

Universidad de Costa Rica
Sede de Occidente
Departamento de Ciencias Naturales
Carrera de Ingeniería Industrial

Proyecto de Graduación

Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectram S.A.


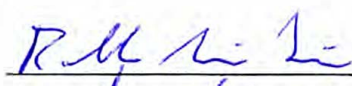



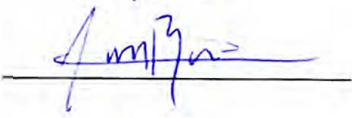

Jorge Alberto Barboza Quesada
Esther Reyes Bonilla

Para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Febrero, 2021

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectram S.A.

	Tribunal Examinador	
Miembro	Firma	Fecha
PhD. María José Chassoul Acosta		<u>15-3-2021</u>
Presidente del tribunal		
MSc. Rolando Alberto Marín León		<u>11-3-21</u>
Miembro del tribunal		
MSc. Silvia Solano Mora		<u>13-03-21</u>
Directora		
MSc. Laura González Salas		<u>10/03/2021</u>
Lector		
Lic. Juan Gabriel Rodríguez Pacheco		<u>18/03/21</u>
Lector		
Sustentantes:		
Jorge Alberto Barboza Quesada		<u>05/03/2021</u>
Esther Reyes Bonilla		<u>05/03/2021</u>

Dedicatoria y Agradecimiento

Dedico este logro a mis padres Enith y Jorge, quienes con su guía, paciencia y consejos me han ayudado a alcanzar los logros académicos y personales que me he propuesto en mi vida.

Jorge Alberto Barboza Quesada

Dedico este logro a mis padres y hermanos, quienes han sido mi gran apoyo, por su amor, ser mi ejemplo a seguir y ser quienes me impulsan día a día a dar lo mejor de mí para lograr cada una de mis metas. A todas esas personas que de una u otra manera me apoyaron y fueron esenciales para concluir esta etapa con éxito. Agradecer a las profesoras Silvia Solano y Laura González por su compromiso, dedicación y apoyo a lo largo de todo el proceso. A todos muchas gracias, porque este logro no es solo mío, sino de todos.

Esther Reyes Bonilla

Resumen Gerencial

Tectram S.A. es una empresa de capital ramonense dedicada al diseño, desarrollo y fabricación de mobiliario urbano. Al inicio de sus operaciones en el año 2015 era una unidad de negocio de Distribuidora Grupo 86 S.A. de la cual se desvinculó en noviembre 2017.

Entre los principales productos que ofrece Tectram S.A. en su catálogo se encuentran todo tipo equipos para recreación al aire libre, tales como los juegos de patio para niños o playground. Estos productos son construidos a base de materia prima, la cual se adquiere tanto a nivel local como internacional, entre la que se puede encontrar tubería de distintos calibres, láminas metálicas y plásticas, accesorios varios, tornillería, entre otros. Esos materiales son almacenados en la planta de producción procesados para la obtención del producto final, el cual es instalado según los requerimientos del cliente.

Durante los cinco años de existencia de esta empresa, ha tenido cambios tanto en su distribución física como en la forma como se ejecutan sus operaciones. Estos cambios han propiciado un aumento en las ventas y requerido un producto atractivo, lo cual ha hecho cada vez más evidente la importancia de tener sistemas adecuados que soporten los distintos elementos que componen la compañía, al ser la producción uno de los más importantes, pues es el factor que define una parte considerable del costo del producto y la calidad del mismo.

Cabe recalcar que la empresa procura, dentro de sus objetivos estratégicos, aumentar las ventas un 30% de un período al siguiente, por lo cual las operaciones en general deben alinearse a estos objetivos.

El presente proyecto tiene como finalidad llevar a cabo el desarrollo de un modelo de gestión de operaciones en la empresa Tectram S.A. que sea capaz que soportar la estrategia de la organización y aumentar la competitividad dentro del mercado. Inicialmente, se llevó a cabo un diagnóstico enfocado en los métodos de programación y producción donde se determinó que la empresa no cuenta con diagramas de procesos ni métodos estandarizados de programación de la producción, motivo por el cual en un inicio se llevó a cabo la caracterización de procesos de 10 componentes principales. Para dicho fin se mapearon los procesos, se elaboró el respectivo análisis de capacidad, se llevó a cabo un análisis de métodos actuales de programación y trabajo. Este estudio se realizó entre los meses de julio a diciembre del año 2019.

Este análisis brindó resultados determinantes que demostraron una significativa falta de planificación dentro de los procesos productivos; además, se identificó un desconocimiento de la capacidad actual de la planta y los factores que la afectan, procesos no estandarizados, falta de control de calidad, falta de acceso a la información y comunicación ineficaz entre operarios y jefaturas. Estas deficiencias se ven reflejadas en la eficiencia calculada de los procesos estudiados, la cual dio como resultado un 65,54%.

Por un lado, se identificó que, a la hora de programar órdenes de producción, los factores antes mencionados afectaban gravemente los tiempos que éstas tardaban en completarse, por ello el 44,68% de las órdenes no iniciaban en el momento requerido, por otra parte, solo el 38,30% de las órdenes se finalizaban a tiempo; y únicamente 21,28% tardaban según lo estimado inicialmente.

Estas circunstancias denotan que el sistema actual de la producción del periodo estudiado presenta serias deficiencias, las cuales durante la etapa de diseño se buscan solventar, con el fin de mejorar la competitividad de la compañía. Para lograr dicha meta, se diseña un modelo de gestión de las operaciones para la empresa Tectram S.A.

El modelo propuesto toma en cuenta las necesidades actuales de la empresa y su nivel actual de desarrollo, motivo por lo cual está compuesto por cuatro pilares, cuyo diseño tiene como propósito llevar a la empresa a un punto donde sus sistemas de producción posean un alto nivel de automatización; y al mismo tiempo, establezca las operaciones al implementar modelos de mejora continua.

De esta forma, el pilar 1 (donde se encuentra actualmente el nivel de desarrollo de la compañía), busca cerrar brechas relacionadas a la toma de datos del proceso productivo mediante la elaboración de una herramienta programada para dicha toma; además de iniciar la caracterización de los procesos productivos, lo cual ya fue adelantado en un 80% por el grupo de trabajo. Por otra parte, se introduce a la metodología de 5s, para introducir a los operarios y jefaturas a los conceptos de mejora continua, involucrándolos en el proceso de implementación de modelo y facilitando la reducción tiempos, el riesgo de accidentes, el consumo de materia prima, y a su vez, mejoran el flujo de trabajo y el orden en las estaciones.

Seguidamente, este pilar posee un enfoque a utilizar la información y los métodos de trabajo implementados para mejorar los procesos productivos y definir la capacidad actual de la planta. Consecutivamente, el pilar 2 se enfocaría en la estandarización de los procesos y métodos de trabajo. Finalmente, el último pilar propone llevar la elaboración de una herramienta automatizada para el cálculo MRP y MPS de la empresa; además de la implementación de metodologías avanzadas de mejora continua.

De esta forma, el modelo de gestión de las operaciones mejora la eficiencia del proceso en un 17,51% en comparación con el estado actual, lo cual también permite que el proceso sea más controlado y se mitigue la incidencia de los factores que obstaculizan la programación de las órdenes de producción, mediadas con las cuales se aumentaría la competitividad de la empresa en un 31%.

