



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE
PROCESOS**

**ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO MEDIANTE
ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTO EN LA
FÁBRICA "COFRES ALTAMIRANO" USANDO HERRAMIENTAS
DE LEAN MANUFACTURING**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO INDUSTRIAL Y DE PROCESOS**

CRISTIAN GIOVANNY HIDALGO ANDRANGO

DIRECTOR: ING. CARLOS REYES M.

Quito, 09 – 2013

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2013
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **CRISTIAN GIOVANNY HIDALGO ANDRANGO**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.

Cristian Giovanni Hidalgo Andrango

1716284813

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título **“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO MEDIANTE ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTO EN LA FÁBRICA “COFRES ALTAMIRANO” USANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING”**, que, para aspirar al título de **Ingeniero Industrial y de Procesos** fue desarrollado por **Cristian Giovanni Hidalgo Andrango**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 18 y 25.

Ing. Carlos Reyes Merino

DIRECTOR DEL TRABAJO

1713430187

CARTA DE LA INSTITUCIÓN

Por medio del presente documento, doy fe que el señor Cristian Giovanni Hidalgo Andrango, portador de la cédula de identidad número 171628481-3, estudiante de la Universidad Tecnológica Equinoccial; Facultad de Ingeniería, desarrollo su tesis de grado previa a la obtención del Título de Ingeniero Industrial con el tema **“ESTUDIO PARA EL MEJORAMIENTO PRODUCTIVO MEDIANTE ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS Y PRODUCTO EN LA FÁBRICA “COFRES ALTAMIRANO” USANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING”**, en esta empresa.

El trabajo elaborado involucró, labores de campo, donde se pudo evidenciar sus conocimientos, profesionalismo y responsabilidad en las funciones a él encomendadas.

El señor Cristian Hidalgo puede hacer uso de este documento para los fines que considere pertinentes.

Atentamente

Mario Leonardo Altamirano Guevara

Gerente Propietario

0997386384/ 032754083

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis Padres que con su ejemplo de vida y trabajo han forjado la persona que soy, su apoyo ha sido fundamental en todos los aspectos de mi desarrollo personal.

También expreso mi sincero agradecimiento a la Universidad Tecnológica Equinoccial, a sus autoridades y a todos los profesores que tuve el privilegio de conocer y haber acogido sus experiencias y conocimientos. En especial al Dr. Jorge Viteri. Decano de la Facultad por su ayuda, apoyo, dándonos la oportunidad de ser excelentes profesionales y colaborando en todo momento para con nosotros los estudiantes. A mi Director de Tesis el Ingeniero Carlos Reyes por su valiosa amistad, asistencia y guía para la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a mis padres, mi hermano y mi novia, ya que gracias a su incondicional amor, lealtad y apoyo he logrado llegar hasta la culminación de una etapa más de mi vida, especialmente en los momentos difíciles que han sido el brazo fuerte al no dejarme caer, tanto física como espiritualmente, sabiendo darme un consejo con gran sabiduría y brindarme todos los recursos necesarios para la culminación de mi educación en todos los niveles y sobre todas las cosas por haber confiado en mí.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xv
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVOS	4
1.1.1 OBJETIVO GENERAL	4
1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
2. FUNDAMENTO TEÓRICO	5
2.1 LEAN MANUFACTURING	5
2.1.1 LOS 7 DESPERDICIOS BÁSICOS DE LEAN MANUFACTURING	7
2.1.1.1 Sobre producción	7
2.1.1.2 Transporte	7
2.1.1.3 Tiempo de espera	7
2.1.1.4 Sobre-procesamiento o procesos inapropiados	7
2.1.1.5 Exceso de inventario.....	7
2.1.1.6 Defectos	8
2.1.1.7 Movimientos innecesarios	8

2.2 HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING	10
2.2.1 5S	10
2.2.1.1 Seiri – Seleccionar	10
2.2.1.2 Seiton - Todo en Su lugar	11
2.2.1.3 Seiso - Súper Limpieza.....	12
2.2.1.4 Seiketsu – Estandarización	13
2.2.1.5 Shitsuke – Sostenimiento	13
2.2.2 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR	14
2.2.2.1 Símbolos o iconos del mapeo de la cadena de valor	16
2.2.3 PRODUCCIÓN NIVELADA (HEIJUNKA)	21
2.2.4 VERIFICACIÓN DE PROCESO (JIDOKA).....	21
2.2.5 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR ERRORES (POKA YOKE).....	22
2.2.6 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.	22
2.2.6.1 Estudio de Movimientos.....	22
2.2.6.2 Estudio de Tiempos	23
2.2.6.2.1 Estudio de tiempo con cronómetros.	23
2.2.7 CELDAS DE MANUFACTURA	24
2.2.7.1 Diseño del sistema de manufactura celular	24
2.2.7.1.1 Agrupar Productos.....	24

2.2.7.1.2 Establecer tiempo Takt.....	25
2.2.7.1.3 Repasar secuencia de trabajo	25
2.2.7.1.4 Combinar trabajo en un proceso balanceado	26
2.2.7.1.5 Diseñar la distribución de célula	26
3. METODOLOGÍA	27
3.1 LA EMPRESA	27
3.2 EL PROCESO	28
3.2.1 ÁREA DE MATERIA PRIMA	28
3.2.2 MATERIA PRIMA Y SUMINISTROS	28
3.2.3 PARTES DEL COFRE MORTUORIO	29
3.2.3.1 Tapillas	29
3.2.3.2 Contramarco.....	29
3.2.3.3 Marco.....	30
3.2.3.4 Base.....	30
3.2.4 PROCESOS DE PRODUCCIÓN	30
3.2.4.1 Área de producción	30
3.2.4.2 Recepción y almacenamiento de materia prima y suministros	31
3.2.4.3 Trazado y Corte	31
3.2.4.4 Doblado.	32

3.2.4.5 Soldadura.....	33
3.2.4.6 Rectificado y Masillado	34
3.2.4.7 Ensamble.....	34
3.2.4.8 Pintura	35
3.2.4.9 Tapizado interior	36
3.2.4.10 Ensamble de herrajes	36
3.2.4.11 Embalaje	37
3.2.4.12 Transporte	37
3.2.5 MAPA DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA CADENA DE VALOR EN LA EMPRESA	38
3.2.5.1 Reconocimiento del área de trabajo.....	41
3.2.5.2 Realización de cálculos	42
3.2.6 IDENTIFICACIÓN DE LOS DESPERDICIOS	45
3.2.7 SELECCIÓN DE HERRAMIENTA.....	62
4. IMPLANTACIÓN	65
4.1 IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S.....	65
4.1.2 Diagrama de implementación por etapas.....	66
4.1.2.1 Limpieza inicial.....	66
4.1.2.2 Optimización.....	67

4.1.2.3 Perpetuidad.....	67
4.1.3 Seiri (separar)	67
4.1.4 Seiton (ordenar).....	83
4.1.5 Seiso (limpiar)	88
4.1.6 Seiketsu (estandarizar)	91
4.1.7 Shitsuke (disciplina).....	93
4.2 IMPLANTACIÓN CELDAS DE MANUFACTURA.....	96
4.2.1 Agrupar Procesos	98
4.2.2 Mapeo de la cadena de valor situación futura.....	104
4.3 ESTANDARIZACIÓN TIEMPOS DE PRODUCCIÓN.....	105
4.3.1 Cálculo de la muestra, tiempo observado y desviación estándar	106
4.3.2 Valoración del Trabajo	108
5. EVALUACIÓN	113
5.1 Evaluación 5S	113
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
6.1 CONCLUSIONES	130
6.2 RECOMENDACIONES.....	132
BIBLIOGRAFIA.....	134

ANEXOS..... 136

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Desperdicios y como eliminarlos	9
Tabla 2. Símbolos del mapeo de la cadena de valor	17
Tabla 3. Número de trabajadores por estación de trabajo	42
Tabla 4. Cálculo registro de tiempo con cronómetro	42
Tabla 5. Simbología	43
Tabla 6. Tiempo de ciclo	44
Tabla 7. Identificación de desperdicios trazado, doblado	45
Tabla 8. Identificación de desperdicios soldadura	47
Tabla 9. Identificación de desperdicios rectificado y macillado	48
Tabla 10. Identificación de desperdicios ensamble	49
Tabla 11. Identificación de desperdicios pintura	50
Tabla 12. Identificación de desperdicios tapizado, ensamble de herrajes	51
Tabla 13. Identificación de desperdicios embalaje, transporte	52
Tabla 14. Evidencia de los desperdicios trazado y corte	53
Tabla 15. Evidencia de los desperdicios doblado	54
Tabla 16. Evidencia de los desperdicios soldadura	55

	PÁGINA
Tabla 17. Evidencia de los desperdicios rectificado y macillado	56
Tabla 18. Evidencia de los desperdicios ensamble y pintura	57
Tabla 19. Evidencia de los desperdicios tapizado y ensamble de herrajes	58
Tabla 20. Evidencia de los desperdicios embalaje	59
Tabla 21. Productividad vs desperdicio actual	60
Tabla 22. Priorización de desperdicios detectados	60
Tabla 23. Selección de herramientas Lean Manufacturing	63
Tabla 24. Diagrama de implementación por etapas de las 5S	66
Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios	68
Tabla 26. Diagrama asignación de recursos área trazado y corte	83
Tabla 27. Diagrama asignación de recursos área doblado	84
Tabla 28. Diagrama asignación de recursos área soldadura	84
Tabla 29. Diagrama asignación de recursos área rectificado y macillado	85
Tabla 30. Diagrama asignación de recursos área ensamble	86
Tabla 31. Diagrama asignación de recursos área pintura	86

	PÁGINA
Tabla 32. Diagrama asignación de recursos área tapizado interior	87
Tabla 33. Diagrama asignación de recursos área ensamble de herrajes	87
Tabla 34. Diagrama asignación de recursos área ensamble de herrajes	88
Tabla 35. Formato de verificación de orden y limpieza	89
Tabla 36. Formato del procedimiento de gestión	91
Tabla 37. Formato de verificación de cumplimiento de disciplina	95
Tabla 38. Desperdicios eliminados por implantación de 5S	96
Tabla 39. Celda 1	99
Tabla 40. Celda 2	100
Tabla 41. Celda 3	100
Tabla 42. Desperdicios eliminados con celdas manufactura	101
Tabla 43. Calculo registro de tiempo con cronometro	103
Tabla 44. Tiempo de ciclo futuro	104
Tabla 45. Toma de tiempos con nueva muestra	107
Tabla 46. Valoración porcentual de rendimiento	108

	PÁGINA
Tabla 47. Efectos de las condiciones laborales	109
Tabla 48. Cálculo tiempo normal	110
Tabla 49. Cálculo suplementos	111
Tabla 50. Tiempo estándar	112
Tabla 51. Desperdicios y tiempo eliminado con 5S	114
Tabla 52. Desperdicios y tiempo eliminado con celdas de manufactura	118
Tabla 53. Productividad vs desperdicio futuro	127
Tabla 54. Comparación tiempos de producción	128

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Logo Cofres Altamirano	27
Figura 2. Fotografía de la materia prima plancha de acero	29
Figura 3. Fotografía proceso corte	31
Figura 4. Fotografía proceso doblado	32
Figura 5. Fotografía proceso soldadura	33
Figura 6. Fotografía proceso ensamble	35
Figura 7. Fotografía proceso pintura	35
Figura 8. Fotografía proceso tapizado interior	36
Figura 9. Fotografía proceso ensamble de herrajes	37
Figura 10. Flujo de información	39
Figura 11. Flujo de materiales	41
Figura 12. Mapeo de la cadena de valor	43
Figura 13. Gráfica del balance de trabajo estado actual	44
Figura 14. Gráfica diagrama de Pareto - 7 desperdicios	61
Figura 15. Productividad vs desperdicio	62
Figura 16. Evidencia de los recursos	76
Figura 17. Evidencia de los recursos	77

	PÁGINA
Figura 18. Evidencia de los recursos	77
Figura 19. Evidencia de los recursos	78
Figura 20. Evidencia de los recursos	78
Figura 21. Evidencia de los recursos	79
Figura 22. Evidencia de los recursos	79
Figura 23. Evidencia de los recursos	80
Figura 24. Evidencia de los recursos	80
Figura 25. Evidencia de los recursos	81
Figura 26. Evidencia de los recursos	81
Figura 27. Evidencia de los recursos	81
Figura 28. Evidencia de los recursos	82
Figura 29. Evidencia de los recursos	82
Figura 30. Evidencia de los recursos	82
Figura 31. Celda de manufactura 1	99
Figura 32. Celda de manufactura 2	100
Figura 33. Celda de manufactura 3	101
Figura 34. Mapeo de la cadena de valor estado futuro	104
Figura 35. Gráfica del balance de trabajo estado futuro	105

	PÁGINA
Figura 36. Gráfica de la comparación de tiempos actual vs futuro implementando 5S	115
Figura 37. Evidencia de la implantación antes y después	116
Figura 38. Gráfica de la comparación de tiempos actual vs futuro Implantando 5S y celdas de manufactura	119
Figura 39. Productividad vs desperdicio	127
Figura 40. Tiempo de producción actual vs futuro	128
Figura 41. Incremento en la productividad	129

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
Anexo 1. Toma de tiempos	136
Anexo 2. Identificación de los 7 desperdicios básicos	137
Anexo 3. Identificación de los recursos necesarios	138
Anexo 4. Identificación de verificación de orden y limpieza	139
Anexo 5. Procedimiento de gestión	140
Anexo 6. Formato de verificación de cumplimiento de disciplina	143

RESUMEN

Para el desarrollo de este trabajo se partió de información de los procesos de producción de la Empresa y su situación actual.

Se empezó por obtener toda la información necesaria de las técnicas de Lean Manufacturing, que en el Capítulo 2 está descrita como fundamento teórico.

En el Capítulo 3, utilizando la referencias teóricas se realizó el levantamiento de procesos en el lugar, que proporcionó la información necesaria para tener un conocimiento general de cómo estuvo trabajando la fábrica.

Seguidamente se elaboró el diagrama para conocer el proceso mediante la aplicación de la herramienta de Mapeo de la Cadena de Valor, que ayudó a localizar puntos en el proceso que están generando pérdidas.

Mediante la utilización de los formatos se pudo detectar los desperdicios que se generaban en el proceso productivo. Los mismos que se dieron a conocer cuantitativamente, ubicándolos en los pasos y mencionando la causa del desperdicio.

De las pérdidas que se encontraron, se realizó un diagrama de Pareto para seleccionar las herramientas idóneas de acuerdo a la naturaleza y resultados que se obtuvieron de cada una de ellas, y los cambios o mejora que se debían aplicar en los mismos con miras a incrementar la productividad de la empresa.

Entonces se procedió a proponer la aplicación de las herramientas que más se ajusten a la realidad de la empresa, es decir 5[´]s y Celdas de Manufactura para minimizar y/o eliminar los desperdicios identificados. Seguidamente se realizó la implantación de estas herramientas.

Luego de la implantación de los cambios en el proceso, se realizó nuevamente el Mapa de la Cadena de Valor, para evidenciar gráficamente las mejoras juntamente con los tiempos de procesamiento en cada estación. En el Capítulo 4 mediante el cálculo y comparación de los índices de la producción, se realizó un análisis de los resultados que arrojó la comparación de los indicadores, y terminó con la formulación de algunas recomendaciones que condensan aspectos trascendentales de la investigación. Además, se expusieron conclusiones que se derivaron de los ejercicios llevados a cabo a lo largo del proyecto, permitiendo que lo implantado para la empresa cada vez sea una oportunidad de mejora.

SUMMARY

For the development of this work was based on information from the production processes of the company and its current status.

To carry out this research began by collecting all the necessary information of Lean Manufacturing techniques, that Chapter 2 is described as theoretical foundation.

In Chapter 3, using the theoretical references conducted a survey of processes in place that provided the information necessary to have a general understanding of how the factory was working.

Then they drew the diagram for the process by applying Mapping Tool Value Chain, which helped locate points in the process that are generating losses. Using formats waste could be detected that were generated in the production process. The same people who were released quantitatively, placing them in steps and mentioning the cause of waste.

Of the losses that were found, we conducted a Pareto chart to select the right tools according to the nature and results obtained from each of them, and changes or improvements should be applied in the same order to increase the productivity of the company.

Then he proceeded to propose the application of the tools that are best suited to the reality of the company, 5 s and Manufacturing Cells to minimize and / or eliminate identified waste. Then underwent implantation of these tools.

After the implementation of changes in the process, was re-map the value chain, to demonstrate graphically the improvements together with processing times at each station. In Chapter 4 by calculating and comparing the rates of production, we performed an analysis of the results showed the comparison of the

indicators, and ended with the formulation of some recommendations condense transcendental aspects of the investigation. In addition, they presented findings emerging from the exercises conducted throughout the project, allowing it implemented for the company increasingly is an opportunity for improvement.

1. INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

Una de las actividades en el mercado a nivel nacional es la organización de exequias, es decir, la venta y alquiler de salas apropiadas para la velación de los restos mortales del fallecido. El producto principal dentro de esta actividad es el cofre mortuario o ataúd.

Existen dos tipos de cofres mortuarios en la oferta del mercado, y la principal diferencia es el material del cual son elaborados en su constitución general.

El primer tipo del que se pretende realizar el estudio son los ataúdes de metal, fabricados a partir de una lámina de acero al carbono de 1 milímetro de espesor, con procesos de doblado para proveer la forma con uniones por soldadura.

Otro tipo de cofres mortuarios que se puede encontrar en la oferta de las empresas de servicios funerarios son los cofres mortuarios de madera.

La situación de la demanda del mercado actual ha llevado a promover modificación en cuanto al proceso productivo de la fábrica "COFRES ALTAMIRANO" que apliquen principios y criterios estandarizados para asegurar un producto de calidad, optimizando procesos, minimizando desperdicios de materia prima y talento humano.

La mayor herramienta para combatir a los desperdicios con un sin número de técnicas es la aplicación de "Lean Manufacturing", que se soporta en un conglomerado de técnicas como el 5S, VSM, que tienen una aplicación específica en los procesos productivos para mejorarlos mediante la eliminación de desperdicios y así asegurar una mayor eficiencia de estos y finalmente alcanzar la meta de las empresas manufactureras que es la maximización de la utilidad.

La fábrica "COFRES ALTAMIRANO" a lo largo de todo su proceso productivo evidencia una incorrecta distribución de la planta, sin tener una organización establecida en cada una de sus áreas, produciéndose reiteradamente los desperdicios.

Los desperdicios identificados son los tiempos muertos, porque al operario le toma tiempo extra encontrar el insumo o herramienta necesaria para ejecutar la acción, existe mucho desorden y se detecta producto en proceso en espera.

El segundo desperdicio identificado es el transporte que se produce porque hay traslados de producto en proceso permitiendo que no exista una producción de flujo continuo de material.

Se identificó otro desperdicio con mayor ocurrencia que son los movimientos innecesarios que los operarios realizan al ejecutar pasos que están fuera de la operación establecida.

De la misma manera no existe ningún tipo de estandarización del proceso ni del producto que pueda permitir asegurar un producto de calidad.

