

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN UNA
EMPRESA PRODUCTORA DE JAULAS PARA GALLINAS
PONEDORAS**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial, que presenta el
bachiller:

Alejandro Franco Dávila Torres

ASESOR: César Augusto Corrales Riveros

Lima, Mayo 2015

Resumen

La mejora de procesos es fundamental en el crecimiento de cualquier organización que tenga metas cada vez más ambiciosas. Entre estas organizaciones se encuentra las empresas avícolas que requieren de diversos productos para la crianza de las aves. Debido a esto estas empresas requieren de proveedores confiables, que cumplan los plazos de entrega establecidos y tengan productos de calidad. Es por ello que estas empresas buscan a estos proveedores para mantener una relación a largo plazo con estas empresas. Entre los proveedores se encuentran las empresas manufactureras de jaulas para gallinas.

El presente estudio se realiza con la finalidad de analizar la situación actual de trabajo en una empresa productora de jaulas para gallinas y presentar propuestas de mejora en los procesos realizados por esta para que pueda aumentar su productividad y satisfacer las necesidades que tengan sus clientes actuales y potenciales

Al comienzo de este proyecto se dará una presentación de los conceptos teóricos que son necesarios para realizar el diagnóstico de esta empresa, de esta manera, se tendrá diversas herramientas que serán útiles para poder plantear las diversas propuestas de mejora en la organización. Estas propuestas de mejora son planteadas para poder optimizar los procesos que se realizan y de esta manera aumentar la productividad en la línea de producción.

El fin de este estudio es que se pueda ordenar el área de producción y ejecutar las propuestas de mejora que se consideren necesarias. Gracias a ello, se optimizará los procesos internos de tal manera que se consigan procedimientos eficientes y eficaces cambiando procedimientos, eliminando procesos improductivos y elevando el ritmo de producción. De esta manera se obtendrá mayor productividad en la empresa, así como más orden en el área de producción y mejores procesos productivos al momento de la elaboración del producto. Además, se podrá llegar a producir hasta 65 módulos por semana aumentando la producción en un 30%, obteniendo como resultado un TIR de 49% en la aplicación de la metodología de las 5S.

DEDICATORIA

Dedicado a mi familia por todo el inmenso apoyo que han dado para poder concluir no solo el presente trabajo sino mi carrera universitaria.

A mis amigos por las recomendaciones y ánimos durante todo mi período universitario

A todo el equipo de trabajo de Dimser por abrirme las puertas y darme facilidades e información para concluir esta tesis.

TEMA DE TESIS

PARA OPTAR: Título de Ingeniero Industrial

ALUMNO(A): **ALEJANDRO FRANCO DÁVILA TORRES**

CÓDIGO: 2009234

PROPUESTO POR: Ing. César Corrales Riveros

ASESOR(A): Ing. César Corrales Riveros

TEMA: ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS EN UNA EMPRESA PRODUCTORA DE JAULAS PARA GALLINAS PONEDORAS

FECHA: San Miguel, 13 de abril del 2015

JUSTIFICACIÓN:

En los últimos años el sector avícola ha crecido considerablemente. Tal como lo indica el Presidente de la Asociación Peruana de Avicultura, José Vera Vargas, de acuerdo con La República ¹, en el 2012 la industria avícola registró un movimiento de S/. 11.000 millones de soles. Esta cifra fue mayor en 8% respecto al 2011. Para el 2013 se estima un crecimiento entre 7% y 8%. Además, esto explicaría el exponencial aumento del consumo de pollo por las familias peruanas que en el 2012 alcanzó los 60 kilogramos per cápita en Lima y 39 kilogramos a nivel nacional. Especialmente la población de gallinas ponedoras comerciables ha crecido un 9.3% en comparación con la población existente en el 2011. Esto se debe al gran consumo de la carne de pollo y huevos en los peruanos. Según el Ministerio de Agricultura ², en promedio, los peruanos consumen 146 huevos al año por persona dado que en la última década, el consumo huevos ha aumentado de 111 a 146 unidades. Según El Comercio ³, la avicultura tiene una participación de 23% del total de la producción agropecuaria en el Perú y de 56% del total de la producción pecuaria. De acuerdo con Heeren, uno de los retos pendientes es ser más eficientes para aumentar nuestras cifras de exportación dado que en el 2012 Perú solo exportó US\$2.694 millones de dólares en el sector avícola muy por detrás de países como Chile, Argentina y Brasil.

Debido a esto, gracias al despegue de las exportaciones y el crecimiento del consumo

¹ La República, "El mayor consumo de pollo aumentaría en 8% ventas de la industria avícola este año" 19 de Junio del 2013

² MINAG, "Encarte Sector Avícola Junio" Junio del 2010

³ El Comercio, "El Perú se encuentra entre los 20 mayores productores avícolas del mundo" 18 de Junio del 2013

interno, también existen diversas empresas que satisfacen las necesidades de este rubro. Entre estas necesidades se encuentran productos para facilitar la crianza y el recojo de huevos. Es por este motivo se realizará un diagnóstico y propuesta de mejora para una empresa que fabrica productos a base de metal. Esta empresa es una manufacturera de metales, donde diseñan, desarrollan y fabrican productos en alambre, perfiles, planchas y tubos, además cuentan con una moderna planta industrial. Entre los productos se encuentran las jaulas para gallinas ponedoras cuya línea de producción se buscará mejorar utilizando la metodología 5S, estudio de métodos y estudio de tiempos.

OBJETIVO GENERAL:

Mejorar los procesos de producción de una empresa dedicada a la fabricación de jaulas para gallinas ponedoras para sus clientes actuales y potenciales, de acuerdo a sus requerimientos y estándares de los productos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Definir los conceptos necesarios como sustento para el diagnóstico de la empresa y su proceso de mejora
- Identificar las actividades y procesos de la empresa en estudio
- Identificar los problemas que ocasionan ineficiencias, retrasos o actividades repetitivas en el trabajo
- Buscar oportunidades de mejora de procesos, con la finalidad de incrementar la productividad en el trabajo
- Proponer mejoras que involucre el área de producción y los procedimientos, para obtener un seguimiento continuo de la productividad y el cumplimiento de metas.
- Evaluar y determinar la factibilidad económica de las propuestas planteadas.

PUNTOS A TRATAR:

a. Marco teórico.

Conceptos referidos a la definición y descripción de procesos. Posteriormente, se presenta diversas herramientas necesarias para conseguir la mejora continua dentro del área de producción. Además, se muestra la metodología de las 5S y los criterios concerniente al estudio de métodos y tiempos.

b. Descripción de la situación actual de la empresa.

Se dará una descripción general de la empresa, como la secuencia de los procesos productivos que se realizan, clientes, proveedores, áreas, personal, productos, insumos, entre otros. Además, Se informará sobre la distribución del área de producción y las dimensiones necesarias de las piezas de las jaulas. También, se presentará el organigrama de la empresa y el diagrama de flujo de los procesos internos así como el producto final requerido por los clientes.

c. Análisis y diagnóstico de la situación actual.

Una vez terminado la descripción de la situación de la empresa, se realizará el diagnóstico del mismo identificando oportunidades de mejora. Para ello se realizarán encuestas a los jefes del área y clientes sobre los problemas en el área de producción para que posteriormente se haga uso de las herramientas descritas como lluvia de ideas, diagrama causa-efecto y valorización de las causas. Finalmente, se decidirá cuál es la mejor herramienta o metodología para dar solución a los problemas principales.

d. Propuesta de mejora

Luego de identificar las mejores herramientas o metodologías a emplear, se procederá a implementar las oportunidades de mejora descritas. Estas propuestas de mejora a implementar estarán en base a la metodología 5S, estudio de tiempos, tiempos y balance de línea.

e. Evaluación económica de las propuestas.

Se presentan las evaluaciones económicas para determinar la factibilidad económica para la implementación de las mejoras propuestas a la empresa, a través de la evaluación de la TIR, VAN y el ratio Costo – Beneficio.

f. Conclusiones y recomendaciones.

ASESOR

ÍNDICE

Resumen	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	x
INTRODUCCIÓN	1
1. Marco Teórico	3
1.1 Procesos	3
1.1.1 Clasificación de Procesos	3
1.2 Mejora de métodos	4
1.2.1. Estudio de Métodos	4
1.3 Herramientas de mejora de manufactura esbelta	12
1.3.1 5S	12
1.3.2 TPM	16
1.4.1 Causa-Efecto	17
1.4.2 Flujograma	18
1.5 Estudio de Tiempos	19
1.5.1 Selección de trabajo y etapas de estudio	20
1.5.2 Delimitación y Cronometraje del trabajo	21
1.5.3 Valoración del Ritmo de Trabajo	22
1.5.4 Suplementos de Estudio de Tiempos	24
1.5.5 Cálculo del Tiempo Estándar	25
2. Descripción de la Situación Actual de la Empresa	26
2.1 Descripción de la empresa	26
2.2 Actividad de la Empresa	26
2.3 Perfil de la Empresa	27
2.4 Organización de la Empresa	27
2.5 Principales actores en el modelo de negocio	29
2.6 Detalle de la Empresa y recursos disponibles	30
2.7 Descripción del proceso de producción	34
3. Análisis y Diagnóstico de la Situación Actual	41
3.1 Identificación del problema Principal	41
3.1.1 Consideraciones Iniciales	41
3.1.2 Opinión de los clientes	42
3.2 Problemática de la empresa	43
3.3 Diagnóstico de la situación actual	46
3.3.1 Lluvia de Ideas sobre el problema principal y problemas secundarios	46
3.3.2 Diagrama de Causa – Efecto	48
3.4 Identificación de Oportunidades de Mejora	48
3.4.1 Encuesta de Procesos	49
3.4.2 Causas más importantes	50
4. Propuesta de mejora	52

4.1 Aplicación de las 5S	52
4.1.1 Primera S – Seiri: Arreglo metódico	54
4.1.2 Segunda S – Seiton: Orden	57
4.1.3. Mantenimiento Autónomo	58
4.1.4. Tercera S – Seiton: Limpieza	59
4.1.5 Cuarta S – Seiketsu: Mantenimiento	63
4.1.6. Quinta S - Shitsuke: Disciplina	65
4.2 Aplicación del estudio de Tiempos y Métodos	66
4.2.1 Estudio de Métodos	66
4.2.2 Estudio de Tiempos	80
4.2.3 Balance de Línea	84
5. Evaluación del impacto económico	92
5.1 Determinación del COK	92
5.2 Evaluación económica de la implementación de las 5S	93
5.2 Evaluación económica del estudio de métodos, tiempos y balance de línea	94
6. Conclusiones y recomendaciones	98
6.1 Conclusiones	98
6.2 Recomendaciones	99
BIBLIOGRAFÍA	100

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Preguntas preliminares	9
Tabla 2 - Preguntas de Fondo.....	9
Tabla 3 - Cálculo de observaciones	22
Tabla 4 - Tabla de valoración.....	23
Tabla 5 - Materia Prima.....	32
Tabla 6 - Descripción DR	36
Tabla 7 - Calificación de clientes.....	42
Tabla 8 - Pedidos retrasados durante el 2013.....	43
Tabla 9 - stock de seguridad	44
Tabla 10 - Tiempo de entrega de los materiales según pedidos	45
Tabla 11 - Priorización de Problemas	45
Tabla 12 - Problemas a tratar.....	46
Tabla 13 - Encuesta de causas.....	49
Tabla 14 - Causas que influyen en el problema	50
Tabla 15 - Metodología de mejora de problemas secundarios	51
Tabla 16 - Tarjetas Rojas.....	55
Tabla 17 - Artículos con Tarjeta Roja	56
Tabla 18 - Destino de Elementos	56
Tabla 19 - DAP de los procesos para la obtención de las jaulas	67
Tabla 20 - Diagrama Bimanual del corte de alambre mejorado.....	69
Tabla 21 - Diagrama bimanual del doblado de alambre	72
Tabla 22 - Diagrama Bimanual del cepillado de techos y pisos.....	74
Tabla 23 - Diagrama Bimanual del corte de techos para colocar las puertas	76
Tabla 24 - Diagrama bimanual del taladrado de parantes mejorado	78
Tabla 25 - Valoración de tiempos.....	82
Tabla 26 - Tiempo estándar sin mejora.....	83
Tabla 27 - Tiempo estándar (con mejora de métodos y 5S).....	84
Tabla 28 - Balance en las operaciones para hacer las puertas	85
Tabla 30 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria.....	85
Tabla 30 - Balance en las operaciones para hacer los separadores	86
Tabla 31 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria.....	86
Tabla 32 Balance en las operaciones para hacer los pisos.....	87
Tabla 33 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria.....	87
Tabla 34 - Balance en las operaciones para hacer los techos.....	88
Tabla 35 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria.....	88
Tabla 36 - Balance en las operaciones para hacer los separadores	89
Tabla 37 - Resumen de las necesidades de personal.....	89
Tabla 38 - Balance en las operaciones para hacer los comederos	89
Tabla 39 - Resumen de las necesidades de personal.....	90
Tabla 40 - Balance en las operaciones para hacer los parantes	90
Tabla 41 - Resumen de las necesidades de personal.....	90
Tabla 42 - Resumen de operarios y máquinas requeridas para la producción	91
Tabla 43 - Costos de las 5S.....	93
Tabla 44 - Flujo de caja económico 5S	94
Tabla 45 - Costos en la implementación del estudio de tiempos, métodos y BL	95
Tabla 46 - Costo de fabricación de Jaulas	95
Tabla 47 - Costos, ventas y beneficios al año	96
Tabla 48 - Flujo de caja del estudio de tiempos, métodos y BL.....	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Mapa de procesos de un Colegio	4
Ilustración 2 - Diagrama de Análisis de Procesos	6
Ilustración 3 - Diagrama de Recorrido.....	7
Ilustración 4 - Diagrama Bimanual	8
Ilustración 5 - Hoja de Instrucciones.....	10
Ilustración 6 - Flujo de Materiales	13
Ilustración 7 - Diagrama de Causa-Efecto.....	18
Ilustración 8 - Simbología ANSI para flujograma.....	19
Ilustración 9 - Suplemento de tiempos	24
Ilustración 10 - Organigrama	29
Ilustración 11 - Layout del área de producción	32
Ilustración 12 - Planchas Galvanizadas	33
Ilustración 13 - Nipples (bebederos).....	33
Ilustración 14 - Tubos de PVC.....	33
Ilustración 15 - Rollos de Alambre	33
Ilustración 16 - Diagrama de Recorrido	36
Ilustración 17 - Diagrama de Flujo del proceso de Producción de Jaulas.....	37
Ilustración 18 - Jaula de gallina ponedora	37
Ilustración 19 - Medidas de la puerta	38
Ilustración 20 - Medidas del separador	38
Ilustración 21 - Medidas del piso.....	38
Ilustración 22 - Medidas del techo	39
Ilustración 23 - Medidas del comedero	39
Ilustración 24 - Medidas de la Tapa del comedero	39
Ilustración 25 - Medidas del parante.....	40
Ilustración 26 - Diagrama Causa Efecto	48
Ilustración 27 - Calendario de implementación de las 5S.....	53
Ilustración 28 - Organigrama de 5S.....	54
Ilustración 29 - Máquina Tejedora de pisos.....	61
Ilustración 30 - Máquina tejedora de techos	62
Ilustración 31 - Máquina cortadora de alambres	62
Ilustración 32 - Zonas en el área de producción.....	64
Ilustración 33 - Máquina de corte de alambre.....	69
Ilustración 34 - Área de trabajo de la zona de doblado de alambres (mejorado).....	72
Ilustración 35 - Puntos de soldado oxidados.....	73
Ilustración 36 - Proceso de cepillado actual.....	75
Ilustración 37 - Zona de trabajo según el método mejorado	75
Ilustración 38 - Proceso de Corte de puertas actual.....	77
Ilustración 39 - Zona de ensamble de parantes	79

INTRODUCCIÓN

En estos días, la mejora y optimización de procesos en las industrias no solo son necesarias para ahorrar el dinero invertido sino que es primordial para mantenerse en un mercado cada vez más competitivo. Debido a esto, las diversas empresas deben identificar cuáles son los caminos para lograr una mejora continua en los procesos de tal manera que se pueda alcanzar las metas de producción y poder satisfacer a los clientes actuales y futuros.

Entre estas empresas, se encuentran las que pertenecen a la industria avícola. Estas requieren un lugar seguro para colocar las aves cuando estas están en etapa de maduración. Entre las aves que más se cría está la gallina dado que es el animal que da huevo tanto para la crianza de más aves o para el consumo humano.

Debido a esto, existe el interés en la mejora de procesos de diversas MYPES en el país que se encargan de proveer a las empresas avícolas jaulas de gran volumen, calidad, tiempo de vida y a precios más cómodos. Además, se requiere que la empresa sea flexible en la producción dado la variabilidad de los pedidos y a los tiempos de entrega requeridos por el cliente. Es por ello que las empresas productoras de jaulas necesitan optimizar sus procesos internos de tal manera que la industria avícola quede satisfecha y crezca con las empresas productoras de jaulas con el objetivo de ser una organización modelo y respetada en el mercado.

La presente tesis tiene por objetivo realizar un análisis del método en que los procesos se dan en la empresa en estudio para poder determinar cuáles son los problemas y las causas que los generan. Finalmente, poder plantear propuestas de mejora que permitan incrementar la productividad y eficiencia en el área de trabajo.

En el capítulo 1 se describe el Marco Teórico que contiene diversas herramientas y metodologías a emplear para mejorar los procesos que causan los principales problemas de la empresa.

En el capítulo 2 se realiza una descripción general de la empresa. Entre la información presentada se incluye el perfil organizacional, productos, personal, la actividad y los procesos de la empresa para la fabricación del producto a estudiarse

En el capítulo 3 se analiza y se da un diagnóstico de la situación actual de la empresa para determinar cuáles son las necesidades y poder corregirlas.

En el capítulo 4 se describe las propuestas de mejora en base al diagnóstico realizado en el capítulo anterior. Este capítulo se aplica las metodologías y herramientas planteadas en el primer capítulo.

En el capítulo 5 se realiza una evaluación económica de las propuestas de mejora planteadas. De esta manera se determina si es factible la implementación de la propuesta según el criterio económico.

En el capítulo 6 se presentan las conclusiones y recomendaciones con relación al presente trabajo de tesis.

1. Marco Teórico

En este punto se detallará la metodología a emplearse, las mejoras que se pueden realizar con esta metodología, así como los conceptos necesarios para entender todo el flujo de los procesos y tener la idea de cómo se desarrollará el plan de mejora.

1.1 Procesos

Como lo indica la norma ISO 9000 (2005), se puede afirmar que cualquier actividad, o conjunto de actividades, que utiliza recursos para transformar elementos de entrada en resultados puede considerarse como un proceso. Esta descripción de la norma ISO indica que hay un elemento de entrada (Input) que gracias a actividades se transforman en un elemento de salida (Output). Para realizar un proceso se debe tener un propósito u objetivo en específico. De esta manera, la realización del proceso tendrá un fin. Para el Instituto Andaluz de Tecnología (2013), estas actividades agrupadas entre sí constituyen lo que es un proceso. Por ello, una organización debe centrar su atención sobre áreas en donde se hacen esos procesos de tal manera que en cada una de ellas se consiga los resultados esperados. Este enfoque conduce a una organización hacia una serie de actuaciones como las siguientes:

- Definir de manera sistemática las actividades que componen el proceso.
- Identificar la interrelación con otros procesos.
- Analizar y medir los resultados de la capacidad y eficacia del proceso.
- Centrarse en los recursos y métodos que permiten la mejora del proceso.

1.1.1 Clasificación de Procesos

De acuerdo con Machuca (1995), una manera de clasificar los procesos radica en la gestión de los mismos. Esta clasificación muestra tres grupos de procesos como los muestra la ilustración 1. Este mapa contiene los siguientes procesos:

- Procesos estratégicos: Son procesos que sirven para definir y controlar los objetivos de la organización, políticas y estrategias. Permiten llevar adelante la organización. Están ligadas con la misión/visión de la organización.
- Procesos operativos: Son procesos que permiten obtener un producto o servicio que necesita una persona o miembro de una organización, por lo que inciden directamente en la satisfacción del cliente externo final. Generalmente

atraviesan muchas funciones. Son procesos que dan valor al producto o servicio.

- Procesos de soporte: Apoyan los procesos operativos. Sus clientes son miembros de la misma organización. Ejemplos: Control de calidad, Selección de personal, Formación del personal, Compras, Sistemas de información, etc. Los procesos de soporte también reciben el nombre de procesos de apoyo.

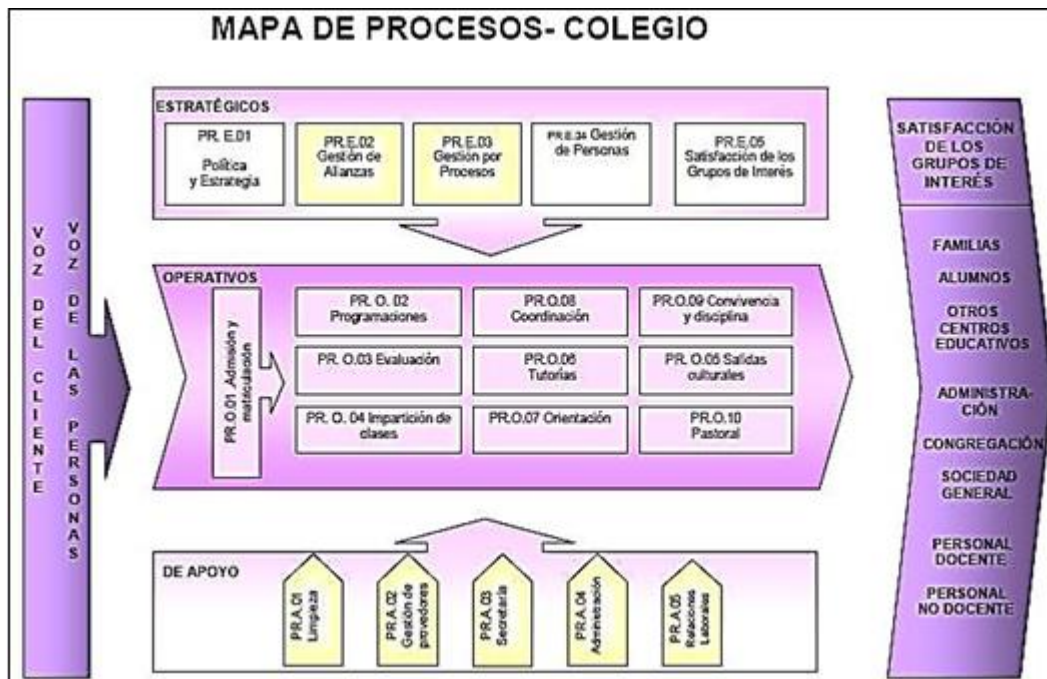


Ilustración 1 - Mapa de procesos de un Colegio

Fuente: Adformación

1.2 Mejora de métodos

Existen diversas herramientas y métodos para poder mejorar los procesos que existen en una organización. A continuación se mostrará la metodología de la mejora continua y el estudio de métodos.

1.2.1. Estudio de Métodos

El estudio de métodos es una herramienta importante del estudio del trabajo. Como lo indica Salazar (2014), esta herramienta consiste en el registro y examen crítico de la metodología existente y proyectada que es utilizada para llevar a cabo algún tipo de

trabajo u operación. Lo que se busca es aplicar métodos más sencillos y eficientes para que aumente la productividad de cualquier sistema productivo.

Para Salazar (2014), es relevante tener en cuenta que hay oposición para el estudio de métodos por diversos motivos como los siguientes:

- Sensación que la laborar del trabajador se está objetando con el estudio.
- Sensación que al trabajador lo están poniendo en evidencia frente a superiores y subalternos.
- Sensación del supervisor que ve comprometida su autoridad, capacidad y liderazgo frente a sus trabajadores.
- Sensación que se amenazan posiciones en la empresa.

Para el desarrollo de un centro de trabajo, la fabricación de algún producto o la proporción de un servicio, se requiere seguir un procedimiento sistemático, del cual se necesita seguir las siguientes operaciones:

- Seleccionar, Registrar, Examinar, Idear, Definir, Implantar y Mantener

A continuación se detallará cada uno de los pasos de este procedimiento:

a) Seleccionar

De acuerdo con García (2005), como no se puede mejorar todos los aspectos de trabajo de una empresa a la vez se debe decidir con qué criterio se seleccionará el trabajo que se quiere mejorar. Por ello se puede tener diversos puntos de vista para la elección del proceso a mejorar. Entre los criterios que menciona García tenemos los siguientes:

- Desde el punto de vista humano: En este criterio los primeros trabajos cuyo método se debe mejorar son los de mayor riesgo de accidentes.
- Desde el punto de vista económico: En segundo lugar, se debe dar preferencia a los trabajos cuyo valor represente un alto porcentaje del costo del producto terminado. Además, se debe elegir trabajos repetitivos, pues por la poca economía que se consiga en cada uno, se logrará un resultado muy apreciable.
- Desde el punto de vista funcional del trabajo: Finalmente, se deben seleccionar los trabajos que constituyen “cuellos de botella” y retrasan el resto de la producción.

b) Registrar

Para comenzar con este punto se debe diferenciar entre un dato y una información. Un dato es un hecho que se presenta de manera objetiva y no es susceptible de mal interpretación. En cambio la información es subjetiva y cada uno puede brindar una interpretación de esta.

Como se explica en la publicación de la OIT (1998), antes de levantar y registrar la información necesaria se necesitará establecer el alcance que queremos, el plan, la metodología, la coordinación del trabajo con los responsables del área, sección, etc. de estudio y qué personas serán la fuente de obtención de información.

Finalmente, luego de tener las consideraciones previas se puede pasar a recoger información. Algunas técnicas que se usan para este punto son las siguientes:

- Investigación de documentos existentes
- Entrevistas
- Cuestionarios y Encuestas
- Observación directa

Para el registro del método se hará uso de gráficas, mapas, diagramas, entre otros

A continuación se desarrollará que herramientas serán útiles para el presente trabajo.

- **Diagrama de Análisis de Procesos (DAP):** Es un diagrama en el cual se sigue la secuencia de procesos mediante símbolos que representan actividades como operación, transporte, inspección, demora y almacenamiento OIT (1998). En la ilustración 2 se aprecian ejemplos de actividades.





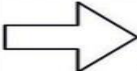



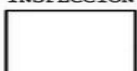









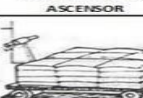

ACTIVIDAD	EJEMPLO		
OPERACIÓN 	 CLAVAR	 TALADRAR	 DIGITAR TECLAS
TRANSPORTE 	 LLEVAR MATERIALES EN CARRETLILLA	 ELEVAR MATERIALES CON POLEA	 LLEVAR PAPELES EN LA MANO
INSECCIÓN 	 EXAMINAR CALIDAD Y CALIDAD	 LEER UN MANÓMETRO	 EXAMINAR UN IMPRESO
DEMORA 	 MATERIAL ESPERANDO SER UTILIZADOS	 EN ESPERA DE UN ASCENSOR	 DOCUMENTOS PARA ARCHIVARSE
ALMACENAMIENTO 	 MATERIAS PRIMAS	 PRODUCTO TERMINADO	 DOCUMENTOS EN CAJA FUERTE

Ilustración 2 - Diagrama de Análisis de Procesos
Fuente: Ingeniería de Métodos (2007)

A continuación se explicará en qué consiste los procesos en el DAP según las indicaciones de Meyers (2000)

Operación: Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo

común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.

Inspección: Indica la inspección de la calidad y/o la verificación de la cantidad. Sirve para comprobar si una operación se ejecutó correctamente.

Transporte: Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro. Esto se aplica salvo si el traslado forma parte de una operación o sea efectuado por un operario en su lugar de trabajo al realizar una operación o inspección.

Demora: Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.

Almacenamiento: Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.

- **Diagrama de Recorrido (DR):** El diagrama de Recorrido, como se puede apreciar en la ilustración 3, complementa la información del DAP. Según la OIT (1998), este consiste en un plano (que puede ser o no a escala) de la planta en donde se desarrollan los procesos que se desean estudiar. En este diagrama se registran todos los movimientos del material, indicando con su respectivo símbolo y numeración cada una de las diferentes actividades, y el lugar donde estas se ejecutan. Esto es beneficioso para poder apreciar los avances, transportes y retrocesos de las unidades, así como los cuellos de botella para optimizar el recorrido de estos.