Índice

Introducción.....	xvi
CAPÍTULO 1. PROPUESTA DE PROYECTO.....	17
1.1 Descripción de la organización.....	17
1.2 Alcance.	17
1.3 Problema.	17
1.4 Justificación del problema.....	17
1.5 Beneficios asociados al proyecto.....	19
1.5.1 Beneficios para la organización.	19
1.5.2 Beneficios para la sociedad.	19
1.6 Objetivo general e indicadores de éxito.....	19
1.6.1 Objetivo general.....	19
1.6.2 Indicadores de éxito.	19
1.7 Limitaciones.....	20
1.8 Marco de referencia teórico.....	20
1.8.1 Categorización del proceso de Tectram S.A.....	20
1.8.2 Modelo de gestión.....	21
1.8.3 Relación entre administración y planeación operativa.	22
1.8.4 Planificación de operaciones.	22
1.8.5 Plan de operaciones.....	22
1.8.6 Indicadores de gestión.	23
1.8.7 Eficiencia.....	23
1.8.8 Rentabilidad.....	23
1.8.9 Competitividad.....	24
1.8.10 Buenas prácticas en operaciones.	24
1.8.11 Modelo de gestión de operaciones.	24
1.9 Metodología general.	26
1.10 Cronograma de trabajo.....	28
CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO.....	29
2.1 Objetivo de diagnóstico.....	29

2.2 Metodología de diagnóstico.	29
2.3 Estrategia de Tectram S.A.....	30
2.4 Alcance del proyecto.....	30
2.5 Caracterización del proceso.....	32
2.5.1 Mapeo general de los procesos de la organización.	32
2.5.2 Mapeo del proceso productivo.....	33
2.6 Análisis de turnos de trabajo.	34
2.7 Análisis de tiempos productivos e improductivos	38
2.8 Análisis de capacidad.....	44
2.8.1 Caracterización de procesos y operaciones por componente.....	44
2.8.2 Cálculo de capacidad.....	45
2.8.3 Definición de cuellos de botella.....	46
2.9 Diagrama de hilos	48
2.9.1 Frecuencia de recorridos.....	48
2.9.2 Análisis de recorridos.....	49
2.10 Estudio de brecha de Tectram S.A. con respecto a buenas prácticas de manufactura de clase mundial.	54
2.11 Principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.	56
2.12 Medición de indicadores de diagnóstico.	58
2.12.1 Eficiencia.....	58
2.12.2 PTDM (Percent on time delivery o porcentaje de entregas a tiempo).....	58
2.13 Conclusiones de diagnóstico.	59
CAPÍTULO 3. DISEÑO.....	60
3.1 Objetivo de diseño.	60
3.2 Metodología de diseño.	60
3.3 Requerimientos para el modelo de gestión de las operaciones.....	60
3.4 Selección de un modelo de gestión de las operaciones.....	62
3.5 Desarrollo del modelo de gestión de operaciones.....	65
3.5.1 Pilar 1 – Gestión de procesos y mejora continua.	65
3.5.2 Pilar 2 - Estandarización de procesos.....	83
3.5.3 Pilar 3 - Métodos avanzados de programación.	85
3.6 Plan de implementación.	89
3.7 Conclusiones de diseño.	91

CAPÍTULO 4. VALIDACIÓN.....	92
4.1 Objetivo de validación.....	92
4.2 Metodología de validación.....	92
4.3 Reuniones de validación.....	92
4.3.1 Reunión 1: Presentación del diseño del modelo de gestión de las operaciones de Tectram S.A.	92
4.3.2 Reunión 2, 3 y 4: Presentación de las estaciones de trabajo diseñadas mediante metodología 5s.	93
4.3.3 Reunión 5: Presentación de la herramienta de registro de actividades.....	94
4.4 Capacitaciones o talleres de validación.....	95
4.4.1 Capacitación 1: Hojas de trabajo estándar.....	95
4.4.2 Capacitación 2: Gestión documental y análisis de procesos.....	96
4.4.3 Capacitación 3: Herramienta piloto para el registro de actividades.....	96
4.4.4 Capacitación 4,5,6 y 7: Implementación de metodologías 5s.....	97
4.5 Evaluación del impacto económico de las propuestas y cierre de brechas.....	99
4.5.1 Brecha 1. Diferencias en métodos de trabajo.....	99
4.5.2 Brecha 2. Capacidad.....	100
4.5.3 Brecha 3. Estandarización de los procesos.....	103
4.5.4 Brecha 4. Planeación de la producción.....	104
4.6 Indicadores de éxito.....	104
4.6.1 Eficiencia.....	104
4.6.2 PTDM (Percent on time delivery o porcentaje de entregas a tiempo).....	106
4.7 Conclusiones de validación.....	109
Conclusiones.....	110
Recomendaciones.....	111
Bibliografía.....	112
Abreviaturas y Acrónimos.....	115
Glosario.....	116
Anexos.....	117
Apéndices.....	122

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología general de la propuesta de proyecto.	26
Tabla 2. Etapa del proyecto, actividades, duración, inicio y fin del cronograma de trabajo.....	28
Tabla 3. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de diagnóstico.....	29
Tabla 4. Datos recopilados de los turnos de trabajo.	34
Tabla 5. Hoja de registro #1 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.....	39
Tabla 6. Hoja de registro #2 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.....	40
Tabla 7. Hoja de registro #3 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.....	40
Tabla 8. Hoja de registro #4 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.....	41
Tabla 9. Consecutivo y nombre del componente bajo estudio de capacidad.	45
Tabla 10. Proceso, consecutivo y cantidad de operaciones de los procesos productivos para componentes de juegos infantiles para patio o de playground.....	45
Tabla 11. Componente, tiempo de carga, suplementos fijos, tiempo disponible y producción semanal en unidades del análisis de capacidad.	46
Tabla 12. Consecutivo del componente, tiempo de carga total por componente, proceso con menor capacidad (cuello de botella) y tiempo de carga por proceso para determinar mayor tiempo de carga por lote estándar.	47
Tabla 13. Proceso y tiempo de carga de análisis de capacidad.	48
Tabla 14. Producto y distancia recorrida para elaborar una unidad de producto.	49
Tabla 15. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de diseño.....	60
Tabla 16. Resumen de módulos, submódulos y nombres de la SRS.	87
Tabla 17. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de validación.....	92
Tabla 18. Costos en recursos y costos de curva de aprendizaje para cuantificación económica de la implementación de herramienta de registro de actividades.	101
Tabla 19. Costos en recursos y costo en capacitación para la cuantificación económica de implementación de 5s.....	103
Tabla 20. Horas capacitación por persona, cantidad de personas y el costo total de las capacitaciones para la cuantificación económica de implementación de hojas de trabajo estándar.	104
Tabla 21. Problema detectado en proceso productivo, tiempo en las órdenes de producción, porcentaje y propuesta enfocada a solventar el problema detectado por el modelo de gestión de las operaciones.	105
Tabla 22. Componente, tiempo de carga, reducción de tiempo de proceso al aplicar el modelo y porcentaje de mejora de tiempo por unidad al aplicar el modelo de gestión de las operaciones.	105
Tabla 23. Problema detectado en set up, tiempo invertido, porcentaje y propuesta enfocada a solventar el problema detectado.....	106
Tabla 24. Componente, tiempo requerido de set up por orden de producción, reducción de tiempo al aplicar el modelo y porcentaje de mejora de tiempo por unidad por orden de producción.....	106
Tabla 25. Componente, tiempo invertido, tiempo esperado, eficiencia, tiempo esperado con el modelo de gestión para el cálculo de indicador PTDM.....	107

Tabla 26. Resultado, cantidad con y sin modelo de gestión de operaciones, porcentaje y diferencia de las licitaciones participadas..... 108