La estandarización de los procesos y del producto implicará una serie de modificaciones en el ámbito operacional y el proceso de adopción será mejor interpretado si la gerencia da a conocer a la organización las modificaciones a realizar.

La presente investigación pretende identificar los principales beneficios que puede brindar la filosofía Lean Manufacturing.

Para el desarrollo de esta propuesta de investigación, se propondrá la estandarización del producto y del proceso basado en la filosofía Lean Manufacturing.

En esta investigación se pretende desarrollar un modelo comparativo que de soporte a la aplicación de esta filosofía en el proceso productivo de la empresa

“COFRES ALTAMIRANO”; realizándolo en dos etapas, en la primera haciendo un análisis general de su estado inicial sin la implantación de esta filosofía: Diagnóstico y situación inicial, y en la segunda etapa: Estandarización del proceso y del producto, demostrando claramente las ventajas de su implantación, además de realizar un sistema comparativo verificación de resultados, poniendo en consideración los resultados de su etapa inicial y la propuesta.

En la actualidad a más de la estandarización del proceso y del producto, la Empresa necesita políticas, prácticas y modificaciones que eliminen el desperdicio y logren crear valor para el cliente, donde el cliente lo interpreta como una combinación de costo, disponibilidad de producto, calidad, tiempo de entrega.

Actualmente el mercado ha experimentado una transformación radical, los clientes demandan mayor rapidez y eficiencia en la entrega de los productos. Con la estandarización se pretende mejorar la calidad del producto y tiempo de respuesta para enfrentar la demanda.

La estandarización de los procesos y del producto va a ser implementado por y para que la empresa afronte retos comerciales que se presenten en un futuro.

El estudio comienza por un análisis de los procesos productivos de la Empresa.

Se estudiará la Empresa desde el punto de vista de flujos de materiales e información y actividades que añadan o no valor. Aunque se basa el análisis en datos existentes de la Fábrica, siempre será comprobado mediante observaciones directas y mediciones.

Para la presente investigación se pretende utilizar el método analítico ya que consiste en la separación de todo el proceso productivo de la elaboración del cofre mortuario para estudiarlo en forma individual analizando etapa por etapa y las múltiples reacciones que puedan generar acciones anticipadas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL

- Optimizar la producción de la fábrica "COFRES ALTAMIRANO" mediante el uso de herramientas Lean Manufacturing.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Eliminar los elementos improductivos para reducir tiempos en la elaboración del producto.
- Establecer estándares de tiempo de trabajo para cada una de las actividades pertenecientes a los procesos productivos.
- Validar la aplicación de las mejoras en el proceso.

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2. FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1 LEAN MANUFACTURING

El experto en el mundo del management, desarrolló el concepto del Lean Thinking, fundando su propia empresa, dedicada a la consultoría para grandes empresas e instituciones.

“Lean es básicamente todo lo relacionado a obtener cosas correctas en el lugar correcto, en la cantidad correcta, minimizando el despilfarro, siendo flexible y estando abierto al cambio”. (Womack, 1996).

“Es un conjunto de herramientas y principios de trabajo que permite actuar sobre la cadena de valor del producto/servicio o de una familia de productos/servicios.” (Maldonado, 1996).

Una empresa que aplica los principios de este sistema de producción, busca conocer aquello que el cliente reconoce como valor añadido o agregado, y está dispuesto a pagar por ello, al tiempo que va eliminando aquellas actividades del proceso que no generan valor.

El sistema de Lean Manufacturing se enfoca en minimizar el uso de recursos, para lo cual agrupa una cantidad de herramientas y técnicas para combatir dichos problemas, el principal objetivo de Lean Manufacturing es eliminar las operaciones que no le agregan valor al producto como: inspecciones al producto, producción en exceso, almacenamiento de materias primas, inventarios en proceso y productos terminados, transportes y movimiento de materiales y documentos, tiempos de espera; así como reducir los desperdicios y mejorar las operaciones. (Villaseñor, 2007). (Narasimhan, WcLeavey y Billington1997), (Rother y Shook, 1999), (Ohno, 2000).

En general, esta filosofía, trata de identificar y eliminar actividades que no agregan valor al diseño, producto o servicio. Por tanto, Lean Manufacturing tiene por objetivo implantar una filosofía de mejora continua que le permita a las compañías reducir sus costos, mejorar los procesos y eliminar los desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes. (Carreras, 2010).

Los resultados obtenidos con Lean Manufacturing son los siguientes:

- Reducción de desperdicios.
- Reduce el inventario y el área de producción
- Crea sistemas de producción más robustos.
- Reducir los tiempos de producción.

La implantación de la filosofía de Lean Manufacturing utilizando cada una de las herramientas en las diferentes áreas de la empresa según convenga, pretenderá beneficiar tanto a la Empresa como a sus empleados. (Rother y Shook, 1999), (Jackson, 1996)

Los japoneses quienes fueron los creadores de este sistema descubrieron que éste es más que una técnica, ya que se trata de un “buen régimen de relaciones humanas que implica la anulación de los mandos y su reemplazo por el liderazgo.” (Narasimhan y Billington, 1997)

2.1.1 LOS 7 DESPERDICIOS BÁSICOS DE LEAN MANUFACTURING

“La filosofía de gestión está enfocada en la reducción o eliminación de 7 desperdicios descritos a continuación:” (Liker, 1997)

2.1.1.1 Sobre producción

Procesar artículos más temprano o en mayor cantidad que la requerida por el cliente. Se considera como el principal y la causa de la mayoría de los otros desperdicios.

2.1.1.2 Transporte

Mover trabajo en proceso de un lado a otro, incluso cuando se recorren distancias cortas; también incluye el movimiento de materiales, partes o producto terminado hacia y desde el almacenamiento.

2.1.1.3 Tiempo de espera

Operarios esperando por información o materiales para la producción, esperas por averías de máquinas o clientes esperando en el teléfono.

2.1.1.4 Sobre-procesamiento o procesos inapropiados

Realizar procedimientos innecesarios para procesar artículos, utilizar las herramientas o equipos inapropiados o proveer niveles de calidad más altos que los requeridos por el cliente.

2.1.1.5 Exceso de inventario

Excesivo almacenamiento de materia prima, producto en proceso y producto terminado. El principal problema con el exceso inventario radica en que oculta problemas que se presentan en la empresa.

2.1.1.6 Defectos

Repetición o corrección de procesos, también incluye re-trabajo en productos no conformes o devueltos por el cliente.

2.1.1.7 Movimientos innecesarios

Cualquier movimiento que el operario realice aparte de generar valor agregado al producto o servicio. Incluye a personas en la empresa subiendo y bajando por documentos, buscando, escogiendo, agachándose, etc. Incluso caminar innecesariamente es un desperdicio. (Pérez, 2011)

Tabla 1. Desperdicios y como eliminarlos

DESPERDICIO	FORMA DE ELIMINARLOS
Sobreproducción	<ul style="list-style-type: none">- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario
Espera	<ul style="list-style-type: none">- Sincronizar flujos- Balancear cargas de trabajo- Trabajador flexible
Transporte	<ul style="list-style-type: none">- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte- Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar

Tabla 1. Desperdicios y como eliminarlos continuación...

Proceso	<ul style="list-style-type: none">- Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio
Inventarios	<ul style="list-style-type: none">- Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos
Movimiento	<ul style="list-style-type: none">- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar
Productos defectuosos	<ul style="list-style-type: none">- Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos- Hacer los procesos a prueba de tontos

(Pineda, 2004)

2.2 HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING

2.2.1 5S

5S es la herramienta que se puede utilizar cuando se habla de Lean Manufacturing, esta técnica trata fundamentalmente de las áreas de trabajo, su funcionalidad, limpieza, ordenamiento y todo lo que produzca un ambiente de trabajo más agradable y óptimo para que las actividades diarias sean cumplidas de la mejor manera y en las condiciones correctas por quienes las usan. (Mendoza, 2006).

5S se derivan de las palabras japonesas:

- Seiri - Seleccionar
- Seiton - Todo en Su lugar
- Seiso - Súper Limpieza
- Seiketsu - Estandarización
- Shitsuke – Sostenimiento

Se presenta una descripción de cada una de las 5S que al aplicarlas en el orden descrito logra los resultados esperados. A continuación se redacta respectivamente las 5S. (González, 2007), (Arrieta, 2007)

2.2.1.1 Seiri – Seleccionar

La primera “S” se refiere a que se deberá clasificar y luego segregar qué cosas son necesarias y/o útiles para que se desarrollen las actividades propias de determinado puesto de trabajo.

El proceso de seleccionar está encaminado a que la empresa sea capaz de las siguientes cuestiones:

- Reconocer y segregar todos aquellos artículos que se encuentran en el área de trabajo y que son reconocidas como útiles o no.
- Se organizan las herramientas y demás elementos de acuerdo a su uso frecuencia y demás.
- Se libera espacio, con el escogimiento de lo realmente necesario de lo que no lo es.
- La información tiene también una importante componente en esta “S”, ya que también la toma en cuenta al momento de clasificar aquella información de útil y/o necesaria de la que no lo es. Este es un aspecto muy importante ya que el exceso de información y sobre todo cuando un alto porcentaje de esta es innecesaria, podría traer confusión e incluso problemas en la toma de decisiones basada en esta información.

2.2.1.2 Seiton - Todo en Su lugar

En esta etapa se trata de que todos aquellos artículos, elementos, etc., que resultaron “útiles” o “necesarios” en el paso anterior sean puesto en los lugares más adecuados para su uso y utilización. Ayuda a mejorar la visualización de las herramientas, máquinas necesarias para el desarrollo normal de las actividades en el puesto de trabajo, con esto se pretende eliminar las operaciones “innecesarias” de búsqueda de las herramientas y todos los artículos descritos.

El orden se aplica posterior a la clasificación y organización, si se clasifica y no se ordena difícilmente se verán resultados. “Se deben usar reglas sencillas como: lo que más se usa debe estar más cerca, lo más pesado abajo lo liviano arriba, etc.” (Villaseñor, 2010).

Según, (Rother y Shook, 1999). Para poder aplicar esta técnica se recomienda la utilización de áreas delimitadas con pintura para ubicar los elementos en ese lugar especificado, otra práctica es dibujar la silueta de las herramientas sobre la pared o el lugar donde se almacenarán las herramientas, con esto se garantiza que las herramientas sean no solo dejadas en un lugar específico, sino además localizadas siempre en el mismo lugar. En resumen en esta “S” se busca entre otras cosas que:

- Se cuente con lugares específicos para cada cosa en el área de trabajo.
- De lo anterior se elimina la “improductiva” actividad de búsqueda, ahorrando tiempo considerable en la realización de las operaciones cotidianas.
- Identificar los sistemas que intervienen en la producción, tal es el caso de las tuberías, áreas de tanques etc.
- Lograr organización y limpieza de la planta.
- Conocimiento de las máquinas y herramientas por parte de los operarios.

2.2.1.3 Seiso - Súper Limpieza

Seiso, significa “limpiar” las áreas de trabajo, o sea máquinas herramientas, etc. En esta técnica no simplemente el propósito es la labor de limpiar, sino que esta pretende mientras se limpia llevar a cabo labores de inspección de mantenimiento, que conduzcan a la solución de problemas, identificación de posibles averías etc. (Rother y Shook, 1999).

Sólo a través de la limpieza se pueden identificar algunas fallas, por ejemplo, si todo está limpio y sin olores extraños es más probable que se detecte tempranamente un principio de incendio por el olor a humo o un mal

funcionamiento de un equipo por una fuga de fluidos, etc. “Limpiar es una excelente forma de inspeccionar”. (Villaseñor, 2010).

2.2.1.4 Seiketsu – Estandarización

El Seiketsu o limpieza estandarizada pretende mantener el estado de limpieza y organización alcanzado con la aplicación de las primeras tres S, “el seiketsu solo se obtiene cuando se trabajan continuamente los tres principios anteriores”. (Villaseñor, 2010). Para generar esta cultura se pueden utilizar diferentes herramientas, una de ellas es la localización de fotografías del sitio de trabajo en condiciones óptimas ayudas visuales para que pueda ser visto por todos los empleados y así recordarles que ese es el estado en el que debería permanecer siempre. (Rother y Shook, 1999).

2.2.1.5 Shitsuke – Sostenimiento

“Shitsuke o disciplina significa evitar que se rompan los procedimientos ya establecidos. Solo si se implanta la disciplina y el cumplimiento de las normas y procedimientos ya adoptados se podrá disfrutar de los beneficios que ellos brindan”. (Villaseñor, 2010). El shitsuke es el canal entre las 5'S y el mejoramiento continuo. La manera de practicar será implementando controles periódicos, visitas sorpresa, autocontrol de los empleados, respeto por sí mismo y por las demás y mejor calidades de vida laboral. La única forma para mantener un sistema vivo, es la retroalimentación, en esta etapa se sugiere realizar un plan formal de auditorías que incluya todas y cada una de las áreas de la empresa, y proporcionar este reporte a las personas dueñas de los procesos para que tomen acciones necesarios para continuar por el camino de la mejora continua. (Rother y Shook, 1999).

Hay que recordar que la clave de la implantación de cualquier técnica o sistema de mejora en las empresas debe luego de su parte operativa, contar con el

sostenimiento a lo largo del tiempo de lo obtenido, es así que la constancia y la disciplina debe ser un pilar importante.

2.2.2 MAPEO DE LA CADENA DE VALOR

En este proyecto se hará uso de una técnica Lean muy importante que servirá para detectar los desperdicios en los procesos de producción y más allá de eso incluso descubrir cuáles son las técnicas más idóneas para la eliminación de los mismos, se está hablando del mapeo de la cadena de valor. Cadena de valor se ha definido como: (Barcia y De Loor, 2013).

“El conjunto de acciones tanto de valor agregado como las que no agregan valor que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales de cada uno de ellos”. (Rother y Shook, 1999)

El Mapa de la Cadena de Valor es una representación gráfica del flujo que tienen los materiales y la información en cada proceso en conjunto con sus datos clave.

Este concepto sugiere que se debe no solo mejorar el total de los procesos individuales, sino más bien enfocar el contexto global de la empresa toda su cadena logística desde los proveedores hasta el cliente final del producto. (González, 2007)

La cadena logística abarca todas las actividades desde la preparación de las materias primas en el proveedor hasta la distribución en venta, el mantenimiento del producto y los procesos de eliminación de residuos.

A continuación se enumeraran los pasos que se deben seguir al momento de generar un mapa de la situación inicial o actual de la cadena de valor en la empresa. (Rojas, Moreno y Fourcans, 2005)

- 1) Graficar los íconos que representan al cliente, proveedores y el control de producción. El ícono del cliente y proveedor deberán estar situados a los extremos uno del otro, a fin de representar el inicio y fin de la cadena de valor, mientras que el de control de producción estará al centro y en la parte superior.
- 2) Anotar dentro de las casillas, requerimientos por día y por mes del cliente, estos son datos que se consiguen en documentación contenida en los departamentos de ventas de la empresa.
- 3) Apuntar en el gráfico de control de producción, la producción diaria y los requerimientos que esta genera para la producción que se anotó.
- 4) Graficar el dibujo que representa las entregas que se efectúan desde la empresa hacia el cliente, es importante que se tengan en cuenta las frecuencias de entrega al momento de bosquejar lo anunciado.
- 5) Dibujar el icono de las entregas pero esta vez de los proveedores hacia la planta, también tomando en cuenta las frecuencias de entrega.
- 6) Aplicar lo visto hasta este punto, o sea graficar los íconos de los procesos en su "orden", ubicándolos de izquierda a derecha, que según lo dispuesto correspondería en sucesión a los extremos donde se encuentran los iconos de los proveedores hasta el otro extremo donde se sitúa el icono de los clientes. Por lo descrito es conveniente que los iconos de proveedores y clientes se dibujen de izquierda a derecha respectivamente.
- 7) Graficar los iconos de información necesarios, bajo cada icono de proceso que se halla dibujado, con la finalidad de apuntar en estos últimos la información adquirida de dicho proceso.

- 8) Añadir los gráficos concernientes a comunicación e información, destacando la frecuencia en que se ejecuta.
- 9) Llevar a cabo las mediciones del proceso de producción e insertar los datos obtenidos de lo mencionado, en las casillas de información que se mencionó añadir bajo los iconos de los procesos.
- 10) Insertar respectivamente los símbolos que representan a los operadores y anotar la cantidad.
- 11) Agregar iconos de inventarios y días.
- 12) Graficar los símbolos del empuje y PEPS (Primeras en entrar primeras en salir).
- 13) Hacer constar alguna otra información que se estime necesaria tomar en cuenta y que evidentemente sea de utilidad para el proceso.
- 14) Anotar las horas del proceso.
- 15) Efectuar un vistazo a los tiempos de ciclo del proceso “Esbelto”.
- 16) Calcular el tiempo total y los días requeridos.

2.2.2.1 Símbolos o iconos del mapeo de la cadena de valor

Los símbolos o iconos que se utilizan para trazar los diagramas de la técnica del mapeo de la cadena de valores, son estándares y existen una amplia gama de la cual se anotan a continuación algunos de los más utilizados:

Tabla 2. Símbolos del mapeo de la cadena de valor


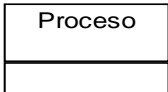




NOMBRE	SIMBOLO	DETALLE
Cliente / proveedor		<p>Representa el proveedor y al cliente al mismo tiempo se lo coloca al lado izquierdo para el primer caso y al derecho para el segundo.</p>
Procesos		<p>El símbolo representa al proceso, operación, máquina o departamento, por el que pasan los materiales hasta ser convertidos.</p>
Caja de datos		<p>La caja de datos se ubica siempre abajo del de proceso y contiene información importante y/o datos requeridos para el análisis y la aplicación del método.</p>
Celda de trabajo		<p>Indica la existencia de una celda de trabajo, "manufactura celular".</p>
Inventario		<p>Los iconos son equivalentes y representan el inventario que se acumula entre los procesos, las cantidades de inventario son cuantificables y se las anota bajo el icono.</p>
Cargamentos o fletes de transportes		<p>Estos iconos (dependiendo de la orientación) representan el movimiento de materias primas hasta la planta o de los productos terminados hacia el cliente.</p>

Tabla 2. Símbolos del mapeo de la cadena de valor continuación...


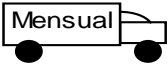
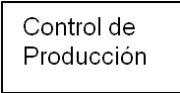


Flecha de empuje		<p>Simboliza el " empuje " de los materiales desde una estación a otra en el proceso productivo.</p>
Cargamento externo.		<p>Simboliza la transportación de fuera de la planta ya sea de las materias primas como del producto terminado.</p>
Control de producción.		<p>Este icono señala que aquí existe un departamento de control de producción, del cual va a partir la información requerida para iniciar la fabricación de un producto.</p>
Embarque diario		<p>El icono representa la entrega de información manual o escrita en papeles, importante para la producción. Comúnmente se enfoca representada en las órdenes de trabajo</p>
Embarque diario		<p>Esta es la representación de información tal como el símbolo anterior pero en forma electrónica, o sea mail y demás medios informáticos.</p>
Mejora		<p>Este icono es utilizado siempre en el dibujo de la situación futura, ya que simboliza las mejoras que se intentan aplicar al proceso.</p>

Tabla 2. Símbolos del mapeo de la cadena de valor continuación...


