
- Mayor oportunidad de mejoramiento de la planta, como los objetivos de calidad y la responsabilidad por el medio ambiente.

4. FASE DE DOCENCIA. PLAN DE CAPACITACIÓN GENERAL

Para el diagnóstico de las necesidades de capacitación se realizó una encuesta con los temas de interés para el personal administrativo y operativo. Con la detección de necesidades de capacitación se orienta la estructuración y desarrollo de planes y programas para el establecimiento y fortalecimiento de conocimientos, habilidades o actitudes del personal, con el fin de contribuir al logro de los objetivos de la empresa.

Figura 33. Encuesta personal administrativo

Encierre en un círculo la respuesta que mejor expresa su evaluación a los siguientes aspectos						
No.	Ítem	Pobre	Adecuado	Promedio	Bueno	Excelente
1	Planeamiento estratégico	1	2	3	4	5
2	Administración y organización	1	2	3	4	5
3	Cultura organizacional	1	2	3	4	5
4	Relaciones públicas	1	2	3	4	5
5	Mejoramiento del clima laboral	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

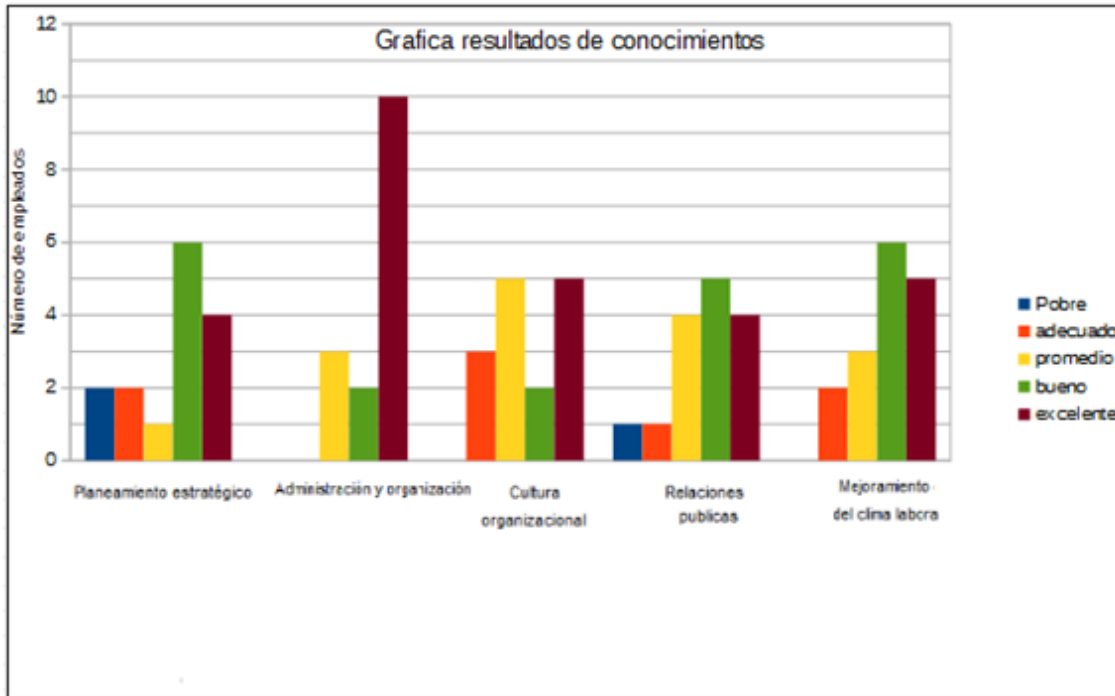
Figura 34. Encuesta personal administrativo

Encierre en un círculo la respuesta que mejor expresa su evaluación a los siguientes aspectos						
No.	Ítem	Pobre	Adecuado	Promedio	Bueno	Excelente
1	Uso de herramientas generales	1	2	3	4	5
2	Equipo de protección personal	1	2	3	4	5
3	Equipo de oxicorte	1	2	3	4	5
4	Metodología 5S	1	2	3	4	5

Fuente: elaboración propia.

En la figura 32 se muestran los resultados de las encuestas, con estos se le dio prioridad al tema en el cual se tenía menos conocimiento y se programó en el calendario de actividades.

Figura 35. **Resultados de las encuestas**



Fuente: elaboración propia.