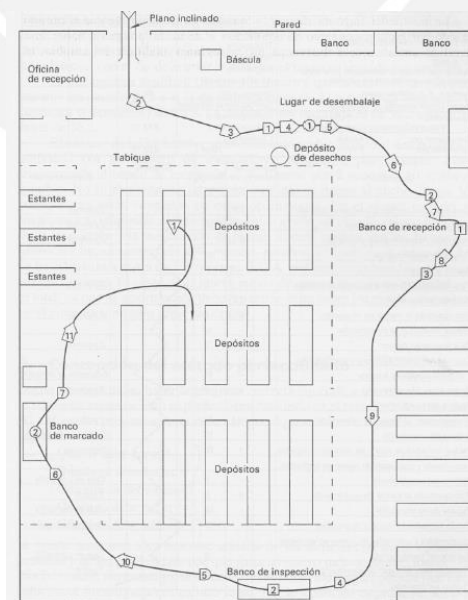


Ilustración 3 - Diagrama de Recorrido
Fuente: OIT 1998

- **Diagrama Bimanual:** El diagrama Bimanual, como se muestra en la ilustración 4, es un diagrama que muestra las actividades que realizan cada mano (derecha o izquierda). Según la García (2005), es generalmente utilizado para detallar el trabajo de los operarios en cada área de trabajo. Se utilizará algunas de las simbologías del DAP como son las operaciones, traslados y esperas. Además, se empleará el símbolo del triángulo para indicar que se está sosteniendo una pieza, material o herramienta con la extremidad cuya actividad se está consignando.

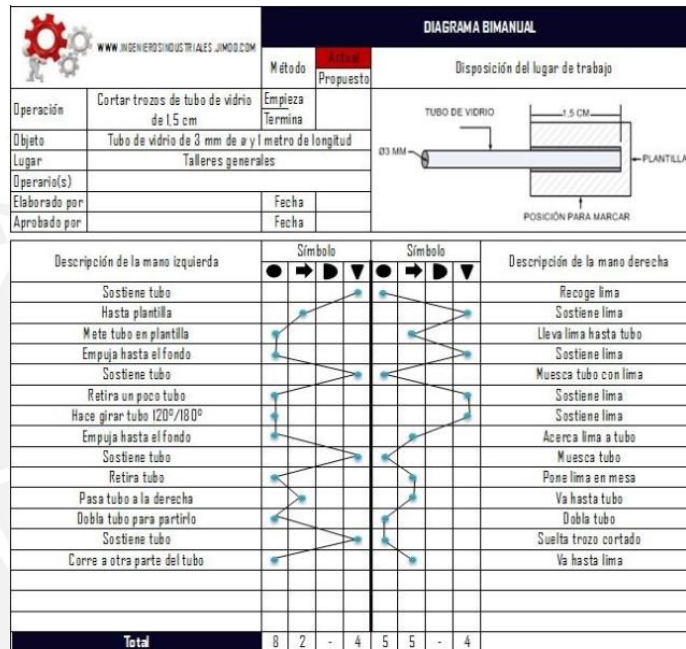


Ilustración 4 - Diagrama Bimanual
Fuente: Salazar (2014)

c) Examinar

De acuerdo a la OIT (1998) en este paso se planea examinar la información que ya hemos recogido en el punto anterior. Básicamente se formulará preguntas donde se pondrá en tela de juicio el lugar, sucesión, persona y medios de ejecución. Se busca justificar cada respuesta.

Las preguntas preliminares se verán en la tabla 1.

Tabla 1 - Preguntas preliminares

<i>Según</i>	<i>Preguntas Preliminares</i>	<i>Objeto</i>
El propósito de la actividad	¿Qué se hace?	Eliminar partes innecesarias del trabajo
	¿Por qué se hace?	
El lugar donde se ejecuta	¿Dónde lo hace?	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional
	¿Por qué lo hace en ese lugar?	
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia	¿Cuándo se hace?	
	¿Por qué se hace en ese momento?	
La persona que la realiza	¿Quién lo hace?	
	¿Por qué lo hace esa persona?	
Los medios utilizados	¿Cómo se hace?	Simplificar el trabajo
	¿Por qué se hace de ese modo?	

Elaboración propia

d) Idear

Según García (2005), luego de formularnos las preguntas preliminares en el paso previo, se seguirá por las preguntas de fondo en donde se busca cuestionar qué se debería hacer. Las preguntas de fondo son las que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2 - Preguntas de Fondo

<i>Según</i>	<i>Preguntas de Fondo:</i>	<i>Objeto</i>
El propósito de la actividad	¿Qué podría hacerse?	Eliminar partes innecesarias del trabajo
	¿Qué debería hacerse?	
El lugar donde se ejecuta	¿Dónde podría hacerse?	Combinar o reordenar la secuencia o el orden operacional
	¿Dónde debería hacerse?	
La sucesión o el orden que ocupa dentro de la secuencia	¿Cuándo podría hacerse?	
	¿Cuándo debería hacerse?	
La persona que la realiza	¿Quién podría hacerlo?	
	¿Quién debería hacerlo?	
Los medios utilizados	¿Cómo podría hacerse?	Simplificar el trabajo
	¿Cómo debería hacerse?	

Elaboración propia

En este punto se da el primer paso para la elaboración de ideas de mejora en los procesos considerando las posibilidades o soluciones presentes.

e) Definir

En este punto, como aparece en el texto de la OIT (1998), se debe dejar muy en claro que el método mejorado debe estar definido de manera sumamente cuidadosa. La presentación de este método debe dejar constancia de los detalles necesarios para

que pueda ser consultado posteriormente. Se espera que el método sea informado a todas las personas que puedan estar interesadas acerca de los equipos que se necesite o a cambios en el layout en la planta que modifique las áreas de trabajo. Además, se busca que este nuevo método sea de fácil adaptación para todo el personal involucrado directa o indirectamente.

Es de gran ayuda el uso de una hoja de instrucciones donde se indique de manera clara los nuevos métodos que debe seguir el operario en la realización de sus actividades. En la ilustración 5 se puede ver un ejemplo de una hoja de instrucciones. Para ello se necesitará de estos datos:

- Herramientas y equipos que se necesitarán así como las condiciones de trabajo.
- El método que se aplicará, en este caso se puede utilizar los diagramas que se mencionaron en el paso de registrar.
- Algún tipo de diagrama del orden del lugar del trabajo, croquis de las herramientas, dispositivos y plantillas.

Producto: Tubo de vidrio, diámetro: 3mm; Longitud: 1 metro.	Equipo		
Operación: Limar y cortar el tubo en trozos de 15 cm.	* Plantilla N° 231	* Lima de media caña de 15 cm	
Condiciones de trabajo: Buena iluminación			
Lugar: Taller de ajuste	Estudios de Referencia N° 12, N° 13.		
Operario:	Ficha N°:	Compuesto por:	Fecha:
		Aprobado por:	Fecha:

EL.	Mano Izquierda	Mano Derecha	EL.
1	ASIR TUBO ENTRE PULGAR, Y DEDOS ÍNDICE Y MAYOR, EMPUJAR HASTA EL TOPE	SOSTENER LIMA: ESPERAR MANO IZQUIERDA	1
2	GIRAR TUBO ENTRE LOS DEDOS	HACER EN TUBO MUESCA CIRCULAR COMPLETA APOYANDO CANTO DE LIMA CONTRA PLANTILLA	2
3	SOSTENER TUBO	GOLPEAR PARTE MUESCADA DEL TUBO CON LA LIMA PARA QUE CAIGA EN DESLIZADERA	3

Ilustración 5 - Hoja de Instrucciones
Fuente: Salazar (2014)

f) Implantar

Este punto es crucial en el estudio de métodos. Esto se debe a que depende del equipo si es que se alcanzará el éxito en la puesta en marcha de las mejoras. Como se indica en el manual de la OIT (1998), Se debe cooperar entre los distintos actores como el directorio, gerentes, supervisores, entre otros. La implementación se puede conseguir siguiendo las cinco etapas siguientes:

- Obtener el visto bueno de la dirección.
- Lograr que acepte el cambio el jefe o encarga del área concerniente.
- Lograr que los trabajadores acepten el nuevo método.
- Mostrarles el nuevo método a los trabajadores.
- Controlar de cerca cómo se desarrolla la ejecución del nuevo método hasta que se realice como se tenía previsto.

g) Mantener

El último paso del estudio de métodos es el mantenimiento. De acuerdo con la OIT (1998), esto se debe a que los operarios/trabajadores irán paulatinamente apartándose del nuevo método que se ha proporcionado recientemente. Salazar indicó lo siguiente en relación a este punto:

Para realizar el punto se debe tener una actitud vigilante por parte de la persona que esté en control. Esto se conseguirá si se tiene una buena relación entre el sector o área de la empresa en donde se ha implementado el método y el controlador.

Los beneficios que se podrán apreciar luego de realizar esta aplicación serán las siguientes:

- Minimización del tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Conservación de los recursos y minimizan los costos especificando los materiales directos e indirectos más apropiados para la producción de bienes y servicios.
- Realización de la producción sin perder de vista la disponibilidad de energéticos o de la energía.
- Proporcionan un producto que es cada vez más confiable y de alta calidad.
- Maximización de la seguridad, la salud y el bienestar de todos los empleados o trabajadores.
- Realización de la producción considerando cada vez más la protección necesaria de las condiciones ambientales.
- Aplicación de un programa de administración según un alto nivel humano.

1.3 Herramientas de mejora de manufactura esbelta

La Manufactura Esbelta es un conjunto de herramientas que nació en la empresa Toyota en Japón. La finalidad de estas herramientas es quitar operaciones que no den valor agregado a las diversas actividades ejercidas en una organización. De esta manera se optimizará y cambiará el método de trabajo realizado para conseguir mejores resultados en su ejecución. Entre estas herramientas se encuentran las siguientes:

1.3.1 5S

La metodología 5S busca la clasificación, orden, limpieza y compromiso en el área de trabajo. Como indica Rey (2005), la metodología 5S es un programa de trabajo para talleres y oficinas que consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el puesto de trabajo que por su sencillez permiten la participación de todos a nivel individual/grupal, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipos y la productividad.

Lo que debemos considerar es en qué situación utilizar la metodología. Para ello, nos formularemos las siguientes preguntas para determinar si en una organización se necesita aplicar las 5S:

- ¿Nos vemos obligados a dedicar una jornada a limpiar cada cierto tiempo en vez de trabajar normalmente?
- ¿Está aprovechando el espacio en talleres/oficinas al máximo de manera eficaz y racional?
- ¿Disponemos del material/herramientas/documentación necesarios para desarrollar el trabajo cotidiano?
- ¿Se encuentra cualquier herramienta/documento con rapidez y sin necesidad de desplazarnos del puesto de trabajo?
- ¿Observamos que ciertos documentos/herramientas están mal ubicados o que algún equipo/máquina no funciona correctamente?

De considerar que una organización cumple con la descripción de las preguntas formuladas, se requerirá imperativamente que se ejecute la metodología de las 5S, así es como lo afirma Rey.

A continuación se detallará cada uno de los puntos de las 5S:

a) SEIRI – ARREGLO METÓDICO

El primer paso de la metodología de las 5S es SEIRI, lo cual significa *organizar*. En este trabajo se le llamará *Arreglo Metódico*. La base de esta metodología es clasificar todo y luego ordenarlo. Para ello es necesario distinguir entre lo necesario y lo innecesario. Cuando se tenga en claro este punto, se descartará lo que no se necesita para mantener el área despejada y llevar a cabo las actividades. Según Hernández y Vizán (2013), se identificará lo que es innecesario seleccionando las cosas que tengan las siguientes características:

- Cosas que ya no pueden ser usadas (desgastadas).
- Cosas que ya no se usan (obsoletas)
- Cosas de las que existen más de las necesarias (repetidas)

Cuando tengamos los materiales innecesarios se eliminarán para que no estorben en el lugar de trabajo. Si se encuentra material innecesario, pero con un valor significativo se recomienda venderlo. Esta clasificación puede verse en la ilustración 6.

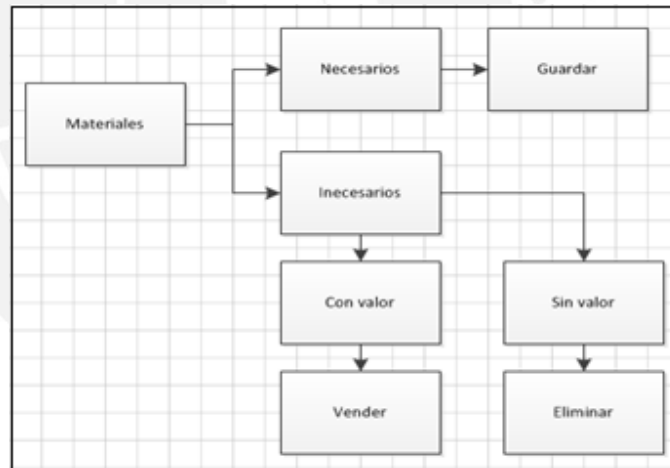


Ilustración 6 - Flujo de Materiales
Fuente: Las 5S, herramientas de cambio

Finalmente, se clasificarán los desperdicios por la herramienta de las 4M (Mano de obra, Materiales, Maquinaria y Métodos).

Se puede conseguir diversos beneficios en la aplicación de Seiri, entre ellos se tienen los siguientes según Dorbessan (2006):

- Se recupera espacio desperdiciado, escritorios, mesas de trabajo, estanterías, tableros de herramientas, etc.
- Mejora la seguridad al despejarse pisos, sendas peatonales y escaleras.

b) SEITON – ORDEN

El segundo paso de la metodología es SEITON, lo cual significa Orden. Este punto es clave en la metodología, como lo indica Hernández y Vizán (2013) es importante porque explica la importancia de acomodar todas las cosas en orden de tal manera que se tenga accesibilidad a lo necesario *Seiri* y así evitar la búsqueda. Además, se asigna un lugar especial para las cosas que no se utilicen muy seguidos. Se espera que con este paso se logre que el lugar de trabajo y donde se guarden las herramientas se explique por sí mismo para que todos los trabajadores lo entiendan.

El procedimiento recomendado para ordenar de acuerdo con Dorbessan (2006), se recomienda lo siguiente:

- 1.- Definir y preparar los lugares donde se hará el almacenamiento.
- 2.- Definir un lugar para cada cosa.
- 3.- Identificar cada mueble y lugar de almacenamiento.
- 4.- Identificar cada objeto con la misma identificación del lugar donde se va a guardar.
- 5.- Confeccionar un manual/documento que registre el lugar de almacenamiento de cada objeto.
- 6.- Mantener siempre ordenadas los lugares de almacenamiento.

El principio del ordenamiento es sencillo y se utiliza la frecuencia de uso de los objetos. Si se usan más, deben estar más cerca a las personas. Si se usan menos, deben estar más alejados.

Según Dorbessan (2006), entre los beneficios que se conseguirán en la aplicación de Seiton están las siguientes:

- Mejora la productividad al minimizar o eliminar los tiempos improductivos.
- Mejora la distribución de muebles, máquinas, equipos; en síntesis mejora el layout del lugar de trabajo.

c) SEISO – LIMPIEZA

El tercer paso es SEISO o Limpieza. Como lo indica Dorbessan (2006), en esta fase se limpian los equipos, herramientas y el lugar de trabajo. Se debe enfocar en establecer una disciplina de limpieza y mantenimiento preventivo (Check list). El objetivo principal es mantener siempre el lugar de trabajo impecable, pero no solo es eso, sino enseñar al operario/administrativo cómo son las máquinas/equipos por dentro e indicarles dónde están los puntos principales de suciedad de su máquina/puesto. Se debe disponer que cada quien disponga y se deshaga de los desperdicios que crea

considerando que tanto como trabajadores y máquinas generan desechos. Se mantiene en consideración que el desperdicio más fácil de eliminar es el que no se produce. Si los desperdicios son inevitables, se debe deshacerse de ellos inmediatamente.

Es importante establecer un procedimiento documentado para asegurarnos por sistema que se cumpla y forme parte del trabajo normal.

Para Dorbessan (2006), se conseguirán los siguientes beneficios:

- Disminución de accidentes / incidentes al estar todo pintado, limpio, despejado, señalado, en pisos, zonas de riesgo y sendas peatonales.
- Ambientes de trabajo agradables y confortables.
- Mejora de la calidad pues la limpieza está vinculada con la habilidad para producir productos con calidad.

d) SEIKETSU – MANTENIMIENTO

La cuarta fase de esta metodología es SEIKETSU o Mantenimiento. Según Hernández y Vizán (2013) para establecer este paso es necesario haber hecho la correcta implantación de las tres fases anteriores y por ello se conseguirá un ambiente competitivo de trabajo. En esta fase se evalúa la atmósfera total del área de trabajo común, para incorporar las modificaciones necesarias como pintura, decoración, etc. y lograr un lugar digno, donde el empleado vea el trabajo como una parte integral de su vida y no como medio de sobrevivencia. A través de gamas y controles, se inicia el establecimiento de los estándares de limpieza, aplicarlas y mantener el nivel de referencia alcanzado.

Para Rey (2005) entre los puntos importantes de Seiketsu está el mantenimiento de equipo y herramienta, la conservación del lugar de trabajo limpio y diseño adecuado del lugar de trabajo.

Para poder conseguir el mantenimiento se requerirá de tres hechos construidos a medida que se aplican las primeras 3S:

- 1) Aprendizaje
- 2) Mejora continua
- 3) Teoría del cambio

e) SHITSUKE – DISCIPLINA

La quinta y última S de esta metodología es Shitsuke o Disciplina. Acorde a Rey (2005) esta S se basa en atenerse escrupulosamente a las reglas. La continua disciplina hará

que se convierta en un hábito, para ello se necesitará autocontrol para asegurar su cumplimiento. Además, para asegurarse que se cumpla la disciplina se debe realizar un chequeo de autoevaluación y auditorias por parte de la Dirección General. La autodisciplina es realizar esas acciones como una tarea habitual y respetar las normas que se practican en todos los lugares en los que se encuentren.

De acuerdo a Dorbessan (2006), para conseguir esta autodisciplina se necesita los siguientes pasos:

- Tirando los papeles, los desperdicios, la chatarra, etc., en los lugares correspondientes.
- Ubicando en su lugar las herramientas y equipos luego de usarlos.
- Dejando limpias las áreas de uso común una vez realizadas las actividades en la misma.
- Haciendo cumplir las normas a las personas que están en su área de responsabilidad, sean o no integrantes de su grupo.
- Respetando las normas en otras áreas.
- Tratando en el grupo los casos de incumplimiento de las normas establecidas por algún usuario del área, sean o no miembros del grupo, cuando son reiterativas.

1.3.2 TPM

Según Rey (2001), El reto de cero fallos, cero incidentes y cero defectos para mejorar la eficacia de un proceso de tal manera que se pueda reducir los costos y stocks y la productividad mejor será encargado al TPM. De esta manera el TPM tiene como acción principal cuidar y explotar los sistemas y procesos básicos productivos. Debido a esto el TPM tiene como finalidad el mantener estándares y la búsqueda permanente de la mejora de los mismos para mejorar el rendimiento técnico de un proceso, a través de una aplicación concreta y diaria de todos los miembros y funciones de la organización, en particular de todas las relacionadas con el proceso productivo. Es decir, el objetivo del TPM es la mejora continua del rendimiento operacional.

Para Reyes, existen 6 pilares en los que se sostiene el TPM los cuales son los siguientes:

- Aplicación del Auto mantenimiento.
- Aplicación del Mantenimiento/Programado (Incluye el predictivo).
- Desarrollo del Mantenimiento de la Calidad de equipos/proceso/producto.

- Extender los grupos de fiabilización y mejora de estándares.
- Asegurar el Mantenimiento Previsional TOTAL en nuevos proyectos.
- Mejorar la formación por una buena gestión de competencias sobre los puestos de trabajo.

1.4 Herramientas de calidad

Las herramientas de calidad son un conjunto de procedimientos y técnicas que sirven para encontrar soluciones prácticas a problemas que involucran la calidad. Estas herramientas son de fácil ejecución, pero involucra diversas materias como la estadística. Entre estas herramientas de calidad se tienen a las siguientes:

1.4.1 Causa-Efecto

Según Kume (2012), el diagrama de causa-efecto es una herramienta que representa la relación entre una característica de calidad y los factores que la rodean. Es denominado Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Espina de Pescado por ser parecido con el esqueleto de un pescado, el cual fue introducido por el profesor Kaoru Ishikawa. En la ilustración 7 se puede observar un ejemplo de diagrama causa efecto. Para poder desarrollar este diagrama se sugiere seguir los siguientes pasos:

- Paso 1. Describa el efecto o atributo de calidad.
- Paso 2. Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadro. Luego, escriba las causas primarias que afecten a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados
- Paso 3. Escriba las causas (causas secundarias) que afecten a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afecten a los huesos medianos como huesos pequeños.
- Paso 4. Asigne la importancia de cada factor, y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.
- Paso 5. Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.



Ilustración 7 - Diagrama de Causa-Efecto
Fuente: Eduteka (2015)

1.4.2 Flujograma

Para Gómez (1997), un flujograma es un diagrama que expresa de forma gráfica las distintas operaciones que componen un procedimiento o parte de este, estableciendo su secuencia cronológica. Según su formato o propósito, puede contener información adicional sobre el método de ejecución de las operaciones, el itinerario de las personas, las formas, la distancia recorrida el tiempo empleado, etc. Además, es importante ya que ayuda a designar cualquier representación gráfica de un procedimiento o parte de este.

Una manera de representar el diagrama de flujo es a través de la norma ANSI (Instituto Nacional de Normalización Estadounidense).

En la ilustración 8 se puede apreciar la simbología ANSI para los flujogramas.

Símbolo	Significado	¿Para que se utiliza?
	Inicio / Fin	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo.
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso, representa la realización de una operación o actividad relativas a un procedimiento.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que entra, se utilice, se genere o salga del procedimiento.
	Datos	Indica la salida y entrada de datos.
	Almacenamiento / Archivo	Indica el depósito permanente de un documento o información dentro de un archivo.
	Decisión	Indica un punto dentro del flujo en que son posibles varios caminos alternativos.

Ilustración 8 - Simbología ANSI para flujograma
Fuente: Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo

1.5 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos se puede entender como una técnica en donde se quiere medir el trabajo empleado para así poder registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a tareas o actividades definidas, realizadas en condiciones previamente establecidas y poder analizar los datos con el propósito de averiguar el tiempo requerido para efectuar una determinada tarea que se guía por una norma de ejecución preestablecida.

Según Niebel y Freivalds (2009), para realizar el correcto estudio de tiempos, la persona encargada debe tener las herramientas necesarias para esta actividad. Es de gran ayuda para ello tener las siguientes herramientas:

- Cronómetro
- Plantillas/formularios de estudio de tiempos
- Tablero de observaciones (Clipboard)

La plantilla/formulario de estudio de tiempos debe ser elaborada de tal manera que sea práctico el manejo de tiempos y sea posible que se trabajen los datos obtenidos con la facilidad correspondiente.

Tal como se trabajó con el estudio de métodos, el estudio de tiempos también se efectuará a través de pasos básicos. Estos pasos se detallarán a continuación:

1.5.1 Selección de trabajo y etapas de estudio

Según Salazar, tal como se planteó en el Estudio de Métodos, primero vamos a determinar qué trabajo/actividades se va a estudiar. Como el Estudio de Tiempos será un complemento para el Estudio de Métodos, se tomará como base de la selección de actividades las planteadas en esta última. Para Salazar, algunas causas que pueden presentarse que motiven la elección de tareas/actividades para el estudio de tiempos son las siguientes:

- Aparición de una novedad en la tarea: Nuevos productos, componentes, operaciones, serie de actividades, material o método.
- Peticiones de los trabajadores o los representantes de los mismos.
- Identificación de cuellos de botella.
- Necesidad de balanceo de línea.
- Fijación de tiempos estándar antes de implementar un sistema de remuneración por rendimiento.
- Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos.
- Preparación de un estudio de métodos o como herramienta de evaluación de dos o más alternativas de métodos.
- Costo aparentemente excesivo de algún trabajo.

Se debe tener en cuenta que el primer trabajo del estudio de tiempos por lo general lo hace el supervisor. Además, si se realiza este trabajo, la actitud de los trabajadores por lo general será de esfuerzo y complacencia. Esto no resultará útil ya que los datos obtenidos no están acorde al ritmo de trabajo normal.

Según Niebel y Freivalds (2009), el primer paso para el estudio es seleccionar el operario o los operarios que ejecutarán el trabajo que se estudiará en primer orden, el especialista debe disponerse a exponerle cuidadosamente el objeto del estudio y lo que hay que hacer, es decir, se le pedirá:

- Ejecutar un trabajo a ritmo habitual.
- Realizar las pausas a las que está acostumbrado.
- Exponer las dificultades que vayan apareciendo.

Se necesita tener en cuenta que el encargado del estudio debe estar situado en un lugar tal que no estorbe al trabajador, se pueda observar especialmente las manos y el trabajador pueda ver al supervisor de manera fácil.

1.5.2 Delimitación y Cronometraje del trabajo

Este paso se dividirá en tres etapas, las cuales son las siguientes:

- Descomposición de la tarea en elemento

Esta descomposición se realiza según el manual de la OIT (1998) considerando dos conceptos:

Elemento: Es una parte delimitada de una tarea que se escogerá para facilitar la medición, observación y análisis.

Ciclo: Es el ciclo de trabajo, la cual es una sucesión de elementos que se requieren para hacer un tarea.

Esta descomposición tiene muchas ventajas como la separación de tiempos productivos de los improductivos, aislar los elementos que causan mayor fatiga y fijar con mayor precisión sus correspondientes suplementos, extraer tiempos de los elementos de mayor repetición, con el objeto de establecer datos estándar.

- Delimitación de elementos

Luego de realizar la descomposición de operaciones en elementos se procederá a delimitarlos. La OIT (1998) nos facilita de reglas para la delimitación de estos. Entre ellos, están por ejemplo, indican que los elementos deben ser de fácil identificación relacionando eventos donde se pueda ver apreciar el inicio y final de los eventos, los elementos deben ser breves para que el manejo sea fácil, los elementos manual deben separarse de los mecánicos, los elementos constantes debe separarse de los variables, etc.

- Determinación del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra es de vital importancia para la etapa de cronometraje. En el manual de la OIT (1998), existen dos métodos que son los más usados:

Método Estadístico: En este método se utilizará una fórmula matemática para determinar el número del tamaño de observaciones.

La fórmula en mención para tener un nivel de confianza del 95.45% es la siguiente:

$$N' = \left(\frac{40N}{\sum x} \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}{N - 1}} \right)^2$$

En donde cada elemento significa:

N' = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

N = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

Método tradicional: Este método hace una distinción entre tomas de tiempo.

- Si las tomas de tiempo de los ciclos son menores o iguales a 2 minutos, la muestra será de 10 lecturas y si son mayores a 2 minutos, se tomaran 5 lecturas.
- Luego se calcula el Rango de los tiempos de ciclo: (ciclo mayor – ciclo menor).
- Se calculará la media aritmética y posteriormente el cociente entre el Rango y la media aritmética.
- Luego con la ayuda del cuadro de la tabla 3, ubicaremos el valor del cociente dependiendo si tomamos 5 o 10 lecturas. El número que ubiquemos será el necesario para la toma de tiempos. Además, se puede observar cómo calcular el número de observaciones necesarias.

Tabla 3 - Cálculo de observaciones

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Fuente: Salazar Bryan (2014), estudio de tiempos

1.5.3 Valoración del Ritmo de Trabajo

La valoración es una de las etapas más críticas dado que se determina a criterio de la persona encargada de esa actividad. Por lo general se tiene como meta determinar tiempos estándares de ejecución y establecer sistemas de remuneración por eficiencia de estos. Para Salazar (Estudio de tiempos) el criterio de la valoración se desarrolla comparando el ritmo real del trabajador con cierta noción que se tenga sobre el ritmo

de trabajo estándar. Esto se logra mentalmente apreciando como se trabaja de manera natural los trabajadores calificados cuando operando con el método establecido de trabajo. Sin embargo, hay que hacer hincapié que no existe un método de valoración universal.

Por este motivo, en este trabajo se realizará la valoración por el Método de nivelación.