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de Pareto de componentes.....	31
Figura 2. Diagrama SIPOC de producción de juego infantil para patio o playground.	32
Figura 3. Diagrama 0 (nivel 1) – Plataforma cuadrada.....	33
Figura 4. Gráfica de prueba de normalidad de los datos de tiempos productivos del turno 1.	35
Figura 5. Gráfica de prueba de normalidad de datos de tiempos productivos del turno 2.....	36
Figura 6. Gráfica de residuos para tiempos productivos.	37
Figura 7. Resultados del ANOVA.....	38
Figura 8. Gráfica de muestreo de tiempos productivos e improductivos del operario.	42
Figura 9. Gráfica de muestreo de tiempos productivos y clasificación de tiempos improductivos del operario.....	43
Figura 10. Gráfica de tiempos productivos e improductivos de los operarios de la planta de producción.	43
Figura 11. Gráfica de distribución de tiempos improductivos de la planta.	44
Figura 12. Diagrama de hilos para la producción de plataforma cuadrada, plataforma auxiliar y escalera metálica de 5 gradas.	50
Figura 13. Diagrama de hilos para la producción de barandas.	51
Figura 14. Diagrama de hilos para la producción de paneles lúdicos.....	52
Figura 15. Diagrama de hilos de la producción de postes galvanizados.	53
Figura 16. Diagrama de hilos de la producción de techos metálicos.....	54
Figura 17. Diagrama causa-efecto de la falta de planificación.	57
Figura 18. Requerimientos para el modelo de gestión de las operaciones.	61
Figura 19. Modelo de gestión de las operaciones.	64
Figura 20. Plantilla diagrama de mapeo de procesos.	66
Figura 21. Diagrama de funciones cruzadas de plataforma cuadrada..	67
Figura 22. Herramienta de control de documentos.	69
Figura 23. Herramienta registro de actividades operativas-acceso de seguridad.....	70
Figura 24. Herramienta registro de actividades operativas.....	71
Figura 25. Herramienta registro de actividades operativas.....	72
Figura 26. Flujo de información de los procesos para la planificación de compra de material para la programación de la producción actual.....	73
Figura 27. Flujo de información de los procesos para la planificación de compra de material para la programación de la producción propuesto.....	75
Figura 28. Propuesta de diseño de la estación de trabajo administrativa implementando 5s.....	78
Figura 29. Estación de trabajo 1 de soldadura actual.	80
Figura 30. Estación de trabajo 2 de soldadura actual.	80
Figura 31. Propuesta de diseño de la estación de trabajo de soldadura implementando 5s.....	81
Figura 32. Estado actual estación de pintura.....	82
Figura 33. Estado actual almacenaje estación de pintura.	82
Figura 34. Propuesta de diseño de la estación de trabajo de soldadura implementando 5s.....	83
Figura 36. Plantilla hoja de trabajo estándar cortado y doblado refuerzos de plataforma.....	84
Figura 37. Plantilla hoja de trabajo estándar responsabilidades semanales y métricas.	85

Figura 38. Reunión 3 de validación. Presentación de la implementación de la metodología 5s con jefa de aseguramiento de la calidad.	93
Figura 39. Reunión 4 de validación. Presentación de la implementación de la metodología 5s con jefe de producción.	94
Figura 40. Reunión 5 de validación. Presentación de la herramienta de registro de actividades.....	95
Figura 41. Capacitación1 de validación. Hojas de trabajo estándar.....	96
Figura 42. Capacitación 3 de validación. Implentación de la herramienta de registro de actividades con trabajo de planta.....	97
Figura 43. Capacitación 4 de validación. Implementación metodología 5s con jefa de aseguramiento de la calidad.....	98
Figura 44. Capacitación 5 de validación. Implementación metodología 5s con área de soldadura.	99

Introducción

La empresa Tectram S.A. es una productora de mobiliario urbano localizada en San Ramón de Alajuela. Inició operaciones en el año 2015, especializándose en el diseño, desarrollo y fabricación de mobiliario urbano.

Este proyecto tiene como finalidad el estudio de la ejecución de las operaciones de dicha compañía con el objetivo de diseñar un modelo de gestión de las operaciones que sea acorde a las necesidades de la organización, al estado de desarrollo actual; el cual sea compatible con la estrategia que solvete las necesidades de los clientes potenciales y de esta manera se aumente la competitividad dentro del mercado.

Este documento consta de cuatro capítulos: propuesta, diagnóstico, diseño y validación. En el primer capítulo, se realiza un breve estudio de la organización con el objetivo de conocer la problemática presente, se plantea la justificación de las razones por las cuales es indispensable solucionar el problema, se plantean los indicadores de éxito del proyecto, se esboza el marco teórico, se define la metodología, el cronograma a utilizar y cumplir en las etapas posteriores. En este apartado se identifica que la empresa no cuenta con un modelo de planificación de las operaciones paralelo la estrategia, lo que provoca que no sea competitivo en el mercado.

En la etapa de diagnóstico, se lleva a cabo un estudio de los principales procesos productivos, se estudian y caracterizan a fondo mediante diagramas de proceso y estudios de capacidad. Por otra parte, se identifica el estado actual de los métodos de trabajo, y se documenta de esta manera el estado actual de las operaciones y los factores que repercuten en la planificación de la producción. Seguidamente, se elabora el diseño de un modelo de gestión de las operaciones que sea capaz de soportar la operación de la empresa, con el objetivo de mejorar su competitividad en el mercado. Dicho diseño está enfocado en cerrar las brechas de los elementos a mejorar identificados durante el diagnóstico.

Luego, en la etapa final, se realiza la validación del modelo de gestión de las operaciones propuesto en la etapa anterior. Cabe mencionar que esta validación se efectúa junto a los actores involucrados, es decir, con el personal de la organización de las áreas respectiva; además, se establecen los ajustes a las mismas. Aunado a lo anterior, se procede a cumplir una serie de capacitaciones al personal para que este comprenda y se involucre en el proceso de implementación, con el fin de evitar la resistencia al cambio.

Por último, se elabora la cuantificación económica del modelo de gestión de las operaciones al implementarlo en su totalidad y se miden los indicadores de éxito para ponderar el impacto que el mismo tendrá en la eficiencia y planeación de las operaciones.

CAPÍTULO 1. PROPUESTA DE PROYECTO

1.1 Descripción de la organización

Tectram S.A., empresa de capital costarricense, ubicada en el distrito de Volio, en San Ramón de Alajuela, inició operaciones en el año 2015 como una unidad de negocio de Distribuidora Grupo 86 S.A., de la cual se desvinculó en noviembre 2017. Actualmente cuenta con dos líneas de producción, la primera corresponde al diseño y la fabricación de muebles de melamina para hogares o empresas; la segunda se encarga de producir equipamiento urbano, este último se refiere a la fabricación de mobiliario urbano, recreativo, deportivo y equipamiento institucional (Distribuidora Grupo 86 S.A., s.f).

En la actualidad cuenta con 36 colaboradores, distribuidos entre personal operativo y administrativo. Sus principales clientes son tanto entidades gubernamentales como municipalidades, universidades, colegios, juntas de educación y asociaciones comunales; pues Tectram S.A. ofrece productos que buscan optimizar y recuperar los espacios públicos. En el Apéndice I. Mapa de procesos de Tectram S.A. se puede visualizar el mapa de procesos de la organización.

1.2 Alcance

Esta investigación abarca el área de la planeación de las operaciones de Tectram S.A., la cual incluye actividades de manufactura, logística y planeación de servicios (Chase & Jacobs, 2014), de la línea de producción de equipamiento urbano, también conocido como de metalmecánica. Dicha línea representa un 93,8% de las ventas comprendidas entre abril de 2018 y marzo de 2019; por lo tanto, es la actividad que más utilidad genera a la empresa de acuerdo con la información aportada por la organización (Anexo I. Ventas 2018-2019 Tectram S.A.).

1.3 Problema

Tectram S.A. no cuenta con un modelo de planificación de las operaciones capaz de soportar la estrategia de la organización, lo cual provoca que no oferte precios competitivos, ni disponga del producto necesario cuando es requerido, generando en el último año una pérdida del 60,9% de las licitaciones.

1.4 Justificación del problema

La planta de producción de Tectram S.A. lleva a cabo los procesos que usualmente se ejecutan en la industria metalmecánica para transformar la materia prima mediante esmerilado, corte, plegado, doblado, troquelado, soldadura, armado y pintura. Cabe destacar que los procesos administrativos y estratégicos (contabilidad, control de licitaciones, facturación, cobro y crédito, recursos humanos, así como la toma de decisiones gerenciales), son gestionados por medio de un centro compartido de servicio, en conjunto con Distribuidora Grupo 86 S.A. Dicho centro compartido de servicio cuenta con procedimientos establecidos; sin embargo, Tectram S.A. carece de manuales de procedimientos o indicadores de gestión en sus operaciones.