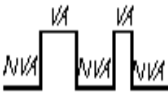

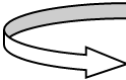
Operario		<p>El símbolo representa a los operadores de las distintas estaciones de trabajo, pero no de manera individual ya que si se emplea más de un operario se pondrá la cantidad de ellos con un número junto al icono.</p>
Valor agregado y no valor agregado		<p>Luego de la realización del mapeo, se grafica este icono en el cual se escribirán los tiempos de las diferentes operaciones y los inventarios respectivos, ubicando los tiempos de valor agregado en la cresta de la onda mientras que en la parte inferior los que no agregan valor.</p>
Supermercado		<p>El icono simboliza a lo que se denomina un inventario " supermercado " (kanban stock point). Que es un inventario pequeño de absoluta disponibilidad para entregar al cliente cuando lo requiera y automáticamente una tarjeta de fabricación para cubrir el stock que se utilizó del supermercado.</p>
Halar Material		<p>Este icono representa la interconexión entre los supermercados, pero en una conexión en la que un proceso hala al anterior para que reponga la cantidad de materiales o productos que se tomaron de él.</p>

Tabla 2. Símbolos del Mapeo de la Cadena de Valor continuación...








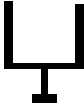
<p>línea de PEPS</p>		<p>Esta simbología denota la existencia de un flujo de materiales bajo el régimen del sistema PEPS (primeros en entrar, primeros en salir. FIFO por sus siglas en ingles), o sea que las unidades producidas primero, son precisamente las que se pasan al siguiente proceso de manera antes de pasar las que se acaban de producir.</p>
<p>Secuencia de halar</p>		<p>El icono representa la alerta de que se recojan elementos para la producción de los artículos.</p>
<p>Balanceo de cargas</p>		<p>Este icono es la herramienta que se utiliza en los kanban para nivelar la producción.</p>
<p>MRP-ERP</p>		<p>El símbolo es la representación de la forma en que se realiza la programación de la producción.</p>
<p>Producción Kanban</p>		<p>El dibujo es la representación del llamado o alerta para la producción de partes que repondrán el stock de la estación siguiente.</p>
<p>Retirada Kanban</p>		<p>Este icono ilustra que un material se va a retirar hacia un supermercado, el cual envía una señal para que la operación anterior proceda a fabricar la cantidad de piezas retiradas.</p>

Tabla 2. Símbolos del Mapeo de la Cadena de Valor continuación...

Señales Kanban		La representación de que el inventario esta balanceado o nivelado en un supermercado de entre dos procesos, es este icono.
Tarjeta Kanban		Este símbolo es una tarjeta Kankan, que es la cantidad que se deberá recoger. Con frecuencia se utilizan dos tarjetas, para el intercambio de retiro y ordenar producción.

(Carreras, 2010)

2.2.3 PRODUCCIÓN NIVELADA (HEIJUNKA)

“El principio básico de esta técnica implementada por los japoneses es hacer homogéneo el flujo de producción”, (Pineda, 2004). El propósito es suavizar las fluctuaciones en la demanda de los productos que solicita el cliente y que afecten a la programación de la producción. (Chase y Jacob, 2000)

Los Japoneses dieron solución al problema de las solicitudes inesperadas de los clientes realizando un plan mensual de producción aplicando algunos mínimos a la producción de tal manera que en lugar de producir lotes muy grandes de un determinado producto, se de paso a la realización diaria de una combinación determinada de productos en cantidades menores o lotes más pequeños, dando así a la empresa la posibilidad de contar siempre con una combinación de productos listos para el cliente. (Arrieta, 2007)

2.2.4 VERIFICACIÓN DE PROCESO (JIDOKA)

“El término evidentemente japonés, está vinculado a la integración y verificación de la calidad al proceso”. (Pineda, 2004). Se procura la generación de

parámetros óptimos de calidad en el proceso, para de esta forma efectuar comparaciones con los estándares establecidos. La técnica es muy clara al momento de efectuar las comparaciones de los parámetros, si se detectaran desviaciones, simplemente detiene el proceso ya que considera que de no darse esta medida y empezar a dar solución al problema, lo que se desencadenaría es la producción indiscriminada de productos defectuosos. (Hodson, 1996)

Existen diferentes tipos de sistemas Jidoka: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. Depende del producto es el tipo o diseño del sistema Jidoka que se debe implantar.

2.2.5 DISPOSITIVOS PARA PREVENIR ERRORES (POKA YOKE)

Poka Yoke, se deriva de las voces japonesas que significan “A Prueba de Errores.” (Pineda, 2004). Como su nombre lo indica busca que no se den fallos en los productos a causa de errores en los procesos.

Poka Yoke es todo dispositivo que alerte de manera visible la presencia de un error, así los operadores lo detectarán en tiempos apropiados dándole solución oportuna. (Hiroyuki, 2000)

La finalidad del Poka Yoke es eliminar los defectos de un producto, ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible. (Arrieta, 2007)

2.2.6 ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS.

2.2.6.1 Estudio de Movimientos

Según define en el estudio de tiempos y movimientos:

“Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo”. (Niebel, 2011).

Existen algunas formas para determinar los tiempos de un proceso, sin embargo la medición por cronómetros es más fácil para el común de las personas y económico. Para emprender un estudio de tiempos es importante saber que se va a medir, es decir esclarecer el principio y fin de las actividades, para esto se realizan algunas recomendaciones:

“Definir claramente los elementos a medir, tomando muy en cuenta el hecho de que deben ser lo suficientemente cortos para saber el detalle de la actividad y lo suficientemente largo como para poder apuntar las mediciones”. (Krick, 2006)

- Si las actividades del operador son independientes a las de la máquina y por ende las realizan por separado, habrá que definir estas actividades por separado.
- Definir por separado cualquier demora que presenten, ya sea el operador o la máquina en el proceso.

2.2.6.2 Estudio de Tiempos

Actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables. (Barnes, 1979)

2.2.6.2.1 Estudio de tiempo con cronómetros.

Para el desarrollo de la presente Tesis se medirán los procesos mediante la toma de tiempos con cronómetros, para esto a continuación se detallan los fundamentos que rigen a este tipo de estudios, primeramente se enumeran algunos de los elementos importantes que no deben faltar.

- 1) Reloj, ya sea digital o mecánico.
- 2) Tablero de apoyo con sujetador, donde se colocarán el formato para registrar tiempos para la toma de datos. Anexo 1

- 3) Formato para anotar los tiempos tomados.
- 4) Lápiz, ya que es flexible para corregir cualquier error al anotar los datos.
- 5) Calculadora para efectuar las cuentas necesarias.

2.2.7 CELDAS DE MANUFACTURA

La manufactura celular se trata de cómo distribuir los procesos en la planta

Una célula de manufactura, es un grupo de máquinas o procesos agrupados y dedicados a la manufactura de las partes de un producto. Esas partes son similares en sus requerimientos del proceso, tales como operaciones, tolerancias, utilización de herramientas y maquinas. (Oseguera, 2002)

Los objetivos principales de la implementación de la manufactura celular, son reducir:

- Los tiempos de preparación del equipo
- El tiempo dentro del proceso

La manufactura celular puede definirse como: “una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems”. (Hodson, 1996).

2.2.7.1 Diseño del sistema de manufactura celular

Para la implantación de un sistema de manufactura celular se ha establecido los siguientes pasos. (Kalpakjian y Schmid, 2002)

2.2.7.1.1 Agrupar Productos

Implica seleccionar y agrupar los productos que hace utilizar mas recursos y/o actividades para de esta manera dar paso a las familias de productos y

disponer la fabricación de los productos de una familia determinada en una misma célula.

2.2.7.1.2 Establecer tiempo Takt

Lo siguiente es establecer las mediciones de los procesos y definir parámetros de recursos mínimos a utilizar. (Torrents, Gil Vilda y Arcusa, 2004)

El tiempo Takt que es el tiempo entre la producción de dos unidades consecutivas, se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$\text{Takt} = 100 \times \frac{\text{Tiempo de Trabajo Disponible}}{\# \text{ De Piezas Vendidas (demanda diaria de los clientes)}}$$

Lo siguiente es encontrar el número mínimo de personal que deberá tener la célula para cumplir con la demanda que el cliente genera, se lo obtendrá aplicando la fórmula:

$$\# \text{ M\u00ednimo de Personal} = 100 \times \frac{\text{Duracion de ciclo}}{\text{Tiempo Takt}}$$

2.2.7.1.3 Repasar secuencia de trabajo

- Observar la secuencia en que el operario efectúa sus actividades.
- Dividir las operaciones en elementos notables para así tener la perspectiva clara de cuáles son las tareas más destacadas del proceso.
- Identificar los elementos que agregan valor al proceso y aquellos que no, con la finalidad de establecer un tratamiento especial a aquellos que agregan valor y en el otro caso eliminarlos o disminuirlos en lo posible.

- Determinar la capacidad del equipo, tiempos de ciclo, tiempos de ajuste y demás información que es de utilidad notable para el diseño de las células.

2.2.7.1.4 Combinar trabajo en un proceso balanceado

Lo siguiente es procurar que el trabajo que se pretende delegar a la célula sea armonioso y fluido a lo largo de cada una de sus estaciones minimizando los picos generados regularmente por los cuellos de botella en el proceso.

2.2.7.1.5 Diseñar la distribución de célula

Lo que resta es el diseño en sí de la célula, es decir cómo estarán distribuidos los recursos a lo largo de la misma, y se lo hará mediante:

- Establecer las metas que busca el diseño de la célula.
- Simplificar el flujo, o sea hacer que el flujo de los materiales a lo largo del proceso sea simple e integre las operaciones del proceso en lo posible en una sola dirección.
- Disminuir el manejo de los materiales, esto busca tratar que en lo posible los movimientos estén ligados a las actividades de valor agregado principalmente y utilizar el 100% de la capacidad del personal.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

3.1 LA EMPRESA

Cofres Altamirano es una pequeña empresa, que fabrica cofres mortuorios desde hace 15 años, logrando establecer en el mercado un posicionamiento estable con una producción de 35 cofres mensuales.

Sus procesos productivos han logrado establecer un producto que ha hecho expandir sus ventas en todo el país.

Ahora su nómina consta de diez personas distribuidas en toda la planta de producción.

Siempre pensando en la innovación, competitividad, mejora continua y atención al cliente el propietario de la fábrica ha permitido la elaboración de este trabajo basado en la filosofía Lean Manufacturing para aplicarlos en sus procesos productivos, para alcanzar a ser una de las empresas más importantes de Ambato y aspirando a ser a nivel nacional.



Figura 1. Logo Cofres Altamirano
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La estructura física de la fábrica está distribuida en un área de 225 m², en los cuales están designadas sus diferentes áreas de trabajo que fueron establecidas para desarrollar sus actividades por el propietario de la Empresa.

Cabe recalcar que esta instalación no fue construida con el objeto del funcionamiento de una fábrica, sino de vivienda, por lo que el dueño según su criterio estableció la distribución de las áreas para el desempeño del flujo productivo.

3.2 EL PROCESO

3.2.1 ÁREA DE MATERIA PRIMA

Es el espacio designado para el desembarque de la materia prima como planchas de acero, área que consta de 25 m² cubierto para evitar la exposición de las planchas a los fenómenos ambientales humedad, lluvia conservando de esta manera en un ambiente seco.

3.2.2 MATERIA PRIMA Y SUMINISTROS

La materia prima para la fabricación de cofres mortuorios metálicos es la plancha de acero de bajo contenido de carbono de 1 milímetro de espesor la que ofrece la resistencia mecánica suficiente para soportar los dobleces además para no generar un peso excesivo al cofre que lo transformaría en un objeto difícil de manipular, transportar y almacenar generando costos adicionales innecesarios.

Las dimensiones comerciales de la plancha de acero generalmente son las mismas y son de 2.75 m x 1.60 m con un peso aproximado de 17 kg.

Los suministros principales para la fabricación del cofre son el satín textil para el tapizado interior, los herrajes laterales, los electrodos de soldadura, la pintura y

barniz para el recubrimiento superficial, las bisagras para las tapillas y la tapa general



Figura 2. Fotografía de la materia prima plancha de acero

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.3 PARTES DEL COFRE MORTUORIO

3.2.3.1 Tapillas

Son los elementos superiores del cofre mortuorio, uno de ellos se articula mediante bisagras para que durante la velación sea posible observar el rostro del fallecido a través de un vidrio. La otra tapilla se mantiene unida permanentemente por puntos de soldadura al contramarco.

3.2.3.2 Contramarco

Este elemento se compone de cuatro secciones de acero dobladas y soldadas que sostienen a las tapillas, así conjuntamente; contramarco y tapillas forman la tapa general la cual se articula mediante bisagras para permitir el ingreso del cadáver que ocupará el ataúd.

3.2.3.3 Marco

Este elemento es una estructura metálica producto de la unión permanente por soldadura de cuatro láminas de acero a las que se les ha provisto de dobleces por conformado mecánico al frío. Estos dobleces se los realiza aplicando una deformación plástica a la plancha de acero utilizando tubos de acero de varias magnitudes de diámetro como matrices.

3.2.3.4 Base

Es una pieza metálica formada por dos planchas de acero provistas de dobleces lineales en secciones cortas y largas respectivamente, la razón por la que deben ser dos planchas de acero es por cuanto las longitudes comerciales de la materia prima no permite que se logre la extensión necesaria en una sola pieza, lo cual no genera un inconveniente mayor ya que solo se necesita unir por soldadura estos dos segmentos de forma similar.

3.2.4 PROCESOS DE PRODUCCIÓN

3.2.4.1 Área de producción

Es el área donde se encuentran distribuidas las distintas secciones de los procesos donde se fabrican los cofres, desde el trazado y corte hasta el final que es el embalaje; siendo de ubicación aislamiento especial las secciones de soldadura y pintura que necesitan condiciones particulares de ventilación e iluminación ya que involucran gases perjudiciales para el operador, por lo tanto las divisiones implican impedir que las partículas dispersas en el aire contaminen el resto de secciones del galpón pero conservando la ventilación para evacuar dichos gases por el otro extremo del área.

3.2.4.2 Recepción y almacenamiento de materia prima y suministros

Todas las materias primas y suministros necesarios para la fabricación del producto se reciben en un área especialmente adecuada para la descarga y almacenamiento de los distintos materiales especialmente el más importante, la plancha de acero al carbono.

Para facilitar el manejo de la plancha de acero, se almacena en estantes de estructura metálica, cada plancha en posición lateral en un ambiente seco y ventilado para evitar la oxidación en el material.

3.2.4.3 Trazado y Corte

Las planchas de acero al carbono se cortan según moldes estándar utilizando una tijera para metal sobre el suelo, cada pieza tiene especificaciones de tolerancias dimensionales y deforma con sus respectivos métodos de comprobación indicados en los moldes.



Figura 3. Fotografía proceso corte
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Son catorce piezas metálicas en total las que constituyen el cuerpo del cofre, cuatro para formar el marco, cuatro para formar el contramarco, dos para las tapillas, dos para la base, y dos pequeñas para las juntas laterales de las tapillas. Todas estas piezas metálicas se deben obtener de tal forma a partir de la plancha que se aproveche al máximo la superficie de la plancha de acero.

3.2.4.4 Doblado.

Los distintos dobleces se realizan con el mismo equipo que es una dobladora de planchas de acero.



Figura 4. Fotografía proceso doblado
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Para cada radio de curvatura se utilizan distintos diámetros de tubo de acero galvanizado que hacen la función de matrices de conformado mecánico. Cada una de las operaciones de doblado tiene especificaciones en cuanto al ángulo de doblado y tolerancia de forma referente a la paralelidad de la línea de dobles con respecto al margen de la pieza metálica.

Los dobleces en las láminas de acero se los realiza utilizando tubos de distintos diámetros como matriz de conformado. Cada perfil de las piezas debe ser correspondiente en pares respecto a la moldura a la que pertenece, de tal manera: dos largas de marco y dos cortas de marco a continuación dos largas de contramarco y dos cortas de contramarco.

3.2.4.5 Soldadura.

En una mesa adecuada para mantener las piezas de los elementos componentes de los elementos del cofre juntas, se efectúa el proceso de unión permanente con soldadura eléctrica por arco con electrodo revestido (SMAW, Shield Metal ArcWelding).



Figura 5. Fotografía proceso soldadura
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La soldadura SMAW o más conocida como por electrodo revestido es muy conveniente por su relativo bajo costo con relación a otros métodos o técnicas de soldadura como GMAW.

La primera soldadura se la realiza en la junta de las piezas del contramarco para formar este elemento, de forma similar se unen permanentemente las piezas del marco.

A continuación se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, este conjunto ya constituye el asiento estructural del cofre metálico.

3.2.4.6 Rectificado y Masillado

Posteriormente se procede con un proceso de rectificación del cordón de soldadura en las zonas afectadas por el calor provocado por el arco de soldadura con una amoladora. Finalmente se aplica la masilla con una espátula para proveer la forma definitiva de la unión siguiendo el patrón del radio de curva respectivo a cada sección de la junta.

3.2.4.7 Ensamble

Los cuatro elementos principales metálicos componentes del cofre: tapas, marco, contramarco y base, llegan a este proceso unidos en pares correspondientes de esta manera; tapas y contramarco juntos y marco con la base juntos. Para el ensamble definitivo se usan bisagras para proporcionar la articulación de la tapa general.



Figura 6. Fotografía proceso ensamble
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.4.8 Pintura

El proceso de tratamiento superficial al cuerpo estructural metálico del cofre se efectúa con un compresor de aire, primero se aplica en todo el cofre una base de fondo color gris para posteriormente utilizar el color definitivo. A continuación se procede a dar al cofre aspecto natural de superficie de madera, finalmente se aplica el barniz sellador a toda el área exterior del cofre. Con esto se proporciona el aspecto exterior definitivo del cofre.



Figura 7. Fotografía proceso pintura
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.4.9 Tapizado interior

En la base interior del cofre se coloca una plancha de espuma acolchada de 25 milímetros de espesor y a modo de almohada una pieza más gruesa del mismo material en la cabecera del cofre, seguidamente se procede a tapizar las superficies interiores con el satín adhiriéndolo con pegamento. En la tapilla el tapizado se lo realiza con unos dobleces especiales ya que este elemento va a estar a la vista por lo tanto constituye un detalle de elegancia.



Figura 8. Fotografía proceso tapizado interior

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.4.10 Ensamble de herrajes

Los herrajes de material polímero (plástico) se remachan al contorno del cofre añadiendo una barra de acero doblada del mismo color del cofre para proveer el ornamento estético al cofre, las perforaciones necesarias para remachar los herrajes se realizan en los puntos determinados en el diseño. Finalmente se remacha una cruz del mismo material y color de los herrajes en la tapilla del cofre.