❖ **Método de nivelación:** Para Durán (2007) esta valoración también se le llama Sistema de Valoración WESTINGHOUSE dado que esta empresa fue la que propuso este sistema de valoración. Básicamente tiene cuatro factores fundamentales:

- ✓ Habilidad: Es el aprovechamiento que se tiene al ejecutarse el método y seguirlo. Se debe clasificar entre 6 tipos de habilidad.
- ✓ Esfuerzo: Es la demostración del trabajador para realizar las actividades con eficiencia. Se clasifica en 6 tipos de esfuerzos.
- ✓ Condiciones: Son las circunstancias que afectan al trabajador. Hay 6 condiciones que suelen presentarse.
- ✓ Consistencia: Es el magnitud de la variación entre los tiempos transcurridos mayores y menores en relación con la media.

La tabla 4 muestra el efecto de la valoración:

Tabla 4 - Tabla de valoración

HABILIDAD			ESFUERZO		
0.15	A1	Superior	0.13	A1	Excesivo
0.13	A2		0.12	A2	
0.11	B1	Excelente	0.10	B1	Excelente
0.08	B2		0.08	B2	
0.06	C1	Buena	0.05	C1	Bueno
0.03	C2		0.02	C2	
0.00	D	Media	0.00	D	Medio
-0.05	E1	Aceptable	-0.04	E1	Aceptable
-0.10	E2		-0.08	E2	
-0.16	F1	Pobre	-0.12	F1	Pobre
-0.22	F2		-0.17	F2	
CONDICIONES			REGULARIDAD		
0.06	A	Ideales	0.04	A	Perfecta
0.04	B	Excelentes	0.03	B	Excelente
0.02	C	Buenas	0.01	C	Buena
0.00	D	Medias	0.00	D	Media
-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Pobres	-0.04	F	Pobre

Fuente: Ingeniería de métodos, Globalización (2007)

Los factores en la tabla se sumarán o restarán a la valoración estándar que es considerada como 100%.

Una vez obtenido las valoraciones por cada elemento de trabajo, se procederá a calcular el tiempo normal de trabajo. Este tiempo se halla multiplicando la valoración

por el tiempo observado. El tiempo normal es el tiempo que una persona se demora en hacer la actividad de manera de tal manera que no se cuente demoras o acciones rápidas sino un tiempo normalizado.

1.5.4 Suplementos de Estudio de Tiempos

Al igual que en la parte valoración del ritmo de trabajo, el suplemento del Estudio de Tiempos es muy importante. Esto se debe a que en esta etapa hay que ser muy objetivos en cuanto a qué tiempos adicionales se deben dar por diversos previstos. Además, debemos tener en cuenta que el trabajo es una actividad humana que genera fatiga. Las personas necesitan tiempo de descanso para satisfacer sus necesidades fisiológicas y eso también toma tiempo.

La OIT ha planteado algunas consideraciones que se pueden observar en la ilustración 9, para dar suplemento en el estudio de tiempos. Sin embargo, esta no es una norma establecida. No obstante, se hará uso de esta para el presente trabajo.

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por necesidades personales	5	7	
B. Suplemento base por fatiga	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
A. Suplemento por trabajar de pie	2	4	4 45
B. Suplemento por postura anormal			2 100
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
D. Mala iluminación			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
E. Condiciones atmosféricas			
Índice de enfriamiento Kata			
16	0		
8		10	
F. Concentración intensa			
Trabajos de cierta precisión	0	0	
Trabajos precisos o fatigosos	2	2	
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5	
G. Ruido			
Continuo	0	0	
Intermitente y fuerte	2	2	
Intermitente y muy fuerte	5	5	
Estridente y fuerte			
H. Tensión mental			
Proceso bastante complejo	1	1	
Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos	4	4	
Muy complejo	8	8	
I. Monotonía			
Trabajo algo monótono	0	0	
Trabajo bastante monótono	1	1	
Trabajo muy monótono	4	4	
J. Tedio			
Trabajo algo aburrido	0	0	
Trabajo bastante aburrido	2	1	
Trabajo muy aburrido	5	2	

Ilustración 9 - Suplemento de tiempos
Fuente: OIT (1998)

Para el presente trabajo se considerará como suplemento un porcentaje del tiempo de ejecución de la operación a medir.

1.5.5 Cálculo del Tiempo Estándar

El cálculo del tiempo estándar estará basado en los cálculos previos del tiempo normal y suplementos que se han hecho por cada toma de tiempos. Se requiere de una gran capacidad de análisis de consistencia de los datos tomados en las fases previas para poder tomar decisiones de los resultados que se presenten. Para ello Salazar (Estudio de Tiempos) recalca lo siguiente en la toma de tiempos:

Análisis la consistencia de los elementos: Si hay variaciones por las mismas actividades, las tomas se conservan. Si las variaciones no ocurren por la misma actividad, pero son pocas, se eliminan las variaciones extremas; si son muchas variaciones se vuelve a hacer la toma de tiempos. Si las variaciones se deben al instrumento de medición, pero son pocas la toma extrema, estas se eliminan. De lo contrario se elimina toda la toma y se vuelve a tomar tiempos.

Para poder calcular el Tiempo Estándar, Janania (2008) da las siguientes pautas:

- Cálculo del promedio por elemento: Primero, se suman las lecturas que son consideradas como consistentes y se anota la cantidad de estas lecturas. Segundo, se calcula el tiempo promedio por elemento, lo cual es la división entre la suma de las lecturas y el número de lecturas consistentes.
- Cálculo de los tiempos observados a tiempos normales: Se realiza el producto del tiempo promedio por elemento y la valoración de este. En caso se haya valorado cada lectura, se multiplicará el tiempo promedio por elemento por la suma de la valorización atribuida entre el número de lecturas consistentes. El valor obtenido será el tiempo normal. Luego de esto se hará el cálculo del tiempo concedido por elemento, el cual se halla mediante la multiplicación del tiempo normal por el porcentaje del suplemento correspondiente: $T_t = T_n \times (1 + \text{Suplementos})$.
- Suavización por frecuencia: Se debe calcular la frecuencia por operación, lo que significa ver cuántas veces se ejecuta el elemento en producir una pieza. Una vez determinado la frecuencia, se calculará el Tiempo Total Concedido (T_{tc}) multiplicando el tiempo concedido elemental por la frecuencia. Finalmente, se sumará los tiempos totales concedidos cada elemento que forme parte de una operación para calcular el Tiempo Estándar.

2. Descripción de la Situación Actual de la Empresa

En este capítulo se dará una breve descripción sobre la empresa en estudio, así como la descripción de los procesos que se ejecutan, los insumos que requieren, los activos y organización de la misma. De esta manera, se podrá tener una visión global de la situación actual de la empresa, las fortalezas de la misma y qué aspectos podría mejorar.

2.1 Descripción de la empresa

La empresa a estudiar es una empresa manufacturera de metales, donde se diseñan, desarrollan y fabrican productos en alambre, perfiles, planchas y tubos. Además, esta cuenta con una moderna planta industrial que es guiado por un equipo de profesionales y técnicos con amplia experiencia y que están en constante capacitación. El principal objetivo de esta empresa es la plena satisfacción de sus clientes a través de un producto de calidad, buen servicio y cumplimiento en los plazos de entrega. Los productos estrella de la empresa son las jaulas para gallinas ponedoras, las cuales representan la mayor parte de las ventas.

El modelo de negocio de esta organización se basa en el siguiente sistema:

Proveedores: Son las personas encargadas de entregar los bienes o servicios a la planta. Los materiales que más se solicitan para las operaciones son los alambres, planchas de metal, tubos, bebederos, pintura, entre otros.

La empresa: Es la que solicita la materia prima, la recepciona y realiza los procesos productivos para elaborar los diversos productos que se ofrecen.

El cliente: Es la persona u organización que solicita los productos a la empresa.

La empresa fabrica productos a base de metal y lo que la identifica es la calidad de sus productos dado que sus clientes quedan satisfechos y los clientes no devuelven ni envían quejas por las características de los productos.

2.2 Actividad de la Empresa

La empresa es una fábrica manufacturera que se dedica a realizar las siguientes actividades:

- Fabricación de productos a base de metal, estructuras pesadas y equipos avícolas.

CIIU 2811: Manufactura de productos de metal estructurales.

CIIU 7499: Otras actividades empresariales n.c.p.

2.3 Perfil de la Empresa

Visión: Ser reconocida en el sector metalmecánico, como una empresa que produce con avanzada tecnología y un equipo de trabajo comprometido con el aprendizaje continuo.

Misión: Garantizar la plena satisfacción de nuestros clientes; con altos estándares de calidad, mediante la optimización de nuestros procesos con el trabajo en equipo, incorporando la innovación y la creatividad para el desarrollo exitoso de sus productos.

2.4 Organización de la Empresa

A continuación se describirán los puestos que existen en la empresa:

Gerencia General:

Es el representante legal de la empresa y el encargado de trazar los objetivos de la empresa y velar porque estas se cumplan. Asimismo, se encarga de la financiación de recursos y la inversión de capitales para el pago de trabajadores, adquisición de maquinarias y materia prima entre otros gastos.

Contador:

Es el responsable de medir y analizar la situación financiera y económica de la empresa para que sea reportada al Gerente General y se puedan tomar decisiones.

Administrador:

Es el encargado de organizar recursos humanos y materiales en la empresa. Además, entre sus funciones está la de detectar, prevenir y corregir errores de planeación del trabajo de las personas así como buscar la mejora de los procesos para que el trabajo sea más efectivo.

Jefe de Personal operativo:

Es el la persona que se encarga de velar que los operarios de las subáreas de alambre, planchas, soldadura y almacén cumplan con el plan de producción programado. Para ello coordina con los jefes de estas áreas y da lineamientos para la producción.

Jefe de Alambres:

Es la persona encargada del pedido, manejo, supervisión, uso y almacenamiento de los alambres que se necesiten para la fabricación de los productos. Además, supervisa que los trabajadores cumplan el plan de producción establecido en su área.

Jefe de Planchas:

Es la persona encargada del pedido, manejo, supervisión, uso y almacenamiento de las planchas galvanizadas que se necesiten para la fabricación de los productos. Además, supervisa que los trabajadores cumplan el plan de producción establecido en su área.

Jefe de Soldadura:

Es la persona encargada del manejo, supervisión, uso y almacenamiento de los equipos de soldadura (Oxiacetilénica y Eléctrica). Además, resguarda que los trabajadores que operan en esa área cumplan el plan de producción y hagan un correcto uso de los equipos de soldadura.

Jefe de Pintura:

Es la persona encargada del pedido, manejo y uso de las pinturas y el pintado de los productos. El pintado se hace por medio de un equipo por rocío y para el secado se utiliza un horno en donde las estructuras metálicas se calientan por unos minutos.

Jefe de Almacén:

Es el encargado de guardar y tener un control de inventario de los almacenes que se ubican tanto en el 1er como 3er piso. En estos almacenes solo se guarda productos terminados dado que la materia prima y productos en proceso se ubican en la misma área de operaciones.

Diseñador:

Es el encargado de representar los diversos tipos de productos, que son pedidos de manera frecuente, en programas de diseño por computadora. Además, de ser solicitado algún producto nuevo, se encargará de representarlo en un plano y de manera digital para los clientes.

Fuerza de ventas:

Son las personas encargadas de captar a los clientes nuevos a través de la visita a diversas empresas (sobre todo del sector avícola) y recopilar los pedidos de los clientes antiguos. No solo se dedican a vender las jaulas para gallinas, sino toda la gama de productos de la empresa.

Secretaria Administrativa:

Esta persona se encarga del manejo de los documentos de la empresa, de que estos documentos estén en regla, de las visitas a la empresa y de informar al administrador toda esta información.

Encargado de Logística:

Es el encargado de programar la entrega de los productos a los clientes. Estos clientes no solo son nacionales, sino extranjeros. Será el responsable de que los productos lleguen a manos del cliente.

Transportista: Es la persona que ejecuta el programa de entregas a los clientes. Este trabajador conduce el camión en donde se llevará los productos de los clientes nacionales y extranjeros.

En la ilustración 10 se presenta el organigrama de la empresa:

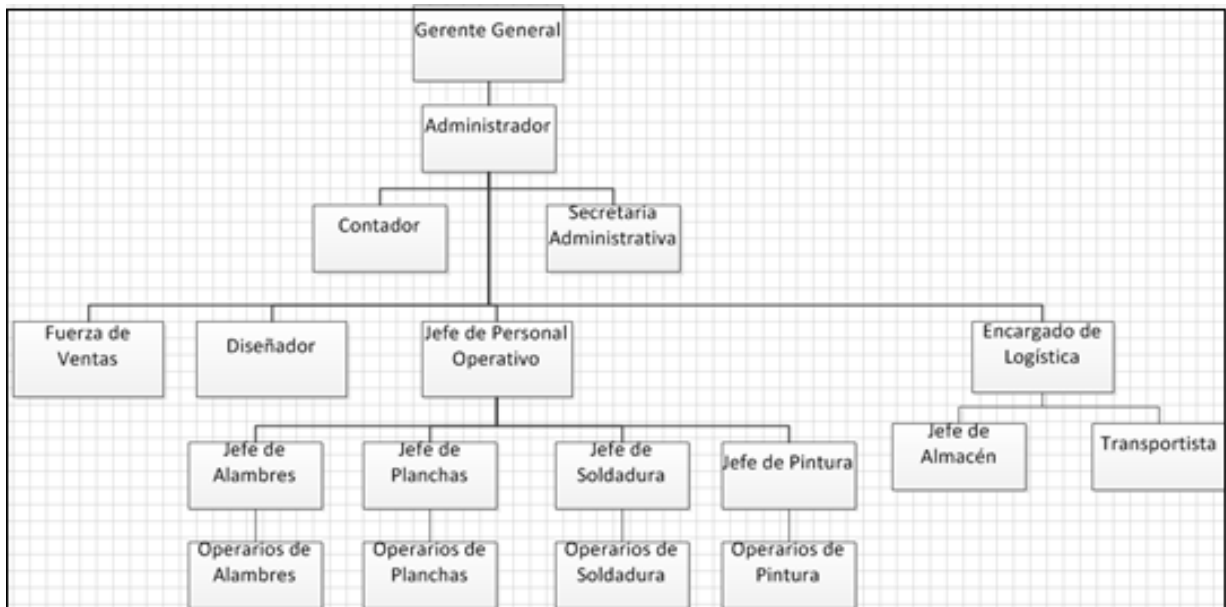


Ilustración 10 - Organigrama
Fuente: Elaboración Propia

2.5 Principales actores en el modelo de negocio

Proveedores:

Se necesita de diversas materias primas para la elaboración de los productos. Sin embargo, para la elaboración de sillas, mesas o carpetas se necesita de la intermediación de un tercero para colocar la madera de estos productos. Entre los principales Proveedores para la elaboración de las jaulas para gallinas ponedoras se tienen a las siguientes empresas:

- PRODAC S.A. : Proveedor de alambres y tuercas
- PRAMEC S.A.C.: Proveedor de Planchas galvanizadas y tuercas
- KINPLAST: Proveedor de Tubos de PVC

- YOHERSA y POULTRY & INDUSTRIAL SUPLIERS, PERU EIRL. Proveedor de niples o bebederos.

Clientes:

La empresa cuenta con una lista diversa de clientes tanto nacionales como internacionales. Entre sus clientes más importantes se encuentra el MINISTERIO DE EDUCACIÓN, MUNICIPALIDAD DE LIMA, MOBILIA INDUSTRIAL S.A.C., FAMESUR S.A.C., PRODAC S.A., diversas granjas que comercializan huevos de gallina, entre otros clientes nacionales. También tiene un cliente internacional al cual vende jaulas para gallinas ponedoras. Todos estos clientes compran no solo las jaulas para gallinas ponedoras sino los diversos productos que ofrece la empresa.

Productos Fabricados:

La empresa fabrica diversos tipos de productos según las características que el cliente necesite. Entre los productos que se fabrican se encuentran Exhibidores metálicos, Cabeceras para Supermercados, Atriles, Anaqueles, Coches para traslado de productos, Muebles para Tiendas Retail, Lockers metálicos, Archivadores, Estantes, Vitriñas, Mobiliarios Escolares y Oficina en metal madera, carpetas, Jaulas para Crianza de Aves, Cuyes, Conejos, Codornices, Coches repartidores de Alimento, Recolectores de Huevos, Carretillas Buggi, Silos para alimento y todo equipo concerniente a la Crianza de Aves.

La empresa, como se especificó en la introducción, se encarga de la elaboración de productos a base de metales. En este rubro, la empresa tiene mucha competencia. Sin embargo, específicamente con las jaulas para gallinas ponedoras, la calidad del producto no se asemeja a la competencia. Los operarios son personas calificadas en la elaboración de estos productos y hacen uso de alambres galvanizados por un proceso de triple zinc. Esto quiere decir que tiene más zinc que un alambre convencional, lo cual hará que las jaulas se corroan más lentamente que en otras jaulas.

Esta empresa nació bajo la concepción de un emprendedor, el cual desarrolló la idea de la empresa desde cero, es el actual dueño y gerente de la empresa.

2.6 Detalle de la Empresa y recursos disponibles

2.6.1 Área de trabajo, planta y área administrativa: La empresa tiene a su disposición un área de 1000 m² considerando el primer piso de la empresa. En el primer piso se ubica el área de operaciones, la cual ocupa 900m² y 100m² son

utilizados para el almacén de ese piso. En el segundo y tercer nivel se encuentra el área administrativa y un segundo almacén respectivamente, cada uno con una capacidad de 100m². Finalmente en el cuarto piso hay un comedor para que los trabajadores hagan uso de esta área. El comedor cuenta con 50 m². La distribución del área de operaciones es por producto, lo cual quiere decir que cada operario y recurso está colocado uno al lado del otro de tal manera que la elaboración del producto se desarrolle por un flujo directo y no se tenga que hacer muchos recorridos por la planta.

2.6.2 Recursos energéticos: La planta tiene como recurso energético la energía eléctrica y gas natural. La energía eléctrica se utiliza para el proceso de soldado eléctrico en las mallas de las jaulas para gallinas y el gas natural para el horno de secado. Dado que las jaulas para gallinas no se pintan, no se tomará en cuenta al horno para el desarrollo del presente trabajo.

2.6.3 Maquinaria y Equipo: Se requiere de diversas maquinarias y equipos para la elaboración de las jaulas. Entre estos equipos y máquinas se encuentran los siguientes:

- Equipo de desenrollo de alambre (3 und)
- Equipo de cizalla (6 und)
- Guillotinas (2 und)
- Máquina soldadura de punto (6 und)
- Máquina de doblado de planchas (1 und)
- Máquina automática cortadora de alambre (3 und)
- Máquina cortadora de planchas (x1)
- Equipo de doblado de alambre (4 und)
- Prensa Hidráulica (1 und)
- Máquinas tejedoras de malla (2 und)
- Taladro (2 und)
- Sierra de mano (2 und)

Las máquinas y equipos que requieren de una fuente de energía directa son la máquina soldadora, las máquinas tejedoras de mallas, equipo de desenrollo de alambre, las máquinas de corte de alambre, los taladros y las sierras. En la ilustración 11 se puede observar el layout del área de producción de la empresa.

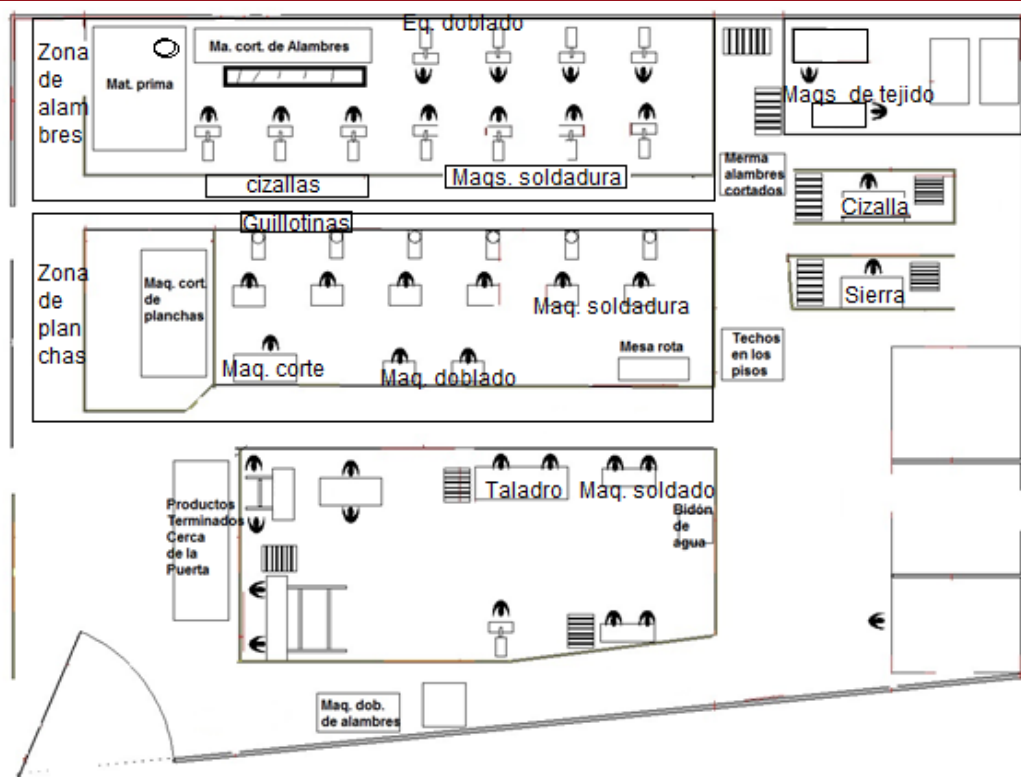


Ilustración 11 - Layout del área de producción
Fuente: La empresa

2.6.4 Materia Prima

La materia prima que se utiliza en la elaboración de jaulas para gallinas ponedoras son alambres (ilustración 15), planchas galvanizadas de diversos grosores (ilustración 12), nipples (bebederos ilustración 13), tubos de PVC (ilustración 14) entre otros insumos. Son comprados según la necesidad de producción. Entre la materia prima que se va a utilizar se tiene un listado en la tabla 5:

Tabla 5 - Materia Prima

Alambres:	Tubos de PVC:
Alambre para jaula BC 2.50 de 100Kg Alambre BCC Galvanizado #8,#10 Zinc Pro de 50 Kg	Tubos de 3/4" sin rosca de 5m Codo PVC sin rosca de 3/4" SP plomo Tee de PVC Sin rosca 3/4" SP plomo
Nipple:	Plancha galvanizada:
Nipple bebedero 2x1.5x3 cm - para ave de postura Silleta para nipple 3x2x3.5 cm para ave de postura	Plancha galvanizada de 1.0mmx4mx8m Plancha Galvanizada de 1.9mmx4mx8m Plancha Galvanizada de 0.75x1200x2440mm Plancha galvanizada de 0.8mmx4mx8m Plancha galvanizada de 0.6mmx4mx8m

Fuente: La empresa

Cabe mencionar que también se necesita de tuercas para unir las patas de la base de las jaulas. A continuación se mostrará la materia prima para hacer las jaulas para gallinas ponedoras. Las imágenes son referenciales.

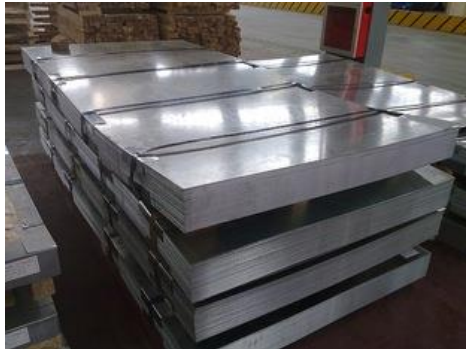


Ilustración 12 - Planchas Galvanizadas
Fuente: Unihierro (2015)



Ilustración 13 - Nipples (bebederos)
Fuente: Alibaba (2015)



Ilustración 14 - Tubos de PVC
Fuente: Sodimac (2015)



Ilustración 15 - Rollos de Alambre
Fuente: Bastimallas (2015)

2.6.5 Personal Operativo: La empresa tiene a su disposición 10 operarios que se dedican a la fabricación de jaulas. En la sección de alambres se tienen 4 operarios, en la sección de planchas tiene 3 operarios y en soldadura tienen a 3 operarios. Además de estos 10 operarios también se encuentran los jefes de área que de ser necesario también realizan trabajos manuales así como 18 operarios adicionales que se encargan de la fabricación de otros productos a base de metal. Como hemos descrito en el organigrama también se cuenta con personal administrativo y encargados de la logística de la empresa. La adquisición de materia prima y equipos necesarios se

realiza mediante el jefe de operaciones y la secretaria administrativa. El horario de trabajo en la empresa es de 8:00 am a 1:00 pm y de 2:00 pm a 5:30 pm. Este horario es tanto para el personal operativo como el personal administrativo. Los sábados de 8:00 am a 1:00 pm y de 2:00 pm a 4:30 pm. Para el personal operativo y de 8:00am a 1:00pm para el personal administrativo. Los trabajadores están contratados y tienen los beneficios de acuerdo a Ley. Cuentan con un área para almorzar, baños y vestidores.

2.7 Descripción del proceso de producción

La empresa para poder realizar el proceso de producción de las jaulas para gallinas ponedoras necesita realizar la siguiente secuencia:

- a)** Recepción de la materia prima: Se solicitan a los proveedores las materias primas e insumos necesarios para la elaboración de las jaulas. Estos productos son básicamente las planchas galvanizadas, alambres, tubos de PVC, nipples y tornillos. Estos productos se colocan cerca de las máquinas y de los equipos.
- b)** Enderezado de los alambres: Dado que los rollos de alambres están doblados en círculos, no se puede comenzar a cortarlos directamente. Se utiliza un equipo de doblado circular para que se pueda poner rectos los alambres.
- c)** Corte de alambres: Los alambres se cortarán en 4 tamaños. Los alambres de diámetro de 2.3mm serán usados para hacer los separadores y los de diámetro 2.5mm para hacer la base y techo de las jaulas. La base necesitará de un pedazo de alambre más largo para que sea el marco y de pedazos más pequeños para ser las rejillas. Los separadores también necesitarán de 2 pedazos de distinto tamaño para hacer el marco y las rejillas.
- d)** Una vez cortado se realizará la soldadura de las partes. El arco y las rejillas se unirán a través de la soldadura por punto tanto para la base como para los separadores.
- e)** Para la base se utiliza una máquina tejedora de mallas. Como el tejido de esa máquina deja un borde en el marco con alambres un poco salidos, se debe cortar (cepillar) esos bordes para que el marco tenga un mejor aspecto y no tenga puntas de alambre filosas.
- f)** La base de la malla se dobla dos veces para darle la forma al techo de las jaulas. Posteriormente, se dobla una tercera vez para darle la forma de huevo al final de la base ya que las gallinas pondrán sus huevos y caerán al final de la base.

- g)** Las planchas galvanizadas de 1mm se cortan para hacer el comedero de las gallinas. Esto se hace por medio de una máquina cizalladora.
- h)** Una vez que se tiene las planchas cortadas se doblan estas en 4 pliegues para darle la forma de un comedero.
- i)** Los tubos de PVC se cortan y se hacen orificios en una máquina.
- j)** Las planchas galvanizadas de 1.9mm se cortan para que sean las patas (bases) de la jaula.
- k)** A estas planchas galvanizadas de 1.9mm cortadas se hacen 3 pliegues en una máquina dobladora para que tengan la forma de patas.
- l)** A estas patas se le hacen huecos y orejas para colocar posteriormente tornillos y sujetar parte de la jaula.
- m)** Estos productos se los lleva el transportista para entregarlos al proveedor.
- n)** Un operario encargado unirá la base y los separadores por medio de tornillos, colocara los tubos de PVC, los nipples en los agujeros del PVC. Luego, colocará las patas en el piso y subirá la jaula a la altura de los orificios para que se una con la base.

Después colocará el comedero en la base del piso de la jaula y por último el sistema del bebedero que está constituido por el tubo de PVC y los nipples. Se debe tomar en cuenta que el ensamble de la jaula lo hace una empresa tercera, la cual lleva a sus operarios al lugar de entrega del cliente y arma las jaulas.

En la ilustración 16 se mostrará el Diagrama de Recorrido de la empresa. Este diagrama muestra el recorrido de todos los procesos de todas las piezas necesarias para el ensamble de las jaulas.