El abastecimiento de materia prima para la producción se lleva a cabo mediante dos modalidades: compras nacionales e internacionales. Actualmente, no existen indicadores ni métricas de control que permitan definir en cuál momento se debe de ejecutar el proceso de compras, ya que éste se realiza cuando el operario indica que hay un faltante de algún material específico, cuando no hay disponible o hay poco material según su criterio; lo cual provoca retrasos y aumenta el costo de los proyectos.

Por otra parte, el departamento de logística es responsable de gestionar, a nivel físico y virtual, tanto la materia prima como el producto terminado a lo largo de la producción; no obstante, se carece de procedimientos para ejecutar este proceso. Prueba de esta falta de planificación es la ausencia de regulación al asignar los materiales e insumos; en consecuencia, los operarios de planta son quienes deben buscar los materiales que necesitan sin criterio técnico. Este tipo de situaciones repercuten diariamente en las operaciones, lo cual provoca que la mano de obra asignada por proyecto se calcule sobre procesos ineficientes y mediante métodos de planificación empírica.

Ejemplos de lo anterior es lo sucedido con las órdenes de producción 297, 309 y 310 de enero del 2019, donde se solicita en la misma boleta el material para las tres órdenes juntas, cuando a nivel de sistema de información este dato debe ingresarse por separado, lo cual obligó al encargado de consumos a consultar posteriormente la distribución de la materia prima. Por otra parte, en la orden 297 se aprecia que el operario realiza durante el mismo día, al menos 4 requisiciones de productos similares, generó tiempos muertos y recorridos innecesarios en la producción (Anexo 2. Boletas de requisición de materia prima). De acuerdo con el encargado de bodega, estas son situaciones recurrentes.

En Tectram S.A. el 88% de los proyectos se realizan para entidades gubernamentales, por medio de la participación en el proceso de compras centralizadas, donde debe concursar junto otras empresas oferentes mediante el cumplimiento de una serie de requisitos y evaluaciones para ser elegible. Esto provoca que la producción de Tectram S.A. no sea continua, pues depende del éxito obtenido en el proceso de licitación.

El proceso de licitaciones se caracteriza por la competencia de las organizaciones en dimensiones o ámbitos como el precio, experiencia y plazo de entrega, se asigna a cada empresa oferente un porcentaje de relevancia para determinar el puntaje obtenido. Tal y como se muestra en el Anexo 3. Licitaciones participadas 2018-2019, Tectram S.A. experimentó una pérdida del 60,9% de las licitaciones en las cuales ha participado. Lo anterior se debe a que en un 94,8% de las veces ha ofertado un precio superior al solicitado por el concurso; un 3,9% no cuenta con la experiencia o cantidad de proyectos realizados que son requeridos por los carteles y finalmente, un 2% no cumple con las expectativas en el plazo de entrega (Anexo 4. Factores de evaluación de las licitaciones participadas 2018-2019 por Tectram S.A.).

El Consejo Latinoamericano de Escuelas de Administración (2005), plantea que las organizaciones compiten en 4 dimensiones: precio, calidad, fiabilidad en el plazo de entrega y flexibilidad; las cuales son responsabilidad del departamento de operaciones. Lo anterior evidencia que, si la organización pretende competir en la dimensión correspondiente al precio, el departamento operaciones debe ser capaz de proporcionar costos bajos; al competir en el rubro de plazo de entrega, se debe considerar la capacidad de producción, programación de la producción e inventarios. Finalmente, si se ofrece flexibilidad, el departamento operaciones debe contar con una configuración que permita responder ante imprevistos.

Es importante señalar que actualmente la empresa no tiene mediciones precisas de cuánto puede producir con sus insumos tecnológicos y su fuerza de trabajo; por ende, se desconoce la mezcla de productos que es posible exigir a estos recursos. El nivel de capacidad que se elija tiene repercusiones críticas en el índice de respuesta de la empresa, la estructura de sus costos, sus políticas de inventario, los administradores y personal de apoyo que requiere. Si la capacidad no es adecuada, la empresa puede perder clientes en razón de un servicio lento, el cual permite a los competidores entrar al mercado (Chase & Jacobs, 2014). Al contar con una adecuada planeación de operaciones es posible generar flexibilidad en la capacidad, es decir, incrementar o disminuir los niveles de producción con rapidez. Tectram S.A. pertenece al 20% de las

empresas de la industria metalmecánica en el ámbito nacional que no cuentan con algún instrumento para conocer la satisfacción de sus clientes, lo cual dificulta una adecuada capacidad de ajuste y mejora en relación con las necesidades actuales del mercado (Apuy, s.f).

Es necesario puntualizar que la empresa se rige por una estructura que asigna costos a los recursos relacionados con la producción, donde se determina que la empresa ha incurrido en el pago de un 9% de horas extras durante el último año (Anexo 5. Horas extras entre octubre 2018 y marzo 2019), lo cual es equivalente a 3661,26 dólares. Dichos costos repercuten en el precio final de las licitaciones, es decir, si las operaciones se realizaran de manera más eficiente es posible mejorar el costo de producción, lo cual se reflejaría en el precio final de la oferta. Lo anterior sería posible si existiese una adecuada planificación de la producción.

De este modo, se demuestra que Tectram S.A. no ha implementado una adecuada planificación de las operaciones que sea capaz de soportar la estrategia de la organización (Consejo latinoamericano de escuelas de administración, 2005); lo cual provoca que no oferte precios competitivos ni disponga del producto necesario cuando es requerido.

1.5 Beneficios asociados al proyecto

1.5.1 Beneficios para la organización

Un modelo adecuado de la planificación de las operaciones permitirá a Tectram S.A. contar con procesos estandarizados, lo cual la favorecerá a largo plazo; de esta manera se aumentará la credibilidad y la competitividad de la empresa.

1.5.2 Beneficios para la sociedad

Creación de fuentes de trabajo estable para personas de la región de Occidente del Valle Central, que colaborarán con la producción de equipamiento urbano para parques e instalaciones a nivel nacional; con el objetivo de recuperar los espacios públicos para su óptimo aprovechamiento.

1.6 Objetivo general e indicadores de éxito

1.6.1 Objetivo general

Diseñar un modelo de gestión de las operaciones para la empresa Tectram S.A. que mejore y soporte la estrategia de la organización, aumentando así la competitividad de la empresa en el mercado.

1.6.2 Indicadores de éxito

Eficiencia: indicador que calcula si el tiempo invertido en proceso productivo es igual o cercano al esperado. Se procura que la eficiencia sea alta, y su resultado la cantidad de tiempo invertido para alcanzar las metas del plan de producción.

$$Eficiencia_{Tiempo} = \frac{Tiempo\ esperado\ por\ unidad\ producto\ terminado}{Tiempo\ invertido\ por\ unidad\ de\ producto\ terminado}$$

PTDM (Percent on time delivery o porcentaje de entregas a tiempo): indicador que mide la efectividad del sistema actual de programación de la producción, al evaluar si se conoce detalladamente los recursos con los que se dispone y la complejidad de armado según mix de producción. Se pretende que el PTDM

sea alto, y se debe analizar desde tres puntos de vista: las órdenes que se iniciaron a tiempo, las órdenes que se finalizaron a tiempo y si se terminaron en el tiempo estipulado.

$$PTDM_{in} = \frac{OP \text{ iniciadas según programación}}{Total \text{ OP iniciadas}}$$
$$PTDM_{out} = \frac{OP \text{ finalizadas según programación}}{Total \text{ OP finalizadas}}$$
$$PTDM_{vol} = \frac{OP \text{ terminadas en el tiempo de la programación}}{Total \text{ OP finalizadas}}$$

Donde:

OP: Órdenes de producción

Es importante tomar en cuenta las siguientes consideraciones.

- $PTDM_{in}$ bajo: las órdenes de producción no se inician según programación, ya sea por otras órdenes no terminadas, falta de material, fallo en maquinaria, entre otros motivos.
- $PTDM_{out}$ bajo: las órdenes de producción no se finalizan según programación, esto denota que se desconoce la capacidad de la planta, o que existen atrasos en la producción por distintos motivos. Cabe destacar que tanto órdenes que se terminan muy pronto como órdenes que se finalizan tarde afectan la métrica.
- $PTDM_{vol}$ bajo: denota que, indistintamente de cuando se inicia o se finaliza una orden, se desconoce cuánto se puede tardar en producir, o que existen factores que afectan la producción, lo cual provoca retrasos en la misma.