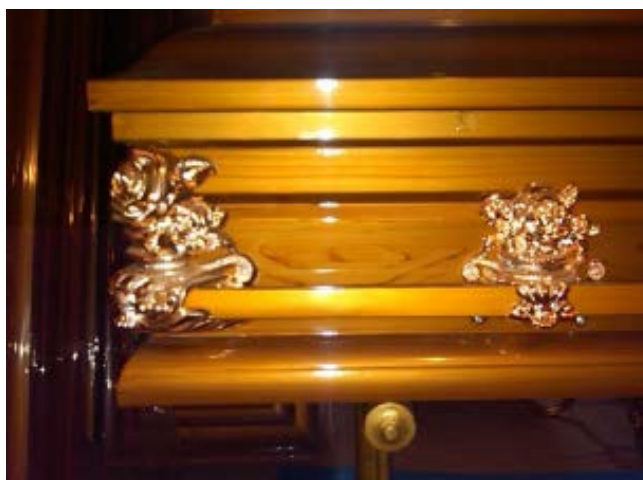


Figura 9. Fotografía proceso ensamble de herrajes

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.4.11 Embalaje

Los cofres se empacan recubriéndolos de un polímero elástico especial para embalaje transparente con la finalidad de evitar rayones y golpes en la superficie del cofre durante su transporte hasta la empresa de servicios exequiales o agencia funeraria. Este material para embalaje es muy fácil de conseguir en locales comerciales.

3.2.4.12 Transporte

El producto aunque no genera un peso representativo si ocupa un espacio considerable para su transporte debido a la naturaleza hueca de un cofre, por ello se debe transportar en andenes especialmente adecuados en una camioneta, que además deben ofrecer una protección contra rayones, golpes y otros incidentes que afectarían la apariencia exterior de la superficie del cofre, con esta finalidad se utilizan colchones implementados en cada una de las plataformas. De esta manera es posible transportar hasta un máximo de veinte

y cinco cofres tamaño estándar en un vehículo camión Chevrolet con total seguridad.

3.2.5 MAPA DE LA SITUACIÓN INICIAL DE LA CADENA DE VALOR EN LA EMPRESA

La información que proporciona el cliente inicia de derecha a izquierda. Esta va fluyendo hasta el departamento de control de producción que en la fábrica Cofres Altamirano es el propietario y a su vez éste le va a proporcionar al proveedor la información generando pedidos de materia prima y suministros (la plancha de acero de bajo contenido de carbono de un milímetro de espesor, satín textil para el tapizado interior, los herrajes laterales, los electrodos de soldadura, la pintura, barniz para el recubrimiento superficial y las bisagras) a los diferentes proveedores.

La operación se efectúa mediante comunicaciones con los proveedores de la empresa, estas solicitudes de materia prima y suministros se las realiza mensualmente y el volumen va a depender de la cantidad de producto final que se haya vendido en el mes.

Vale acotar que no existe ningún documento formal que dé respaldo a la solicitud vertida por el propietario de la Fábrica.

Los proveedores de la materia prima y suministros después de haber tomado la solicitud de pedido, tardan 15 días en entregar el material en la fábrica en el lugar establecido para la recepción.

En la bodega de la Empresa que consta de un área de 25 m², se almacena la materia prima y suministros necesarios para realizar la actividad de la Empresa.

Una vez que se receipta la materia prima y suministros, empieza los procesos de producción. De inmediato el propietario de la fábrica como representante

principal genera verbalmente un pedido de trabajo que se comunica a cada uno de los puestos de trabajo.

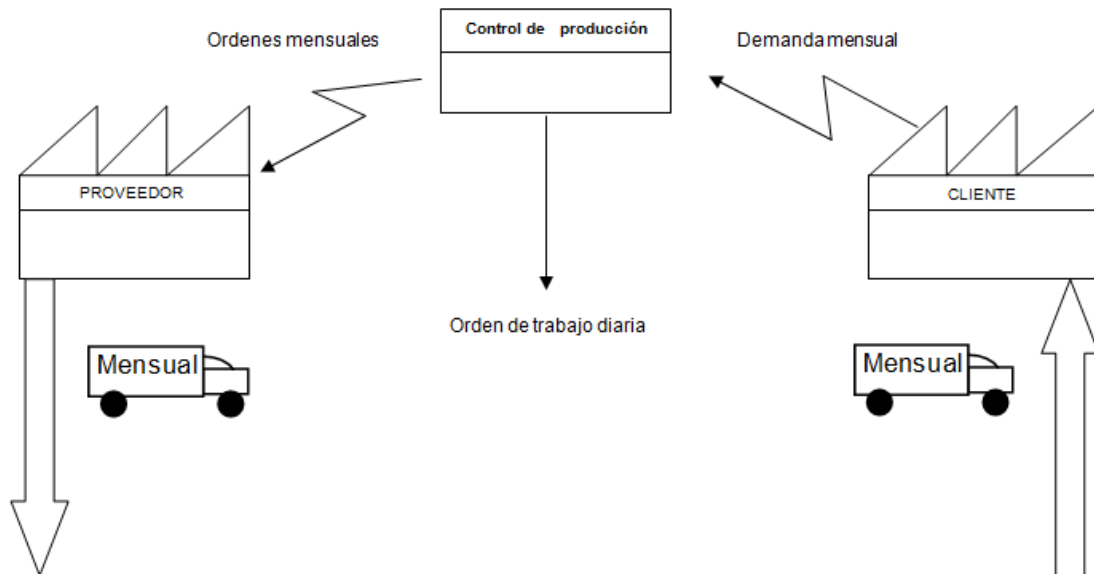


Figura 10. Flujo de información

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Una vez reconocido el flujo de información, se realiza el mapeo del flujo de material, Figura10, muestra dicho flujo. El flujo de información del proceso de materiales se anota en la parte inferior de la hoja del mapeo de la cadena de valor.

Empieza con la estación de trabajo de corte y trazado, en esta operación la plancha de acero al carbono se corta según modelos primero trazando con un rayador, metro y matrices la plancha de acero, después el mismo operario que realiza el proceso de cortado es el encargado en doblar y proporcionar la forma estructural y de diseño de las piezas. Los distintos dobleces se los realiza con

un equipo que es una dobladora de plancha de acero, el operario debe realizar catorce piezas metálicas que se extraen a partir de la plancha de acero.

En la jornada de trabajo de 8 horas, el operario corta 30 planchas de acero, posteriormente pasa al proceso de soldadura, que la realiza un solo operario, aquí se efectúa el proceso de unión permanente de las piezas dobladas mediante soldadura eléctrica, subsiguiente pasa a la estación de ensamblado que es unir todas las piezas ya conformadas en pares correspondientes de esta manera; tapas y contramarco juntos y marco con la base juntos para el ensamble final.

Inmediatamente pasa al proceso de macillado, una vez realizado las uniones permanentes mediante soldadura eléctrica de las 14 piezas dobladas, los elementos principales ya mencionados en 3.2.3, ya han quedado constituidos. En esta etapa se procede a aplicar macilla con una espátula para dar el patrón del radio de curva a cada sección, esta labor la realiza el mismo operario que efectuó la suelda.

El siguiente paso es unir todas las piezas ya conformadas en pares correspondientes de esta manera; tapas y contramarco juntos y marco con la base juntos para el ensamble final.

El operario en su poder ya tiene las bisagras que servirán para proporcionar la articulación de la tapa general.

Cuando ya se ha receptado el esqueleto del ataúd en el área de pintura, el operario ubica unos caballetes para sobre ellos colocar el cofre y poder mediante un soplete y un compresor de aire dar tratamiento al cuerpo exterior del cofre con una base de fondo de color gris para posteriormente utilizar el color definitivo, finalmente se aplica el barniz sellador.

Luego que el cofre está pintado se procede a llevar el cofre al área de tapizado interior donde se coloca una plancha de espuma y una especie de almohada en

la cabecera del cofre para seguidamente tapizar la superficie interior con el satín adhiriendo con pegamento.

Seguidamente el cofre pintado pasa al proceso de ensamble de herrajes, que se remachan al contorno del cofre figuras plásticas para brindar ornamentos estéticos al cofre, finalmente se remacha una cruz del mismo material y color de los herrajes en la tapilla del cofre.

Más tarde continua con la operación de embalaje donde los cofres se empacan recubriéndolos de un polímero elástico especial para embalaje transparente con la finalidad de evitar rayones y golpes en la superficie del cofre.



Figura 11. Flujo de materiales
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.5.1 Reconocimiento del área de trabajo

Se procedió a un reconocimiento del área de trabajo, la cual consta de 9 estaciones de trabajo, con 9 trabajadores, en la Tabla 3 muestra cómo están distribuidos dichos trabajadores.

Tabla 3. Número de trabajadores por estación de trabajo

Estación de trabajo	Número de operarios
trazado y corte	1
doblado	1
soldadura	1
rectificado macillado	1
ensamble	1
pintura	1
tapizado	1
ensamble de herrajes	1
embalaje	1

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.5.2 Realización de cálculos

Se realiza los cálculos de los tiempos con cronómetro en el formato Anexo 1, obteniendo la Tabla 4.

Tabla 4. Cálculo registro de tiempo con cronómetro

	Actividad	1	2	3	Número Muestras	Tiempo Promedio
		Tiempo	Tiempo	Tiempo		
1	Trazado y Corte	12,3	11,8	10,9	3	11,7
2	Doblado	26,7	26,3	25,1	3	26
3	Soldadura	37,1	35,2	34,6	3	35,6
4	Rectificado y Macillado	48,9	46,7	47,4	3	47,7
5	Ensamble	19,3	17,1	13,2	3	16,5
6	Pintura	60	55,8	53,9	3	56,6
7	Tapizado	44,1	40,8	38,5	3	41,1
8	Ensamble de Herrajes	12,4	8,4	9,2	3	10,0
9	Embalaje	8,1	5,6	4,4	3	6,0

Observaciones:

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 5. Simbología

TC: Tiempo de Ciclo
TCP: Tiempo de Cambio Entre Productos
TTD: Tiempo de Trabajo Disponible

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

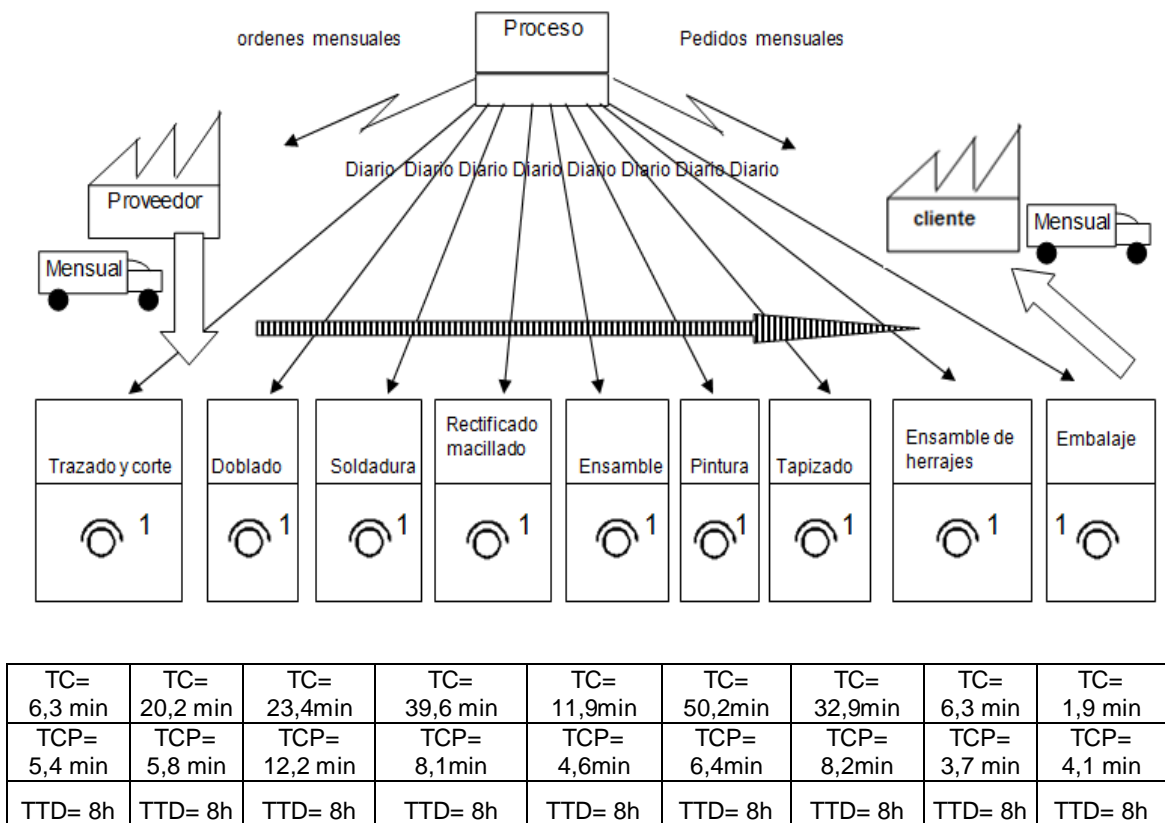


Figura 12. Mapeo de la cadena de valor

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 6. Tiempo de ciclo

Tiempo de Ciclo	192,7	minutos por cada cofre
Tiempo total de Producción	251,2	minutos
Tiempo de Valor no agregado	58,5	minutos

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

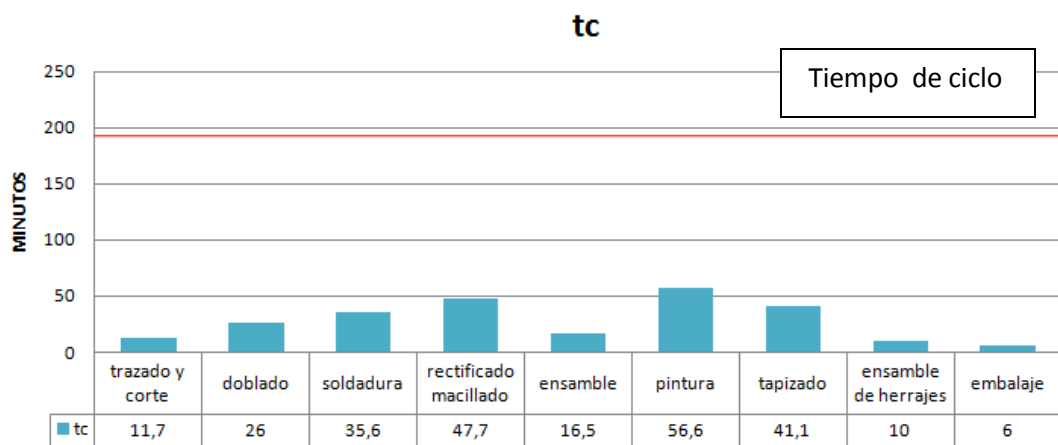


Figura 13. Gráfica del balance de trabajo estado actual

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Esto significa que deberá ser ensamblado un cofre cada 192,7 minutos para satisfacer la demanda del cliente.

2	Trazar con el rayador las planchas de acero de carbono sobre el suelo	Espera	El rayador, el metro y las matrices no tiene un lugar fijo y toma tiempo encontrarlo
		Movimientos innecesarios	Los operarios se agachan, mueve y levanta las herramientas para encontrar su equipo
3	Cortar según moldes estándar con una tijera metálica sobre una mesa	Espera	Las tijeras se prestan entre operarios y se demoran en ir a traer de una estación a otra el equipo
Actividad			
Nº		Doblado	
	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Retirar las piezas de la estación trazado y corte	Transporte	El área de trazado y corte se alejado del área de doblado
2	Escoger los tubos de distintos diámetros según el tipo de dobles y de ataúd que se vaya a realizar	Espera	El proceso se detiene mientras se busca y cambia los tubos
		Movimientos innecesarios	Los operarios se agachan, mueve y levanta las herramientas para encontrar los tubos
3	Colocar las piezas en la dobladora		
4	Realizar el doblado en pares respecto al molde al que pertenece		

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla8. Identificación de desperdicios soldadura

Actividad		Soldadura	
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Retirar las pieza dobladas y llevarlas a la estación de soldadura	Transporte	El área de doblado está alejado del área de soldadura
2	Con la suelda se procede a unir la piezas del contramarco	Movimientos innecesarios	Los operarios no tiene un lugar específico para los electrodos, se demoran en buscarlos
3	Con la suelda se procede a unir la piezas del marco	Movimientos innecesarios	Los operarios no tiene un lugar específico para los electrodos, soldadora y se demoran en buscarlos
4	Se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, que constituye el asiento estructural del cofre metálico.	Movimientos innecesarios	Los operarios tienen que retirar el material que esta sobre la soldadora

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 9. Identificación de desperdicios rectificado y macillado

Actividad		Rectificado y Macillado	
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Transportar el esqueleto del ataúd hacia el segundo piso donde es el área de rectificado y macillado	Transporte	El área de soldadura está alejado del área rectificado
2	Desgaste del cordón de soldadura con la moladora	Movimientos innecesarios	Los operarios no tiene un lugar específico para moladora y su EPP , se demoran en buscarlos
3	Macillado de las partes donde se realizó el desgaste	Movimientos innecesarios	Preparación de la macilla
4	Transporte del ataúd rectificado y macillado a los potros para su lavado	Transporte	Movimiento del ataúd de un lugar a otro
5	Lavado con un desoxidante	Espera	Tiempo de espera 30 minutos

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 10. Identificación de desperdicios ensamble

Actividad		Ensamble	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Coloca las bisagras para proporcionar la articulación de la tapa general	Transporte	Movimiento del cofre

Fecha: 31/05/2013 Elaborado por: Cristian Giovanni Hidalgo A		7 desperdicios básicos	
		1. Sobre producción	
		2. Transporte	9
		3. Tiempo de espera	5
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	8

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 11. Identificación de desperdicios pintura

Actividad		Pintura	
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Transporte desde el área de macillado hacia el área de pintura donde se coloca el ataúd en unos taburetes diseñados	Transporte	Se transporta el ataúd desde el segundo piso hasta el tercer piso donde está el área de pintado
2	El operario seca con un trapo el ataúd		
3	Primera mano de pintura el fondo		
4	Preparar el tinte con el color definitivo	Tiempo de espera	Se demora en preparar el tinte 15 minutos
5	Pintar con el color definitivo		
6	Abrillantar 3 pasadas		


		Formato de Identificación de los 7 Desperdicios Básicos	
Fecha:	31/05/2013	7 desperdicios básicos	
Elaborado por:	Cristian Giovanni Hidalgo A	1. Sobre producción	
		2. Transporte	9
		3. Tiempo de espera	5
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	8

Tabla 12. Identificación de desperdicios tapizado, ensamble de herrajes

Actividad		Tapizado	
N ^o	Pasos	Desperdicio	causa del desperdicio
1	Transportar el ataúd al desde el tercer piso hasta la planta baja	Transporte	Se transporta el ataúd desde el tercer piso donde está el área de pintado hasta la planta baja de otro cuarto donde está el área de tapizado
2	Poner las almohadas piolas, plásticos, colchonetas y adornos en el ataúd	Movimientos innecesarios	El operario se demora en encontrar el material para ejecutar su trabajo
Actividad		Ensamble de Herrajes	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	El operario remacha los herrajes de plástico al contorno del cofre	Transporte	Se transporta el ataúd desde el área de tapizado hasta el área de ensamble de herrajes
2	Remachar la cruz en la tapilla del cofre		

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)





Tabla 13. Identificación de desperdicios embalaje, transporte

Actividad		Embalaje	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Los cofres se empaquetan recubriéndolos de un polímero elástico especial para embalaje transparente con la finalidad de evitar rayones y golpes en la superficie del cofre		
Actividad		Transporte	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Los ataúdes son cargados en el camión para su entrega posterior	Transporte	El ataúd es transportado desde el área de bodega que está en el segundo piso hasta el camión

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)




Para evidenciar la existencia de los desperdicios identificados y mencionados se muestran registros fotográficos de los mismos, indicando en que actividad se producen.