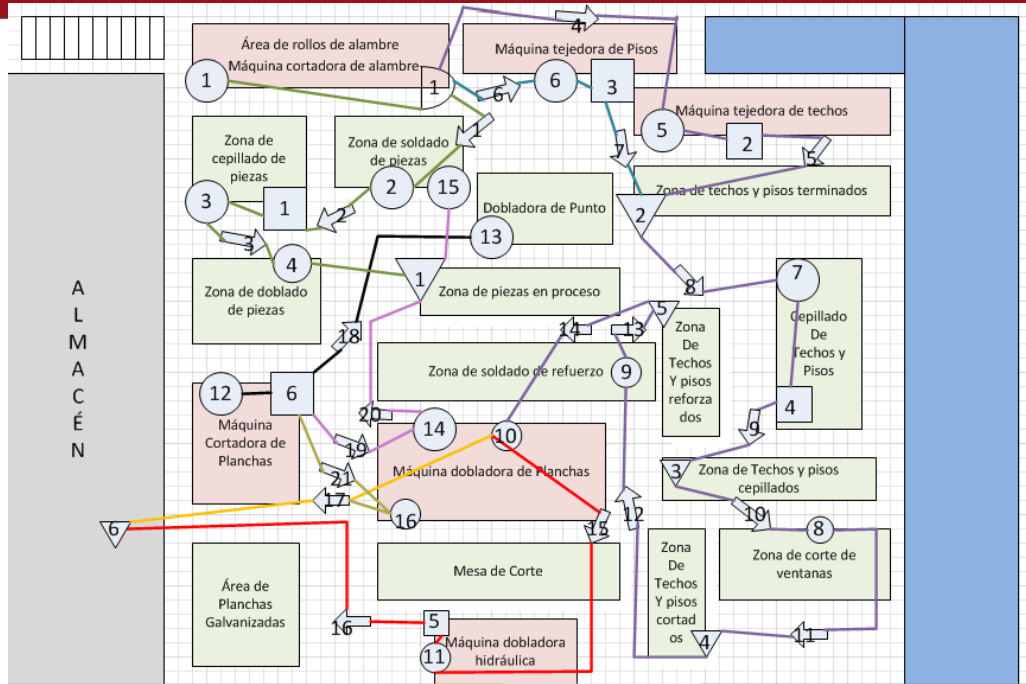


Ilustración 16 - Diagrama de Recorrido
Fuente: Elaboración Propia

La descripción de los procesos del diagrama de recorrido se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 - Descripción

Descripción	●
Corte de alambres	1
Soldado de alambres	2
Cepillado de puertas y separadores	3
Doblado de piezas	4
Tejido de techos	5
Tejido de pisos	6
Cepillado de techos y Pisos	7
Corte de ventanas del techo	8
Soldado de refuerzo de techo y piso	9
Doblado de planchas, techos o pisos de alambre	10
Doblado de pisos a forma circular	11
Cortado de planchas galvanizadas	12
Doblado de ganchos sujetadores	13
Doblado de parantes, comederos o soportes de jaulas	14
Soldado de tapas, planchas y soportes	15
Doblado de base de los parantes	16

Descripción	◐
Demora en el corte de alambre	1

Descripción	➡
Hacia Zona de soldado de piezas	1
Hacia zona de cepillado de piezas	2
Hacia Zona de doblado de Piezas	3
Hacia máquina tejedora de techos	4
Hacia zona de techos y pisos terminados	5
Hacia máquina tejedora de pisos	6
Hacia zona de techos y pisos terminados	7
Hacia zona de cepillado de techos y pisos	8
Hacia zona de techos y pisos cepillados	9
Hacia zona de corte de ventanas	10
Hacia zona techos y pisos cortados	11
Hacia zona de soldados de refuerzo	12
Hacia zona de techos y pisos reforzados	13
Hacia máquina dobladora de planchas	14
Hacia dobladora hidráulica	15
Hacia almacén principal	16
Hacia almacén principal	17
Hacia dobladora de punto	18
Hacia máquina dobladora de planchas	19
Hacia zona de piezas en proceso	20
Hacia máquina dobladora de planchas	21

Descripción	▼
Almacenamiento de Piezas en procesos	1
Almacenamiento de techos y pisos tejidos	2
Almacenamiento de techos y pisos cepillados	3
Almacenamiento de techos y pisos cortados	4
Almacenamiento de techos y pisos reforzados	5
Almacenamiento principal	6

Descripción	■
Inspección de las puertas y separadores	1
Supervisión de techos tejidos	2
Supervisión de Pisos tejidos	3
Inspección de techos y isos cepillados	4
Inspección de pisos doblados	5
Inspección de corte de las planchas	6

Fuente: Información de la Empresa

En la ilustración 17 se muestra el diagrama de flujo del proceso de producción de las jaulas

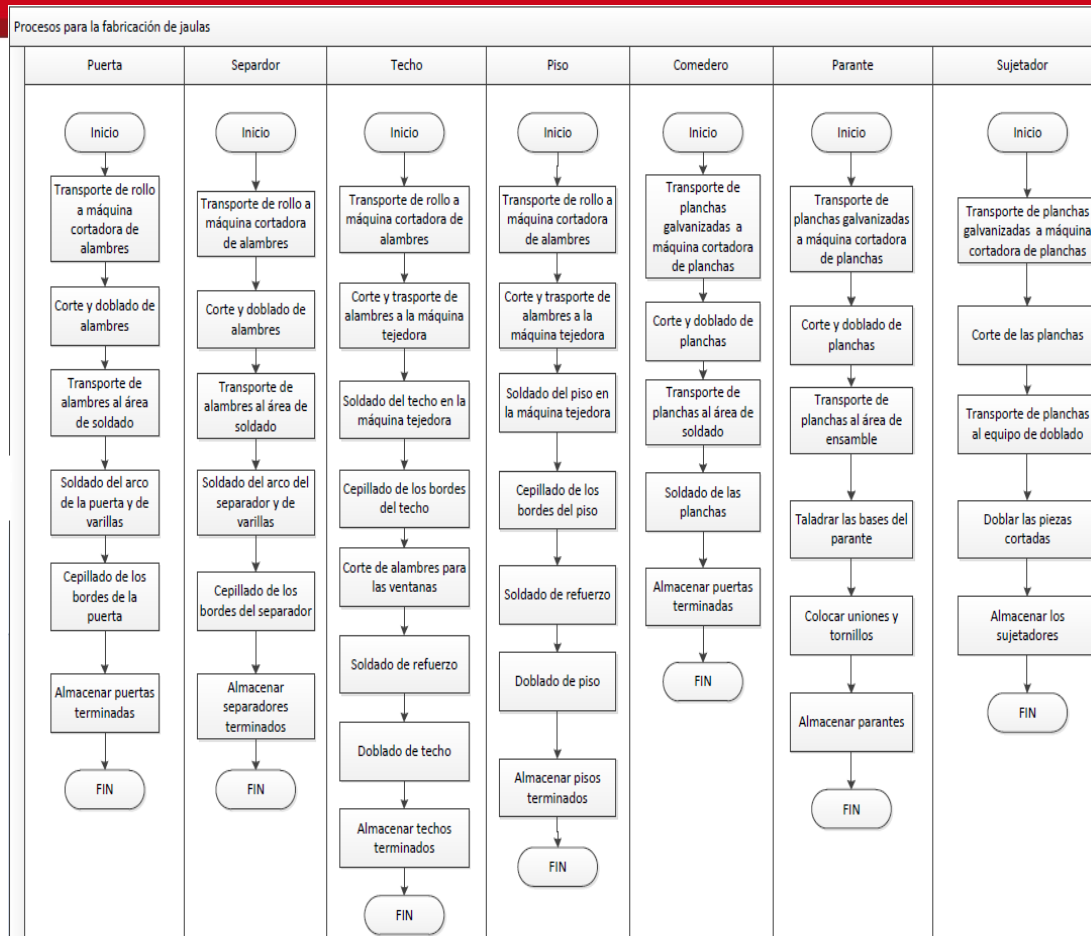


Ilustración 17 - Diagrama de Flujo del proceso de Producción de Jaulas
Fuente: La empresa

Después de la instalación de las partes se puede tener la siguiente jaula como lo muestra la ilustración 18.



Ilustración 18 - Jaula de gallina ponedora
Fuente: La empresa

En las ilustraciones 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25 se muestran las medidas de la puerta, separador, piso, techo, comedero, tapa de comedero y del parante respectivamente.

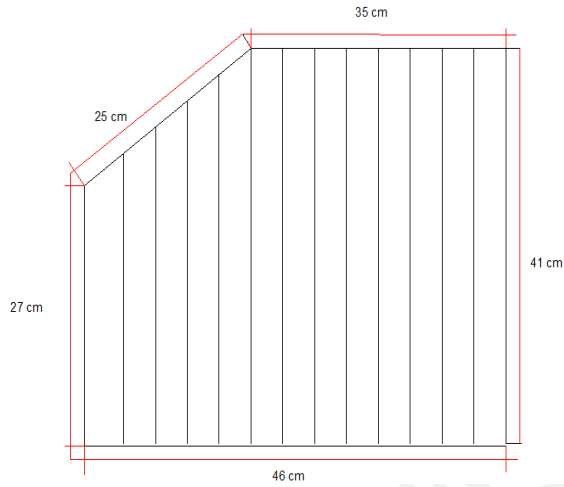


Ilustración 20 - Medidas del separador
Elaboración propia

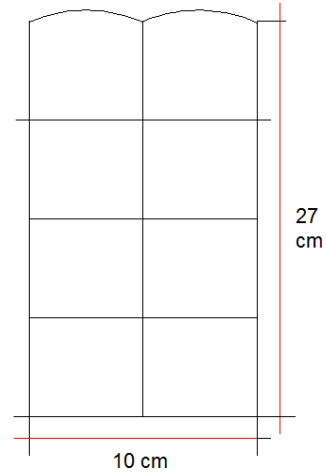


Ilustración 19 - Medidas de la puerta
Elaboración propia

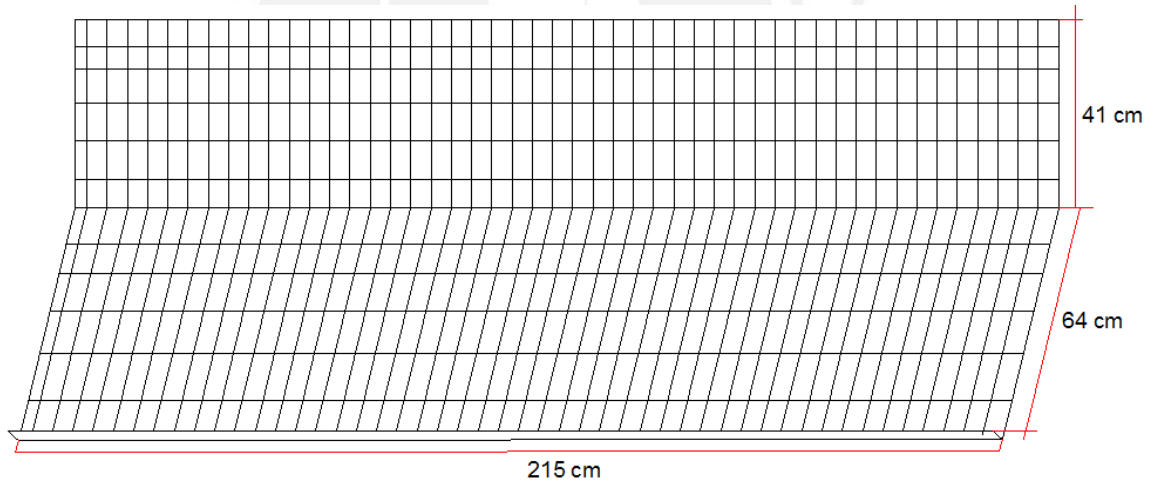


Ilustración 21 - Medidas del piso
Elaboración propia

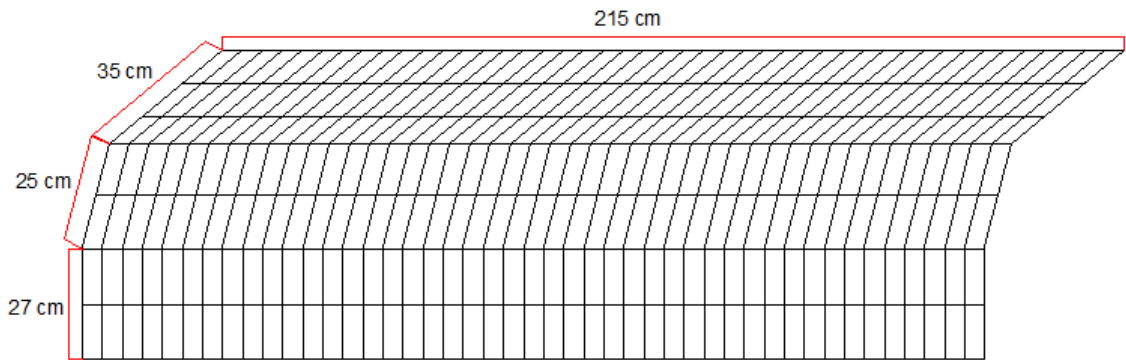


Ilustración 22 - Medidas del techo
Elaboración propia

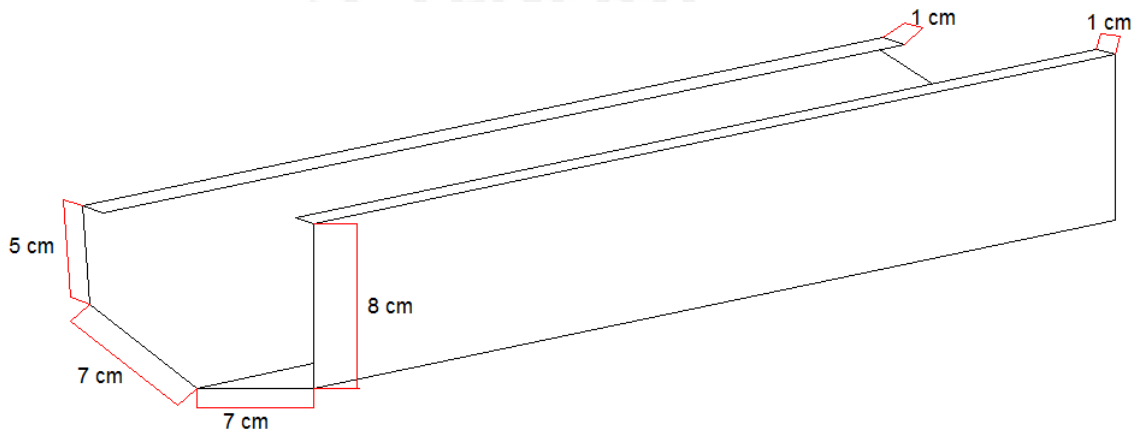


Ilustración 23 - Medidas del comedero
Elaboración propia

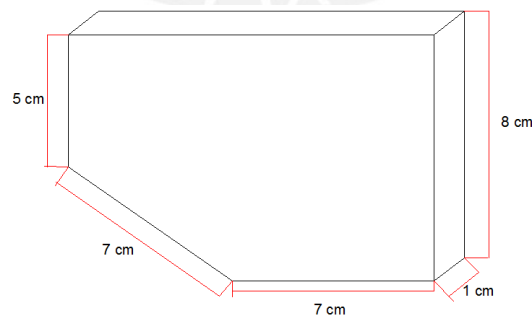


Ilustración 24 - Medidas de la Tapa del comedero
Elaboración propia

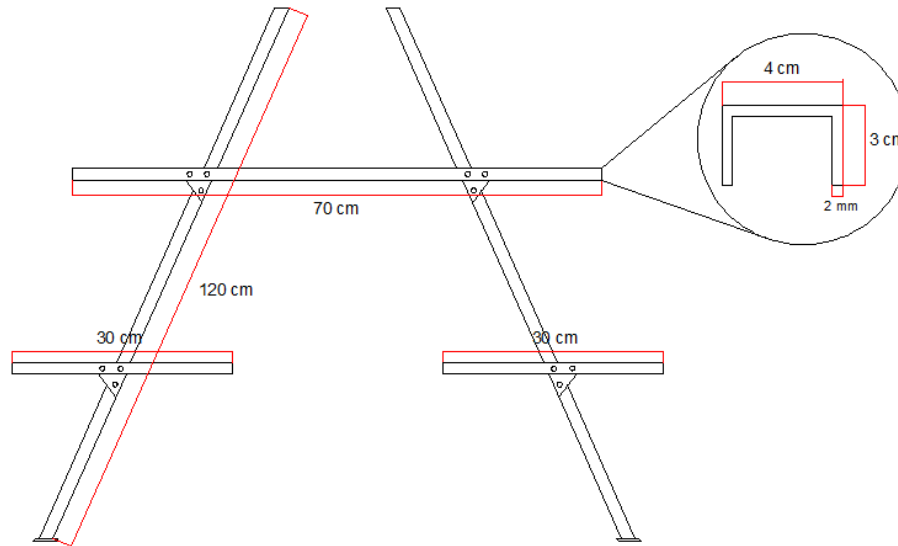


Ilustración 25 - Medidas del parante
 Elaboración propia

Cabe mencionar que un módulo de jaula cuenta con cuatro casillas para colocar las gallinas. Para obtener una casilla se debe elaborar un piso, un techo, 4 puertas, 5 separadores, un comedero y 2 sujetadores. Es decir para obtener un módulo o jaula estándar para gallinas ponedoras se requiere de 4 pisos, 4 techos, 16 puertas, 20 separadores, 4 comederos, 8 sujetadores y 2 parantes para sostener las jaulas.

3. Análisis y Diagnóstico de la Situación Actual

En este capítulo se hará un análisis de la situación actual de la empresa a través de la información recopilada en el capítulo anterior y a través de opinión de los clientes y los jefes de la misma. Posteriormente se identificarán cuáles son los problemas principales y las causas que los generan en el diagnóstico de la empresa. Además, se propondrán los mejores procedimientos y herramientas para solucionarlos. Todos estos pasos asegurarán que se identifiquen los problemas principales que afectan a la empresa, las causas principales y las herramientas necesarias para la solución de los mismos.

3.1 Identificación del problema Principal

Para identificar los problemas principales de la empresa se requiere de la opinión de los clientes y el apoyo de los jefes de la planta. Estos informarán cuales son las impresiones de la empresa en diversos aspectos (calidad, trato al cliente, tiempo de producción, etc.). Dado que el enfoque es tratar de resolver los problemas que afectan a los clientes, se hará una encuesta a los principales clientes para determinar su grado de satisfacción.

3.1.1 Consideraciones Iniciales

Se debe considerar primeramente que se tienen descritas diferentes operaciones para producir las diversas piezas de la jaula para gallinas. Se cuenta con líneas de producción para cada pieza de la jaula. Una vez presentada esa información debemos identificar cuáles son los problemas que afectan a la producción para así poder plantear soluciones de manera concreta.

La producción de las jaulas para gallinas comienza cuando el cliente hace un pedido por un determinado tipo de jaula. Las jaulas o módulos para gallinas que se fabrican en la empresa son de 2 o 3 pisos. Cada piso cuenta con dos compartimientos y en cada compartimiento hay 4 casillas. En cada casilla se puede albergar 7 gallinas. Es decir, en una jaula o módulo de 2 pisos se pueden albergar 112 gallinas. Los clientes pueden solicitar diversos modelos de jaulas de 2 pisos, pero las jaulas que más se venden son las de 2 pisos con capacidad para 112 gallinas. Se debe considerar que por cada módulo de dos pisos se cobra \$275 USD más IGV. Además, los pedidos más frecuentes son galpones para 10,000 gallinas (aproximadamente 90 módulos).

Una vez recibida la orden de compra, por parte del cliente, se hace la compra de las materias primas e insumos a los proveedores. En el almacén solo se tiene una cantidad reducida de materias primas, insumos y piezas terminadas. Se cuenta con stock de seguridad pequeño debido al costo de la materia prima. La materia prima se compra una vez recibida la O.C. y el pago del 50% del precio acordado por las jaulas.

3.1.2 Opinión de los clientes

La empresa tiene muchos competidores en la comercialización de jaulas para gallinas. Varios de los competidores son empresas más grandes o tienen una mayor participación en el mercado. Es por ello que la empresa no puede perder clientes por la fabricación de productos defectuosos o de mala calidad.

Es así que se ha recopilado las opiniones de los clientes y con esa información se pudo hacer la tabla 7:

Tabla 7 - Calificación de clientes

Indicadores de Satisfacción	Calificación de clientes					
	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Total
La Información brindada es relevante y fácil de entender	5	4	4	5	4	22
Se entiende las necesidades y requisitos del cliente	4	4	5	5	5	23
Se satisface las necesidades de producto del cliente	5	5	4	5	5	24
Se cumple los requisitos de calidad del producto	5	5	5	4	5	24
Se cumple el tiempo de entrega del producto	3	4	3	3	4	17
Se responde a las consultas y requerimientos	4	4	3	4	3	18
Hay satisfacción general por el producto	4	4	5	5	4	22

Fuente: Información de la empresa

En la tabla se muestra los resultados de los cinco clientes que más compran jaulas para gallinas (de dos o 3 pisos). La calificación indica que tan de acuerdo está el cliente con las afirmaciones planteadas (desde 1 a 5) donde 5 es “muy de acuerdo” y 1 es “muy en desacuerdo”.

Como se puede apreciar, los clientes perciben que la empresa ofrece productos de calidad, que entienden las necesidades del pedido y logran satisfacer esa necesidad. Sin embargo, para llegar a obtener ese nivel de calidad de producto las piezas pasan por diversas inspecciones y en algunos casos reprocesos en el soldado de los alambres (Refuerzos en techos y pisos). No obstante, los clientes se quejan por los tiempos de entrega de las jaulas y por las reprogramaciones en las entregas.

3.2 Problemática de la empresa

A continuación se hará referencia a los problemas que se presentan en la empresa actualmente, los cuales son los siguientes:

a. Falta de cumplimiento de plazos de entrega de productos

Dada la falta de personal suficiente y la demora en los procesos del personal actual, no se llega a cumplir los plazos de entrega que se han fijado con los clientes. Los operarios no se dan abasto ya que los tiempos en los diversos procesos son variables y no hay una planificación adecuada de la producción. El jefe de operaciones elabora un cálculo empírico de la producción. El considera que se puede hacer 50 módulos en una semana considerando un ritmo de trabajo alto. Muchas veces los clientes quedan insatisfechos porque no se fabricó la cantidad requerida. Por ello se les hace saber si pueden satisfacer su pedido o no con anticipación. Muchas ventas no fueron tomadas en cuenta dado que se tenían pedidos previamente pactados y no se contaba con el personal suficiente para satisfacer pedidos adicionales. En la tabla 8 se tiene el histórico de pedidos retrasados y el valor en dólares de los módulos entregados fuera de fecha. Cabe mencionar que los clientes aceptaron estos pedidos retrasados.

Tabla 8 - Pedidos retrasados durante el 2013

Cantidad de modulos pedidos	Tiempo de entrega pactado (días)	Tiempo de entrega real (días)	Cantidad producida a tiempo	Cantidad retrasada	Porcentaje retrasado
68	9	17	36	32	47.1%
25	4	13	8	17	68.0%
80	10	18	45	35	43.8%
75	10	20	38	37	49.3%
50	7	15	24	26	52.0%
45	6	14	20	25	55.6%
65	9	17	35	30	46.2%
20	3	13	5	15	75.0%
30	4	12	10	20	66.7%
30	4	12	10	20	66.7%
40	5	15	14	26	65.0%
80	10	17	48	32	40.0%
Total				315	\$86,625.00

Fuente: La empresa

Paralelamente, se solicitaron pedidos adicionales por aproximadamente 175 módulos durante el 2013. Sin embargo dado que no se contaba con el personal ni se tenía asegurado la disponibilidad de la materia prima, no se aceptaron esos pedidos. Las pérdidas por ventas no tomadas fue de aproximadamente \$ 48,125 USD en el 2013.

b. Método de Trabajo actual

El actual método de trabajo implica volver a hacer una misma operación como es el caso del soldado de refuerzo, entre otras operaciones en el área de producción.

Además, se realizan trabajos muy repetitivos. La mayoría de los trabajadores están de pie durante la mayor parte de jornada laboral. Esto disminuye el ritmo de producción e incrementa los tiempos de parada. Se puede apreciar que después de la hora del almuerzo la productividad de los trabajadores disminuye considerablemente (entre 15 y 20% según el jefe de personal operativo). El personal que fabrica las jaulas rota constantemente (dejan de trabajar) o son requeridos para hacer otros productos como sillas, mesas, diversos tipos de jaulas y productos a base de alambre, casilleros, entre otros. Por ello se solicita el apoyo de todo el personal para la producción. Este personal rota por los distintos puestos y maneja diversos equipos. La rotación hace que sea necesario entrenar a los nuevos operarios y eso demanda el tiempo de otros operarios entrenados. Habría pérdidas por el método actual de \$ 20,000 al año. Esta pérdida fue calculada a través del precio de las diversas partes de la jaula que son malogradas por los propios operadores que siguen el método actual (por pérdida de las puertas de la jaula debido a que los operarios las pisan, por la repetición de operaciones y gasto de energía eléctrica, por mal almacenamiento de los productos en proceso, etc.).

c. Quiebre de stock de materia prima

El único proveedor que abastece de rollos de alambre galvanizado a la empresa a nivel nacional es PRODAC. Este proveedor es el único que trabaja con la empresa. Esto se debe a que PRODAC vende los rollos de alambre de triple galvanizado, quiere decir que por cada metro cuadrado de alambre hay 280 gr. de zinc en vez de 50 gr. como es vendido por otros proveedores. Hay problemas durante el año por la falta de esta materia prima que es necesaria para la fabricación de jaulas dado que con ese insumo el tiempo de vida de las jaulas puede llegar a los 20 años. Debido a esto, se tiene el siguiente stock de seguridad en unidades para el modelo de jaula a estudiar, como se muestra en la tabla 9.

Tabla 9 - stock de seguridad

Piezas terminadas en Stock	Cantidad (Unidades)
Pisos	25
Techos	25
Comederos	25
Parantes	20
Bases de parantes	40
Sujetadores	100
Puertas	75
Separadores	100

Fuente: La empresa

Este stock de seguridad representa 5 módulos. Lo cual solo ayudará por 2 días de producción regular. Debido al costo y las deudas de la empresa no se compra más material para incrementar el stock de seguridad. En la tabla 10 se muestra el tiempo que el proveedor demora en la entrega de los materiales de acuerdo a la cantidad de módulos solicitados durante el año 2013.

Tabla 10 - Tiempo de entrega de los materiales según pedidos

Cantidad de modulos pedidos	Tiempo de entrega pactado (días)	Stock parcial entregado	Tiempo de entrega del stock parcial (días)	Tiempo de entrega del stock restante (días)	Tiempo de entrega total (días)
68	9	50	4	5	9
25	4	13	2	4	6
80	10	50	4	5	9
75	10	58	4	6	10
50	7	30	4	5	9
45	6	38	4	5	9
65	9	48	4	5	9
20	3	15	2	4	6
30	4	23	3	5	8
30	4	22	3	5	8
40	5	30	2	5	7
80	10	65	3	6	9

Fuente: La empresa

Según esta información mostrada se plantea a continuación una priorización de problemas y se obtienen los puntajes de la tabla 11 y los problemas más urgentes para resolverlos en la tabla 12. Los puntajes mostrados en la tabla 11 se han establecido para determinar cuál es el problema que se necesita tratar. Estos puntajes fueron colocados de manera arbitraria de tal manera que se obtenga el mayor puntaje para determinar el problema principal

Tabla 11 - Priorización de Problemas

Item	critero	Concepto	Evaluación	Puntaje
1	Duración del trabajo	Es el tiempo que tomará en Solucionar el problema	Hasta 3 meses	50
			De 3 a 6 meses	30
			De 6 a 12 meses	10
			Más de 12 meses	5
2	Implicancia del problema	Es el grado en que el problema afecte al lugar de trabajo y a los clientes internos y/o externos	Afecta solo al área	15
			Afecta al área y a una parte de los clientes internos	45
			Afecta al área, clientes internos y tiene impacto directo en clientes externos	75
3	Inversión para solucionar el problema	Es el monto a invertir para implementar la soución del problema	Baja Inversión: Gastos mínimos en que se incurrirán para solucionar el problema (Menos de \$ 80 000)	175
			Mediana inversión: Gastos moderadas en que se incurrirán para solucionar el problema (entre \$80 000 y \$ 200 000)	105
			Alta inversió para solucionar el problema (Más \$ 200 000).	35
4	Resultados esperados	Mide los efectos tangibles e intangibles de las mejoras	Bajo impacto económico o intangible (Menos de \$ 50 000/año)	40
			Moderado impacto económico o intangible (Entre \$ 50 000 y \$ 200 000)	120
			Alto impacto económico o intangible (Más de \$ 200 000/año).	200

Elaboración propia

Tabla 12 - Problemas a tratar

Caso	Problemas	Duración del trabajo	Implicancia del problema	Inversión para solucionar el problema	Resultados esperados	Total
1	Falta de cumplimiento de plazos de entrega de productos	50	75	175	40	340
2	Metodo de Trabajo actual	30	45	175	120	370
3	Quiebre de stock de materia prima	10	75	105	120	310

Fuente: Elaboración propia

Dada la Tabla de problemas a tratar se ve que los problemas más urgentes por resolver es la Falta de cumplimiento de plazos de entrega de productos y el método de Trabajo actual. Es por ello que se planteará las mejoras en busca de su solución.