1. 7 Limitaciones

En la empresa Tectram S.A. algunos de sus procesos administrativos y estratégicos, como lo son contabilidad, control de licitaciones, facturación, cobro y crédito, recursos humanos, así como la toma de decisiones gerenciales, son gestionados por medio de un centro compartido de servicio en conjunto con Distribuidora Grupo 86 S.A., por lo cual las decisiones llevadas a cabo que afecten a la primera pueden afectar a la segunda o viceversa. Esta interrelación se debe tomar en cuenta a la hora de proponer cambios que puedan incidir en las áreas anteriormente mencionadas.

1. 8 Marco de referencia teórico

1.8.1 Categorización del proceso de Tectram S.A

La línea de producción metalmecánica de la empresa Tectram S.A. posee principalmente un modelo de producción influenciado por el cliente del tipo armado bajo pedido (ATO, assemble to order), siempre que se puedan armar opciones a partir de subarmados predefinidos (Krajewski, Malhotra, & Ritzman, 2016). Un ejemplo de esto es que difícilmente todos los clientes que adquieran un producto de esta línea de producción tengan espacios con configuraciones similares, lo cual obliga a la empresa a realizar cambios en los diseños de los juegos infantiles o plays (producto con mayor nivel de ventas), los cuales dependerán de cada situación específica.

El hecho de que los plays posean una configuración tipo módulos, permite tener un nivel medio de flexibilidad en el diseño. Por otro lado, productos como bancas, basureros o escaladores poseen diseños y requerimientos de espacio plenamente establecidos, que no tienen cambios cuando un cliente los solicita.

Lo anterior lleva a categorizar el proceso productivo de Tectram S.A. como Proceso de Trabajo (o Proceso de Taller de Trabajo), que permite cierto nivel de flexibilidad, pero no productos completamente a la medida. El equipo utilizado en este tipo de procesos es generalmente para propósitos generales (como lo son en la empresa las cortadoras, dobladoras, ponchadoras y cuarto de pintura), lo cual permite adaptar el producto a los requerimientos del cliente (principalmente limitaciones espaciales). Debido a lo anterior, es finalmente en los trabajadores que recae la habilidad de generar un producto acorde a las especificaciones del cliente, quienes normalmente deben ser altamente calificados para el proceso (Krajewski, Malhotra, & Ritzman, 2016).

1.8.2 Modelo de gestión

A través de un modelo se pretende reproducir las propiedades del objeto o sistema original que queda representado por otro objeto o sistema y se construyen para conocer o predecir propiedades del objeto real y se encuentra condicionado principalmente por una buena selección de los factores relevantes para el problema y una adecuada descripción de sus relaciones funcionales (Felicísimo, s.f.).

Así mismo, la Real Academia Española (2018), define modelo como un arquetipo o punto de referencia para seguir, imitar o reproducir, es decir, un conjunto de objetos realizados con arreglo a un mismo diseño. Aunado a lo anterior, cuando se construye un modelo, se constituye a su vez un sistema cuyos componentes se han reducido a una cantidad manejable para simplificar el sistema real (Felicísimo, s.f.).

Por otro lado, Vilcarromero (2013) establece que la gestión es la acción de gestionar y administrar una actividad al establecer objetivos y medios para su realización. De igual manera, se define como realizar diligencias, las cuales abarcan recursos y personas que redireccionan sus esfuerzos hacia un mismo rumbo, es decir, conducir al logro de objetivos (Del Río Vásquez, 2017). Es debido a lo anterior que se debe organizar la estrategia fundamentada en la gestión con la finalidad de que la organización responda con rapidez a los requerimientos del mercado; un mercado cambiante y competitivo, el cual requiere que las empresas conozcan su capacidad de anticipación y de respuesta a los cambios del entorno (Del Río Vásquez, 2017).

Cabe destacar que en aras de mantener un sistema de gestión se debe aplicar periódica y sistemáticamente herramientas de medición y seguimiento.

Es así que al unificar ambos términos se obtienen los denominados modelos de gestión, los cuales son una “serie de pautas para llevar a cabo una gestión eficaz” (ISOTools, 2015, párrafo 5). Estos modelos tienen como “fin promover la mejora continua de la organización. Para ello, los modelos de gestión se estructuran en una serie de criterios, cuyo propósito es guiar la práctica y asegurar que se cumplen los principios básicos de excelencia. Además, sirven como herramienta de autoevaluación” (ISOTools, 2015, párrafo 5).

Algunos de los factores a configurar desde un modelo de gestión que responda a las particularidades de la empresa y del entorno son: recursos humanos, financieros, comerciales y tecnológicos (Del Río Vásquez, 2017).

1.8.3 Relación entre administración y planeación operativa

Planteado lo anterior, se describirán definiciones que parten de lo general a lo específico, se empieza por la administración de operaciones que, como ya se mencionó, hace referencia a la gestión de operaciones (operations management por su nombre en inglés) y suministros. Chase & Jacobs (2014) afirman lo siguiente.

Se define como el diseño, operación y mejoramiento de los sistemas que crean y proporcionan los productos y servicios primarios de una empresa. Al igual que el marketing y las finanzas, la AOCS es un campo funcional de negocios con claras responsabilidades de administración de línea. La AOCS se ocupa de la gestión de todo un sistema que produzca un bien o preste un servicio (pág. 4).

Por otra parte, la estrategia de operaciones y suministro se ocupa “de establecer las políticas y los planes generales para utilizar los recursos de una empresa de modo que apoyen de forma más conveniente su estrategia competitiva a largo plazo” (Chase & Jacobs, 2014, pág. 23), en congruencia, liga la estrategia operacional a la corporativa de la empresa.

De esta forma, se debe enfocar el diseño del proceso productivo de tal forma que incluya tecnología adecuada, tamaño del proceso, la función del inventario dentro del mismo y su ubicación, infraestructura, planeación y control del proceso, los enfoques para controlar y asegurar la calidad, los sistemas de remuneración de trabajo y la organización de la función de las operaciones (Chase & Jacobs, 2014).

Cabe recalcar que la estrategia de operaciones y suministros forma parte del proceso de planeación que coordina las metas de las operaciones y las de la organización en general, las cuales pueden variar en el tiempo, por lo cual requieren flexibilidad de las operaciones para adecuarse a éstas.

1.8.4 Planificación de operaciones

Según Chase & Jacobs (2014) la planificación de operaciones es un proceso que ayuda a ofrecer un mejor servicio al cliente, manejar inventarios más bajos, ofrecer tiempos de entrega más breves, estabilizar los índices de producción y facilitar el manejo del cliente. Este proceso requiere trabajo en equipo entre ventas, distribución y logística, operaciones finanzas y desarrollo de productos.

Aunado a lo anterior, la planificación de procesos se ocupa en determinar las tecnologías y procedimientos específicos requeridos para fabricar. La planificación de la capacidad estratégica se encarga de determinar la capacidad de los sistemas de producción a largo plazo, es decir, con una duración de más de un año. La planificación de la red de suministro determina, a nivel externo, la distribución del producto y almacenes; a nivel interno selección de proveedores y subcontratación de la producción. Luego, a mediano plazo (periodo de 3 a 18 meses) se analiza el plan de operaciones, el cual más adelante se detallará. Finalmente, a corto plazo (periodo de 1 día a 6 meses) se detalla sobre todo la programación de la producción y las órdenes de embarque, así como programación de los trabajadores para garantizar un servicio adecuado al cliente y mantener horarios justos para el trabajador (Chase & Jacobs, 2014).