Tabla 14. Evidencia de los desperdicios trazado y corte

Actividad		Trazado y Corte	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Colocar las planchas de acero desde la bodega hacia el suelo	Transporte	
2	Trazar con el rayador las planchas de acero sobre el suelo	Espera	
		Movimientos innecesarios	
3	Cortar según moldes estándar con una tijera metálica sobre una mesa	Espera	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 15. Evidencia de los desperdicios doblado

Actividad		Doblado	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Retirar las pieza cortadas y llevarlas a la estación de doblado	Transporte	
2	Escoger los tubos de distintos diámetros según el tipo de dobles y de ataúd que se vaya a realizar	Espera	
		Movimientos innecesarios	
3	Colocar las piezas en la dobladora		
4	Realizar el doblado en pares respecto al molde a la que pertenece		


(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 16. Evidencia de los desperdicios soldadura

Actividad		Soldadura	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Retirar las pieza dobladas y llevarlas a la estación de soldadura	Transporte	
2	Con la suelda se procede a unir la piezas del contramarco	Movimientos innecesarios	
3	Con la suelda se procede a unir la piezas del marco	Movimientos innecesarios	
4	Se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, que constituye el asiento estructural del cofre metálico.	Movimientos innecesarios	



(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 17. Evidencia de los desperdicios rectificando y macillado

Actividad		Rectificado y Macillado	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Transportar el esqueleto del ataúd hacia el segundo piso donde es el área de rectificando y macillado	Transporte	
2	Desgaste del cordón de soldadura con la moladora	Movimientos innecesarios	
3	Macillado de las partes donde se realizó el desgaste	Movimientos innecesarios	
4	Transporte del ataúd rectificando y macillado a los potros para su lavado	Transporte	
4	Lavado con un desoxidante	Espera	




(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 18. Evidencia de los desperdicios ensamble y pintura

Actividad		Ensamble	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Coloca las bisagras para proporcionar la articulación de la tapa general		
Actividad		Pintura	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Transporte desde el área de macillado hacia el área de pintura donde se coloca el ataúd en unos taburetes diseñados	Transporte	
2	El operario seca con un trapo el ataúd		
3	Primera mano de pintura el fondo		
4	Preparar el tinte con el color definitivo	Espera	
5	Pintar con el color definitivo		
6	Abrillantar 3 pasadas		


(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 19. Evidencia de los desperdicios tapizado y ensamble de herrajes

Actividad		Tapizado	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Transportar el ataúd desde el tercer piso hasta la planta baja	Transporte	
2	Poner las almohadas piolas, plásticos, colchonetas y adornos en el ataúd	Movimientos innecesarios	
Actividad		Ensamble de Herrajes	
N°	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	El operario remacha los herrajes de plástico al contorno del cofre	Transporte	
2	Remachar la cruz en la tapilla del cofre		

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 20. Evidencia de los desperdicios embalaje

Actividad		Embalaje	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Los cofres se empacan recubriéndolos de un polímero elástico especial para embalaje transparente con la finalidad de evitar rayones y golpes en la superficie del cofre		
Actividad		Transporte	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Evidencia fotográfica
1	Los ataúdes son cargados en el camión para su entrega posterior	Transporte	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Se puede identificar en el proceso de producción de cofres mortuorios posee un total de 9 actividades y para su ejecución son necesarios 29 pasos.

Una vez identificados los desperdicios el total de pasos productivos son 9 y los pasos afectados son 20 (Tabla21).

Tabla 21. Productividad vs desperdicio actual

Productividad vs Desperdicio		
Pasos sin desperdicio	9	31,03%
pasos con desperdicio	20	68,96%
total pasos proceso productivo	29	100%

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 22. Priorización de desperdicios detectados

DESPERDICIO	OCURRENCIA	PORCENTAJE	ACUMULADO
1. Transporte	9	41%	41%
2. Movimientos	8	36%	77%
3. Tiempo de espera	5	23%	100%
4. Procesos Inapropiados	0	0%	100%
5. Sobre producción	0	0%	100%
6. Exceso de inventario	0	0%	100%
7. Defectos	0	0%	100%
total	22	100%	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

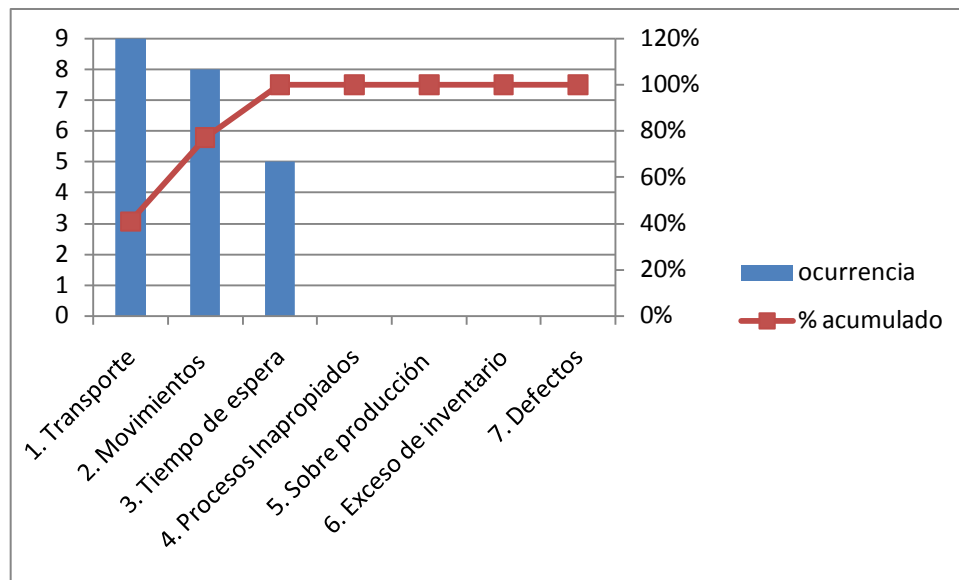


Figura 14. Grafica diagrama de Pareto - 7 desperdicios

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Por el principio de Pareto, se concluyó que la mayoría de los problemas en la fábrica que causan desperdicio, son las 2 primeros, los pocos vitales, de manera que si se eliminan desaparece la mayor parte de los desperdicios.

De la Tabla 22. Priorización de desperdicios detectados se pudo identificar:

- a) El tiempo de espera innecesaria, producido básicamente porque al operario le toma tiempo extra encontrar las herramientas necesarias para realizar la actividad, existe mucho desorden en las estaciones de trabajo y se detecta producto en proceso en espera.
- b) Otro desperdicio detectado es el transporte que se produce porque hay traslados de producto en procesos de una estación a otra de trabajo tomando en cuenta que cada área está ubicado a una distancia lejana, el proceso no está diseñado para un flujo continuo.

- c) El último desperdicio son los movimientos innecesarios que los operarios realizan al ejecutar pasos que están fuera de la operación establecida.

La falta de orden y limpieza es el común denominador en cada puesto de trabajo por lo que es primordial aplicar una metodología para solucionar la situación actual.



Figura 15. Productividad vs desperdicio
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

3.2.7 SELECCIÓN DE HERRAMIENTA

Después de conocer que el 69% de los procesos productivos están afectados por los desperdicios antes mencionados 2.1.1, se establecerán las medidas correctivas aplicando según los desperdicios encontrados la herramienta oportuna, apuntando a su eliminación.

Tabla 23. Selección de herramientas Lean Manufacturing

DESPERDICIO	OCURRENCIA	HERRAMIENTA
1. Sobre producción	0	
2. Transporte	9	celdas de manufactura
3. Tiempo de espera	5	5S
4. Procesos Inapropiados	0	
5. Exceso de inventario	0	
6. Defectos	0	
7. Movimientos	8	5S

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Para dar solución a los problemas detectados en la fábrica Cofres Altamirano se hizo un análisis de todas las herramientas que forman parte de la filosofía Lean Manufacturing, lo que lleva a la decisión de proponer un sistema de implementación para las herramientas 5S y Celdas de Manufactura que son las herramientas que más se adaptan a minimizar y/o eliminar el impacto que producen los defectos detectados.

La herramienta 5S enfoca principalmente a lograr el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en las estaciones de trabajo, ya que cuando el ambiente laboral está organizado y limpio la productividad aumenta eliminando desperdicios y haciendo bien las cosas.

La implementación de Celdas de Manufactura permitirá la distribución de los puestos de trabajo y maquinaria en los procesos productivos determinando fuertemente los resultados del mismo. Una buena distribución de los recursos productivos dará como resultado los volúmenes de producción requeridos, con el cumplimiento de los requisitos establecidos por el cliente y en el tiempo requerido.

4. IMPLANTACIÓN

4. IMPLANTACIÓN

4.1 IMPLANTACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S

Una vez expuestos los problemas y las herramientas a implantar para dar solución, se procede a la propuesta de implantación de las herramientas escogidas para el mejoramiento productivo en la fábrica Cofres Altamirano.

Para la implantación de 5S mediante el funcionamiento más eficiente y uniforme de las personas en las estaciones de trabajo, adecuando el ambiente laboral siempre organizado y limpio la productividad aumenta eliminando desperdicios y haciendo bien las cosas.

Se han establecido tres fases que engloban sistemáticamente a 5S Tabla24.

Tabla 24. Diagrama de implementación por etapas de las 5S

5S	FASES DE LA IMPLEMENTACION 5S		
	LIMPIEZA INICIAL	OPTIMIZACION	PERPETUIDAD
	1	2	3
clasificar	separar lo útil de lo que es inútil	clasificar las cosas útiles	estabilizar
orden	tirar lo que es inútil	definir la manera de dar un orden a los objetos	mantener
limpieza	limpiar las instalaciones	localizar los lugares difíciles de limpiar y buscar una solución	mejorar
estandarización	eliminar lo que no es higiénico	determinar las zonas sucias	evaluar
disciplina	acostumbrarse a aplicar las 5S en el equipo de trabajo y respetar los procedimientos en el lugar de trabajo		evaluar

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.1.2 Diagrama de implementación por etapas

4.1.2.1 Limpieza inicial

La primera etapa de la implantación se centra principalmente en una limpieza a fondo del sitio de trabajo, esto quiere decir que se saca todo lo que no sirve del

sitio de trabajo y se limpian todos los equipos e instalaciones a fondo, dejando un precedente de cómo es el área de trabajo si se mantuviera siempre así.

4.1.2.2 Optimización

La segunda etapa de la implantación se refiere a la optimización de lo logrado en la primera etapa, esto quiere decir, que una vez dejado solo lo que sirve, se tiene que pensar en cómo mejorar lo que está con una buena clasificación.

4.1.2.3 Perpetuidad

Se orienta a mantener todo lo logrado y a dar una viabilidad del proceso con una filosofía de mejora continua.

La fábrica Cofres Altamirano cuenta con 9 personas, el dueño de la empresa será el responsable de supervisar la producción como líder con el objeto que esté pendiente de cada fase de la implementación de la misma, aunque cabe mencionar que cada operario es el responsable por aplicar 5S en su puesto de trabajo con el fin de mantener la perpetuidad de la herramienta.

4.1.3 Seiri (separar)

El Propósito es separar, es decir de los puestos de trabajo retirar todos los elementos innecesarios para las operaciones cotidianas. Los elementos necesarios se deben mantener cerca de la acción, mientras que los innecesarios se deben retirar del sitio, vender, donar, transferir o eliminar.

Para esto se elaboró un formato de verificación con la cual se clasificarán los recursos físicos necesarios para cada actividad, en el mismo se analizará cada una de las áreas de trabajo identificado los recursos necesarios e innecesarios para luego establecer una reubicación. Esta actividad se desarrolló con cada uno de los dueños de los procesos o cada operario según el puesto de trabajo.

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios



		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Trazado y Corte	troncos de maderas		x	basura
	rayador	x		herramienta utilizada en el proceso
	metro	x		herramienta utilizada en el proceso
	sobranante de toll cortado		x	se debe retirar
	playo	x		herramienta utilizada en el proceso
	tijera metálica	x		herramienta utilizada en el proceso
	guantes	x		equipo de protección
	casco de soldar		x	no cumple ninguna función
	amoladora		x	no cumple ninguna función
	silla plástica		x	no cumple ninguna función
	planchas de toll	x		principal insumo

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Doblado	tubos de acero	x		herramienta utilizada en el proceso
	máquina dobladora	x		herramienta utilizada en el proceso
	baldes		x	no cumple ninguna función en el área
	tanque de gas		x	no cumple ninguna función en el área
	cartones y fundas		x	basura
	láminas cortadas	x		principal insumo para el proceso
	guantes	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad


(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios			
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación	
Soldadura	mesa	x		donde se realiza el proceso de unión	
	piezas cortadas y dobladas	x		principal insumo para el proceso	
	soldadora	x		herramienta utilizada en el proceso	
	guantes	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad	
	electrodos	x		herramienta utilizada en el proceso	
	casco	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad	
	metro			x	no cumple ninguna función en el área
	piezas soldadas			x	se debe retirar para mantener el área limpia

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...


		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Rectificado y macillado	amoladora	x		herramienta utilizada en el proceso
	masilla	x		herramienta utilizada en el proceso
	espátula	x		herramienta utilizada en el proceso
	baldes		x	se debe retirar para mantener el área limpia
	botas	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad
	gafas	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad
	potros	x		herramienta utilizada en el proceso
	discos para la amoladora	x		herramienta utilizada en el proceso
	esqueleto del cofre	x		principal insumo para el proceso

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Ensamble	bisagras	x		herramienta utilizada en el proceso
	tornillos	x		herramienta utilizada en el proceso
	soldadora	x		herramienta utilizada en el proceso
	desarmadores	x		herramienta utilizada en el proceso

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios			
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación	
Pintura	compresor	x		herramienta utilizada en el proceso	
	cartones		x	no cumple ninguna función en el área	
	guantes	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad	
	canecas	x		herramienta utilizada en el proceso	
	potros	x		herramienta utilizada en el proceso	
	maskarilla	x		equipo de protección necesario para realizar la actividad	
	desperdicios			x	basura
	sobrantes de pintura			x	se debe retirar para mantener el área limpia

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...


		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Tapizado interior	plancha de espuma acolchonada	x		herramienta utilizada en el proceso
	pegamento	x		herramienta utilizada en el proceso
	tornillos	x		herramienta utilizada en el proceso
	periódico	x		herramienta utilizada en el proceso
	tijeras	x		herramienta utilizada en el proceso
	encajes	x		herramienta utilizada en el proceso
	vasos		x	no cumple ninguna función en el área
	camiseta		x	basura
	celular		x	no cumple ninguna función en el área
	baldes		x	no cumple ninguna función en el área

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...


		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Tapizado interior	plásticos		x	no cumple ninguna función en el área
	cartones		x	no cumple ninguna función en el área
	potros	x		herramienta utilizada en el proceso

Tabla 25. Diagrama de identificación de recursos necesarios continuación...

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación
Ensamble de herrajes	herrajes	x		herramienta utilizada en el proceso
	remachadora	x		herramienta utilizada en el proceso
Embalaje	Polímero elástico	x		herramienta utilizada en el proceso



Figura 16. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 17. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 18. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 19. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 20. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 21. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 22. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 23. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 24. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 25. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 26. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 27. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 28. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 29. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)



Figura 30. Evidencia de los recursos
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.1.4Seiton (ordenar)

En este punto pretende ubicar los elementos necesarios en sitios donde se pueda encontrar fácilmente para su uso y una vez finalizado la tarea sean regresados al sitio correspondiente.

Con esto se consigue que las herramientas y los materiales se los visualice de forma rápida, mejorando el área y mejorando la ejecución de las actividades.

Cuando se determinan los recursos necesarios para el desarrollo de las actividades se procederá a distribuir o reubicar ordenadamente los recursos.

Tabla 26. Diagrama asignación de recursos área trazado y corte

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Trazado y Corte	rayador
	metro
	playo
	tijera metálica
	guantes
	plancha de toll

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 27. Diagrama asignación de recursos área doblado

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Doblado	tubos de acero
	máquina dobladora
	láminas cortadas
	guantes

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla28. Diagrama asignación de recursos área soldadura

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Soldadura	mesa para soldar
	piezas dobladas y cortadas
	soldadora
	guantes
	electrodos
	casco

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 29. Diagrama asignación de recursos área rectificado y macillado

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Rectificado y Macillado	amoladora
	masilla
	espátula
	botas
	gafas
	potros
	discos para la amoladora
	esqueleto del ataúd

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 30. Diagrama asignación de recursos área ensamble

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Ensamble	bisagras
	tornillos
	soldadora
	desarmadores

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 31. Diagrama asignación de recursos área pintura

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Pintura	compresor
	guantes
	canecas
	potros
	maskarilla

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 32. Diagrama asignación de recursos área tapizado interior

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Tapizado Interior	plancha de espuma acolchonada
	pegamento
	tornillos
	periódico
	tijeras
	encajes

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 33. Diagrama asignación de recursos área ensamble de herrajes

ÁREA	RECURSOS NECESARIOS
Ensamble de Herrajes	herrajes plásticos
	remachadora

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 34. Diagrama asignación de recursos área ensamble de herrajes

AREA	RECURSOS NECESARIOS
embalaje	Polímero elástico

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Se dará ubicación para cada una de las herramientas, materiales o recursos que se necesitan expuestos en las tablas según el área, dichos materiales serán ubicados ya sea empotrados en la pared o en un tablero y ubicaciones más específicas para materiales más grandes, siempre tomando en cuenta que los recursos estarán ubicados lo más cerca al operario.

De la misma forma en la pared o en el tablero donde vayan a colocarse los equipos y recursos se colocaran etiquetas de identificación para establecer un lugar específico donde se colocaran después de ser utilizados.

4.1.5 Seiso (limpiar)

Para aplicar este principio se estableció que: cada operario es responsable de mantener ordenado y limpio diariamente su puesto de trabajo antes, durante y después de la jornada de trabajo.

Los principales puntos a tomar en cuenta por cada operario será:

- Revisar y mantener limpio las estantería y estaciones de trabajo
- Revisar la pelusa, polvo, aceite, mermas asegurando pisos paredes gradas cajones y maquinaria

- Colocar las basuras y material de desperdicio en lugares respectivos y colocados estratégicamente para que no sean un obstáculo.


Para una mejor aplicación de este principio se desarrolló un formato de verificación de orden y limpieza.

Este formato se utilizará al finalizar cada semana de labores.