3.3 Diagnóstico de la situación actual

Para dar un diagnóstico de la situación actual de la empresa se tendrá que tener o generar un listado de los problemas y las causas principales que generan estos problemas. Una vez identificado estos se determinará cuál es la metodología o herramienta necesaria para eliminar esos problemas.

3.3.1 Lluvia de Ideas sobre el problema principal y problemas secundarios

Una vez identificado el problema principal y los procesos concernientes a las piezas de las jaulas, se hará una lista de posibles causas de por qué se tiene el problema del tiempo en la entrega del producto terminado. Para ello se hará una lluvia de ideas de las causas. Se consultó a los trabajadores y al jefe de producción sobre las fuentes del problema del tiempo de entrega de los productos. Las posibles causas encontradas son las siguientes:

- Ausencia de Stock de materias primas
- Mal manejo de materiales
- Pérdida de material
- Retrasos en las entregas de materia prima
- Paros en las máquinas tejedoras

- Paros en las máquinas cortadoras de alambres
- Desorden en el área de trabajo
- Pérdida de herramientas
- Pérdida de equipos de trabajo
- Demora en la disponibilidad de herramientas
- Cantidad insuficiente de herramientas
- Mano de Obra insuficiente
- Ausencia de lugares definidos para guardar herramientas y equipos
- Ausencia de un plan de limpieza de máquinas
- Demora en preparar las máquinas tejedoras y cortadoras
- Mala disposición del área de trabajo
- Método de trabajo ineficiente
- Alta rotación de operarios
- Ausencia de un programa de capacitación
- Reprocesos en la línea de producción
- Operarios solo es especialista en un trabajo (no son polivalentes)
- Tiempos improductivos por personal
- Supervisión constante de máquinas tejedoras
- Falta de manejo de estándares de tiempo
- Falta de un plan de producción
- Personal ocioso cuando termina la producción de su área.
- Mala posición de trabajo de los operarios
- Materiales inservibles en los pasillos
- Productos terminados en el piso
- Mal manejo de desperdicio
- Desconocimiento del tiempo estándar de cada pieza.
- Cuellos de botella en la producción de techos y pisos
- Existencia de productos o materias primas en el suelo
- Falta redefinir organización y jerarquía
- Falta de evaluación a personal
- Falta de MP
- Falta de estándares de calidad del producto terminado
- Lugares de trabajo poco ergonómicos
- Operaciones muy arduas de mucha repetición
- Demora en ubicar equipos

- Mala disposición de planta
- No hubo estudio de disposición de planta

3.3.2 Diagrama de Causa – Efecto

Luego de plantear las posibles causas que provocan el problema principal (Tiempo de producción de las piezas) se mostrará el diagrama Causa-Efecto. Este diagrama agrupa las raíces del problema que se presentaron en la lluvia de ideas. Los grupos formados en este diagrama fueron los siguientes: Métodos, Personal, Materiales, Organización y Máquina. Finalmente, como lo muestra la ilustración 26, se obtiene el diagrama causa-efecto del problema del tiempo de producción de piezas.

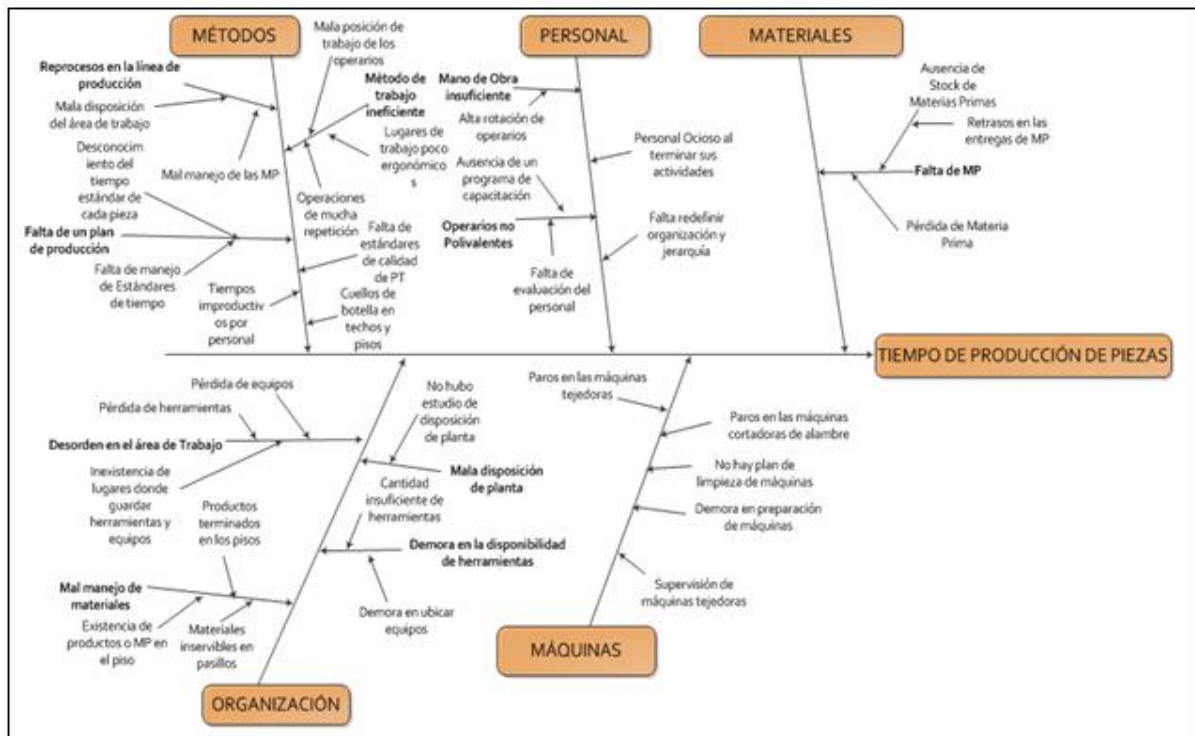


Ilustración 26 - Diagrama Causa Efecto
Fuente: Elaboración Propia

3.4 Identificación de Oportunidades de Mejora

Una vez planteadas las relaciones de Causa-Efecto de los posibles problemas que ocasionan las demoras en la producción de las piezas de las jaulas, se procederá a analizar cuáles son las oportunidades de mejora y se priorizará las que podrían o deberían ser aplicadas.

3.4.1 Encuesta de Procesos

Para poder identificar las oportunidades de mejora se necesita conocer las impresiones de los operarios, jefes y administrador de la planta. De esta manera se tiene presente cuales son las principales causas que afectan al problema principal de acuerdo a los trabajadores de la empresa. Para esta encuesta fue tomada a los siguientes trabajadores:

JPO: Jefe de Personal Operativo, JAL: Jefe de Alambres, JPL: Jefe de Planchas y AD: Administrador

En la encuesta se califica de 1 a 5 dependiendo si las causas influyen o no al problema en donde 5 es “Influye completamente”, 4 es “Influye mucho”, 3 es “Influye de manera regular”, 2 es “Influye poco” y 1 es “Influye muy poco”. En la tabla 13, se muestra los resultados de la encuesta.

Tabla 13 - Encuesta de causas

Problema: Demora en el tiempo de producción de las piezas de las jaulas	JPO	JAL	JPL	AD
Métodos	Influencia			
Reproceso en la línea de producción	5	4	4	3
Mala disposición del área de trabajo	5	4	4	4
Mal manejo de las MPs	3	3	3	3
Falta de un plan de producción	4	3	3	4
Desconocimiento del tiempo estándar de cada pieza	3	3	3	2
Falta de manejo o de estándares de tiempo	4	5	5	3
Método de trabajo ineficiente	5	4	4	4
Mala posición de trabajo de los operarios	4	3	4	4
Lugares de trabajo poco ergonómicos	5	4	4	3
Operaciones de mucha repetición	4	4	4	4
Tiempos improductivos por personal	4	3	3	3
Falta de estándares de calidad de PT	3	3	3	3
Cuellos de botella en la operación de techos y pisos	5	4	4	4
Personal	Influencia			
Mano de Obra insuficiente	5	5	5	5
Alta rotación de operarios	3	4	4	4
Operarios no Polivalentes	5	4	4	4
Ausencia de un programa de capacitación	4	3	3	4
Falta de evaluación del personal	3	4	4	3
Personal ocioso al terminar sus actividades	3	4	4	4
Falta redefinir la organización y jerarquía	3	3	3	2
Materiales	Influencia			
Falta de MP	5	4	3	4
Pérdida de MP	3	3	4	4
Ausencia de stock de Materias Primas	5	5	5	4
Mermas de alambres y planchas galvanizadas	4	5	5	3
Retrasos en las entregas de MP	5	5	5	5
Organización	Influencia			
Desorden en el área de trabajo	4	4	4	3
Inexistencia de lugares donde guardar herramientas y equipos	5	4	5	4
Pérdida de herramientas	4	4	4	4
Mal manejo de productos en proceso	5	3	3	4
Productos en proceso en los pisos	5	5	4	4
Materiales inservibles en pasillos	4	4	4	3
Mala posición de la planta	5	4	5	4
No hubo estudio de disposición de planta	5	4	5	4
Demora en la disponibilidad de herramientas	4	4	4	4
Cantidad insuficiente de herramientas	3	3	4	4
Demora en ubicar equipos	4	4	4	4
Máquinas	Influencia			
Paros en las máquinas tejedoras	4	4	4	4
Paros en la máquina cortadora de alambre	4	4	4	4
No hay plan de limpieza de máquinas	5	4	5	4
Demora en preparación de máquinas	3	3	4	3
Supervisión constante de las máquinas tejedoras	4	4	4	4

Fuente: La empresa

Como se aprecia en la tabla, se ha separado la encuesta entre las cinco secciones que se plantearon en el diagrama Causa-Efecto.

3.4.2 Causas más importantes

Dada la calificación que recibió las causas planteadas en la lluvia de ideas por partes de los jefes y el administrador de la empresa se tienen como las causas principales los que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14 - Causas que influyen en el problema

Causas	JPO	JAL	JPL	AD	Total
Mano de Obra insuficiente	5	5	5	5	20
Retrasos en las entregas de MP	5	5	5	5	20
Ausencia de stock de Materias Primas	5	5	5	4	19
Inexistencia de lugares donde guardar herramientas y equipos	5	4	5	4	18
Productos en proceso en los pisos	5	5	4	4	18
Mala posición de la planta	5	4	5	4	18
No hubo estudio de disposición de planta	5	4	5	4	18
No hay plan de limpieza de máquinas	5	4	5	4	18
Mala disposición del área de trabajo	5	4	4	4	17
Falta de manejo o de estándares de tiempo	4	5	5	3	17
Método de trabajo ineficiente	5	4	4	4	17
Cuellos de botella en la operación de techos y pisos	5	4	4	4	17
Operarios no Polivalentes	5	4	4	4	17
Merms de alambres y planchas galvanizadas	4	5	5	3	17
Lugares de trabajo poco ergonómicos	5	4	4	3	16
Operaciones de mucha repetición	4	4	4	4	16
Supervisión constante de las máquinas tejedoras	4	4	4	4	16

Fuente: La empresa

Las causas de ahora en adelante serán descritas como problemas secundarios y radican en diferentes frentes. Estos problemas secundarios se pueden atacar de diversas maneras. Sin embargo, se utilizarán las metodologías descritas en el primer capítulo del presente trabajo. De esta manera para la solución de los problemas de la tabla 14 se planteará las metodologías de mejora descritas en la tabla 15.

Tabla 15 - Metodología de mejora de problemas secundarios

Problemas	Causas	Metodología
Desorden y suciedad en el área de trabajo	Inexistencia de lugares donde guardar herramientas y equipos	Aplicación de las 5S
	Productos en proceso den los pisos	
	No hay plan de limpieza de máquinas	
Falta de cumplimiento de plazos de entrega de productos	Mano de Obra Insuficiente	Estudio de Métodos, tiempos y Balance de Línea de las operaciones
	Retrasos en las entregas de MP	
	Ausencia de stock de Materias Primas	
	Falta de manejo o de estándares de tiempo	
	Cuellos de botella en la operación de techos y pisos	
	Mermas de alambres y planchas galvanizadas	
Método de trabajo actual	Supervisión constante de las máquinas tejedoras	Balance de Línea de las operaciones
	Operarios no Polivalentes	
	Operaciones de mucha repetición	
	Método de trabajo actual	
	Lugares de trabajo poco ergonómicos	
	Mala ubicación de las áreas	
	No hubo estudio de disposición de planta	

Elaboración propia

Para el problema del desorden y suciedad en el área de trabajo se aplicará la metodología de las 5'S. El área de trabajo requerirá de un lugar apropiado para colocar las herramientas, equipos, materia prima y productos en proceso dentro de la planta. Para ello se requerirá aplicar las primeras 3S de tal manera que se invierta en señalización y espacio para tener a la mano los objetos que son necesarios para el trabajo. Asimismo, se tendrá un régimen de limpieza del área de trabajo así como de las máquinas que se utilicen en los procesos.

Para el cumplimiento de plazos de entrega de las jaulas a los clientes y para mejorar el método de trabajo actual se utilizará el estudio de métodos y tiempos en los procesos. Entre las causas del problema del incumplimiento está la falta y desperdicio de materia prima, cuellos de botella en procesos así como la falta de mano de obra calificada para el trabajo. Para la solución se estudiará la mejor metodología de trabajo en el área de producción de tal manera que no sea necesario contratar a más operarios sino tener un régimen que sea más productivo. Este régimen de trabajo hará que se reduzcan las mermas de los alambres y planchas galvanizadas, se tenga un lugar de trabajo más adecuado para el operario, se reduzca el tiempo estándar para la obtención de las piezas así como la capacitación constante de los operarios para alcanzar la polivalencia en las diversas líneas de producción.

4. Propuesta de mejora

El presente capítulo describe con detalle las oportunidades de mejora identificadas en la sección anterior. De manera general, se tienen las siguientes propuestas:

- Aplicación de las 5S en el área de producción para mantener la clasificación, orden y limpieza del área de trabajo, materiales y equipos.
- Estudio de Métodos para la mejora de la eficiencia del trabajo de los operarios.
- Estudio de Tiempos para establecer duraciones estándar para la fabricación de las piezas necesarias para la elaboración de jaulas.
- Balance de Línea para determina la necesidad de operarios y máquinas para la fabricación de las diversas partes de la jaula.

4.1 Aplicación de las 5S

En primer lugar, se debe saber qué aspectos son necesarios para aplicar con éxito esta herramienta de manufactura esbelta. El alcance de esta aplicación abarca las 5 S, así como toda el área de producción (área de alambres, área de planchas galvanizadas, área de soldadura y área de almacenamiento). Para que la aplicación de las 5S se dé de una manera satisfactoria se requiere hacer hincapié en los siguientes puntos:

- Realizar la capacitación de los involucrados en todo lo que respecta al pensamiento, la filosofía y metodología de las 5S, esto debe realizarse desde los jefes de planta, gerencia, colaboradores administrativos hasta los operarios en planta.
- Formar equipos de trabajo constituidos por los mismos trabajadores. Para ello se deben tener representantes de los grupos, el cual será encargado de dar un feedback luego de implementar esta herramienta.
- Dar a conocer cuáles son los objetivos y metas al momento de realizar la aplicación de las 5S para tener un lugar de trabajo ordenado, limpio y sin objetos que no tengan o generen valor.

Equipos y organización

Antes de la implementación de las 5S, se necesita capacitar al personal en esta metodología. Para ello se dará un curso a todos los trabajadores tanto de planta como de oficinas. Las estrategias que se desarrollarán serán las siguientes:

- Elaboración textos y materiales: Para la capacitación se entregará material a los trabajadores para introducirlos a la metodología.
- Primera S Seiri: Para esta S se dará uso de las tarjetas rojas y la determinación de espacios para colocar elementos sin valor.
- Segunda S Seiton: Para esta S se dará uso de la estrategia de indicadores de pintura.
- Tercera S Seiso: Para esta S se implementara las fases de limpieza.
- Cuarta y quinta S Seiketsu y Shitsuke: Para estas S se dará herramientas para que las primeras S's se vuelvan un hábito de trabajo.

En la ilustración 27, se presenta el cronograma de implementación de las 5 S's.

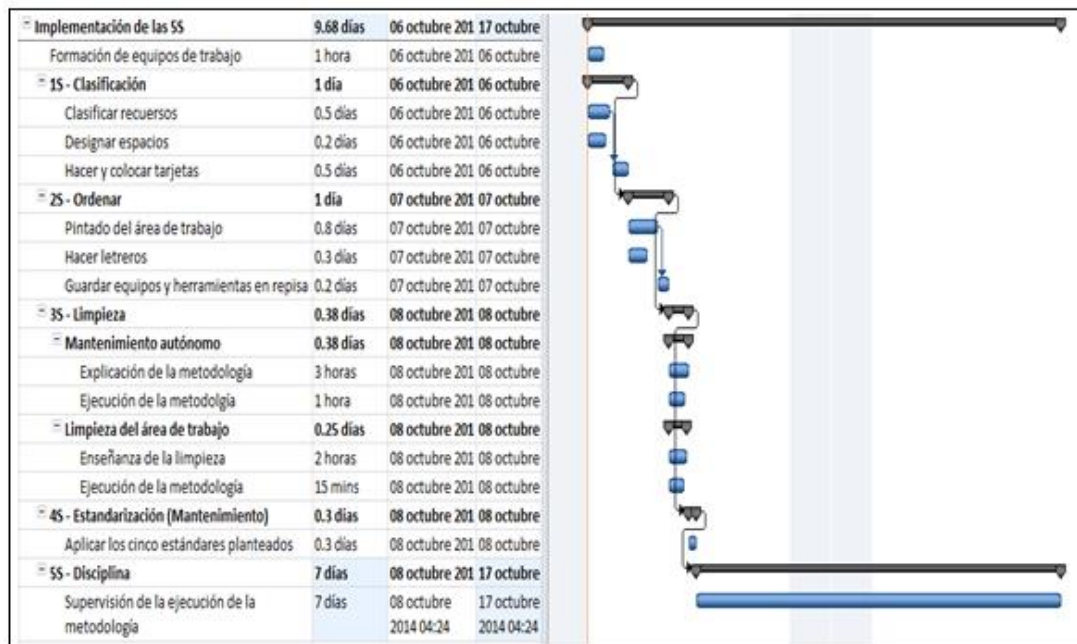


Ilustración 27 - Calendario de implementación de las 5S.
Elaboración propia

Para cumplir el plan de ejecución, se tendrá como responsable principal al administrador de la empresa. El plan de capacitación se realizará durante una semana, de lunes a sábado por una hora cada día para ello se contará con un ingeniero experto en las 5S. Este plan será explicado a los trabajadores antes de la ejecución. En este paso se requerirá la presencia del jefe de operaciones, alambres, planchas y almacén.

La organización para la ejecución de la metodología será encabezada por lo tanto por el administrador dado que conoce a todos los operarios y jefes. A su vez, se contará

con un ingeniero que capacite a los operarios y líderes para el cumplimiento del plan. Por último se tendrá a los jefes como los líderes de equipo para seguir la ejecución de la metodología. En la ilustración 28 se presenta el organigrama de promoción de 5S's.

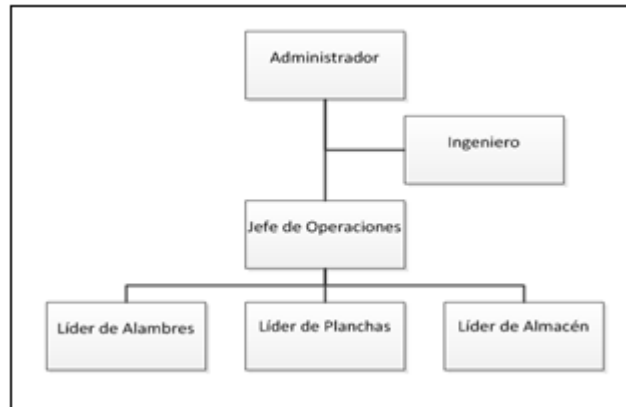


Ilustración 28 - Organigrama de 5S
Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Primera S – Seiri: Arreglo metódico

Para comenzar con la primera S, se necesita determinar los recursos requeridos. En el anexo 5, se puede ver cómo está la planta actualmente sin la ejecución de las 5S. Lo que necesitaremos serán básicamente modelos de tarjetas rojas como se explicó en el capítulo 1.

Se necesitará establecer los materiales necesarios. Lo que se necesitará son **6 pliegos de cartulina para las tarjetas rojas, pabilo para colgar las tarjetas elaboradas**. Además, se contará con pintura roja para delimitar la zona de tarjetas.

El modelo de tarjeta roja estará basado en la tabla 16. En esta tarjeta se especifica el nombre del artículo, categoría, fecha de ubicación, destino, etc.

Tabla 16 - Tarjetas Rojas

METODOLOGIA 5S's		FOLIO: <input type="text"/>	
TARJETA ROJA			
Fecha de Alta:		Fecha Compromiso para Cierre:	
Descripción del Objeto:			
Responsable:			
Propietario:		Área/Departamento/Unidad:	
Acción:			
Categorías			
Insumos:		Documentación Legal:	
Equipo de Oficina:		Producto / Muestras:	
Papelería y Materiales:		Producto en Proceso:	
Accesorios y Herramientas:		Mobiliario y Equipo:	
Bienes del Cliente:		Desperdicios / Basura:	
Refacciones:		Artículos Personales:	
Cajas y Contenedores:		Otro (Especifique):	
Bolsas:			
Motivos			
No se Utiliza:		Dañado / Maltratado:	
No se Necesita:		Contaminante / Desperdicio:	
Uso Desconocido/Sin Dueño:		Duplicado / Transferencia:	
No Sirve / Descompuesto:		Otro (Especifique):	
Defectuoso:			
Observaciones:			
Autorizo:		Destino Final:	
GEN SOL, S.A. DE C.V. – GENERACION DE SOLUCIONES			

Fuente: Gensol (2012)

Implementación

El cronograma para la implementación de la primera S indica que se concluirá las tareas en un día. Esto se realizará en este tiempo dado que no se requiere de mucho tiempo para clasificar y ordenar los artículos del área. Esta actividad estará a cargo del jefe de operaciones y los líderes de planta.

Primero, se clasificará los artículos que son necesarios de los innecesarios. Luego, los innecesarios se dividirán en los que se pueden vender y los que se deben eliminar para luego colocar las tarjetas rojas a los mismos. Esta actividad lo supervisará el ingeniero que se contratará. Posteriormente, los elementos que tengan las tarjetas rojas (innecesarios) se llevarán al área designada. **Este lugar contará con 4 m²**, la cual se ubica junto a la zona de almacenaje de rollos de alambre. Si el elemento ocupa mucho espacio se le colocará la tarjeta roja.

Se tendrá un trabajo de seguimiento por parte de los líderes de equipo de los elementos que cuenten con tarjeta roja. De esta manera se asegurará el destino de estos artículos y del envío al lugar que le corresponde.

En la tabla 17, se puede apreciar los artículos que se identificaron con tarjeta roja. Estos artículos tendrán 22 tarjetas y se tiene 95 elementos los cuales tienen diferentes descripciones según el estado de los mismos. Estas descripciones tendrán que ser verificadas por el jefe de operaciones.

Tabla 17 - Artículos con Tarjeta Roja

Tarjeta	Artículo	Cantidad	Descripción
1	Paletas	5	Mover
2	Bidón de agua	2	Dañado
3	Baldes de pintura	6	5 Vacíos 1 usado
4	Silla	2	Eliminar
5	Mesa	2	Eliminar
6	Cizalla	1	Dañada
7	Moldes de corte	3	Mover
8	Tacho de basura	4	Dañada
9	Cajas de cartón	5	Eliminar
10	Planchas cortadas	6	mover
11	Trapos	5	Eliminar
12	Guantes	6	Eliminar
13	Mandiles	3	Dañados
14	Ventilador	1	Eliminar
15	Trapeador	2	Eliminar
16	Panel	1	Eliminar
17	Bolsas de embalaje	6	Eliminar
18	Rollo de Cintas	8	Eliminar
19	Rollos de alambre	5	Dañados
20	Planchas galvanizadas	7	Dañados
21	Pistola de pintura	1	Mover
22	Vasos plásticos	14	Mover

Elaboración Propia

Posteriormente, junto con los líderes, el Jefe de operaciones y el asesor en 5S clasificarán los elementos de tarjeta roja. Esta clasificación será por tres destinos: elementos necesarios, innecesarios que se pueden vender, innecesarios que se deben eliminar. En el anexo 7, se puede ver diversos artículos que deben ser clasificados dado que no cuentan con una ubicación correcta.

En la tabla 18, se puede observar cual será el destino de los elementos que tienen tarjetas rojas. El destino se da luego de clasificar los elementos.

Tabla 18 - Destino de Elementos

Tarjeta	Artículo	Cantidad	Descripción
1	Paletas	5	Mover a zona de paletas
2	Bidón de agua	2	Eliminar
3	Baldes de pintura	6	5 Eliminar 1 guardar
4	Silla	2	Eliminar
5	Mesa	2	Eliminar
6	Cizalla	1	mantener
7	Moldes de corte	3	Mover a área de corte
8	Tacho de basura	4	Mover
9	Cajas de cartón	5	Vender
10	Planchas cortadas	6	Mover a insumos
11	Trapos	5	Mover
12	Guantes	6	Eliminar
13	Mandiles	3	Eliminar
14	Ventilador	1	Eliminar
15	Trapeador	2	Eliminar
16	Panel	1	Eliminar
17	Bolsas de embalaje	6	Mover a insumos
18	Rollo de Cintas	8	Vender
19	Rollos de alambre	5	Mover a insumos
20	Planchas galvanizadas	7	Mover a insumos
21	Pistola de pintura	1	Eliminar
22	Vasos plásticos	14	Mover

Elaboración propia

De las 22 tarjetas colocados a los elementos, 25 elementos van a ser eliminados, 13 elementos se pueden vender y 57 elementos son considerados como necesarios y serán movidos a lugares donde sean útiles. Sean estas áreas las de insumo, de corte y de paletas.

4.1.2 Segunda S – Seiton: Orden

Luego de la Clasificación de los elementos, se procede a realizar la segunda S que es la de determinar un orden a los mismos. Para ello se necesita ubicarlos en sus lugares de trabajo de forma que puedan ser encontrados de una manera rápida por cualquier operario que lo requiera. Con este fin, se señalarán las zonas con indicaciones y con el pintado de sus áreas.

Con la implementación de la primera S, el área de trabajo tendrá otro rostro. No habrá obstáculos en el flujo de la línea de producción y los operarios se sentirán más cómodos. Para la segunda S se requerirá del apoyo del jefe de operaciones, los líderes y el ingeniero supervisor. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Se determinarán zonas dentro de las sub áreas de las áreas de corte, doblado y soldado. En estas áreas se requerirá identificar las zonas de trabajo. Así mismo, de ser necesario, el cambio de lugar de las mismas.
- Las sub áreas serán identificadas a través de letreros que serán pintados en planchas de triplay. Para ello se necesitará de **Pintura azul** para escribir las letras en los letreros y pintura amarilla para pintar las zonas. Se necesitará para esta tarea **3 baldes de pintura amarilla y un balde de pintura azul**.