1.8.5 Plan de operaciones

El plan de operaciones, también conocido como plan agregado, brinda información a las actividades de manufactura, logística y planeación de servicios. Manufactura responde a la programación maestra de producción, planificación de requerimientos de material y la programación de pedidos; logística abarca la

planificación tanto de capacidad de los vehículos como de la recepción en almacenes y servicios corresponde a la programación semanal y diaria de la mano de obra (Chase & Jacobs, 2014).

De acuerdo con Chase & Jacobs (2014), el objetivo del plan agregado es minimizar los costos totales relacionados con la producción para determinar la combinación óptima de índice de producción, niveles de fuerza de trabajo y niveles de inventario.

1.8.6 Indicadores de gestión

Con el fin de lograr una gestión eficiente es conveniente diseñar un sistema de control de gestión que soporte la administración y permita evaluar el desempeño de la organización. En efecto, cuando se habla del término de sistema de control de gestión corresponde a aquel que “tiene como objetivo facilitar a los administradores con responsabilidades de planeación y control operativo, información pertinente e integral sobre su desempeño, que les permita autoevaluar y tomar los correctivos del caso” (Beltrán, s.f, pág. 33).

Se define un indicador como “la relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de los objetivos y metas esperadas” (Beltrán, s.f, pág. 36). Aunado a esto se definen como los factores para establecer el logro y cumplimiento de una meta u objetivo de un determinado proceso. Importante mencionar que son utilizados para control y toma de decisiones, razón por la cual se dice que son principalmente, información (agregan valor) y no solo datos.

Así mismo, los indicadores permiten que las empresas adquieran información de forma oportuna para reorientar sus procesos y procedimientos; y de esta manera, cumplir o lograr los objetivos estratégicos.

1.8.7 Eficiencia

La eficiencia como concepto general se define como hacer algo con el costo más bajo posible (Chase & Jacobs, 2014). Este mismo autor describe de forma más completa el objetivo de un proceso eficiente, el cual se detalla continuación.

La eficiencia es una proporción entre la producción real de un proceso y un parámetro determinado. Por ejemplo, piense en una máquina diseñada para empacar cereal con un ritmo de 30 cajas por minuto. Si resulta que los operadores de un turno producen con un ritmo de 36 cajas por minuto, entonces la eficiencia de la máquina es de 120% (36/30). Con el término eficiencia también se mide la ganancia o pérdida de un proceso. Por ejemplo, si se invierten 1 000 unidades de energía en un proceso diseñado para convertirlas a otra forma de energía y el proceso solo produce 800 unidades de la nueva energía, entonces el proceso tiene una eficiencia de 80 por ciento (pág.116).

1.8.8 Rentabilidad

Debido a la creciente competitividad y globalización del mercado en el que se desarrollan las empresas actualmente, se propicia que sea necesario la medición de resultados obtenidos de dichas entidades en actividades o procesos durante periodos determinados de tiempo con el fin del cumplimiento de los objetivos (Gaytán, 2014). La manera adecuada para medir el desempeño financiero se representa por la rentabilidad.

“La rentabilidad es el beneficio de una organización en un periodo determinado de tiempo, y es el resultado que se obtiene de restarle al total de los ingresos los costos de la misma” (Gaytán, 2014, pág.

173). Es por esta razón que la eficacia operacional se refleja directamente en los costos asociados a la rentabilidad.

Es así que “la clave para la ventaja competitiva a través de las operaciones es que la empresa opere como un sistema sincronizado y si lo hacen eficazmente están por alcanzar la meta fundamental de la empresa: la rentabilidad” (Chase & Jacobs, 2014, pág. 702).

1.8.9 Competitividad

De acuerdo con Monterroso (2016), el concepto de competitividad tiene un sin número de definiciones ya que es un término dinámico y complejo, razón por la cual se analiza a través de un conjunto de variables. Se reconoce que su significado puede ser diferente según el contexto en el que se encuentre; desde una perspectiva macroeconómica se refiere a ejercer instrumentos de política económica con el fin de crear un ambiente favorable para el desempeño de las empresas en la región; y desde una perspectiva microeconómica, que las empresas por sí mismas, incrementen su eficiencia, productividad, calidad con la finalidad de obtener un grado de desempeño superior al de sus competidores.

Aunado a lo anterior, este término se relaciona a la estrategia, pues el éxito de la misma se vincula directamente con la forma en la cual se utilizan las capacidades competitivas (recursos y competencias) para permanecer o crecer en el mercado (Monterroso, 2016). Este es un aspecto fundamental en la sustentabilidad y el éxito de una organización, y el que se utilizará en contexto de este proyecto. Sustentado en dicha premisa, surge el concepto de ventajas competitivas, las cuales se crean a partir de la diferenciación del producto y de la reducción de costos; donde la tecnología, la capacidad de innovación y los factores especializados son vitales. Lo anterior debido a que las ventajas competitivas distinguen a una empresa del resto y la sitúa en una posición superior para competir.

Las competitividades se relacionan con sus correspondientes dimensiones de costo y no costo. La primera, hace énfasis en los salarios, la productividad del trabajo y del capital, política fiscal y calidad de servicios públicos; la segunda, se refiere a la capacidad física de producción, calidad de los productos, especialización y la eficacia de los acuerdos entre empresas (Monterroso, 2016). En consecuencia, desde esta visión se debe analizar tanto el impacto directo como el efecto sobre los otros determinantes de la competitividad, ya que un factor dependerá y condicionará a los otros.

1.8.10 Buenas prácticas en operaciones

El concepto “buenas prácticas” se utiliza en una variedad muy amplia de disciplinas, desde la robótica hasta las ciencias sociales; sin embargo, pueden existir mal entendidos al usar esta frase debido a su mal o excesivo empleo (Osburn Joe, 2011).

De esta forma, para efectos del desarrollo del presente proyecto se define el concepto de buenas o mejores prácticas, “en referencia a toda experiencia que se guía por principios, objetivos y procedimientos apropiados o pautas aconsejables que se adecuan a una determinada perspectiva normativa o a un parámetro consensuado, como así también a toda experiencia que ha arrojado resultados positivos, demostrando su eficacia y utilidad en un contexto concreto (OPS, 2019, párrafo 5)”; en este caso, enfocado a las operaciones a nivel de producción metalmecánica.

1.8.11 Modelo de gestión de operaciones

De esta forma se define que un modelo de gestión como el diseño, operación y mejoramiento de sistemas que crean y proporcionan los productos y servicios primarios de una empresa, configura una serie

de criterios y metodologías que permiten guiar la práctica y asegurar que se cumplen los principios básicos de excelencia operacional.

Cabe recalcar que el diseño de este modelo debe estar alineado con la estrategia de las operaciones y de la organización en general, de tal forma que incluya tecnología adecuada, tamaño del proceso, la función del inventario dentro del mismo y su ubicación, infraestructura, planeación y control del proceso, los enfoques para controlar y asegurar la calidad, los sistemas de remuneración de trabajo y la organización de la función de las operaciones.

1.9 Metodología general

A continuación, se muestra en la Tabla 1 la metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto.

Tabla 1. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología general de la propuesta de proyecto.

Objetivo General: Diseñar un modelo de gestión de las operaciones para la empresa Tectram S.A. capaz de soportar la estrategia de la organización, con el fin de aumentar la competitividad de la empresa en el mercado.		
Actividades	Herramientas	Resultados deseados
Mapeo del proceso productivo.	Diagrama de funciones cruzadas. Entrevistas y visitas a planta.	Entradas requeridas y las salidas esperadas de cada proceso productivo. Recursos necesarios y asignación de los mismos para estos procesos.
Análisis y toma de tiempos del proceso productivo.	Estudio de tiempos por medio de formularios. Estadística descriptiva.	Estaciones de trabajo, definición de unidad equivalente, tiempo estándar, ritmo de trabajo, retrasos. Cargas de los centros de trabajo.
Diagnóstico	Análisis de los métodos actuales de programación.	Estudio de movimientos. Diagrama de hilos.
	Identificación del estado actual de los métodos de trabajo.	Manual de Buenas prácticas de manufactura metalmecánica.
	Análisis de las principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.	Herramientas de calidad.
		Oportunidades de mejora en la metodología de trabajo. Herramienta ajustada de acuerdo con las necesidades de la empresa sujeta a análisis.
		Identificar principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.