Tabla 35. Formato de verificación de orden y limpieza

		Formato de Verificación de Orden y Limpieza	
Fecha de inspección	Responsable		
Calificación :	1 muy malo		
	2 malo		
	3 regular		
	4 bueno		
	5 excelente		
Maquinaria y Equipos		Calificación	
Se encuentran limpios y libres en su entorno de todo material innecesario		<input type="text"/>	
Poseen las protecciones y los dispositivos de seguridad en funcionamiento		<input type="text"/>	
Se encuentran libres de filtraciones innecesarias de aceite o grasas		<input type="text"/>	
Herramientas		Calificación	
Están almacenadas en cajas o paneles adecuados		<input type="text"/>	
Se guardan limpias y libres de suciedad		<input type="text"/>	
Las herramientas que tiene cables están en buen estado las conexiones		<input type="text"/>	
Están en condiciones seguras para su utilización		<input type="text"/>	

Tabla 35. Formato de verificación de orden y limpieza continuación...

		Formato de Verificación de Orden y Limpieza	
Fecha de inspección	Responsable		
Calificación :	1 muy malo		
	2 malo		
	3 regular		
	4 bueno		
	5 excelente		
Suelos		Calificación	
Permanecen secos limpios y sin desperdicios o basura		<input type="text"/>	
Son seguros y están libres de obstrucciones		<input type="text"/>	
Están marcados claramente		<input type="text"/>	
Materia Prima e Insumos		Calificación	
Está ubicado ordenadamente y respectivamente en cada estación		<input type="text"/>	
Equipos de protección individual		Calificación	
Se guardan en lugares específicos de uso personal		<input type="text"/>	
Se encuentran limpios y en buen estado		<input type="text"/>	
Almacenaje		Calificación	
Los cofres están apilados en sitios sin invadir zonas de paso		<input type="text"/>	
Los cofres se cargan de manera segura, limpia y ordenada		<input type="text"/>	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.1.6 Seiketsu (estandarizar)

Esta "S" está relacionada directamente con las 3 anteriores ya que lo que busca esencialmente es poder conservar lo ya alcanzado, por lo que se debe implantar como una cultura entre todos los que trabajan, administrativos, dueños y todos los involucrados en la organización, para que la herramienta funcione.

Tabla 36. Formato del procedimiento de gestión


	Procedimiento de Gestión	Fecha
		31/07/2013
		Revisión
		#1
1. Responsabilidad		
<p>Cada operario será responsable del mantenimiento del orden y la limpieza de sus aéreas de trabajo, maquinas, insumos y recursos. Cuando los equipos materiales y equipo de protección sean utilizados, el operario responsable debe colocar los mismos en el área asignada para cuando ya no vaya a utilizar. Siempre mantener las siluetas o etiquetas de identificación del recurso en buen estado y que su visibilidad sea clara. Realizar una limpieza de los equipos, instrumentos o maquinaria antes de iniciar la jornada laboral y se realizara una inspección cada semana sin fecha establecida. Verificar que las instalaciones estén en perfectas condiciones. La obligación de todos los miembros de la fábrica será velar y mejorar el ambiente de trabajo manteniéndolo limpio, agradable a la vista y como para trabajar, siempre proporcionando ideas para alcanzar la mejora continua.</p>		
2. Mantener el orden y limpieza		
<p>Los recursos para mantener el orden y limpieza son:</p>		
<p>* Materiales de aseo y limpieza</p>		
<p>* Lista de verificación (Tabla 35. Formato de Verificación de Orden y Limpieza)</p>		

Tabla 36. Formato del procedimiento de gestión continuación...


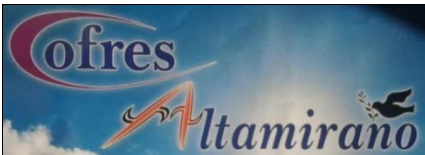
	<h2>Procedimiento de Gestión</h2>	Fecha
		31/07/2013
		Revisión
		#1
<p>3. Funciones del operario</p> <p>Mantener las áreas de trabajo limpias y despejadas de obstáculos</p> <p>Mantener las herramientas en buen estado</p> <p>Entre operarios crear una conciencia de limpieza y orden</p> <p>Mantener identificados los lugares escogidos para la colocación de las herramientas o materiales en la fábrica, para identificar fácilmente</p> <p>4. Seguimiento</p> <p>El Gerente y dueño de la Empresa realizara el seguimiento y control del orden y limpieza de la fábrica por parte del personal, así como el cumplimiento del presente procedimiento.</p> <p>Todos los documentos generados por la inspección, auditoria llevara el control el Gerente</p> <p>5. Inspección</p> <p>El Gerente y operarios de la Empresa realizaran controles visuales diarios buscando que las instalaciones estén impecables.</p>		

Tabla 36. Formato del procedimiento de gestión continuación...

	Procedimiento de Gestión	Fecha
		31/07/2013
		Revisión
		#1
<p>6. Auditorias</p> <p>Se realizarán auditorias cada 10 días y conforme vayan evolucionando las herramientas se ampliara el plazo, para realizar la auditoria se utilizara el formato (ANEXO2)</p> <p>7. Actualización</p> <p>El Gerente y dueño de la fábrica será el responsable de establecer la mejoras o actualizaciones a este procedimiento</p> <p>8. Conservación de la documentación</p> <p>La documentación relacionada debe ser conservada por la empresa, para poder establecer un registro de la mejora y evidencia de la misma</p>		

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.1.7 Shitsuke (disciplina)

La disciplina es un factor importante en la implantación de un sistema como las 5S, ya que sus efectos se deterioran rápidamente si no se es constante. Hay distintas formas de conseguir esta disciplina, pero sin duda es fundamental la difusión de las normas y procedimientos entre el personal. No basta con una simple comunicación, sino que conviene que los implicados vean las ventajas de seguir esa disciplina.

La práctica de la disciplina pretende acostumbrarse a aplicar las 5S en el sitio de trabajo y a respetar las normas del sitio de trabajo con rigor, respetando las normas, procedimientos y controles previamente desarrollados.

En lo que se refiere a la implantación de las 5S la disciplina se deteriora rápidamente:

La disciplina no se puede medir a diferencia de las anteriores herramientas de 5S.

La disciplina es una cualidad que existe en la mente y en la voluntad de cada persona y solo en las actividades diarias se demuestra la presencia de cada individuo, sin embargo se puede crear condiciones que estimulen la práctica de esta disciplina.


Juntamente con el Gerente de la fábrica será importante crear las condiciones que promuevan a favorecer la implantación de la disciplina, la Gerencia debe cumplir con las siguientes responsabilidades:

- Educar al personal sobre los principios y técnicas de las 5 S
- Motivar y participar directamente en la promoción de las actividades
- Evaluar el progreso en cada uno de los lugares de trabajo de la empresa
- Enseñar con el ejemplo
- Comprometerse en todos los aspectos para ayudar a la implantación de la herramienta 5S

Juntamente con el Gerente de la fábrica será importante crear las condiciones que promuevan a favorecer la implantación de la disciplina, la gerencia debe cumplir con las siguientes responsabilidades:

Para tener una ayuda a la correcta implantación de la disciplina, se realizó un formato para verificar a los empleados de la fábrica el cumplimiento de sus responsabilidades que se realizara cada 10 días.

Tabla 37. Formato de verificación de cumplimiento de disciplina

		<h2>Formato de Verificación de Cumplimiento de Disciplina</h2>	
Fecha de inspección	<input type="text"/>	Elaborado por:	
		SI	NO
1. El operario demuestra entusiasmo en la implantación de la herramienta 5S		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. La Gerencia colabora en la difusión del conocimiento de la herramienta 5S		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. El operario respeta los estándares de conservación y mantenimiento del lugar de trabajo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Se realizan las inspecciones en los días y en número establecidas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. El operario participa en la organización de nuevos planes de las mejoras continuas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Firmas de Responsabilidad			
.....		
Elaborado		Aprobado	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Una vez que se han establecido las responsabilidades y se tiene todo lo necesario para implantar la herramienta 5S para generar el hábito de la disciplina debe adicionalmente aplicarse:

- Uso de ayudas visuales
- Publicación de fotos del “antes” y “después”

- Carteles y publicaciones en pancartas y lugares visibles para que el operario pueda leerlo
- Llevar un cronograma de actividades como inspecciones utilizando todos los formatos y en las fechas establecidas

La mejor manera de alcanzar la mejora será que exista el compromiso de la Empresa a través del hábito de usar lo establecido, predicando y practicando con el ejemplo para que de tal manera con el esfuerzo realizado en la aplicación de la herramienta 5S se pueda mantener un buen desempeño laboral.

4.2 IMPLANTACIÓN CELDAS DE MANUFACTURA

Como partida para la implantación de esta técnica, se han eliminado algunas actividades que no generan valor agregado, en la Tabla 38 se muestran las actividades eliminadas del proceso mediante la implantación de la técnica 5S y la razón que indujo a que se eliminara.

Tabla 38. Desperdicios eliminados por implantación de 5S

Actividad	Trazado y Corte			
	N	Pasos	Desperdicio	Manera eliminada
1		trazar con el rayador las planchas de acero de carbono sobre el suelo	espera	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
			movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
2		Cortar según moldes estándar con una tijera metálica sobre una mesa	espera	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo

Tabla 38. Desperdicios eliminados por implantación de 5S continuación...

Actividad	Doblado		
3	Escoger los tubos de distintos diámetros según el tipo de dobles y de ataúd que se vaya a realizar	espera	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
		movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
Actividad	Soldadura		
4	Con la suelda se procede a unir la piezas del contramarco	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
5	Con la suelda se procede a unir la piezas del marco	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
6	Se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, que constituye el asiento estructural del cofre metálico.	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
Actividad	Rectificado y Macillado		
7	Desgaste del cordón de soldadura con la moladora	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
8	Macillado de las partes donde se realizó el desgaste	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
9	Lavado con un desoxidante	espera	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo
Actividad	Pintura		
10	Preparar el tinte con el color definitivo	espera	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo

Tabla 38. Desperdicios eliminadas por implantación de 5S continuación...

Actividad	Tapizado		
11	Poner las almohadas piolas, plásticos, colchonetas y adornos en el ataúd	movimientos innecesarios	separar, ordenar las herramientas y equipo de cada estación de trabajo

Cabe mencionar que algunas actividades de espera no se las ha podido eliminar completamente por su naturaleza de la actividad como por ejemplo esperar el tiempo de secado de la pintura o del lavado con desoxidantes

Con la eliminación de las actividades que no generan valor al proceso, Partiendo de la información de la Figura 12, se procede a agrupar procesos que utilicen recursos, actividades, materiales, para ser conformados como una célula de manufactura.

4.2.1 Agrupar Procesos

Se dispuso un área de trabajo que albergue físicamente las estaciones a unificar de tal manera que se consiga la reducción de distancia y tiempos de procesamiento.

El objeto de estudio de esta Tesis son los cofres metálicos, razón por la cual no hay la necesidad de seleccionar familia de productos, ya que el proceso de ensamblado del ataúd o cofre metálico es el mismo.

Las estaciones a agrupar son: Trazado y Corte, Doblado, Soldadura, Ensamble ya que los procesos utilizan las mismas herramientas y materia prima.

Tabla 39 Celda 1

CELDA 1	
Procesos	Trazado y Corte
	Doblado
	Soldadura
	Ensamble

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La primera celda de manufactura Tabla 39, fue agrupada de tal manera que las instalaciones puedan también adecuarse a la propuesta implantada, ya que las herramientas, piezas y materia prima que utilizan cada operación son las mismas, de igual manera se eliminará el excesivo transporte que existe de una estación a otra.

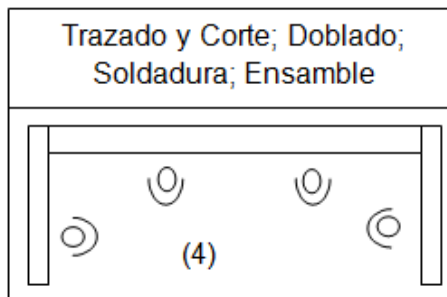


Figura 31.Celda de Manufactura 1

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La segunda celda de manufactura Tabla 40, se agrupó con las estaciones de: Rectificado, Macillado y Pintura, de la misma manera con el propósito de eliminar el transporte entre estaciones.

Tabla40 Celda 2

CELDA 2	
Procesos	Macillado
	Pintura

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

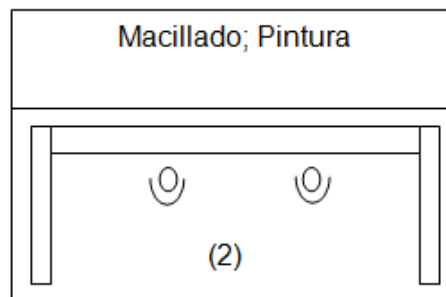


Figura 32.Celda de Manufactura 2

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Finalmente se agrupo en la celda Tabla 41, las estaciones de: Tapizado, Ensamble de Herrajes, Embalaje y Transporte

Tabla41 Celda 3

CELDA 3	
Procesos	Tapizado
	Ensamble herrajes
	Embalaje

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

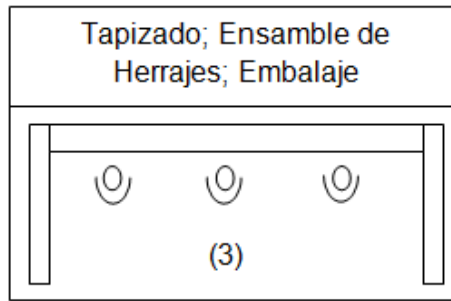


Figura 33.Celda de Manufactura 3

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La constitución general estará dada por las celdas diseñadas, misma que ayudarán al proceso a tener una mayor rapidez de flujo eliminando los tiempos de transporte que existían en la antigua distribución de estaciones por la gran distancia que existía de un proceso a otro.

Tabla 42. Desperdicios eliminados con celdas manufactura

Actividad	Trazado y Corte		
N	Pasos	Desperdicio	Manera eliminada
1	Colocar las planchas de acero desde la bodega hacia el suelo	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Doblado		
2	Retirar las piezas de la estación trazado y corte	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Soldadura		
3	Retirar las pieza dobladas y llevarlas a la estación de soldadura	Transporte	Aplicar celdas de manufactura

Tabla 42. Desperdicios eliminados con celdas manufactura continuación...

Actividad	Rectificado y Macillado		
4	Transportar el esqueleto del ataúd hacia el segundo piso donde es el área de rectificado y macillado	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
5	Trasporte del ataúd rectificado y macillado a los potros para su lavado	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Pintura		
6	Transporte desde el área de macillado hacia el área de pintura donde se coloca el ataúd en unos taburetes diseñados	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Tapizado		
7	Transportar el ataúd al siguiente día desde el tercer piso hasta la planta baja	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Ensamble de Herrajes		
8	El operario remacha los herrajes de plástico al contorno del cofre	Transporte	Aplicar celdas de manufactura
Actividad	Transporte		
9	Los ataúdes son cargados en el camión para su entrega posterior	Transporte	Aplicar celdas de manufactura

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 43. Cálculo registro de tiempo con cronómetro

	Actividad	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Número Muestras	Tiempo Promedio
		Tiempo	Tiempo	Tiempo		
1	Trazado y Corte	8,2	7,4	6,8	3	7,5
2	Doblado	21,3	20,4	18,7	3	20,1
3	Soldadura	27,9	27,1	26,8	3	27,3
4	Rectificado y Macillado	43,1	40,9	36,8	3	40,3
5	Ensamble	12,2	10,5	9,7	3	10,8
6	Pintura	51,7	48,8	46,9	3	49,1
7	Tapizado	34,4	28,9	26,1	3	29,8
8	Ensamble de Herrerajes	7,1	5,4	4,9	3	5,8
9	Enbalaje	3,8	2,5	2,8	3	3,0

Observaciones:

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.2.2 Mapeo de la cadena de valor situación futura

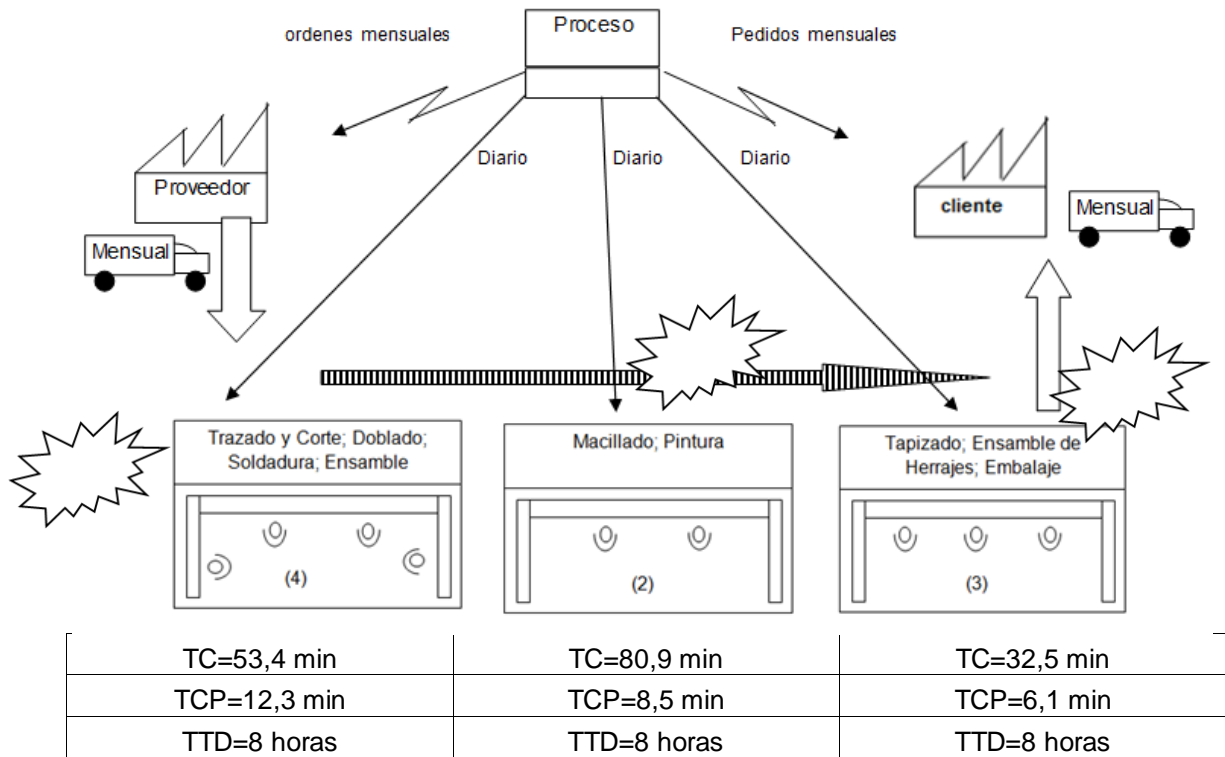


Figura 34. Mapeo de la cadena de valor estado futuro

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 44. Tiempo de ciclo futuro

Tiempo de Ciclo	166,8	minutos por cada cofre
Tiempo total de Producción	193,7	minutos
Tiempo de valor no agregado	26,9	minutos

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

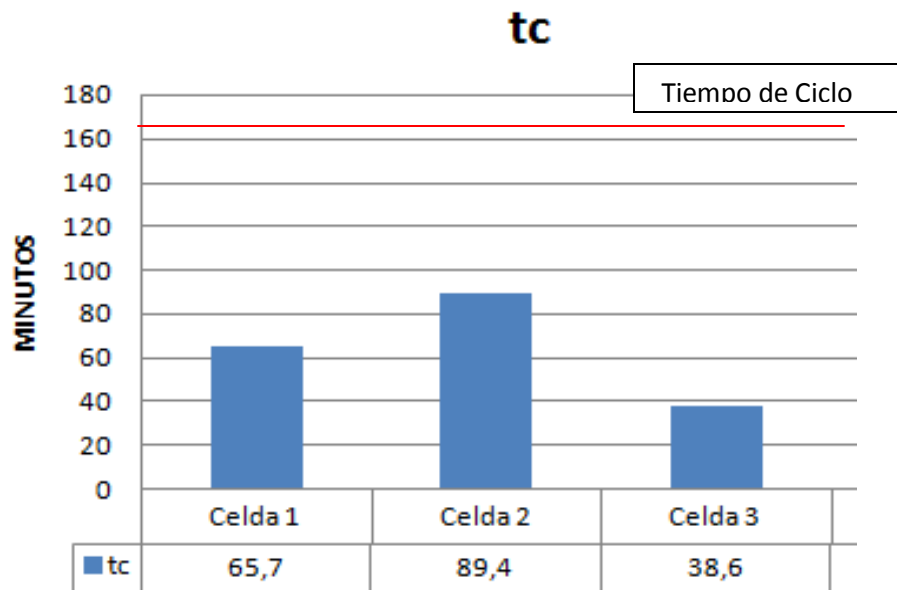


Figura 35. Gráfica del balance de trabajo estado futuro

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.3 ESTANDARIZACIÓN TIEMPOS DE PRODUCCIÓN

Dentro de las acciones propuestas como objetivo es conseguir una mayor productividad en la fábrica Cofres Altamirano, la cual se lo conseguirá realizando un estándar de tiempos permisibles para realizar una tarea determinada, con base de la toma de datos antes mencionados, tomando en cuenta los distintos criterios de tolerancia como fatiga, demoras personales, retrasos inevitables, factores ambientales etc. (Niebel, 2001)

4.3.1 Cálculo de la muestra, tiempo observado y desviación estándar

Para determinar el número de muestra necesario se utiliza la **Tabla 4**. Cálculo registro de tiempo con cronometro, con un nivel de 95% de confianza se aplica la siguiente fórmula:

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

$$n = \left(\frac{40 \sqrt{(3 (168,24) - (501,76))}}{22,4} \right)^2$$

$$N = 9,4 \approx 9$$

Con la información de la cantidad de la muestra para poder establecer el tiempo estándar, se procede a la toma de tiempos para posteriormente realizar los cálculos correspondientes.