4.1. **Diagnóstico de necesidades de capacitación**

En el proceso productivo de vigueta y poste se consideró la necesidad de un plan de capacitación para el personal administrativo y operativo, ya que constituye un instrumento que determina las prioridades de capacitación. Con este plan se busca crear un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada, mediante el cual el personal adquiere o desarrolla conocimientos y habilidades específicas relativas al trabajo, y modifica sus actitudes frente a aspectos de la empresa, el puesto o el ambiente laboral.

La capacitación es una sucesión definida de condiciones y etapas orientadas a lograr la integración del colaborador a su puesto en la empresa, el incremento y mantenimiento de su eficiencia, así como su progreso personal y laboral en la empresa.

Se requiere de un conjunto de métodos, técnicas y recursos para el desarrollo de los planes y la implantación de acciones específicas de la empresa para su desarrollo. La capacitación constituye un factor importante para que el colaborador brinde el mejor aporte en el puesto asignado, ya que es un proceso constante que busca la eficiencia y la mayor productividad en el desarrollo de sus actividades, asimismo, contribuye a elevar el rendimiento, la moral y el ingenio creativo del colaborador.

4.2. Plan de capacitación

El plan de capacitación incluye a los empleados de todos los departamentos de la planta 2 de PreCon, estos, agrupados de acuerdo a las áreas de actividad y con temas puntuales, algunos temas recogidos de la sugerencia de los propios empleados.

Con el plan de capacitación se busca elevar el nivel de rendimiento de los colaboradores y, con ello, al incremento de la productividad y rendimiento de la empresa. Así como también:

- Mejorar la interacción entre los colaboradores y, con ello, elevar el interés por el aseguramiento de la calidad en el servicio.
- Satisfacer fácilmente los requerimientos futuros de la empresa en materia de personal, sobre la base de la planeación de recursos humanos.

- Generar conductas positivas y mejoras en el clima de trabajo, la productividad y la calidad y, con ello, elevar la moral de trabajo.
- Mantener la salud física y mental ayuda a prevenir accidentes de trabajo, y un ambiente seguro lleva a actitudes y comportamientos más estables. En la figura 33 se muestra el formato del plan de capacitación propuesto.

Figura 36. **Plan de capacitación**

Personal	Estrategias	Tipos de capacitación	Temas de capacitación	Periodo de tiempo
Operativo	Realización de talleres	Inductiva, preventiva y correctiva	Uso de herramientas generales	15 semanas
			Equipo de protección personal (EPP)	15 semanas
	Desarrollo práctico		Equipo de oxicorte	15 semanas
			Metodología 5S`	20 semanas
Administrativo	Desarrollo de trabajos prácticos	Inductiva, preventiva y correctiva	Planeamiento estratégico	4 semanas
	Metodología de exposición		Administración y organización laboral	4 semanas
			Cultura organizacional	4 semanas
			Relaciones públicas	4 semanas
	Realización de talleres		Mejoramiento del clima laboral	4 semanas

Fuente: elaboración propia.

El plan de capacitación se llevará de acuerdo a las siguientes estrategias:

- Desarrollo de trabajos prácticos
- Realizar talleres
- Metodología de exposición

4.2.1. Temas de capacitación

Personal administrativo:

- Planeamiento estratégico
- Administración y organización
- Cultura organizacional
- Relaciones públicas
- Mejoramiento del clima laboral

Personal operativo:

- Uso de herramientas generales
- Equipo de protección personal
- Equipo de oxicorte
- Metodología 5S

4.2.2. Tipos de capacitación

- Capacitación inductiva: facilita la integración del nuevo empleado, en general, como a su ambiente de trabajo, en particular.
- Capacitación preventiva: prevé los cambios que se producen en el personal, toda vez que su desempeño varíe con los años, sus destrezas se deterioran. Preparación del personal para enfrentar con éxito la adopción de nuevas metodologías de trabajo y la utilización de nuevos equipos.

- Capacitación correctiva: evaluación de desempeño, estudios de diagnóstico de necesidades dirigidos a identificarlos y determinar cuáles son factibles de solución a través de acciones de capacitación.

4.2.3. Materiales

- Infraestructura: las actividades de capacitación se desarrollarán en el salón de capacitaciones de la planta 2 y en el área de campo.
- Mobiliario y equipo
 - Personal Administrativo: salón, mesas, sillas, documentos, lápices, cuadernillos, computadora y cañonera.

4.2.4. Costos

Son los costos para llevar a cabo la capacitación del personal administrativo y operativo incluyendo la descripción del equipo a utilizar y la cantidad.

Tabla III. Costos–personal administrativo

Descripción	Cantidad	Costo Total
Mesas y sillas	2 docenas	Q. 150,00
Documentos		
Lápices	2 docenas	Q. 25,00
Cuadernillos	2 docenas	Q. 50,00
Computadora y cañonera		
Total		Q. 225,00

Fuente: elaboración propia.