Tabla 1. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología general de la propuesta de proyecto (continuación).

	Actividades	Herramientas	Resultados deseados
Diseño	Definición de requerimientos para un modelo de gestión de operaciones.	Estándar de modelo de gestión de operaciones.	Requerimientos de modelo de gestión de operaciones que involucre las áreas operativas relacionadas con estas.
	Propuesta de rediseño del proceso de gestión de operaciones.	Diagrama de procesos.	Diagrama del procesos primarios y secundarios relacionados con la gestión de operaciones.
	Selección y desarrollo de un modelo de gestión de las operaciones.	Modelo de gestión de operaciones seleccionado.	Modelo de gestión de operaciones que permita competitividad en el mercado a la empresa Tectram S.A.
	Elaboración de plan de implementación del modelo de gestión de operaciones.	Herramientas de administración de proyectos.	Plan para la implementación del modelo de gestión de operaciones.
Validación	Validación del nuevo diseño de gestión de operaciones.	Simulación.	Simulación del diseño de gestión de operaciones.
	Capacitación del personal para la evaluación del nuevo diseño de gestión de operaciones y mejora continua.	Talleres de capacitación.	Personal con conocimiento del nuevo modelo de gestión de operaciones.
	Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto.	Estadística descriptiva.	Cuantificación de mejora de los indicadores de éxito del proyecto.
	Evaluación del impacto económico de las propuestas.	Cotizaciones.	Cuantificación económica de las propuestas.

1.10 Cronograma de trabajo

En la Tabla 2 se presenta el cronograma de trabajo para el desarrollo del proyecto.

Tabla 2. Etapa del proyecto, actividades, duración, inicio y fin del cronograma de trabajo.

Etapa del proyecto	Actividades	Duración	Inicio	Fin
Diagnóstico	Mapeo del proceso productivo.	3 semanas.	12 de agosto de 2019.	26 de agosto de 2019.
	Análisis y toma de tiempos del proceso productivo.	4 semanas.	27 de agosto de 2019.	23 de setiembre de 2019.
	Análisis de los métodos actuales de programación.	4 semanas.	27 de agosto de 2019.	23 de setiembre de 2019.
	Identificación del estado actual de los métodos de trabajo.	2 semanas.	24 de setiembre de 2019.	7 de octubre de 2019.
	Análisis de principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.	2 semanas.	8 de octubre de 2019.	21 de octubre de 2019.
Diseño	Definición de requerimientos para un modelo de gestión de operaciones.	3 semanas.	20 de abril de 2020.	11 de mayo de 2020.
	Propuesta de rediseño del proceso de gestión de operaciones.	2 semanas.	11 de mayo de 2020.	25 de mayo de 2020.
	Desarrollo de un modelo de gestión de las operaciones.	4 semanas.	26 de mayo de 2020.	22 de junio de 2020.
	Elaboración de plan de implementación del modelo de gestión de operaciones.	2 semanas.	23 de junio de 2020.	7 de julio de 2020.
Validación	Validación del nuevo diseño de gestión de operaciones.	4 semanas.	8 de julio de 2020.	5 de agosto de 2020.
	Capacitación del personal para la evaluación del nuevo diseño de gestión de operaciones y mejora continua.	3 semanas.	6 de agosto de 2020.	25 de setiembre de 2020.
	Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto.	1 semana.	26 de setiembre de 2020.	2 de octubre de 2020.
	Evaluación del impacto económico de las propuestas.	2 semanas.	28 de setiembre de 2020.	2 de octubre de 2020.

CAPÍTULO 2. DIAGNÓSTICO

2.1 Objetivo de diagnóstico

Analizar la situación actual del área de producción de la línea metalmecánica de Tectram S.A., identificando oportunidades de mejora que permitan el aumento de la competitividad de la empresa en el mercado.

2.2 Metodología de diagnóstico

Se expone a continuación en la Tabla 3 la metodología a utilizar en la etapa de diagnóstico.

Tabla 3. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de diagnóstico.

Actividades	Herramientas	Resultados deseados
Mapeo general de los procesos de la organización.	Diagrama SIPOC.	Flujo de información e interacción de los procesos. Entradas requeridas y las salidas esperadas de cada proceso.
Mapeo del proceso productivo.	Entrevistas y visitas a planta. Diagrama de proceso.	Recursos necesarios y la asignación de los mismos para estos procesos.
Análisis y toma de tiempos del proceso productivo	Estudio de tiempos por medio de formularios. Estadística descriptiva.	Estaciones de trabajo, definición de unidad equivalente, tiempo estándar, ritmo de trabajo, retrasos. Cargas de los centros de trabajo.
Análisis de los métodos actuales de programación.	Estudio de movimientos. Diagrama de hilos.	Metodología de trabajo para el proceso productivo y movimientos ineficientes y eficientes. Duración y distancia recorrida para cada proceso.
Identificación del estado actual de los métodos de trabajo.	Manual de Buenas prácticas de manufactura metalmecánica.	Oportunidades de mejora en la metodología de trabajo. Herramienta ajustada de acuerdo a las necesidades y variables críticas de la industria metalmecánica sujeta a análisis.
Análisis de principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.	Herramientas de calidad.	Identificar principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones.

Diagnóstico

2.3 Estrategia de Tectram S.A

Inicialmente, es importante mencionar que Tectram S.A tiene como principal y única estrategia definida aumentar su competitividad del mercado, especificando que anualmente se debe incrementar las ventas en un 30% en comparación con el año anterior.

Es por ello que para este proyecto cuando se menciona la estrategia de la empresa se refiere a mejorar la competitividad de la empresa y por ende sus ventas. Sin embargo, esta estrategia carece de un proceso de planificación, en donde se especifican acciones, responsabilidades y recursos, y finalmente un control y seguimiento formal de la ejecución (Francés, 2006).

Si bien es cierto esta estrategia carece de acciones concretas para alcanzar el objetivo planteado, es la meta que se define actualmente; tampoco existen indicadores estratégicos que permitan saber si la toma de decisiones a nivel gerencial ayuda a incrementar las ventas y la competitividad.

Por otra parte, a nivel operativo tampoco existe un ligamento entre las decisiones del día a día y su efecto en la competitividad, debido a que no se cuenta con indicadores ligados al objetivo estratégico planteado anteriormente; es por esto que tanto las mediciones llevadas a cabo en diagnóstico como el diseño del presente proyecto tiene un enfoque satisfacer eventualmente los principales requerimientos del cliente, como lo son precios competitivos y entregas en el tiempo requerido.

2.4 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto abarca la línea de producción de equipamiento urbano, especializado en la fabricación de juego infantil para patio o playground. Sin embargo, al contar con una producción bajo pedido, productos personalizados y debido a la falta de información el proyecto se encuentra limitado a los productos que se producen con mayor frecuencia o la cantidad de veces que se repiten en los diferentes juegos infantiles para patio y centrarse en aquellos que tienen un mayor impacto para el negocio.

Por consiguiente, se procede a elaborar un diagrama de Pareto para determinar los componentes bajo estudio, este se muestra en la Figura 1.