Todos los operarios colaborarán en pintar y colocar los **letreros** en la planta. Estos letreros serán los siguientes:

- Mesa de corte: 10 und
- Mesa de cizalla: 6 und
- Máquina de corte de alambres: 1 und
- Mesa de equipo de doblado: 8 und
- Máquina de doblado de planchas: 1 und
- Máquina tejedora: 2 und
- Mesa de equipo de soldado: 6 und
- Máquina de doblado curvo: 1 und
- Mesa de inspección: 2 und

- Zona de productos en proceso: 2 und
- Zona de piezas terminadas: 2 und
- Zona de despacho: 1 und
- Zona de herramientas y equipos: 1 und

Estos letreros ayudará a los operarios a ubicar en qué zona de la planta se encuentran. Esto es importante dado a la rotación del personal.

Luego de determinar las zonas, se aplicará la estrategia de delimitar con pintura en el piso el área de trabajo determinado y los lugares de tránsito de los operarios. En este caso, se establecerá mesas de corte, de doblado y soldado, zonas de máquinas tejedoras, dobladoras y cortadoras, mesas de inspección y zonas de herramientas y equipos. Además, se plantea pintar las máquinas y las mesas de trabajo dado que la pintura se ha desgastado por el tiempo. De esta manera, se tendrá un ambiente y clima de trabajo más reconfortante para los operarios, lo cual aumentará su rendimiento en sus respectivas áreas.

Los equipos y herramientas serán ubicados en una zona de 1 m² ubicada en la parte central de la planta dentro de **una repisa**. Estos equipos y herramientas estarán clasificados, ordenados y se tendrá una lista de los mismos en la parte lateral de la repisa de tal manera que los operarios sepan lo que hay guardado.

Con esta implementación, se puede observar que el tránsito y el flujo de la línea son más rápido y se tiene mayor accesibilidad en la planta. Esto indica una buena implementación y la obtención de resultados positivos.

4.1.3. Mantenimiento Autónomo

Luego de la implementación de las 2 primeras S's, se aplicará el mantenimiento autónomo junto con la tercera S Seiso. Esto será llevado a cabo junto con la metodología TPM dado que se hace uso de máquinas de manera constante para obtener el producto en cuestión.

Los responsables serían los mismos equipos formados en la implementación de las 5S, también se formaría a los equipos TPM autónomo en la cual se hará un cronograma de reuniones para enseñar la metodología, identificar qué tipos de fallas existen, los tipos de máquinas que se tienen a disposición, los materiales necesarios para la limpieza y establecer metas.

Cabe recordar que para la elaboración de los techos y pisos de las jaulas, se requiere de uso de las máquinas tejedoras. Estas máquinas paran aproximadamente 30 minutos al día. Lo cual acumula al mes aproximadamente 12 horas de paro. Teniendo esto en cuenta se ejecutará un plan para el mantenimiento de estas máquinas para poder reducir el tiempo improductivo de las mismas.

Se requerirá trabajo constante y práctica para que la metodología del mantenimiento autónomo quede en el método de trabajo actual. Además se realizará evaluaciones por parte del ingeniero consultor para estudiar las partes de las máquinas que generan fallas y paros en la producción. Cuando los equipos estén capacitados para ejecutar el modelo de manera plena, se podrá repetir la metodología en otras partes de otras máquinas si se llegase a adquirir algunas adicionales.

Para que los equipos tengan un desempeño notable, se hará charlas, capacitaciones totales y asesoría a cada operario sobre la inspección, técnicas de mantenimiento, limpieza y uso de lubricación en las máquinas antes mencionadas de una manera segura. Para cada una de estas máquinas se requiere de un operario que dará uso constante a estas. Es por ello que con estas capacitaciones se busca que el operario sepa qué máquina está utilizando, qué fallas tiene esta máquina y poder ejecutar planes de acción para resolver estas fallas. Esta capacitación lo hará el ingeniero supervisor y el jefe de operaciones, los cuales tienen mayor experiencia en el trabajo y en el uso de máquinas.

4.1.4. Tercera S – Seiton: Limpieza

En esta parte de las 5S, se toma la limpieza como un concepto integral. Esta limpieza no es solo de las máquinas, sino que involucra a toda el área de trabajo desde mesas hasta herramientas.

Para comenzar con esta S se establecerá un día de limpieza en las áreas de corte, doblado y soldado para mostrar la metodología a seguir. Las máquinas que hay en estas áreas ya han sido mencionadas. Las causas de los defectos y paradas que hacen que los productos salgan mal o se demoren en salir son las siguientes:

- No se suelda de manera correcta: Se debe a que al momento de que la máquina jala alambres se descalibra la posición de estos y las cabezas de soldadura unen los alambres en una posición incorrecta.
- No se suelda todos los puntos: Al momento de soldar los alambres, algunas veces las cabezas de soldadura no unen bien los puntos de intersección.

- A veces falla la producción automática: La opción de producción automática a veces no está disponible y el operario tiene que manejar la máquina de manera manual. Esto mantiene al operario en constante control de la producción.
- La soldadura de punto no une: esto puede ser ocasionado por desperfectos en los cabezales de la soldadura como tener el cabezal quemado.
- Fricción de las pinzas para sujetar alambres: Debido al constante traslado de los alambres y a la acción de sujetar estos, se desgasta estas piezas de la máquina y por el tiempo de uso será menos firme la acción de sujetar.
- Los cabezales de soldado están lentos: Esto se debe a la necesidad de lubricar y limpiar estas partes ya que la constante acción de subir y bajar desgasta estas piezas.

Conociendo estas causas luego de la primera limpieza realizada, se planificarán actividades de mantenimiento en base a estos factores que generan fallas y retrasos. Este plan será el mismo para las máquinas tejedoras dado que tienen los mismos inconvenientes. Además, se contará con un plan de lubricación, limpieza e inspección de todas las máquinas de la planta.

En los puestos de trabajo se dará a conocer qué nivel de limpieza se espera tener a través de manuales de mantenimiento que serán entregados a todo el personal. Adicionalmente, se mostrará imágenes de cómo se espera mantener los lugares de trabajo dado el compromiso que se compromete el operario de limpiar su puesto de trabajo. Se requiere controlar al personal que cumpla con la limpieza de su área de trabajo, es decir que esta actividad no sea solo una vez y que luego se deje sucio el lugar de trabajo. Para ello, el jefe de operaciones supervisará los sitios de trabajo, equipos de trabajo y vestimenta como pueden ser los cascos, botas de seguridad y mandiles.

Para el mantenimiento autónomo de la máquina se realizarán los siguientes pasos:

- Quitar la suciedad, sacar los desperdicios y botar el polvo y residuos: De manera paulatina, cuando el operario se involucra en el mantenimiento de las máquinas, se incrementará el interés y las ganas del operario de no dejar que se acumule la suciedad en estos equipos.
- Fallas en las máquinas: Las fallas darán problemas en la producción y ocasionará desorden, defectos y retrasos entre otras deficiencias. Para realizar el mantenimiento autónomo se requerirá de constante supervisión y control del ingeniero supervisor para que los operarios aprendan a identificar estas fallas y

anomalías. Para el registro de estas, se usarán hojas con diagramas que ilustren como deben operar estas máquinas. Estas hojas serán de dos tipos, una verde para identificar problemas que los operarios puedan resolver y una roja para los que no puedan resolver solos.

- Se necesita identificar las fuentes de suciedad en las diversas zonas dentro del área con el fin de saber qué es lo que genera esta en el área y en las máquinas. Además, se realizará el mantenimiento autónomo en las máquinas antes mencionadas. Simultáneamente, se debe señalar cuáles son los lugares que serán difíciles de limpiar para establecer planes de limpieza que tengan en consideración los lugares de difícil acceso.

En las ilustraciones 29, 30 y 31 se tienen a las máquinas tejedoras de pisos, techos y cortadoras de alambres respetivamente. Las máquinas tejedoras se encargan de unir los alambres cortados a través de soldaduras de punto que se encuentran en los cabezales de la máquina y que bajan para soldar. Estas máquinas son semi-automáticas dado que requiere la supervisión de un operario para trabajar. La máquina cortadora de alambre es automática y sirve para cortar todo tipo de alambres de diferentes grosores para su posterior operación.



Ilustración 29 - Máquina Tejedora de pisos
Elaboración propia

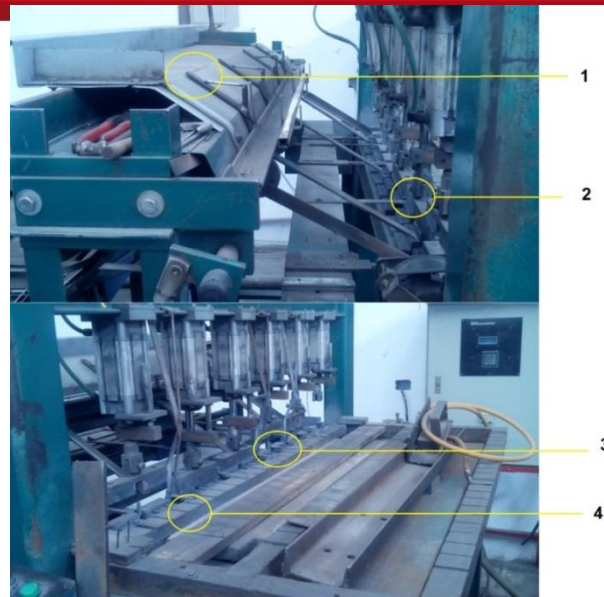


Ilustración 30 - Máquina tejedora de techos
Elaboración Propia



Ilustración 31 - Máquina cortadora de alambres
Elaboración Propia

Ambas máquinas tejedoras tienen similitudes en el tipo de mecanismos que se utilizan. Por lo tanto se utilizará la ilustración 30 para describir qué focos de suciedad hay en estas:

- Punto 1: Foco de suciedad porque se guardan alambres cortados en la zona.

- Punto 2 y 3: Suciedad y desgaste en los cabezales y en la mesa de soldado por la constante actividad de trabajo. Se requiere lubricación.
- Punto 4: Suciedad en la mesa por la colocación de piezas de alambre y el polvo que se acumula.

De acuerdo con la ilustración 31, para la máquina cortadora de alambres los focos de suciedad son los siguientes:

- Punto 1: El eje que transporta al alambre está sucio por la operación de corte.
- Punto 2: En la bandeja de recepción de alambres cortados se encuentran objetos que no corresponden al lugar.
- Punto 3: Las cizallas de la máquina se desgastan y ensucian por el trabajo. Además, se queda impregnada por el polvo.
- Punto 4: Debajo de la máquina se ubican objetos que no corresponden a la zona de trabajo y ensucian el lugar.

Posteriormente, a cada operario de la planta se le asignará la responsabilidad de mantener su área de trabajo limpio. Se darán pautas de lo que cada área debe revisar y conseguir que el área de trabajo esté igual o mejor que lo indicado.

Para la implementación de la limpieza, todos los días, de lunes a viernes, cada operario mantendrá sus mesas, equipos y materiales limpios al terminar la jornada laboral. Esta actividad no tendrá que tomar más de 15 minutos por día. Para los operarios que manejan las máquinas tejedoras, solo se pedirá no tener merma de alambres en la superficie de la máquina al terminar la jornada de trabajo. Además, en los días sábados, que se tiene menor cantidad de horas de trabajo, se hará una limpieza más profunda. Se establecerá una jornada de limpieza de una hora en donde se hará el mantenimiento total de las máquinas. Los responsables designados en verificar que toda el área de producción esté limpia serán los jefes de alambres, planchas y almacén.

4.1.5 Cuarta S – Seiketsu: Mantenimiento

En este punto es necesario que las primeras 3 S se hayan realizado de manera satisfactoria. Lo que se quiere lograr en este paso es que todo el personal de la planta siga los pasos antes descritos y que haya un estándar y responsables que cumplan los planes descritos.

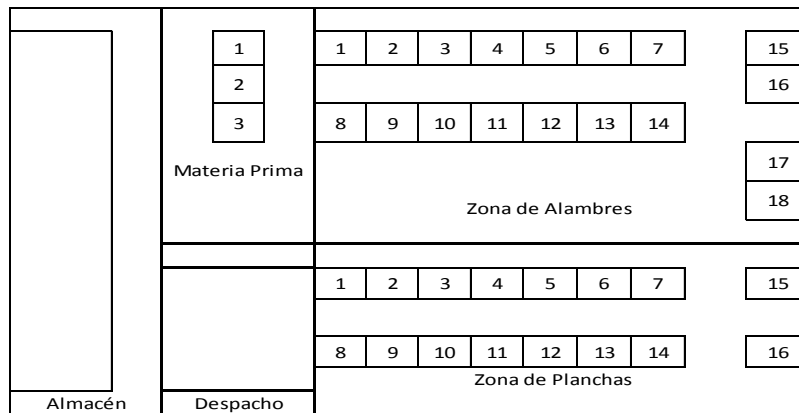


Ilustración 32 - Zonas en el área de producción

Fuente: La empresa

Como se aprecia en la ilustración 32 se ha dividido en 5 áreas toda la zona de trabajo: Almacén, zona de materia prima, despacho, zona de alambres y zona de planchas galvanizadas. En cada zona habrá responsables que controlarán que cada área aplique de manera correcta las 3 primeras S de la metodología. Este personal será el siguiente:

Zona de Alambres: Jefe de Alambres

Zona de Planchas: Jefe de Planchas

Zona de Almacén: Jefe de Almacén

Zona de Materia Prima y Despacho: Jefe de Operaciones

Esta distribución de responsabilidades forma parte de un conjunto de estandarizaciones que se tomarán en la planta.

Para mantener las mesas de trabajo limpias, otra estandarización a ejecutar será de tener como máximo durante toda una jornada de trabajo las piezas terminadas en las mesas, además de mover a la zona de piezas terminadas tanto los techos como los pisos de las jaulas, ya que estas partes ubicadas que están terminadas las colocan en el piso, lo cual dificulta el tránsito de los operarios.

La tercera estandarización es la de tener los separadores y marcos de la jaula listos y guardarlos en la zona de cepillado para tenerlos acumulado en las mesas estas piezas. Esto también beneficia al tránsito porque si no alcanza el espacio para colocar estas piezas en la mesa, se colocan estas en el piso. El cuarto estándar es de tener toda la indumentaria de trabajo necesaria (zapatos y cascos de seguridad y mandiles. Deben estar listos como máximo 15 minutos después del ingreso al área de producción.

4.1.6. Quinta S - Shitsuke: Disciplina

En este último paso es el más difícil de desarrollar. Esto se debe a que se busca que los trabajadores adopten todos los anteriores pasos como una filosofía de trabajo y se vuelva un hábito en el área de trabajo. Todo esto se conseguirá si se cambia la cultura de la persona a través de constantes auditorías internas y trabajo en equipo para que los mismos operarios se apoyen en conseguir esta meta.

Con el constante trabajo y dedicación de los mismos operarios se podrá lograr tener la disciplina necesaria para adoptar esta nueva filosofía de trabajo. Esto ocurrirá en el corto o mediano plazo. Los líderes de las áreas supervisarán semanalmente si se ha logrado que los operarios adopten la metodología. Ellos mismos identificarán las necesidades o carencias de los operarios en torno al nuevo estilo de trabajo. De ser el caso se implementará talleres, asesorías y charlas de refuerzo para que no quede duda de la metodología. Cada uno de los operarios tendrá manuales de la teoría y banners en el área para que estos desarrollen un hábito de trabajo basado en las 5S. Esta metodología se complementará con la mejora de planta y reubicación de las áreas de trabajo para obtener un flujo de productos óptimo. Estas técnicas harán sinergia para la mejora de los procesos.

1.7. Beneficios esperados de la aplicación de las 5S's

Al finalizar satisfactoriamente la implementación de las 5S así como el mantenimiento autónomo, se podrá conseguir los siguientes resultados:

- Mantener en orden y limpio el lugar de trabajo así como los equipos y máquinas necesarias para el trabajo, lo cual hará que el flujo del proceso sea más rápido.
- Los elementos que se descartarán debido a la implementación de la primera S son los 2 bidones de agua, 2 sillas, 2 mesas, 1 cizalla, 6 guantes, 3 mandiles, 1 ventilador y una pistola de pintura. Además, se venderán 5 cajas de cartón y 8 rollos de cinta.
- Delimitar las sub áreas de producción para tener bien establecidos los pasadizos y zonas de desplazamiento.
- Tener estándares de procesos y limpieza para las máquinas automáticas y semi-automáticas. Esto hará que se tenga un orden en el flujo de operaciones y no se hagan reprocesos ni dobles recorridos en el área.
- La adquisición de una disciplina en los estándares de trabajo. Lo cual hará difícil que los operarios cambien el nuevo método de trabajo o se descuiden en el mismo.

- Ubicar las zonas de trabajo fácilmente. Esto reducirá el tiempo de traslado de piezas entre áreas.
- La limpieza de las piezas que están en procesos evita que se deterioren o se confundan al momento de almacenarlos. Esto reduce los errores de despacho de productos.
- El orden de los materiales y quipos reducen el riesgo de accidentes en la planta de trabajo.
- La ejecución de las 5 S logra que el equipo de trabajo se sienta más comprometido y se sientan más responsables en el cuidado de los ambientes de trabajo así como de los equipos y herramientas que les son confiados.
- Aumentará el tiempo de vida útil de las máquinas y equipos debido a la correcta manipulación y mantenimiento de los mismos.
- Con la implementación de las 5 S aumentará la calidad de los productos que se fabriquen.

En el anexo 7, se puede apreciar cómo se vería y organizaría la planta luego de ejecutar las 5S.

4.2 Aplicación del estudio de Tiempos y Métodos

Para obtener mejores procesos se realizará un estudio de métodos en donde se cuestionará el método actual de trabajo y cuáles serían los cambios necesarios para tener un flujo de trabajo simplificado y fácil de ejecutar. De esta manera se tendrá un método de trabajo óptimo. Cuando se tenga este método, se realizará un estudio de tiempos para determinar si las propuestas de mejora en el método actual tiene el impacto esperado en el tiempo estándar de producción.

4.2.1 Estudio de Métodos

Para este estudio de métodos se ha tomado en cuenta a toda la línea de producción que interviene en la fabricación de las partes de las jaulas. Las partes que conforman el producto son las siguientes: Las puertas, los separadores, el techo, el piso, los sujetadores, el comedero y los parantes. Cada parte es hecha por diferentes equipos que manejan diversos materiales, equipos y métodos de trabajo. Por ello, se estudiarán los métodos en cada línea de producción de las piezas. Para este estudio, se procederá con el planteamiento designado por la OIT, el cual comienza con el paso de seleccionar el proceso a mejorar.






Seleccionar

Se seleccionarán los procesos que requieran mayor cantidad de repeticiones y en donde los operarios tengan mayor fatiga o cansancio en la ejecución del trabajo. Además, se seleccionarán operaciones que sean cuellos de botella para la elaboración de las piezas. Estos procesos descritos están presentes en todas las líneas de producción de las piezas como el soldado del marco de la puerta y separador de las jaulas, la remoción de las rebabas de los techos y pisos, doblado y soldado de los comederos, doblado de sujetadores, armado de parantes, entre otros. Existen diversos cuellos de botella en procesos como el soldado de los techos y pisos. También hay muchos traslados de material en el área de trabajo. Estos traslados y operaciones deben ser eliminados o mejorados.

Registrar

Para este paso, se procedió a recabar información por medio de entrevistas a los jefes del área, los cuales son los que capacitan a los operarios que ingresan por primera vez a la planta. Así como registro fotográfico y en video de las operaciones que son realizadas en las distintas áreas. Para ello se coordinó con los equipos de trabajo formados en la empresa para poder observar los procesos y hacer diagramas de los mismos. En el anexo 1, se muestra el diagrama de actividades de todos los procesos, según el operario, para la elaboración de las piezas, incluyendo los procesos que no serán tomados en cuenta para la mejora del flujo de trabajo. En la tabla 19, se puede observar que se cuentan con 68 operaciones, 50 transportes, 12 inspecciones, 10 demoras y 11 almacenes.

Tabla 19 - DAP de los procesos para la obtención de las jaulas

Actividad					
Cantidad	68	50	12	10	11

Fuente: La empresa

Examinar e Idear

En este paso se realiza la técnica del interrogatorio para tener un examen crítico del método actual de trabajo. Para ello se harán preguntas de la manera de trabajar de los operarios. Las actividades que suelen realizarse se clasifican en dos grandes grupos: Las que tienen contacto y las que no tienen contacto con materiales, productos en proceso o terminados. El primer grupo de actividades se dividen en actividades de

preparación (para tener el material listo para ser trabajado), operaciones activas (que modifican físicamente el material) y actividades de salida (transporte de material). Lo que se buscará es tener la mayor proporción de operaciones y reducir las actividades de preparación y de salida ya que no generan valor en la producción.

Haremos las preguntas preliminares para las siguientes actividades:

- **Corte de varillas para separador, puerta, piso o techo**

P. ¿Qué se hace?

Se cortan las varillas para hacer el separador, piso o techo de acuerdo con las medidas establecidas programando la máquina de corte.

P. ¿Cómo se hace?

Se desenrolla y coloca el rollo de alambre en la máquina desenrolladora. Se programa la medida y cantidad de varillas que se necesitan cortar. Las varillas se van colocando en una fuente mientras caen luego del corte. Se utilizan diferentes rollos del mismo calibre para hacer diferentes partes del separador.

P. ¿Cuándo se hace?

Cuando se reciba la autorización del jefe de operaciones, luego que este tenga la O.C. del cliente.

P. ¿Por qué se hace?

El corte de las varillas debe tener la medida exacta y tenerlo lista en corto tiempo. Por ese motivo se tiene una maquina programable para realizar el corte en poco tiempo y en mediana cantidad. Se utilizan solo un rollo porque así lo designo el antiguo jefe de operaciones.

P. ¿Cómo debería hacerse?

Se debería utilizar solamente un rollo de alambre para obtener todas las piezas de los separadores en la máquina cortadora de alambres. Esto se puede realizar dado que ambos tienen el mismo calibre. Además, dado que la abertura por donde pasan los alambres es lo suficientemente grande para que entren dos alambres de 3.4 mm (por ende también de 2.5 mm) de calibre a la vez, se podría reducir el tiempo de corte a la mitad. Para ello, se colocaría un **equipo adicional de desenrollo** de alambres para que pueda cortar ambos rollos a la vez.

P. ¿Qué debería hacer?

Se debería aplicar la propuesta sugerida.

De esta manera, se reduciría una operación (la de abrir y colocar rollos de alambre).

Además, se tendrá la misma cantidad de cortes de alambres en la mitad del tiempo.

Tabla 20 - Diagrama Bimanual del corte de alambre mejorado

Diagrama Bimanual									
Nombre Actividad: Corte de alambres					Fecha: 24/10/2014				
					Actual <input type="checkbox"/> Propues <input checked="" type="checkbox"/>				
Lugar/área donde se desarrolla: Area alambres					Propuesta Nro.: 1				
Mano Izquierda					Mano Derecha				
Actividad	○	⇨	□	▽	▽	□	⇨	○	Actividad
Hacia los rollos de alambre									Hacia los rollos de alambre
Coger dos rollos de alambre	●							●	Coger dos rollos de alambre
Llevar alambre hacia la máquina cortadora de alambre									Llevar alambre hacia la máquina cortadora de alambre
Dejar en el piso un rollo de alambre	●							●	Dejar en el piso un rollo de alambre
sostener el rollo de alambre									Abrir el rollo de alambre
Llevar el rollo el equipo de desenrollado									Llevar el rollo el equipo de desenrollado
Colocar el rollo en el equipo de desenrollado	●							●	Colocar el rollo en el equipo de desenrollado
sostener el extremo del alambre									Colocar el alambre en la entrada de la máquina cortadora
Ir hacia el segundo rollo									Ir hacia el segundo rollo
sostener el rollo de alambre									Abrir el rollo de alambre
Llevar el rollo el equipo de desenrollado									Llevar el rollo el equipo de desenrollado
Colocar el rollo en el equipo de desenrollado	●							●	Colocar el rollo en el equipo de desenrollado
Prender el equipo de desenrollado	●							●	Sostener el final del alambre
sostener el extremo del alambre									Colocar el alambre en la entrada de la máquina cortadora
Esperar									Programar la cantidad y medida de las varillas a cortar
Total actividades = 16	6	5	1	3	1	0	5	9	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 20 se muestra el diagrama bimanual de la operación mejorada. En la Ilustración 33 se observa a la máquina de corte de alambres y la máquina desenrolladora alrededor de un círculo. Se requerirá de dos desenrolladores para obtener el método mejorado.



Ilustración 33 - Máquina de corte de alambre

Fuente: La empresa

- **Traslado de alambres cortados y doblados hacia soldado de puertas**

P. ¿Qué se hace?

Se transporta los alambres cortados desde la máquina cortadora y zona de alambres doblados hasta el equipo de soldado.

P. ¿Cómo se hace?

Se colocan los alambres doblados sobre el hombro derecho del operario del proceso de corte y es llevado hasta la zona de soldado. Luego, el operario va a la zona de corte y coge las varillas con ambos brazos para regresar a la zona de soldado.

P. ¿Por qué se hace?

Porque el operario de soldado es la única encargada de hacer el traslado y no puede llevar muchas varillas cortadas a la vez.

P. ¿Por qué se juntan varillas dobladas una sobre otra con orden si luego son colocados uno por uno otra vez sobre la mesa de soldado?

Para mantener un orden cuando sean recogidas por el operario de soldado.

P. ¿Dónde debería hacerse?

Debería colocarse las varillas en una fuente para que sea recogida las 64 varillas en el suelo.

P. ¿Qué otra cosa podría hacerse?

Se deben juntar la zona de trabajo de doblado y soldadura de puertas. Además, las varillas dobladas deberían colocarse sobre **una bandeja** que este debajo del equipo de doblado, y las varillas recién cortadas podrían llevarse sobre **una mesa con ruedas**. De esta manera, se iría desde el punto más lejano (maq. de corte) para recoger las varillas en la mesa y luego pasar a la zona de varillas dobladas y llegar a la zona de soldado. También se utilizaría dos rollos de alambre en la máquina cortadora para obtener piezas a la mitad de tiempo.

P. ¿Qué debería hacerse?

Se debería seguir la propuesta indicada.

Con este nuevo método, se eliminarán un transporte, una operación y un almacenamiento. La distancia entre las áreas de corte, doblado y soldado de varillas se reduce, lo cual hace que el tiempo de traslado sea menor, pero duplicaría el tiempo de traslado de los alambres a la máquina cortadora de alambres. En la tabla 20 se puede observar el diagrama bimanual de la propuesta planteada y en la figura 38 el área de trabajo de la zona de doblado de alambres.

- **Traslado de alambres cortados y doblados hacia soldado de separadores**

Tal como se planteó en el traslado de alambres cortados y doblados hacia soldado de puertas, se plantean las siguientes preguntas:

P. ¿Qué se hace?

Se trasladan las varillas cortadas y dobladas hacia el soldado de separadores

P. ¿Cómo se hace?

El traslado es manual y se hacen dos viajes. Uno de la zona de cortes hacia la zona de soldado y otra desde la zona de doblado hasta la zona de soldado.

P. ¿Por qué se hace?

Porque el único operario designado para el transporte de las varillas es el de soldado de separadores y no cuenta con equipo de transporte.

P. ¿Por qué se juntan varillas dobladas una sobre otra con orden y luego se guardan si después son colocados uno por uno otra vez sobre la mesa de soldado de separadores?

Se hace para mantener un orden al momento de transporte.

P. ¿Cómo debería hacerse?

Se debería hacer un viaje con la ayuda de una mesa móvil hacia la zona de corte de alambres y trasportarlos hacia la zona de doblado de alambres para recoger las varillas. Luego, se trasladan las varillas a la zona de soldado.

P. ¿Qué otra cosa podría hacerse?

Se podría colocar una **bandeja debajo** del equipo de doblado de puertas para que estás piezas caigan y no sea necesario apilar ni almacenar las piezas en orden. Además, se adquiriría **una mesa móvil** para que los operarios no tengan que cargar las varillas cortadas.

P. ¿Qué debería hacerse?

Se debería proceder a la implementación de la sugerencia planteada.

Con este procedimiento, se tendrán cortes a la mitad del tiempo esperado, se eliminará un transporte y almacenamiento. Las operaciones en el área serán óptimas. En la tabla 21 se puede observar el diagrama bimanual mejorado del proceso.