Tabla 45. Toma de tiempos con la nueva muestra

Actividad		Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Ciclo 4	Ciclo 5	Ciclo 6	Ciclo 7	Ciclo 8	Ciclo 9	Número Muestras	Tiempo Observado	Desviación estándar
		Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo	Tiempo			
1	Trazado y Corte	8,2	7,4	6,8	6,9	7	7,3	7,1	7,3	7,2	9	7,2	0,4
2	Doblado	21,3	20,4	18,7	17,4	17,7	17,9	18	17,3	17,8	9	18,5	1,4
3	Soldadura	27,9	27,1	26,8	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	27,1	9	27,2	0,3
4	Rectificado y Macillado	43,1	40,9	36,8	37,6	36,9	40,1	38,2	38,8	35,6	9	38,7	2,3
5	Ensamble	12,2	10,5	9,7	9,2	8	9,6	8,9	9,5	8,2	9	9,5	1,3
6	Pintura	51,7	48,8	46,9	50,6	45,8	46,4	47,5	48,1	47	9	48,1	2,0
7	Tapizado	34,4	28,9	26,1	33,4	28,3	27,8	29,1	27,4	28,6	9	29,3	2,8
8	Ensamble de Herrajes	7,1	5,4	4,9	5,3	4,9	4,6	4,7	4,9	5	9	5,2	0,8
9	Enbalaje	3,8	2,5	2,8	3,8	2,5	2,7	2,4	2,8	2,5	9	2,9	0,5

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

4.3.2 Valoración del Trabajo

La calificación porcentual que se asigna al operario por realizar una operación en condiciones de rendimiento está establecida en la Tabla 46.

Tabla 46. Valoración porcentual de rendimiento

VALORACIÓN	PORCENTAJE
Demasiado lento, movimientos torpes, inseguros, sin interés en el trabajo	40%
Constante, sin prisa. Bien dirigido y vigilado, parece lento, no pierde tiempo en la observación	60%
Activo, capaz, calificado, realiza el nivel de calidad deseado	80%
Muy rápido, con gran seguridad, destreza y coordinación de movimientos. Por encima del operario medio	100%
Rapidísimo, concentración intensa, máximo esfuerzo, virtuoso, trabajador sobresaliente	120%

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La OIT (Oficina Internacional del Trabajo), ha tabulado el efecto de las condiciones laborales para llegar a un factor de tolerancia por retrasos personales o por fatiga, dichas condiciones son nombradas en la Tabla 47 con su respectivo rango de aplicaciones de tolerancias:

Tabla 47. Efectos de las condiciones laborales

FACTOR	DESCRIPCIÓN	TOLERANCIA
Necesidades Personales	Tiempo que se asigna al operario para satisfacer sus necesidades fisiológicas	entre el 5% y 7%
Fatiga	Es el estado de la actitud física o mental	Trabajos ligeros : entre 8% y 15% Trabajos medianos a pesados fluctúa entre 12% y 40%
Especiales	Asociadas al trabajo como: demoras en recibir instrucciones, inspecciones , demoras en falla de máquinas , demora por falta de material	Fluctúa entre 1% y 10%

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

$$TN = TO \times \text{Valoración}$$

Tabla 48. Cálculo tiempo normal

	Actividad	Tiempo Observado	Desviación estándar	Valoración Rendimiento	Tiempo Normal
1	Trazado y Corte	7,2	0,4	85%	6,2
2	Doblado	18,5	1,4	75%	13,9
3	Soldadura	27,2	0,3	80%	21,8
4	Rectificado y Macillado	38,7	2,3	85%	32,9
5	Ensamble	9,5	1,3	80%	7,6
6	Pintura	48,1	2,0	70%	33,7
7	Tapizado	29,3	2,8	85%	24,9
8	Ensamble de Herrajes	5,2	0,8	85%	4,4
9	Embalaje	2,9	0,5	90%	2,6

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 49. Cálculo suplementos

Actividad	Tiempos Suplementarios			Sumatoria Suplemento
	Necesidades Personales	Fatiga	Especiales	
Trazado y Corte	6%	25%	6%	0,37
Doblado	6%	30%	4%	0,40
Soldadura	6%	20%	4%	0,30
Rectificado y Macillado	6%	15%	4%	0,25
Ensamble	6%	10%	3%	0,19
Pintura	6%	12%	5%	0,23
Tapizado	6%	8%	3%	0,17
Ensamble de Herrajes	6%	10%	3%	0,19
Embalaje	6%	8%	2%	0,16

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

$$TS = TN \times (1 + \text{Suplemento})$$

Tabla 50. Tiempos estándar

	Actividad	Desviación Estándar	Tiempo Estándar
1	Trazado y Corte	0,4	8,44
2	Doblado	1,4	19,43
3	Soldadura	0,3	28,29
4	Rectificado y Macillado	2,3	41,12
5	Ensamble	1,3	9,04
6	Pintura	2,0	41,41
7	Tapizado	2,8	29,14
8	Ensamble de Herrajes	0,8	5,26
9	Embalaje	0,5	2,99
	TOTAL	11,9	185,12

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

5. EVALUACIÓN

5. EVALUACIÓN

5.1 Evaluación 5S

Después de la implantación mediante la Tabla 39. Desperdicios eliminados por implantación de 5S se puede evidenciar una mejora en el proceso. En la Tabla 51, se encuentra detallado los desperdicios y el tiempo que fue eliminado mediante la implantación de la técnica 5S.

Tabla51. Desperdicios y tiempo eliminado con 5S

Actividad	Trazado y Corte		Tiempo eliminado	
	N	Pasos	Desperdicio	Segundos
1	Trazar con el rayador las planchas de acero de carbono sobre el suelo	Espera	38	2
		Movimientos innecesarios	58	
2	Cortar según moldes estándar con una tijera metálica sobre una mesa	Espera	24	
Actividad	Doblado		Segundos	Minutos totales
3	Escoger los tubos de distintos diámetros según el tipo de dobles y de ataúd que se vaya a realizar	Espera	95,9	4,6
		Movimientos innecesarios	180,1	

Tabla51. Desperdicios y tiempo eliminado con 5Scontinuación...

Actividad	Soldadura		Segundos	Minutos totales
4	Con la suelda se procede a unir la piezas del contramarco	Movimientos innecesarios	40	2,3
5	Con la suelda se procede a unir la piezas del marco	Movimientos innecesarios	66	
6	Se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, que constituye el asiento estructural del cofre metálico.	Movimientos innecesarios	32	
Actividad	Rectificado y Macillado		Segundos	Minutos totales
7	Desgaste del cordón de soldadura con la moladora	Movimientos innecesarios	97	7,4
8	Macillado de las partes donde se realizó el desgaste	Movimientos innecesarios	167	
9	Lavado con un desoxidante	Espera	180	
Actividad	Pintura		Segundos	Minutos totales
10	Preparar el tinte con el color definitivo	Espera	354	5,9
Actividad	Tapizado		Segundos	Minutos totales
11	Poner las almohadas piolas, plásticos, colchonetas y adornos en el ataúd	Movimientos innecesarios	156	2,6

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tomando los datos de la Tabla 6, se puede observar que el tiempo total de producción es de: 251,2 minutos y con la implantación de la herramienta 5S es: 226,4 minutos

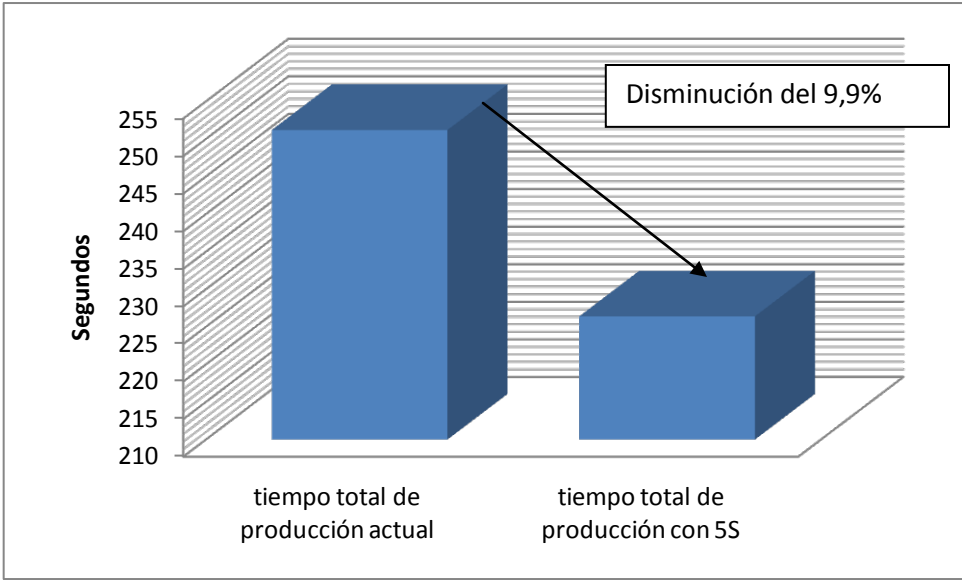


Figura 36. Grafica de la comparación de tiempos actual vs futuro implantando 5S

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

La reducción en los procesos donde se aplicó la herramienta 5S fue del 9,9%

Figura37. Evidencia de la implantación antes y después



(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Figura37. Evidencia de la implantación antes y después continuación...



(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 52. Desperdicios y tiempo eliminado con celdas de manufactura

Actividad	Trazado y Corte		Tiempo eliminado
N	Pasos	Desperdicio	minutos
1	Colocar las planchas de acero desde la bodega hacia el suelo	Transporte	2,2
Actividad	Doblado		minutos
2	Retirar las piezas de la estación trazado y corte	Transporte	3,5
Actividad	Soldadura		minutos
3	Retirar las pieza dobladas y llevarlas a la estación de soldadura	Transporte	8
Actividad	Rectificado y Macillado		minutos
4	Transportar el esqueleto del ataúd hacia el segundo piso donde es el área de rectificado y macillado	Transporte	1,5
5	Transporte del ataúd rectificado y macillado a los potros para su lavado	Transporte	1,6
Actividad	Ensamble		minutos
6	Coloca las bisagras para proporcionar la articulación de la tapa general	Transporte	2
Actividad	Pintura		minutos
6	Transporte desde el área de macillado hacia el área de pintura donde se coloca el ataúd en unos taburetes diseñados	Transporte	3,1
Actividad	Tapizado		minutos
7	Transportar el ataúd desde el tercer piso hasta la planta baja	Transporte	5

Tabla52. Desperdicios y tiempo eliminado con celdas de manufactura
continuación...

Actividad	Ensamble de Herrajes		minutos
8	El operario remacha los herrajes de plástico al contorno del cofre	Transporte	1,9
Actividad	Embalaje		minutos
9	el operario embala el cofre con plástico especial	Transporte	2,9
Actividad	Transporte		minutos
10	Los ataúdes son cargados en el camión para su entrega posterior	Transporte	2,9

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

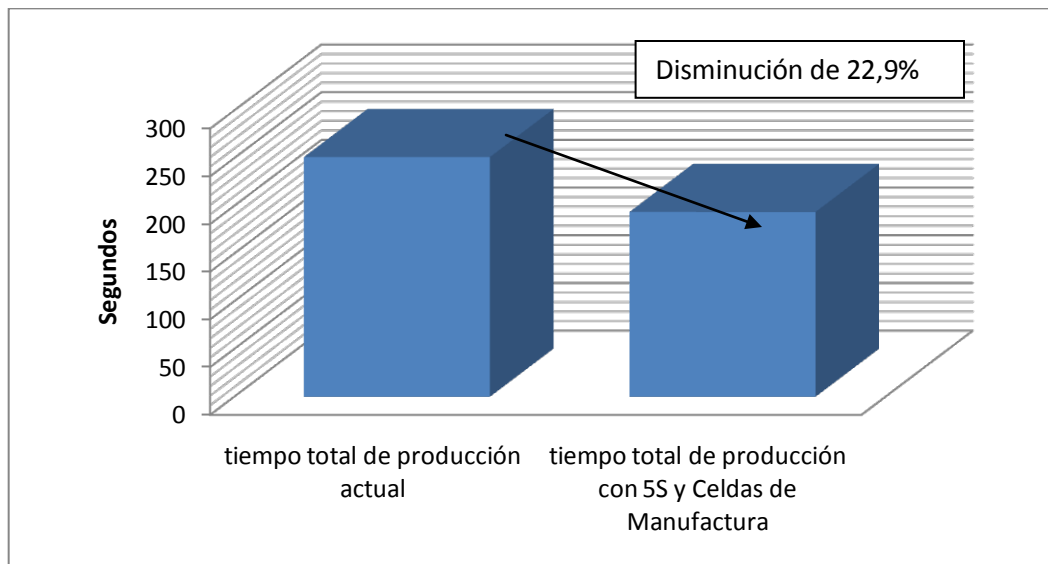


Figura 38. Grafica de la comparación de tiempos actual vs futuro implantando
5S y Celdas de Manufactura

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 7. Identificación de desperdicios trazado y doblado

Actividad		Trazado y Corte	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Colocar las planchas de acero	-	-
2	Trazar con el rayador las planchas de toll sobre el suelo	-	-
		-	-
3	Cortar según moldes estándar con una tijera metálica sobre el suelo	-	-

Actividad		Doblado	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Retirar las piezas de la estación trazado y corte	-	-
2	Escoger los tubos de distintos diámetros según el tipo de dobles y de ataúd que se vaya a realizar	-	-

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 8. Identificación de desperdicios soldadura

Actividad		Soldadura	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Retirar las pieza dobladas y llevarlas a la estación de soldadura	–	–
2	Con la suelda se procede a unir la piezas del contramarco	–	–
3	Con la suelda se procede a unir la piezas del marco	–	–
4	Se aplican cordones de soldadura para la junta permanente entre el marco y la base, que constituye el asiento estructural del cofre metálico.	–	–

Fecha: 31/05/2013 Elaborado por: Cristian Giovanni Hidalgo A		7 desperdicios básicos	
		1. Sobre producción	
		2. Transporte	
		3. Tiempo de espera	1
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 9. Identificación de desperdicios rectificado y macillado

Actividad		Rectificado y Macillado	
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Transportar el esqueleto del ataúd hacia el segundo piso donde es el área de rectificado y macillado	-	-
2	Desgaste del cordón de soldadura con la moladora	-	-
3	Macillado de las partes donde se realizó el desgaste	-	-
4	Transporte del ataúd rectificado y macillado a los potros para su lavado	-	-
4	Lavado con un desoxidante	Espera	Tiempo de espera 30 minutos

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 10. Identificación de desperdicios ensamble

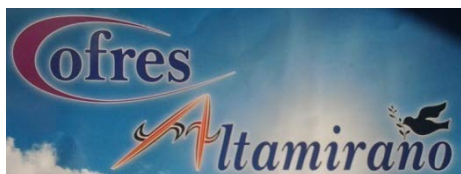
Actividad		Ensamble	
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Coloca las bisagras para proporcionar la articulación de la tapa general	-	-

Fecha: 31/05/2013 Elaborado por: Cristian Giovanny Hidalgo A		7 desperdicios básicos	
		1. Sobre producción	
		2. Transporte	
		3. Tiempo de espera	1
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 11. Identificación de desperdicios pintura

Actividad		Pintura	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Transporte desde el área de macillado hacia el área de pintura donde se coloca el ataúd en unos taburetes diseñados	-	-
2	El operario seca con un trapo el ataúd	-	-
3	Primera mano de pintura el fondo	-	-
4	Preparar el tinte con el color definitivo	-	-
5	Pintar con el color definitivo	-	-
6	Abrillantar 3 pasadas	-	-



Formato de Identificación de los 7 Desperdicios Básicos

Fecha:	31/05/2013	7 desperdicios básicos	
Elaborado por:	Cristian Giovanni Hidalgo A	1. Sobre producción	
		2. Transporte	
		3. Tiempo de espera	1
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	

Tabla 12. Identificación de desperdicios tapizado, ensamble de herrajes

Actividad		Tapizado	
N ^o	Pasos	Desperdicio	causa del desperdicio
1	Transportar el ataúd al siguiente día desde el tercer piso hasta la planta baja	-	-
2	Poner las almohadas piolas, plásticos, colchonetas y adornos en el ataúd	-	-
Actividad		Ensamble de Herrajes	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	El operario remacha los herrajes de plástico al contorno del cofre	-	-
2	Remachar la cruz en la tapilla del cofre	-	-

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 13. Identificación de desperdicios embalaje, transporte

Actividad		Embalaje	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Los cofres se empaquetan recubriéndolos de un polímero elástico especial para embalaje transparente con la finalidad de evitar rayones y golpes en la superficie del cofre	-	-

Actividad		Transporte	
N ^o	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio
1	Los ataúdes son cargados en el camión para su entrega posterior	-	-

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Con el formato de la Tabla 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; se lo presenta para mostrar la eliminación de los desperdicios antes detectados mediante la aplicación de las herramientas: 5S y Celdas de Manufactura.