- Personal operativo: herramientas generales, equipo de oxicorte, equipo de tensado y destensado y soldadoras.

Tabla IV. Costos–personal operativo

Descripción	Costo por persona	Total
Capacitación para 22 operadores, 4 horas semanales, impartida por personal del Intecap	Q. 100,00	Q. 2 200,00

Fuente: elaboración propia.

Durante el desarrollo de la capacitación, el participante adquirirá las competencias técnicas para realizar las operaciones del equipo antes mencionado, basándose en parámetros de calidad y normas internacionales establecidas, en un tiempo de 60 horas.

4.2.5. Cronograma de actividades

Son las actividades programadas de acuerdo a las necesidades de capacitación.

Figura 37. Cronograma de actividades

No	TEMAS:	Encargado:	Mes	Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre							
			Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
			Duración (semanas)																												
1	Planesamiento estratégico	RRHH	4	■	■	■	■																								
2	Administración y organización	RRHH	4									■	■	■	■																
3	Cultura organizacional	RRHH	4					■	■	■	■																				
4	Relaciones públicas	RRHH	4													■	■	■	■												
5	Mejoramiento del clima laboral	RRHH	8	■	■	■	■																					■	■	■	■
6	Uso de herramientas	Intecap	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
7	EPP	Intecap	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
8	Equipo de oxicorte	Intecap	15	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■												
9	Metodología 5S	Depto. Seguridad e Higiene	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				

Fuente: elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. Para el control del proceso de producción es necesario contar con todos los requisitos establecidos, para tener la garantía de que el producto final sea el esperado.
2. Es importante tener los archivos y documentos asociados a la producción para tener respaldo del mismo.
3. Controlar el proceso que corrija desviaciones a través de indicadores cualitativos y cuantitativos, con el fin de lograr el cumplimiento de los objetivos, y asegurar la calidad del producto y por ende la satisfacción del cliente.
4. Al no contar con registros de las competencias técnicas del personal del proceso productivo, se originan reprocesos, tiempos muertos y bajo rendimiento.
5. Es necesaria la implementación de formatos para las variables de control, ya que sin ellos es imposible verificar los puntos de control establecidos y garantizar la calidad del producto.
6. La falta de un plan de mantenimiento provoca pérdida de tiempo en el proceso productivo, ya que al no contar con el plan, no se lleva el control de la maquinaria y no hay conocimiento si ya se le realizó algún tipo de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

Al jefe de Producción:

1. Diseñar un formato para el registro del desperdicio del producto, para que en él se pueda anotar qué tipo de desperdicio es y qué acciones son las que amerita.
2. Establecer rutinas de control diario para la verificación de los nuevos controles de proceso, para asegurarse de que se estén desarrollando de la manera establecida.
3. Concientizar al personal operativo sobre las normas de seguridad e higiene, así como el uso de equipo de protección personal.

Al personal operativo:

4. Utilizar los formatos de control de variable correctamente, ya que al no hacerlo de la forma adecuada causan variaciones de gran escala en el proceso.
5. Continuar con la implementación del programa de 5S, ya que tiene excelentes resultados y una alta efectividad y mejora los niveles de calidad, tiempos muertos y reducción de costos.

BIBLIOGRAFÍA

1. CHAPMAN, Stephen N. *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación, 2006. 288 p.
2. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Herramienta técnica para la competitividad y la gestión ambiental preventiva*. Política Nacional de Producción más limpia. Guatemala: MARN 2010. 53 p.
3. PreCon. *Documentos internos*. [en línea]. <<http://www.precon.com.gt>>. [Consulta: 8 de octubre de 2014].
4. Sociedad Pública Gestión Ambiental de México. *Recomendaciones para la reducción de residuos*. [en línea]. <http://www.istas.net/risctox/gestion/estructuras/_3228.pdf>. [Consulta: 3 de febrero de 2015].
5. SUÁREZ, Adriana. *¿Cómo estructurar un plan de capacitación?* [en línea]. <http://www.gestionhumana.com/gh4/BancoMedios/Documentos%20PDF/17-como_estructurar_capacitacion.pdf>. [Consulta: 3 de febrero de 2015].
6. Universidad Abierta y a Distancia de México. Maestría en PYMES. *Lectura planeación de la producción*. [en línea]. <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102508/Planeacion_de_la_produccion.pdf>. [Consulta: 22 de septiembre de 2014].