Tabla 21 - Diagrama bimanual del doblado de alambre

		Diagrama Bimanual							
Nombre Actividad: Doblado de alambre								Fecha: 24/10/2014	
Lugar/área donde se desarrolla: Area alambres								Actual <input type="checkbox"/> Propuesta <input type="checkbox"/>	
								Propuesta Nro.: 1	
		Mano Izquierda				Mano Derecha			
Actividad		○	⇒	▷	▽	▽	▷	⇒	○
x 63	Llevar la mesa transportadora hacia alambres cortados								
	Coger alambres cortados								
	Colocar los alambres sobre la mesa transportadoras								
	Llevar la mesa hacia el equipo de doblado								
	Llevar un alambre al equipo de doblado								
	colocar el alambre en las pinzas del equipo sostener el alambre								
	Girar el alambre 90°								
	Sostener el alambre								
	Sostener el alambre								
	Dejar caer el alambre a la bandeja debajo de la mesa								
	Ir a la bandeja de alambres doblados								
	Coger la bandeja								
	Llevar la bandeja a la mesa transportadora								
	Dejar la bandeja encima de la mesa								
	Llevar la mesa a la zona de soldado								
	Esperar								
Total actividades = 16		7	6	1	3	0	2	6	9

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 34 se muestra cómo quedará la zona de trabajo en la mesa de doblado de alambres.

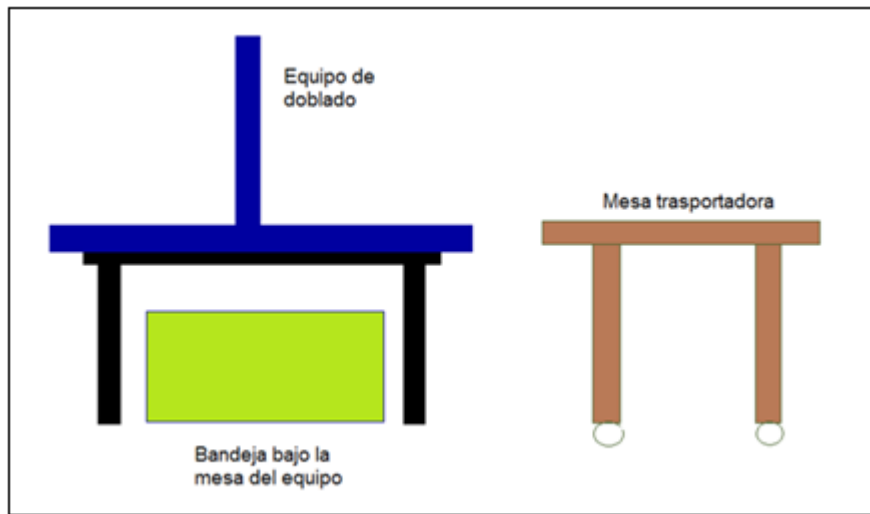


Ilustración 34 - Área de trabajo de la zona de doblado de alambres (mejorado)

Fuente: Elaboración propia

- **Soldado de refuerzo de piso**

P. ¿Qué se hace?

Se hace soldadura de refuerzo de los puntos de unión de los pisos que no fueron soldados correctamente por la máquina tejedora.

P. ¿Cuándo se hace?

Se procede luego del cepillado de los bordes del piso.

P. ¿Cómo se hace?

Se trasladan los pisos al equipo de soldado de punto y se sueldan las uniones que no hayan sido realizadas. El soldado se produce pisando un pedal y se sujeta el piso sobre la mesa para tener la precisión adecuada.

P. ¿Por qué se hace?

Se realiza esta actividad debido a que la máquina tejedora tiene puntos de soldado dañados y no unen correctamente las intersecciones.

P. ¿Qué podría hacerse?

Debería de darse mantenimiento o cambiarse los puntos de soldado dañados dado que no cumplen con la función esperada. De esta manera no se tendría que añadir toda la operación de refuerzo que no genera valor al producto, pero que aumenta el tiempo de producción. Luego del cepillado solo se guardarían los pisos en los pallets a la espera de ser llevados a la zona de doblado.

P. ¿Qué debería hacerse?

Debería **cambiarse los puntos de soldado** para no generar otros procesos que sean innecesarios.

Con este cambio, se eliminaría el proceso de soldado de fuerza, pero se realizaría el almacenamiento de pisos en pallets para que pasen a otra actividad. Esto hará que se obtengan más pisos y techos terminados en menos tiempo. En la Ilustración 35 se puede observar los puntos de soldado que ya están oxidados.

Ilustración 35 - Puntos de soldado oxidados



Fuente: La empresa

- **Cepillado de techos y pisos**

P. ¿Qué se hace?

Se quitan los bordes de los techos y pisos para que queden lisos dado que hay varillas que sobresalen al marco de estas partes de la jaula.

P. ¿Cómo se hace?

Se utiliza un equipo de cizalla pequeño. El operario manipula este equipo para cortar todos los bordes de la pieza. Esta actividad lo hace parado y al transcurrir el día se nota una desaceleración del ritmo de trabajo dado que esta actividad es muy repetitiva y el equipo no es el óptimo.

P. ¿Por qué se hace?

Porque los bordes deben estar lisos dado que la manipulación de estas piezas pueda provocar heridas a los operarios, futuros compradores o a las propias gallinas. Además, se hacen los cortes de esa manera porque solo se cuenta con ese tipo de cizalla.

P. ¿Qué podría hacerse?

Podría comprarse un equipo de cizalla más grande para que el corte sea a más varillas. Esto reducirá la repetición de actividades y aumentará la productividad del operario ya que no hará el corte en 20 pasadas sino en 10 aproximadamente, lo cual reduciría el tiempo a la mitad. Además, se podría colocar una silla para el operario y una rampa desde la mesa de cepillado hasta el pallet donde se almacene los pisos y techos en vez de manipular, levantar y colocar en el pallet cada pieza cepillada.

P. ¿Qué se debe hacer?

Se debe seguir el método planteado e invertir en **una silla y colocar una rampa** al pallet para que las piezas puedan caer y ser transportadas a la siguiente operación. Con este método, se reduciría el tiempo de cepillado en la mitad. Además, se aumentaría la productividad del operario y se evitará el constante manipuleo de las piezas. En la tabla 22 se muestra el diagrama bimanual mejorado del cepillado de los techos y pisos.

Tabla 22 - Diagrama Bimanual del cepillado de techos y pisos

Diagrama Bimanual									
Nombre Actividad: Cepillado de techos y pisos						Fecha: 24/10/2014			
Lugar/área donde se desarrolla: Area alambres						Actual <input type="checkbox"/> Propues <input type="checkbox"/>			
Mano Izquierda						Mano Derecha			
Actividad	O	⇌	D	▽	▽	D	⇌	O	Actividad
Llevar los techos y pisos a la mesa de cepillado	●							●	Llevar los techos y pisos a la mesa de cepillado
Coger un techo o piso y acomodarlo sobre la mesa	●							●	Coger un techo o piso y acomodarlo sobre la mesa
Colocar la pieza en el equipo de cizalla	●							●	Subir el mango del equipo de cizalla para abrirlo
Sostener la pieza								●	Bajar el mango del equipo de cizalla para cortar los bordes
Mover la pieza para cortar todos los lados								●	Mover la pieza para cortar todos los lados
Dejar caer la pieza por la rampa								●	Dejar caer la pieza por la rampa
Total actividades = 16									
	4	1	0	1	0	0	1	5	

x 10

Elaboración propia

En la ilustración 36 se muestra al operario cepillando el piso de la jaula según el método actual de trabajo.



Ilustración 36 - Proceso de cepillado actual
Fuente: La empresa

En la Ilustración 37 se muestra como la zona de cepillado de techos y pisos según el método mejorado. En esta zona se encuentra una silla, cizalla, bote de merma, una rampa y una paleta donde se colocaran las piezas terminadas.

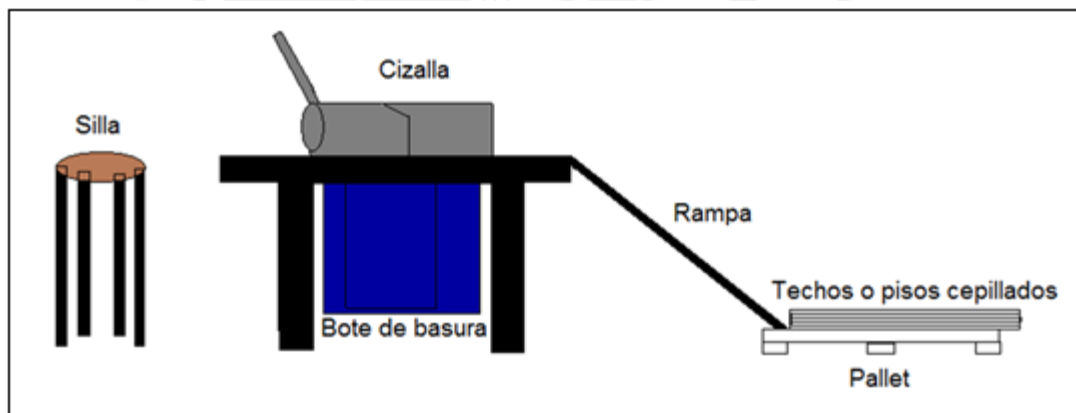


Ilustración 37 - Zona de trabajo según el método mejorado
Elaboración propia

- **Corte de techos para puertas**

P. ¿Qué se hace?

Se cortan los techos para dar espacio a la puerta por donde pasaran las gallinas.

P. ¿Cómo se hace?

Este proceso se lleva a cabo con una sierra de disco circular. El operario manipula un techo y lo coloca sobre la mesa de tal manera que quede sobre el molde que ha sido dibujado. De esta manera, el operario ve las marcas donde debe hacer el corte. Hace 3

ventanas por cada techo y luego coloca los techos cortados en la zona de almacenamiento. Esta actividad es de alta repetición, lo cual fatiga al operario.

P. ¿Por qué se hace?

Se realiza esta actividad porque no hay otro método que haya sido definido para hacer esta operación.

P. ¿Por qué se coloca sobre la mesa un solo techo si todas estas piezas deben ser colocadas sobre el mismo molde?

El operario solo realiza el método que se le fue enseñado al entrar al trabajo

P. ¿Qué se podría hacer?

Se podría colocar al menos 3 techos a la vez encima de la mesa y calzar estos al molde de corte dibujado. Con la sierra se daría una sola pasada para hacer el corte en los 3 techos.

P. ¿Qué se debe hacer?

Se sugiere seguir el método planteado.

Con este nuevo método se reduciría la repetición de actividades en un tercio para el corte de ventanas y habría una reducción del tiempo de por lo menos la mitad de la actividad de corte de techos para puertas. En la tabla 23 se muestra el diagrama bimanual del método mejorado.

Tabla 23 - Diagrama Bimanual del corte de techos para colocar las puertas

Diagrama Bimanual									
Nombre Actividad: Corte de techos para colocar puertas					Fecha: 24/10/2014				
					Actual <input type="checkbox"/> Propuesta <input checked="" type="checkbox"/>				
Lugar/área donde se desarrolla: Area alambres					Propuesta Nro.: 1				
Mano Izquierda					Mano Derecha				
Actividad					Actividad				
Llevar el pallet de techos cepillados a la zona de corte de techos	○	⇨						○	⇨
Coger 3 techos	●							●	
Subir los techos a la mesa de corte	●							●	
Calzar las piezas una sobre otra en el molde grabado de la mesa	●							●	
Sostener las tres piezas				●					●
Sostener las tres piezas				●					●
Sostener las tres piezas				●					●
esperar									
Llevar las tres piezas al pallet de techos terminados	●							●	
Total actividades = 16	4	1	1	3	0	0	2	7	

Elaboración propia

En la Ilustración 38 se muestra el corte de puertas del método actual.



Ilustración 38 - Proceso de Corte de puertas actual
 Fuente: La empresa

- **Inspección de las piezas cortadas para los parantes**

P. ¿Qué se hace?

Se corrobora que las medidas del comedero y los cortes sean los precisos para que las piezas puedan unirse.

P. ¿Cómo se hace?

Se da un vistazo a cada pieza cortada y a criterio del operario se determina si está bien cortada o no.

P. ¿Por qué se hace una inspección a cada pieza cortada si el error es mínimo y solo al terminar la unión de las piezas se puede saber si se ha cortado de manera correcta?

El método actual de trabajo determina que se debe hacer la inspección luego del corte. El jefe de operaciones lo ha determinado.

P. ¿Qué se podría hacer?

Se podría dejar la inspección para el final de la unión de las piezas dado que este es el punto crucial para inspeccionar que la pieza esté correctamente unida.

P. ¿Qué se debe hacer?

Dejar la inspección para el final de la actividad.

Con esta metodología, se reduciría 3 inspecciones innecesarias. Lo cual haría que el trabajo sea más rápido.

- **Taladrado de agujeros en parantes**

P. ¿Qué se hace?

Se hacen agujeros con un taladro a las planchas galvanizadas para armar los parantes del comedero.

P. ¿Cómo se hace?

Se llevan las planchas dobladas y se manipula una por una para llevarlas a la mesa de ensamble. A cada pieza se le hará un agujero hasta completar los 32 agujeros necesarios.

P. ¿Cuándo se hace?

Se hace luego de doblar las planchas.

P. ¿Por qué se hace?

Se realiza esta actividad porque el método de trabajo actual está determinado de esa manera.

P. ¿Qué se podría hacer?

Se podría llevar primero las piezas a la zona de ensamble para hacer los agujeros antes de que las planchas sean dobladas. De esta manera, se puede colocar dos o cuatro piezas a la vez y hacer más de un agujero a las piezas. Solo se puede hacer este paso si las piezas no han sido dobladas por lo tanto, el orden de las actividades debe cambiarse.

Con esta metodología, se reduciría el tiempo de taladrado en 50%. En la tabla 24 se muestra el proceso de taladrado mejorado.

Tabla 24 - Diagrama bimanual del taladrado de parantes mejorado

Diagrama Bimanual									
Nombre Actividad: Taladrado de parantes						Fecha: 24/10/2014			
						Actual <input type="checkbox"/> Propuesta <input checked="" type="checkbox"/>			
Lugar/área donde se desarrolla: Area planchas						Propuesta Nro.: 1			
Mano Izquierda					Mano Derecha				
Actividad	O	⇌	D	▽	▽	D	⇌	O	Actividad
Llevar las piezas galvanizadas del parante (uniones y patas) a la mesa de taladro			●					●	Llevar las piezas galvanizadas del parante (uniones y patas) a la mesa de taladro
Sostener la pieza en el molde				●				●	Coger una pieza y colocarlo entre los agujeros del molde
Sostener las piezas				●				●	Coger 3 piezas y colocarlas sobre la anterior pieza
Sostener las piezas				●				●	llevar el taladro a la zona del molde
Calzar las piezas una sobre otra	●							●	Encender el taladro y hacer agujeros (4x)
Sostener las piezas				●				●	mover el taladro al siguiente agujero
Sostener las piezas				●				●	Hacer agujeros (6x) a las piezas
Sostener las piezas				●				●	apagar el taladro
coger las piezas				●				●	coger las piezas
Llevar las piezas a la mesa de ensamble	●							●	Llevar las piezas a la mesa de ensamble
agrupar las piezas (4 patas, 8 uniones, 4 bases y 4 travesaños)	●							●	agrupar las piezas (4 patas, 8 uniones, 4 bases y 4 travesaños)
Total actividades = 16	4	1	0	6	0	0	4	7	

Elaboración propia



Ilustración 39 - Zona de ensamble de parantes

Fuente: La empresa

En la ilustración 39 se muestra la zona de ensamble de parantes.

Luego del planteamiento de las alternativas de nuevos métodos de trabajo.

Se debe plasmar estos procedimientos de manera clara.

Definir

En este paso se plasmará claramente los procedimientos que se realizarán. Esta nueva metodología debe ser descrita de tal manera que los actuales operarios no tengan dudas de la manera de proceder. Para ello se les explicará a través del diagrama de actividades del proceso mejorado (que se encuentra en el anexo 2) cuáles serán las actividades a realizar. Habrá además una parte donde se especifique el material a utilizar, el equipo/máquina empleado y observaciones necesarias.

Implantar

Este es el punto crucial del estudio de métodos que se ha realizado. Para que tenga éxito la implantación del nuevo método, se necesita el compromiso no solo de los operarios, sino de los jefes, administrador y del gerente general. Para la implantación se comunicará primero al administrador y al gerente para explicarles los beneficios del método tanto monetario como para mejorar el ambiente de trabajo. Una vez obtenido el visto bueno, se comunicará al jefe de operaciones, jefe de alambres, jefe de planchas y jefe de almacén para mostrarles la nueva metodología y pedir el apoyo necesario para su pronta ejecución. Con el aval de la dirección y jefes de planta, se comenzará a explicar a los operarios la nueva metodología, las ventajas que se obtendrán y la metodología en sí. Se mostrará la metodología a los operarios para que acepten la propuesta. Finalmente, se pedirá a los operarios que ejecuten por sí mismos el nuevo

procedimiento de trabajo, de no estar claro totalmente, se le dará capacitación hasta que se ejecute correctamente los procedimientos.

Mantener

Dado que las personas suelen volver a la metodología de trabajo a las que ya se han acostumbrado, se comenzará a controlar que los operarios sigan el nuevo método a través del tiempo. Este control se hará con la ayuda de los mismos jefes dado que se encargarán de verificar que la metodología sea respetada. Los jefes tendrán al alcance las hojas de instrucciones, diagrama de operaciones y bimanuales en donde se especificarán a detalle los nuevos procedimientos a ejecutar en el área de producción. Con estas instrucciones harán un control tres veces a la semana por los próximos seis meses sobre el método empleado. Este control se hará en toda el área de producción. Los jefes del área de producción compararán los procedimientos definidos con los procedimientos realizados a través de observaciones, entrevistas a los operarios y control de la producción. De no seguir la metodología, se entrevistará a los operarios por el motivo del rechazo al nuevo procedimiento. De ser necesario, se continuará la capacitación por parte de los jefes para reforzar las actividades que deben ser desarrolladas por los operarios. Se procederá de esa manera hasta que todos los operarios adquieran la metodología al 100%.

4.2.2 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos es un trabajo en donde se quiere ver cuánto se demora en la realización de las diversas actividades dentro de una organización. Para tener esta información, se necesitará medir el tiempo que se transcurre. Para ello se obtuvo los datos del tiempo medido a través de un cronómetro digital. Sin embargo, antes de la medición del trabajo, se separó los procedimientos en elementos tal como se observa en el diagrama de análisis de procesos que se encuentra en el anexo 2. Los tiempos tomados fueron hechos sin volver el cronómetro a cero, sino tomando el tiempo de toda la actividad a realizar y hacer separaciones de los elementos a través del tiempo.

Selección de elementos

Los elementos que se tomarán para el estudio son todos los que intervienen para la elaboración de una jaula. En estas actividades hallaremos los cuellos de botella y los bajos rendimientos que se pueden encontrar al momento de la ejecución de un trabajo. Se debe de conversar con los jefes encargados del área de producción para tener la información del ritmo de trabajo de los operarios. Dado que los operarios se sentirán

incómodos, tratarán de aumentar el ritmo de trabajo o hacer un trabajo a medias para contrastar el tiempo que se esté demorando. Por este motivo, se debe tener en claro para los operarios que este es solo un estudio y no trata de juzgar los procedimientos de los operarios.

Determinación del tamaño de la muestra

Se tomará en cada elemento 10 muestras de tiempo preliminares para poder calcular la cantidad total necesaria para poder hacer el estudio. Como se muestra en el anexo 2, se calcula la cantidad de muestras necesarias con la fórmula de la distribución T. Student para cantidades de datos menores a 30. Se puede ver esta fórmula a

$$N' = \left[\frac{40N}{\sum x} \sqrt{\frac{\sum x^2 - (\sum x)^2 / N}{N - 1}} \right]^2$$

continuación:

En donde cada elemento significa:

N' = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

N = Número de observaciones del estudio preliminar

Σ = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones.

Por ejemplo, en el anexo 3, el elemento espera de corte de los rollos para la puerta, el tamaño de muestra es 10. La suma de cuadrados de los tiempos tomados de la muestra es 53.67. La suma de los valores al cuadrado es 524.41. Con estos datos, se calcula que se necesitarán 41.6 tomas, es decir 42 tomas en total. Por lo tanto falta tomar 32 tomas adicionales.

Valoración del ritmo de trabajo

Dado que el trabajo realizado por los operarios no está siendo realizado al 100% del ritmo normal, se debe dar a una valoración del ritmo empleado. Para determinar cuál es el ritmo de trabajo normal, se tuvo que hacer varias visitas al área de producción de la empresa para estar familiarizados con el ritmo de los trabajadores. Se les explicó a los operarios que no debían aparentar un ritmo de trabajo acelerado, ya que eso se modificaría con la valoración. Para la valoración de los elementos se utilizó las tablas de Westinghouse en donde se añade o disminuye el tiempo promedio dependiendo los factores como habilidad, esfuerzo, condiciones y regularidad. En base a esos factores, se determinó la valoración que se muestra en la tabla 25.

Tabla 25 - Valoración de tiempos

Operación	Valorización
Corte de rollos en la máquina	108%
espera de corte	100%
doblado de alambres	100%
soldado de alambres	102%
corte de bordes de puerta y separador	101%
soldado de pisos y techos	92%
espera de soldado de las piezas	100%
cepillado de pisos y techos	104%
doblado de piso y techo	96%
Corte de techo para puertas	92%
Corte de las planchas galvanizadas	97%
doblado de sujetadores	86%
doblado de comedero y tapa	93%
soldado de comedero	95%
doblado de parantes	95%
corte de parantes	93%
union de parantes	93%
doblado de base	92%

Elaboración propia

Dado que se requiere de un considerable esfuerzo y habilidad para manipular los rollos y la máquina de corte, esta operación se le asignó una valorización de 108%. Sin embargo, dado que el ritmo de trabajo en el doblado de sujetadores es monótono, no se requiere de mucha habilidad y la valorización será menor.

Suplementos en el área de trabajo

Posteriormente, dado a las condiciones ambientales y del propio trabajo, así como las necesidades fisiológicas y cansancios del operario, se necesita aumentar el tiempo de trabajo observado según un porcentaje que compense estos factores. Debido a estos aspectos se contará con los siguientes suplementos:

- Necesidades fisiológicas (5%)
- Esfuerzo físico (3%)
- Esfuerzo mental (2%)
- Monotonía (1%)

Estos suplementos se obtuvieron en base a las entrevistas realizadas a los jefes de alambres y jefe de planchas con respecto al esfuerzo físico y mental. Según los jefes, el esfuerzo físico junto al esfuerzo mental son medianamente rigurosos y la monotonía de las actividades requiere de menos esfuerzo. Es por ello que se considera al esfuerzo físico como mayor, seguido por el esfuerzo mental y la monotonía. Por lo tanto se dará suplementos de 10% para cada elemento realizado en los procesos considerando que todos los operarios tienen necesidades fisiológicas, pero no todos

tienen actividades monótonas (solo en la producción de los pisos y techos hay alta monotonía).

Tiempos (sin mejoras)

Para calcular el tiempo que se demora en obtener una pieza de la jaula, primero se debe calcular el tiempo normal. El tiempo normal: TN. Se calcula hallando el promedio por elemento de toda la toma necesaria para hacer el estudio. Las tomas necesarias, como se mencionó, fueron calculadas a través de la fórmula de T-Student para tomas previas menores a 30. El tiempo promedio se multiplica por la valorización y la frecuencia. Esta frecuencia se refiere a la cantidad de repeticiones que se debe hacer para obtener un determinado número de piezas terminadas. Por lo tanto: $TN = T_{pro} \cdot valorización \cdot frecuencia$. El tiempo por pieza se calculó multiplicando el $TN \cdot (1 + suplementos)$ y luego dividiendo por la cantidad de piezas fabricadas.

En el anexo 3, se puede observar los tiempos estándares por elemento.

En resumen, los tiempos estándares para obtener un producto completamente terminado se muestran en la tabla 26.

Tabla 26 - Tiempo estándar sin mejora

	Cantidad	Tiempo (min)
Puerta	1	2.5
Separador	1	5.2
Piso	1	55.68
Techo	1	82.46
Sujetador	1	1.07
Comedero	1	5.66
Parante	1	30.05

Elaboración propia

Tiempo estándar (aplicando 5S y estudio de métodos)

Luego de aplicados la metodología de las 5S y el estudio de métodos, se eliminaron traspasos, inspecciones y se mejoraron los métodos en las operaciones reduciendo los tiempos en esas actividades. Los tiempos estándares aplicando estas metodologías se pueden apreciar en el anexo 4.

En resumen, los tiempos estándares para obtener un producto completamente terminado se muestran en la tabla 27.

Tabla 27 - Tiempo estándar (con mejora de métodos y 5S)

	Cantidad	Tiempo (min)
Puerta	1	2.2
Separador	1	4.4
Piso	1	31.87
Techo	1	31.01
Sujetador	1	1.07
Comedero	1	5.66
Parante	1	24.12

Elaboración propia

Cabe resaltar que se han disminuido los tiempos estándar de las puertas y separadores en 18 segundos, los pisos y techos en 15 minutos, y los parantes en 2.5 minutos. Todo el tiempo ahorrado por las piezas representa en total 33 minutos aproximadamente.

4.2.3 Balance de Línea

Una vez obtenido los tiempos estándar de cada operación, se procederá a continuación a balancear la línea de producción. En el balance se determinará la cantidad de personal requerido y las máquinas requeridas según la necesidad de producción a plantear. Considerando los días retrasados en las entregas de productos, la cantidad retrasada a entregar y las ventas rechazada se calculó que la producción necesaria semanal debe ser 65 módulos por semana considerando 45 horas de trabajo por semana o la cadencia de 810 seg/producto. Se considerará como ma1 (máquina 1) a la máquina cortadora de alambre, la ma2 (máquina 2) será la máquina tejedora de pisos y la maq3 (máquina 3) será la máquina tejedora de techos. Se separarán las necesidades de personal y maquinaria de acuerdo a las diferentes piezas que conforman la jaula. La utilización de la línea se considera que es del 80% dado que también se elaboran otros productos en el área, lo cual requiere el uso compartido de la línea y se logra como promedio el 80% de su utilización. La eficiencia del puesto es del 80% porque esta es la información que se obtiene a través de estudio de métodos realizados en donde se observó que 1 de cada 5 operaciones manuales requieren algún tipo de reproceso. Por parte de las operaciones mecánicas, se toma una eficiencia del 90% debido a la repetición de operaciones de las máquinas de electrosoldado porque no logran soldar los puntos de unión correctamente. Por último

se considerará que las máquinas generan un promedio del 0.10% de merma por unidad de producción. Este porcentaje se obtuvo calculando el peso de los alambres cortados en la máquina 1 (de corte) y las máquinas de soldado en relación con el peso de las jaulas. Esta relación de pesos es del 0.10%. Considerando esta información se procedió a balancear las líneas de producción obteniendo los siguientes resultados. En la tabla 28 se muestra el balance de línea para la obtención de las puertas.

Tabla 28 - Balance en las operaciones para hacer las puertas

Pieza	Ope	Maq	T.E. (para 16 puertas)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Puerta	1	maq 1	98.56	0.8	0.9	136.89	65	1.001001001	66	2454.54545	0.05577	1	6%
	1	operario	34.485	0.8	0.8	53.89	65	1	65	2492.30769	0.02162253	1	2%
	2	maq 1	149.6	0.8	0.9	207.78	65	1.001001001	66	2454.54545	0.08465111	1	8%
	2	operario	38.115	0.8	0.8	59.56	65	1	65	2492.30769	0.02389753	1	2%
	3	operario	429.66	0.8	0.8	671.35	65	1	65	2492.30769	0.26936883	1	27%
	4	operario	1011.7525	0.8	0.8	1580.87	65	1	65	2492.30769	0.63429969	1	63%
	5	operario	348.0675	0.8	0.8	543.86	65	1	65	2492.30769	0.21821543	1	22%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 1, 2, 3, 4, 5 y 6 para los operarios y las operaciones 1 y 3 para la maquina 1. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 30.