Tabla 53. Productividad vs desperdicio futuro

Productividad vs Desperdicio		
Pasos sin desperdicio	28	96,55%
Pasos con desperdicio	1	3,44%
Total pasos proceso productivo	29	100%

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

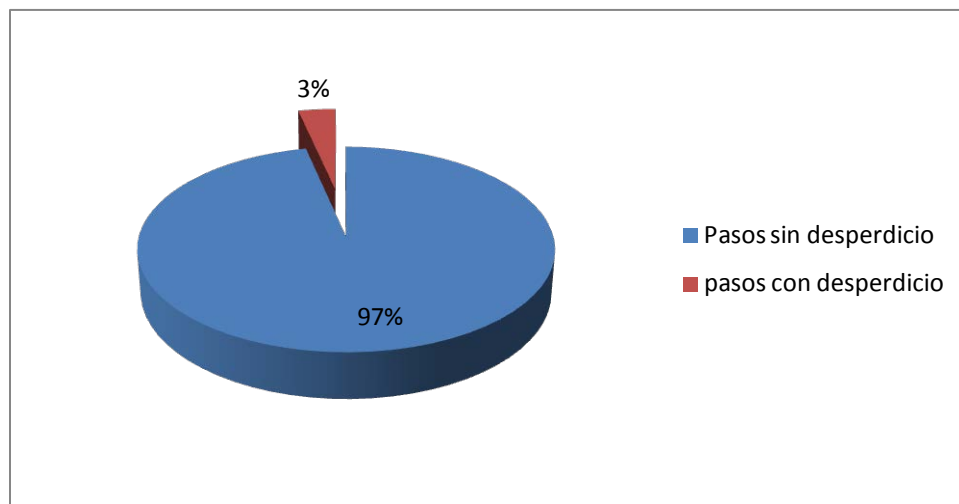


Figura 39. Figura productividad vs desperdicio

(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

Tabla 54. Comparación tiempos de producción

TIEMPOS DE PROCESAMIENTO ACTUAL			TIEMPOS DE PROCESAMIENTO FUTURO		
Tiempo total de producción	251,2	minutos	Tiempo total de producción	193,7	minutos
Tiempo de valor no agregado	58,5	minutos	Tiempo de valor no agregado	26,9	minutos

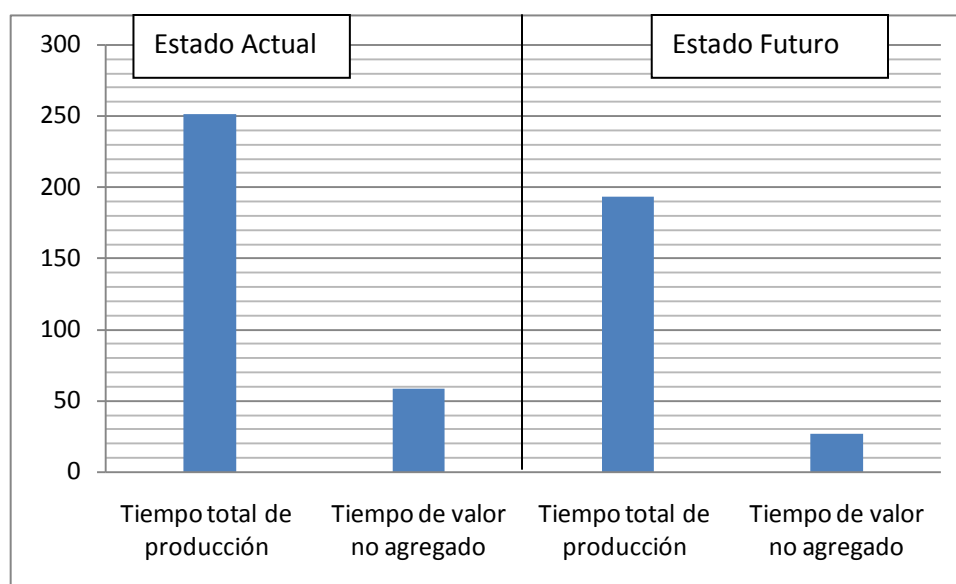


Figura 40. Figura Tiempo de producción actual vs futuro
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

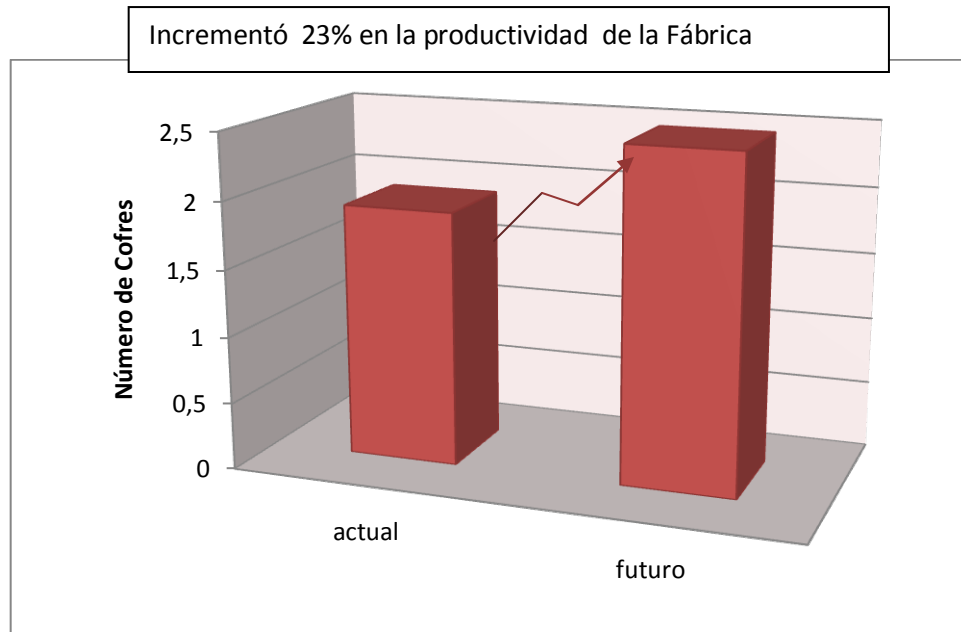


Figura 41. Figura incremento en la productividad
(Fábrica Cofres Altamirano, 2013)

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este punto del estudio, implementando la filosofía Lean Manufacturing en la fábrica Cofres Altamirano buscando el mejoramiento productivo se ha podido llegar a las siguientes conclusiones:

6.1 CONCLUSIONES

- En el desarrollo del análisis del proceso actual de la fábrica Cofres Altamirano se pudo evidenciar las siguientes mudas: transporte, tiempo de espera, movimientos innecesarios, motivos que llevo a utilizar la herramienta 5S y Celdas de Manufactura como solución.
- El desarrollo del mapeo de la cadena de valores situación actual, mostró una radiografía bastante interesante del estado actual de la Empresa y se convirtió en una herramienta importante para la detección y análisis de los problemas y desperdicios que se generaban causa de ellos.
- La implantación de la herramienta 5S origina una cultura personal de orden y limpieza, ayudando al mejoramiento de la productividad en la fábrica.
- La fábrica Cofres Altamirano es una microempresa que durante su tiempo de funcionamiento no se ha aplicado ningún tipo de mejora para la productividad, la mayoría de los procesos en la fábrica son manuales por esta razón se pudo realizar un análisis de las estaciones de trabajo, identificando claramente los desperdicios proponiendo un sistema básico para implantar 5S.

- El diseño de una celda de manufactura a pesar de que el proceso de ensamblado del ataúd o cofre metálico es el mismo, arrojó varios beneficios entre los más importantes la reducción sustancial del tiempo de ciclo y mejora del espacio, además mejorando el factor de comunicación entre estaciones de trabajo.
- El análisis de movimientos de cada trabajador en cada estación y a través del formato Identificación de los 7 desperdicios Anexo1 ayudó a la selección e implantación de la herramienta 5S, generando en el lugar de trabajo un ahorro de tiempo y recursos en el proceso.
- Mediante la utilización del formato Identificación de los 7 desperdicios se llegó a la conclusión, que durante el proceso productivo de la Fábrica Cofres Altamirano existen 29 pasos o actividades para ensamblar un cofre metálico, teniendo 9 pasos sin desperdicios y 20 con desperdicios, lo que significa que en el proceso actual existió un 31,03% de pasos productivos y 68,96% de pasos improductivos, y con el proceso futuro es decir con las herramientas implantadas se redujo a 1 paso con desperdicio y 28 pasos sin desperdicio, quedando una productividad de 96,55% frente a un disminuido 3,44% de improductividad.
- Se puede concluir que al implantar las herramientas Lean Manufacturing en la Fábrica Cofres Altamirano la productividad aumenta en un 23% debido a que con el mismo costo y tiempo de producción se producía 1,9 cofres, con la implantación se alcanzó 2,47 cofres por día.
- La implantación de las mejoras ha hecho que la fábrica afronte mayores retos comerciales, depurando las actividades de los procesos tratando que en lo posible solo queden aquellas actividades que agreguen valor al proceso.

- En lo relacionado con el proceso, la adopción de la filosofía Lean mejoró los tiempos de ciclo, logrando con la implantación un 193,7 minutos vs 251,2 minutos de procesamiento en la situación inicial.
- Respecto a la estandarización de tiempos, se puede concluir que el proceso se lo puede realizar en un tiempo estándar de 185,12 minutos para realizar un cofre mortuorio, aproximadamente el mismo tiempo después de la implantación de las diferentes herramientas Lean Manufacturing.

6.2 RECOMENDACIONES

- Involucrar en el proceso de mejora a todos los miembros de la Fábrica Cofres Altamirano.
- Se debe hacer una conciencia general de todos los miembros de la Fábrica sobre la importancia de la aplicación de las técnicas y mejora implantadas ya que son un beneficio para la Fábrica y para los trabajadores quienes diariamente realizan sus actividades en las instalaciones.
- Crear una actitud positiva de compromiso con todas la metodologías implantadas, para de esta manera generar un régimen que contagie a todos los miembros de la Empresa esas las virtudes de colaboración y entrega, para así mantener en el Fábrica los procesos de mejora constante.
- La Gerencia debe enfatizar el aspecto de orden y limpieza de sus instalaciones, utilizando los formatos propuestos para su aplicación y

sobre todo evitando posibles daños y aspectos que puedan resquebrajar las mejoras alcanzadas.

- Realizar comunicaciones y charlas a los trabajadores sobre el procedimiento de limpieza y orden, con el fin de mantener en el tiempo los principios de 5S.
- Es importante que los operadores aprovechen la capacitación del experto en todo sentido y que se nombren líderes de capacitación interna para que en el mediano o largo plazo sean ellos quienes lideren los procesos de mejora continua en el resto de áreas y actividades de la fábrica.
- Se recomienda que siempre se dé oídos a las ideas de mejora propuesta por los trabajadores, y que estas sean debatidas con la gerencia para así lograr cada vez una cultura de mejora constante.

BIBLIOGRAFIA

- Arrieta, J. (2007). Interacción y conexiones entre las técnicas 5S, Smed y PokaYoke en procesos de mejoramiento continuo. Revista Tecnura. 139-148.
- Barcia, K. y De Loor, C. (2013). Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble Aplicando el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM). Revista Tecnológica-ESPOL.
- Barnes, R.(1979). Estudio de movimientos y tiempos. Madrid. Ed. Aguilar. 746.
- Carreras, M. (2010). Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad. Ediciones Díaz de Santos.
- Chase, A. y Jacob, (2000).Administraciones de Producción y Operaciones. Editorial MC Graw.
- González, F. (2007). Manufactura esbelta Lean manufacturing Principales herramientas. Revista panorama administrativo.
- Hiroyuki, H. (2000). Poka-Yoke. Primera edición. México: Productivity.
- Hodson, W.(1996). Maynard. Manual del Ingeniero Industrial. Cuarta Edición. McGraw-Hill/Interamericana. España.
- Jackson, T. (1996). Implementing Lean Management System. Productivity. 147-150
- Kalpakjian, S. ySchmid, S. (2002). Manufactura ingeniería y tecnología. Cuarta edición México. Prentice hall. 1086-1089
- Krick, E. (2006). ingeniería de métodos México: Limusa
- Liker, J. (1997). Becoming lean: Inside stories of US manufacturers. Productivity Press.
- Maldonado, G. (2008). Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad.

- Mendoza, J. (2006). métodos propuestos para la implantación exitosa de 5S. México: limusa.
- Narasimhan, S., WcLeavey D. &Billington P. (1997). Planeación de la Producción y Control de Inventarios. (Segunda edición).México. Editorial Prentice-Hall Hispanoamérica
- Niebel, B. (2011). "Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo" Décima edición. México: Alfaomega.
- Ohno, Taiichi.(2000) El sistema de producción Toyota: más allá de la producción a gran escala. Barcelona. Gestión. 180
- Oseguera, J.(2002). Revista Manufactura Web, Artículo sobre celda de manufactura.
- Pérez, J. (2011). El avión de la muda: herramienta de apoyo a la enseñanza-aprendizaje práctico de la manufactura esbelta. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia.
- Pineda, K. (2004).Manufactura esbelta.
- Revista Manufactura. (2007). Lean Manufacturing para directores. Mexico: Grupo Editorial expansión.
- Rother, M. y Shook, J. (2008). Observar para crear valor. The lean Enterprise Institute.
- Suñé, A. Gil Vilda, F.yArcusa, P.(2004). Diseño de sistemas de producción. Díaz de Santos. Madrid.
- Villaseñor, A. (2007). Manual de Lean Manufacturing Guía básica. México: Limusa.
- Womack, J. (1996).Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation. Simon& Schuster. New York.

ANEXOS

Anexo I

Toma de tiempos

Actividad	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3	Número Muestras	Tiempo Promedio
	Tiempo	Tiempo	Tiempo		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

Observaciones:

Anexo II


Identificación de los 7 desperdicios básicos

Actividad			
N°	Pasos	Desperdicio	Causa del desperdicio

		Formato de Identificación de los 7 Desperdicios Básicos	
Fecha:	31/05/2013	7 desperdicios básicos	
Elaborado por	Cristian Giovanni Hidalgo A	1. Sobre producción	
		2. Transporte	
		3. Tiempo de espera	
		4. Sobre-procesamiento	
		5. Exceso de inventario	
		6. Defectos	
		7. Movimientos	


Anexo III

Identificación de los recursos necesarios

		Formato de Identificación de los Recursos Necesarios		
Actividad	Artículos	Necesario	Innecesario	Justificación


Anexo IV

Identificación de verificación de orden y limpieza

	<h3>Formato de Verificación de Orden y Limpieza</h3>
Fecha de inspección Responsable	
Calificación :	1 muy malo 2 malo 3 regular 4 bueno 5 excelente
Suelos	Calificación
Permanecen secos limpios y sin desperdicios o basura Son seguros y están libres de obstrucciones Están marcados claramente	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Materia Prima e Insumos	Calificación
Está ubicado ordenadamente y respectivamente en cada estación	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Equipos de protección individual	Calificación
Se guardan en lugares específicos de uso personal Se encuentran limpios y en buen estado	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>
Almacenaje	Calificación
Los cofres están apilados en sitios sin invadir zonas de paso Los cofres se cargan de manera segura, limpia y ordenada	<input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 100%; height: 20px;" type="text"/>

Anexo V

Procedimiento de gestión

	Procedimiento de Gestión	Fecha
		31/07/2013
		Revisión
		#1
1. Responsabilidad		
<p>Cada operario será responsable del mantenimiento del orden y la limpieza de sus aéreas de trabajo, maquinas, insumos y recursos. Cuando los equipos materiales y equipo de protección sean utilizados, el operario responsable debe colocar los mismos en el área asignada para cuando ya no vaya a utilizar. Siempre mantener las siluetas o etiquetas de identificación del recurso en buen estado y que su visibilidad sea clara. Realizar una limpieza de los equipos, instrumentos o maquinaria antes de iniciar la jornada laboral y se realizara una inspección cada semana sin fecha establecida. Verificar que las instalaciones estén en perfectas condiciones. La obligación de todos los miembros de la fabrica será velar y mejorar el ambiente de trabajo manteniéndolo limpio, agradable a la vista y como para trabajar, siempre proporcionando ideas para alcanzar la mejora continua.</p>		
2. Mantener el orden y limpieza		
<p>Los recursos para mantener el orden y limpieza son:</p>		
<ul style="list-style-type: none">* Materiales de aseo y limpieza* Lista de verificación (Tabla 35. Formato de Verificación de Orden y Limpieza)		



Procedimiento de Gestión

Fecha

31/07/2013

Revisión

#1

3. Funciones del operario

Mantener las áreas de trabajo limpias y despejadas de obstáculos

Mantener las herramientas en buen estado

Entre operarios crear una conciencia de limpieza y orden

Mantener identificados los lugares escogidos para la colocación de las herramientas o materiales en la fábrica, para identificar fácilmente

4. Seguimiento

El Gerente y dueño de la empresa realizara el seguimiento y control del orden y limpieza de la fábrica por parte del personal, así como el cumplimiento del presente procedimiento.

Todos los documentos generados por la inspección, auditoria llevara el control el gerente

5. Inspección

El Gerente y operarios de la Empresa realizaran controles visuales diarios buscando que las instalaciones estén impecables



Procedimiento de Gestión

Fecha

31/07/2013

Revisión

#1

6. Auditorias

Se realizarán auditorias cada 10 días y conforme vayan evolucionando las herramientas se ampliara el plazo, para realizar la auditoria se utilizara el formato (ANEXO2)

7. Actualización


El Gerente y dueño de la fabrica será el responsable de establecer la mejoras o actualizaciones a este procedimiento

8. Conservación de la documentación

La documentación relacionada debe ser conservada por la empresa, para poder establecer un registro de la mejora y evidencia de la misma

Anexo VI

Formato de verificación de cumplimiento de disciplina

	<h3>Formato de Verificación de Cumplimiento de Disciplina</h3>
Fecha de inspección <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px; height: 20px;" type="text"/>	Elaborado por:
	SI NO
1. El operario demuestra entusiasmo en la implantación de la herramienta 5S	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
2. La Gerencia colabora en la difusión del conocimiento de la herramienta 5S	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
3. El operario respeta los estándares de conservación y mantenimiento del lugar de trabajo	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
4. Se realizan las inspecciones en los días y en número establecidas	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
5. El operario participa en la organización de nuevos planes de las mejoras continuas	<input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/> <input style="width: 30px; height: 20px;" type="checkbox"/>
Firmas de Responsabilidad	
..... Elaborado Aprobado