Tabla 29 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria

	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
Puerta	3, 4 y 5	operario	1.16740401	2	2909.53
	1 y 2	maq 1	0.14042111	1	344.67

Elaboración propia

En la tabla 30 se muestra el balance de línea para la obtención de los separadores.

Tabla 30 - Balance en las operaciones para hacer los separadores

	Ope	Maq	T.E. (para 20 separadores)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Separador	6	maq 1	316.8	0.8	0.9	440	65	1.001001001	66	2454.54545	0.17925926	1	18%
	6	operario	44.75625	0.8	0.8	69.94	65	1	65	2492.30769	0.02806235	1	3%
	7	maq 1	1201.2	0.8	0.9	1668.34	65	1.001001001	66	2454.54545	0.67969407	1	68%
	7	operario	130.075	0.8	0.8	203.25	65	1	65	2492.30769	0.08155093	1	8%
	8	operario	583.366667	0.8	0.8	911.52	65	1	65	2492.30769	0.36573333	1	37%
	9	operario	2183.79792	0.8	0.8	3412.19	65	1	65	2492.30769	1.36908858	2	68%
	10	operario	843.447917	0.8	0.8	1317.89	65	1	65	2492.30769	0.52878302	1	53%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 6, 7, 8, 9, 10 y 11 para los operarios y las operaciones 6 y 7 para la maquina 1. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 31.

Tabla 31 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria

	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
Separador	6, 7, 8, 9 y 10	operario	2.37321821	3	5641.6
	6 y 7	maq 1	0.85895333	1	509.94

Elaboración propia

En la tabla 32 se muestra el balance de línea para la obtención de los pisos.

Tabla 32 Balance en las operaciones para hacer los pisos

	Ope	Maq	T.E. (para 4 pisos)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Piso	11	maq 1	3867.6	0.8	0.9	5371.67	65	1.001001001	66	2454.54545	2.18845815	3	73%
	11	operario	239.47	0.8	0.8	374.18	65	1	65	2492.30769	0.15013395	1	15%
	12	maq 2	1056	0.8	0.9	1466.67	65	1.001001001	66	2454.54545	0.59753222	1	60%
	12	operario	1266.21	0.8	0.8	1978.46	65	1	65	2492.30769	0.79382654	1	79%
	13	operario	768.79	0.8	0.8	1201.24	65	1	65	2492.30769	0.48197901	1	48%
	14	operario	450.45	0.8	0.8	703.83	65	1	65	2492.30769	0.28240093	1	28%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 11, 12, 13 y 14 para los operarios, las operaciones 11 y 12 para la maquina 1 y 2 respectivamente. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 33.

Tabla 33 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria

	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
Piso	11	maq 1	2.18845815	3	5371.67
	12	maq 2	0.59753222	1	1978.46
	11, 12, 13 y 14	operario	1.70834043	2	3883.53

Elaboración propia

En la tabla 34 se muestra el balance de línea para la obtención de los techos.

Tabla 34 - Balance en las operaciones para hacer los techos

	Ope	Maq	T.E. (para 4 techos)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Techo	15	maq 1	2941.4	0.8	0.9	4085.28	65	1.001001001	66	2454.54545	1.66437333	2	83%
	15	operario	478.94	0.8	0.8	748.35	65	1	65	2492.30769	0.30026389	1	30%
	16	maq 3	1037.08	0.8	0.9	1440.39	65	1	65	2492.30769	0.57793426	1	58%
	16	operario	6404.64	0.8	0.8	10007.25	65	1.001001001	66	2454.54545	4.07702778	5	82%
	17	operario	772.2	0.8	0.8	1206.57	65	1	65	2492.30769	0.48411759	1	48%
	18	operario	328.02	0.8	0.8	512.54	65	1	65	2492.30769	0.20564877	1	21%
	19	operario	360.8	0.8	0.8	563.75	65	1	65	2492.30769	0.22619599	1	23%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 15, 16, 17, 18 y 19 para los operarios, las operaciones 15 y 16 para la maquina 1 y 3 respectivamente. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 35.

Tabla 35 - Resumen de las necesidades de personal y maquinaria

	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
Techo	15	maq 1	1.66437333	2	4085.28
	16	maq 3	0.57793426	1	1440.39
	15, 16, 17, 18 y 19	operario	5.29325401	6	13730.5

Elaboración propia

En la tabla 36 se muestra el balance de línea para la obtención de los techos.

Tabla 36 - Balance en las operaciones para hacer los separadores

Sujetador	Ope	Maq	T.E. (para 8 sujetadores)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Sujetador	20	operario	338.6658	0.8	0.8	529.17	65	1	65	2492.30769	0.2123213	1	21%
	21	operario	171.6528	0.8	0.8	268.21	65	1	65	2492.30769	0.10761512	1	11%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 20 y 21 para los El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestra en la tabla 37.

Tabla 37 - Resumen de las necesidades de personal

Sujetador	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
	20 y 21	operario	0.31993642	1	797.38

Elaboración propia

En la tabla 38 se muestra el balance de línea para la obtención de los comederos.

Tabla 38 - Balance en las operaciones para hacer los comederos

Comedero	Ope	Maq	T.E. (para 2 comederos)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Demanda	Factor de incremento de maq	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
Comedero	22	operario	130.88087	0.8	0.8	204.51	65	1	65	2492.30769	0.08205648	1	8%
	23	operario	224.304348	0.8	0.8	350.48	65	1	65	2492.30769	0.14062469	1	14%
	24	operario	151.694783	0.8	0.8	237.03	65	1	65	2492.30769	0.09510463	1	10%
	25	operario	126.614783	0.8	0.8	197.84	65	1	65	2492.30769	0.07938025	1	8%
	26	operario	45.1765217	0.8	0.8	70.59	65	1	65	2492.30769	0.02832315	1	3%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 22, 23, 24, 25 y 26 para los operarios. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 39.

Tabla 39 - Resumen de las necesidades de personal

Comedero	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
	22, 23, 24, 25 y 26	operario	0.4254892	1	1060.45

Elaboración propia

En la tabla 40 se muestra el balance de línea para la obtención de los parantes.

Tabla 40 - Balance en las operaciones para hacer los parantes

Parante	Ope	Maq	T.E. (para 2 parantes)	Utilización de la línea	Eficiencia del puesto	T' ajustado	Factor de incremento de man	Producción por puesto	C	N Puesto	N' Ajustado	%Utilización-p
	27	operario	453.409	0.8	0.8	708.46	65	1	65	2492.30769	0.28425864	1
28	operario	180.62	0.8	0.8	282.22	65	1	65	2492.30769	0.11323642	1	11%
29	operario	218.46	0.8	0.8	341.35	65	1	65	2492.30769	0.13696142	1	14%
30	operario	78.76	0.8	0.8	123.07	65	1	65	2492.30769	0.04937994	1	5%
31	operario	397.32	0.8	0.8	620.82	65	1	65	2492.30769	0.24909444	1	25%
32	operario	118.36	0.8	0.8	184.94	65	1	65	2492.30769	0.07420432	1	7%

Elaboración propia

Luego se unieron las operaciones 27, 28, 29, 30, 31 y 32 para los operarios. El tiempo ajustado y la cantidad de personal se muestran en la tabla 41.

Tabla 41 - Resumen de las necesidades de personal

Parante	Ope	Maq	N puesto	N ajustado	TE'
	27, 28, 29, 30, 31 y 32	operario	0.90713519	1	2260.86

Elaboración propia

En la tabla 42 se puede observar el resumen de los requerimientos del personal y máquinas necesarias para fabricar 65 módulos en una semana.

Tabla 42 - Resumen de operarios y máquinas requeridas para la producción

Puesto	Cantidad	Cantidad ajustada
Operario	16	16
Maq 1	4.852205926	5
Maq 2	0.597532222	1
Maq 3	0.577934259	1

Fuente: Elaboración propia

Para ello se requerirá de 16 operarios, 5 máquinas cortadoras de alambres, una máquina tejedora de techos y una máquina tejedora de pisos para cumplir los pedidos retrasados y no aceptados. De los 16 operarios requeridos, la empresa está trabajando actualmente con 10, por lo tanto se requerirá contratar a 6 trabajadores adicionales. Además, se requiere 5 máquinas cortadoras de alambres, es decir 2 máquinas adicionales para satisfacer los pedidos no aceptados, dado que actualmente se cuenta con 3 máquinas cortadoras. Las máquinas se pueden comprar o se puede pedir al personal que haga horas extras para que realicen el corte de alambres. En cuanto a las máquinas tejedoras, se cuenta con la cantidad necesaria para la fabricación de los módulos.

5. Evaluación del impacto económico

En este capítulo se hará la evaluación económica de las dos propuestas de mejora planteadas (Metodología 5S y estudio de tiempos, movimientos y balance de línea). Para ello se necesitará plantear indicadores que muestren si es factible o no aplicar estas metodologías según beneficio esperado por la empresa. Por este motivo se presentan los siguientes indicadores: Valor presente neto (VPN), Tasa interna de retorno (TIR) y ratio beneficio/costo (B/C). Se considerará un periodo de evaluación de 5 meses para las propuestas planteadas. Los pasos a seguir para determinar si son económicamente viables las propuestas de mejora son los siguientes:

- Primero se identifica y calcula los costos y beneficios que se obtendrán por la implementación de las mejoras.
- Se determinará el valor presente neto
- Se realizará el cálculo del ratio Beneficio/costo
- Se calculará la tasa interna de retorno.

5.1 Determinación del COK

Para determinar el costo de oportunidad de la empresa se hará el cálculo del COK según al CAPM (Capital Asset Pricing Model). De esta se obtiene que.

$$\text{COK} = r_f + \beta (r_m - r_f) + \text{riesgo país}$$

R_f = Tasa de riesgo

β = Coeficiente de riesgo específico

$R_m - R_f$ = Prima de riesgo promedio del mercado

Dado que los datos para el cálculo del COK se toman en base a la realidad de EEUU se debe ajustar esta tasa sumándole el riesgo país de Perú. Al 31 de octubre del presente mes el riesgo país fue de 1.71% según el Banco Central de Reserva del Perú (2014). La tasa de riesgo es de 4.93% y la prima de riesgo promedio del mercado es de 4.62%. Ambos datos se obtienen en base a los datos obtenidos por la Universidad de New York (2013). El coeficiente de riesgo específico también se debe ajustar para el país. Para ello se calculará este coeficiente a partir de la siguiente ecuación:

$$\beta_p = (1 + (D/E) * (1 - T)) * \beta$$

D/E = Ratio Deuda/Capital

T = Impuesto a la renta

β = Coeficiente de riesgo del mercado

Para el presente trabajo se tomará un ratio de Deuda/Capital de 1.333. El impuesto a la renta es del 30% y el coeficiente de riesgo del mercado se calcula a partir de los betas por sector calculado por S&P Capital IQ, Bloomberg and the Fed companies (2014). Se consideró el sector como de la empresa como steel (acero). Por ese motivo el valor del coeficiente de riesgo del mercado para el país es de 1.75.

Con estos valores se obtiene un COK de 14.27% al año.

5.2 Evaluación económica de la implementación de las 5S

Para la implementación de las 5S se debe incurrir en diversos gastos como el contrato del ingeniero experto que ayude en la implementación de las 5S, el costo de la capacitación del personal, materiales diversos (casilleros, pintura, etc) y equipos y materiales de limpieza. En la tabla 43 se puede ver los costos que se incurren en la implementación.

Tabla 43 - Costos de las 5S

Concepto	Costo por hora (5 horas por día)	Costo total
Contrato de ingeniero (10 días)	S/. 33.40	S/. 1,670.00
Capacitación de personal	S/. 50.00	S/. 2,500.00
Concepto	Costo por unidad (22 unidades)	Costo total
Materiales	S/. 27.59	S/. 607.00
Equipos y materiales de mantenimiento	S/. 22.73	S/. 500.00
Total		S/. 5,277.00

Elaboración propia

En total se requiere de S/ 5,277 soles para la implementación. En cuanto a los beneficios a obtener se espera un ahorro por el tiempo del personal en ubicar los equipos e insumos y mayor tiempo de uso de las máquinas tejedoras. Este beneficio será de S/. 3000 soles al año. Este beneficio se calculó obteniendo el tiempo ahorrado en ubicar y tener en orden los equipos e insumos en un año y la cantidad de jaulas que se pudo producir en ese tiempo. Teniendo la cantidad de jaulas se pudo calcular los beneficios perdidos por no vender las jaulas en ese periodo.

Tabla 44 - Flujo de caja económico 5S

Concepto	Año					
	0	1	2	3	4	5
Inversión	-S/. 5,277.00					
Beneficios		S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Flujo de caja	-S/. 5,277.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00	S/. 3,000.00
Flujo acumulado	-S/. 5,277.00	-S/. 2,277.00	S/. 723.00	S/. 3,723.00	S/. 6,723.00	S/. 9,723.00
VPN por año	-S/. 5,277.00	S/. 2,625.36	S/. 2,297.51	S/. 2,010.59	S/. 1,759.51	S/. 1,539.79
COK	14.27%					
VPN	S/. 4,955.76					
TIR	49%					
B/C	1.94					

Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla 44 se obtiene un valor presente neto positivo. Este es un indicador que la implementación es rentable. Además el valor de la TIR (49%) es mayor al COK calculado (14.27%) y el ratio B/C es mayor a 1 (1.94), este último punto indica que por cada sol invertido se obtendrá S/1.94 de beneficio, lo cual señala que la implementación de las 5S es económicamente rentable.

5.2 Evaluación económica del estudio de métodos, tiempos y balance de línea

Para la implementación del estudio de métodos, tiempos y balance de línea se han incurrido en diversos gastos como son la adquisición de máquinas cortadoras de alambre, equipos de cizalla y soldado, mesas, entre otros. En la tabla 45 se puede apreciar un resumen de todos los costos incurridos para la implementación.

Tabla 45 - Costos en la implementación del estudio de tiempos, métodos y BL

Activos	Costos unitario CON IGV	IGV	cantidad	Costo total
Equipo de desenrollo (x7)	S/. 2,812.80	S/. 429.07	7	S/. 19,689.60
Máquina tronzadora de alambres (x2)	S/. 11,251.20	S/. 1,716.28	2	S/. 22,502.40
Bandeja (x2)	S/. 30.00	S/. 4.58	2	S/. 60.00
Mesa móvil (x2)	S/. 100.00	S/. 15.25	2	S/. 200.00
herramienta de soldado (x4)	S/. 80.00	S/. 12.20	4	S/. 320.00
Equipo de cizalla (x5)	S/. 400.00	S/. 61.02	5	S/. 2,000.00
Equipo de soldado (x1)	S/. 5,600.00	S/. 854.24	1	S/. 5,600.00
Mesa (x3)	S/. 160.00	S/. 24.41	3	S/. 480.00
Silla y rampa	S/. 50.00	S/. 7.63	4	S/. 200.00
Personal	Sueldo		cantidad	total
Operarios (x6) al año	S/. 9,600.00		6	S/. 57,600.00
Escudo Fiscal	S/. 7,787.59			

Fuente: La empresa

Se considera una inversión en activos por un total de S/ 51,052 soles incluido el IGV. Esta adquisición le da a la empresa un escudo fiscal de S/ 7,787.59 soles por el IGV. En la tabla 46 se puede ver los costos en que se incurre para la fabricación de un módulo. Se considera un tipo de cambio de S/ 2.93 como lo indica el Banco Central de Reserva del Perú al 07 de noviembre.

Tabla 46 - Costo de fabricación de Jaulas

Concepto	Costo por Módulo INC IGV(\$)	Costo por Módulo INC IGV (S/)	Costo por Módulo SIN IGV (S/)	IGV (S/.)	Tipo de Cambio al 07/11/14
Alambre	\$161.00	S/. 471.73	S/. 399.77	S/. 71.96	2.93
Plancha galvanizada	\$65.60	S/. 192.21	S/. 162.89	S/. 29.32	
Tubo PVC	\$8.40	S/. 24.61	S/. 20.86	S/. 3.75	
Niples y regulador de agua	\$33.00	S/. 96.69	S/. 81.94	S/. 14.75	
Costos directos (Energía eléctrica, uso de máquinas, flete,	\$20.00	S/. 58.60	S/. 49.66	S/. 8.94	

Fuente: La empresa

En la tabla 47 se muestra cuáles son los costos, ventas y beneficios por la comercialización de las jaulas en un año. Se considera una producción de 65 módulos a la semana tal como lo plantea el balance de línea. Además, se trabajará al año 27 semanas dado que ese es el periodo de trabajo habitual que se laboró en los años 2011, 2012 y 2013.

Tabla 47 - Costos, ventas y beneficios al año

	INC IGV (\$)	INC IGV (S/)	SIN IGV (S/)	IGV (S/)
Costo total	\$288.00	S/. 843.84	S/. 715.12	S/. 128.72
Precio de venta	\$324.50	S/. 950.79	S/. 805.75	S/. 145.04
Beneficio por módulo (\$36.50	S/. 106.95	S/. 90.63	S/. 16.31
Producción con mejoras (Módulos/semana)	65.00			
Semanas de trabajo al año	27.00	IGV VENTAS al año (S/)	IGV COSTOS al año (S/.)	
Ingreso INC IGV al año (\$)	\$569,497.50	S/. 254,536.43	S/. 225,905.98	

Elaboración propia

En la tabla 48 se observa el flujo de caja del estudio de métodos, tiempos y balance de línea. Se considera que el personal tendrá un aumento del sueldo del 5% anual. Además, se ha tomado en cuenta el pago de IGV por las ventas realizadas en los próximos 5 años. No se realiza el pago del IGV en el período cero dado que recién se compró los activos fijos y se tenía un escudo fiscal de S/. 7787.59. Cuando se pasó al período 1 se pagó el IGV de las ventas con el escudo fiscal y se debía pagar un adicional de S/. 20,842 soles. Se consideró un incremento en las ventas del 3% considerando la tendencia del crecimiento de la crianza de gallinas ponedoras y las ventas realizadas hasta la fecha. También se ha añadido un costo por concepto de capacitación del personal para la implementación de la metodología. Este costo involucra los materiales de enseñanza y servicios necesarios para los operadores así como el costo de no producir los módulos en el tiempo que dura la capacitación. Por este motivo se puede apreciar que se obtuvo un VPN de S/ 338,423.92 soles, lo cual indica que la inversión es rentable dado que se obtuvo un valor mayor a cero. La TIR a obtener será de 86% y esta es mayor al COK. $TIR=86\% > COK=14.2\%$. Esto muestra que la inversión es muy recomendable porque la tasa de interés de retorno es mayor al costo de capital esperado. También se consiguió un ratio Beneficio/Costo de 3.94, lo cual muestra que por cada sol invertido se ganará S/ 3.94 soles.

Tabla 48 - Flujo de caja del estudio de tiempos, métodos y BL

Flujo de caja	Año					
Concepto	0	1	2	3	4	5
Inversión activos fijos	-S/. 51,052.00					
Costo de Capacitación de la metodología	-S/. 6,287.25					
Inversión de personal nuevo	-S/. 57,600.00	-S/. 60,480.00	-S/. 63,504.00	-S/. 66,679.20	-S/. 70,013.16	-S/. 73,513.82
Ingresos		S/. 1,668,627.68	S/. 1,718,686.51	S/. 1,770,247.10	S/. 1,823,354.51	S/. 1,878,055.15
Egresos		-S/. 1,480,939.20	-S/. 1,525,367.38	-S/. 1,571,128.40	-S/. 1,618,262.25	-S/. 1,666,810.12
Pago de IGV	S/. 0.00	-S/. 20,842.85	-S/. 29,489.36	-S/. 30,374.04	-S/. 31,285.26	-S/. 32,223.82
Flujo de caja	-S/. 114,939.25	S/. 106,365.62	S/. 100,325.77	S/. 102,065.46	S/. 103,793.84	S/. 105,507.40
Flujo acumulado	-S/. 114,939.25	-S/. 8,573.63	S/. 91,752.14	S/. 193,817.61	S/. 297,611.45	S/. 403,118.85
VPN por año	-S/. 114,939.25	S/. 93,082.72	S/. 87,797.12	S/. 89,319.56	S/. 90,832.10	S/. 92,331.67
COK	14.27%					
VPN	S/. 338,423.92					
TIR	86%					
B/C	3.94					

Elaboración propia

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

- ✓ Se puede concluir según las opiniones de los clientes y jefes en el área de producción que las causas principales que generan la demora en la entrega de productos son la mano de obra insuficiente, método de trabajo ineficiente, operarios no polivalentes, operaciones de mucha repetición y falta de manejo de estándares de tiempo.
- ✓ La mejor metodología para contrarrestar el desorden y suciedad en el área de trabajo es la aplicación de las 5S. Además, para cumplir los plazos de entrega de productos y mejorar el método de trabajo actual se plantea hacer un estudio de métodos, tiempos y balance de línea de las operaciones.
- ✓ Con la inversión en nuevas máquinas cortadoras de alambre, equipos de cizalla, contratación de nuevo personal, compra de diversos materiales e inversión en las 5S se puede llegar a un ritmo de producción de 65 módulos a la semana. Con este ritmo de producción no habría retrasos en la entrega de productos y se aceptaría la venta que antes era rechazada por la falta de capacidad de producción de la empresa.
- ✓ La aplicación de las 5S es muy importante para que la mejora en los procesos tenga éxito. Esto se debe a que en la aplicación se busca crear un impacto significativo en el área de producción gracias al trabajo en equipo y disciplina en la clasificación, orden, limpieza, estandarización y mantenimiento de la metodología. Además, se puede replicar esta aplicación para las demás áreas de la empresa.
- ✓ El Valor actual neto calculado en el capítulo 5 tanto para las 5S y el estudio de métodos, tiempos y balance de línea es de S/ 4955.76 y S/ 344,711.17 respectivamente. Ambos valores son mayores a cero, lo cual es muy favorable para ejecutar la inversión. También se obtienen tasas TIR de 49% y 92% respectivamente. Esta tasa es mucho mayor al COK de 14.27% anual calculado. Por lo tanto la inversión es muy rentable. Además, el ratio Beneficio/Costo es de 1.94 y 4.17 respectivamente. Esto muestra que por cada sol invertido en las 5S se obtiene S/1.94 soles en beneficios y por cada sol invertido en el estudio de métodos, tiempos y balance de línea se obtiene S/4.17 soles en beneficios.

6.2 Recomendaciones

- ✓ La empresa debe idear un plan de producción de las jaulas y seguir el ritmo de producción del mismo. Dado que actualmente no se tiene un plan de producción se incrementa o disminuye el ritmo según la producción estimada para cumplir la meta de ventas. Sin embargo, este cálculo solo es un estimado empírico.
- ✓ La implementación de las propuestas de mejora deben ser analizadas por la gerencia y la administración de la empresa, de tal manera que se acepte la inversión inicial mostrada en la evaluación económica.
- ✓ Para el estudio de métodos y tiempos se debe considerar que la opinión de los operarios es muy importante y se debe tomar en cuenta. Si el método actual de trabajo es difícil o conlleva a una posible lesión, se debe consultar al trabajador cómo realiza su trabajo y que es lo que necesitaría para trabajar tranquilamente. El estudio de tiempos se debe hacer con el conocimiento del operario, se produciría desconfianza o malestar en el área de trabajo si el operario se enterase por otros medios.
- ✓ La implementación de la propuesta debe ser ejecutada como está planteada en el capítulo 4 con la finalidad de poder garantizar los beneficios expuestos anteriormente. Para ello se debe cumplir la aplicación de las 5S, realizar un estudio de tiempos correcto, cuestionar, registrar y mejorar los métodos de trabajo actuales y hacer el balance de línea de los productos.
- ✓ Las organizaciones deben aplicar las metodologías y herramientas de mejora de procesos en contextos económicos de bonanza y escasez debido a que se obtiene un gran ratio beneficio/costo por la implementación planteada. Entre los beneficios a obtener se encuentra la estimación de tiempos estándares de las piezas, mejor clima laboral y satisfacción de los trabajadores, mayor producción y satisfacción de los clientes.

BIBLIOGRAFÍA

Adrformación

2014 Curso de EFQM Centros Educativos
<http://bit.ly/1puFFMd>

Alibaba

2015 Pezón bebedero
<http://bit.ly/16bqyVL>

Banco Central de Reserva del Perú

2014 Indicadores de riesgo para países emergentes. Consulta el 06 de noviembre del 2014 <http://bit.ly/1u5lyuV>

Bastimalla

2015 Alambres galvanizado.
<http://bit.ly/1zyWAHr>

DEMING, Edwards

1989 Calidad, Productividad y Competitividad: la salida de la crisis
Ediciones Díaz de Santos

DOMINGUEZ, Machuca

1995 Dirección de operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y los servicios. McGraw Hill

DORBESSAN, José

2006 Las 5S, herramientas de cambio
Universidad Tecnológica Nacional – Argentina

DURÁN, Freddy

2007 Ingeniería de métodos, Globalización: Técnicas para el Manejo Eficiente de Recursos en Organizaciones Fabriles, de Servicios y Hospitalarias.

EDUTEKA

2015 Diagramas causa-efecto
<http://bit.ly/1zr0zkt>

El Comercio

2013 "El Perú se encuentra entre los 20 mayores productores avícolas del mundo"
El Comercio. 18 de Junio. Lima. Consulta: 17 de abril del 2014.
<http://bit.ly/1rTJ777>

GARCÍA, Roberto

2005 Estudio del Trabajo, Ingeniería de métodos y estudio de tiempos. 2da Edición.
McGraw Hill

GENSOLMEX.COM

2012. "La metodología de las 5S's". Gensol: Metodología 5S's. México. Consulta: 30 de noviembre del 2014
<http://bit.ly/1zejTEK>.

- GOMEZ, Guillermo.
1997 SISTEMAS ADMINISTRATIVOS, Análisis y Diseños.
Editorial McGraw Hill
- HERNANDEZ, Juan; VIZÁN, Antonio
2013 Lean Manufacturing. Conceptos, Técnicas e Implantación
Escuela de Organización Industrial
- INSTITUTO ANDALUZ DE TECNOLOGÍA
2013 “Guía para una gestión basada en procesos”
Consulta el 28 de agosto del 2014
<http://bit.ly/1oJPFb4>
- ISO 9000:2005
2005 Sistemas de gestión de la calidad-Fundamentos y
vocabulario, Ginebra.
- JANANIA, Camilo
2008 Manual de tiempos y movimientos. Ingeniería de métodos
Limusa
- KUME, Hitoshi
1992 Herramientas Estadísticas básicas para el mejoramiento de la
Calidad. Editorial: Norma
- La República
2013 “Cajas pagan más de 6% al año por ahorros a plazo fijo” La República.
15 de Octubre. Lima. Consulta: 04 de noviembre del 2014.
<http://bit.ly/1GtSRNz>
- MEYERS, Fred.
2000 Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil. 2da Edición.
Pearson Education
- Ministerio de Agricultura
2010 “Encarte Sector Avícola Junio” MINAG. Junio 2010. Consulta: 17 de abril del
2014 <http://bit.ly/R5tEE3>
- MINISTERIO DE PLANIFICACION NACIONAL Y POLITICA ECONOMICA DE COSTA RICA
2009 Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo Consulta: 30 de agosto
<http://bit.ly/1qqkPTO>
- NIEBEL, Benjamin; FREIVALDS, Andris
2009 Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño de trabajo. Duodécima
Edición. McGrawHill
- OIT
1998 Introducción al Estudio del trabajo – segunda edición
- REY, Francisco
2005 Las 5S: orden y limpieza en el puesto de trabajo

FC EDITORIAL

- REY, Francisco
2001 Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de implementación y desarrollo FC EDITORIAL
- SALAZAR, Bryan
Ingeniería de Métodos. Consulta: 20 de abril del 2014
<http://bit.ly/1rUH8PU>
- SALAZAR, Bryan
Estudio de Tiempos. Consulta: 20 de abril del 2014
<http://bit.ly/R5VFLD>
- SODIMAC
2015 Tubo de PVC
<http://bit.ly/1BQk4ES>
- S&P Capital IQ, Bloomberg and the Fed companies
2014 Betas by sector Consulta: 06 de noviembre del 2014
<http://bit.ly/1oqzMGi>
- Unihierro
2015 Planchas galvanizadas
<http://bit.ly/1AlaZZk>
- University of New York
2013 Annual Returns on Stock, T.Bonds and T.Bills: 1928 – Current. Consulta 06 de noviembre del 2014.
<http://bit.ly/1d89Umc>