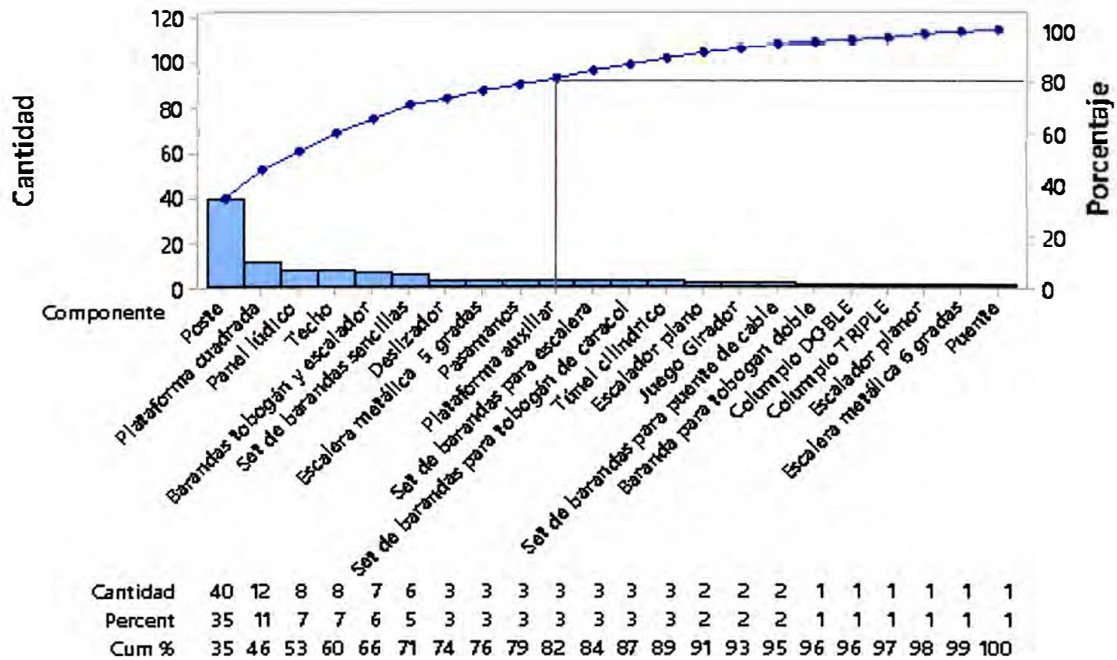


Figura 1. Diagrama de Pareto de componentes.

Entre los resultados más relevantes, se determina que de 22 componentes que se manufacturan en la organización para la fabricación de los juegos infantiles para patio o playground, el proyecto se centrará en aquellos que representan el 80% de la producción. Siendo así, se define que los componentes a estudiar son el poste galvanizado, la plataforma cuadrada y la auxiliar, el panel lúdico, techo, barandas para tobogán, barandas sencillas y la escalera metálica de 5 gradas.

Como ya se mencionó, lo anterior es debido a la naturaleza de la organización, ya que esta posee principalmente un modelo de producción influenciado por el servicio de demanda bajo pedido (make to order), lo que genera que los juegos infantiles para patio o playgrounds sean producidos total o parcialmente mediante módulos para así una vez ganada la licitación sean ensamblados a partir de los subarmados predefinidos.

El hecho de que este producto posea una configuración tipo módulo permite tener un nivel medio de flexibilidad en el diseño, pero no productos completamente a la medida, por lo cual es posible categorizar el proceso productivo de Tectram S.A. como de trabajo o por encargo. Esto permite personalizar el producto a los requerimientos del cliente principalmente limitaciones espaciales.

Además, carece de un sistema de información consistente, lo cual propicia que el proyecto se encuentre limitado en cuanto al acceso de información se refiere, siendo así, que a partir de este apartado toda la información obtenida es por parte de los estudiantes a través de las diferentes visitas a la planta de producción y por medio de entrevistas al personal.

2.5 Caracterización del proceso

2.5.1 Mapeo general de los procesos de la organización

Con la finalidad de entender el flujo de información e interacción de los procesos dentro de la organización de manera general se procede a elaborar diagramas SIPOC, de las áreas de innovación de productos, diseño y desarrollo de proyectos, compras locales e internacionales, logística de entrada, operaciones y salida, gestión de clientes, gestión de licitaciones y órdenes de compra, servicio post venta y producción. En el Apéndice 2. Diagramas SIPOC es posible observar los diagramas elaborados.

En la Figura 2 se muestra, como ejemplo, el diagrama elaborado para el área de producción; donde es posible observar los suplidores, las entradas y salidas del proceso, así como los clientes finales del área.

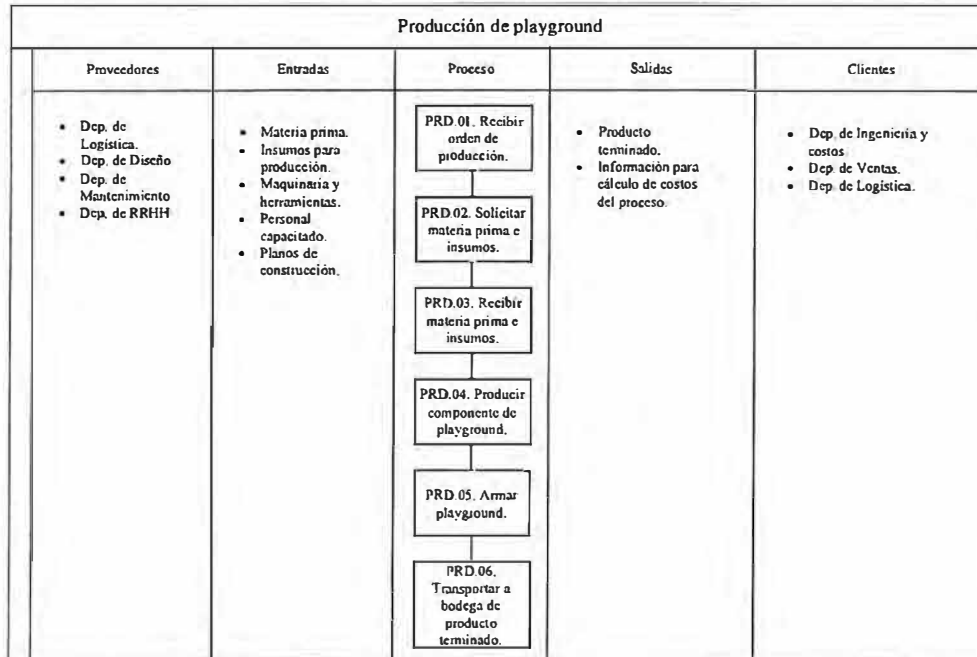


Figura 2. Diagrama SIPOC de producción de juego infantil para patio o playground.

En el diagrama anterior, es posible identificar que los proveedores de producción son el departamento de logística de entrada y de operaciones, pues el primero procura que la materia prima e insumos se encuentren disponibles para la producción de los productos, mientras que el segundo se encarga no solo de recibir las requisiciones de materia prima e insumos, sino de entregar los mismos a los operarios para el cumplimiento de las órdenes de producción.

El departamento de recursos humanos, es el encargado de la contratación y capacitación de los operarios. Con la finalidad de que los operarios posean una guía de trabajo sobre el componente a producir con respecto a las medidas y materiales, el área de diseño se encarga de elaborar planos de construcción para cada uno los componentes que conforman un juego infantil para patio o playground.

Asimismo, este diagrama muestra gráficamente cómo se realiza el proceso de producción, el cual da inicio cuando se recibe la orden de producción, luego el operario solicita la materia prima e insumos dentro del horario establecido para la petición de los mismos y los recibe, es en este punto donde se da el inicio de

la producción del componente solicitado; una vez elaborados todos los subproductos necesarios para el producto final, se procede a ensamblarlos y ajustarlos para ser enviados a la bodega de producto terminado.

Es importante mencionar que los clientes de este proceso son internos, estos son: el mismo departamentos producción, debido a que primero se producen los componentes por separado (módulo) para luego ser insumos del mismo proceso para armar el producto final; el departamento de ingeniería y costos se desempeña como otro cliente, ya que producción les proporciona la información necesaria para funcionar tales como horas y operarios disponibles, consumos de materia prima e insumos; de esta forma se obtiene el costo final del producto, al cual el departamento de logística (en calidad de cliente interno) brinda salida, pues estos son los encargados de colocar los productos en el mercado.

2.5.2 Mapeo del proceso productivo

Una vez puntualizado lo anterior, se procede a diagramar el proceso de producción de cada uno de los componentes bajo estudio. Es importante destacar que actualmente la empresa no documenta los procesos, y el conocimiento acerca del flujo del mismo lo poseen los operarios y mandos medios, por lo que la fuga de talentos puedes provocar pérdida de información valiosa para la compañía.

Por otra parte, elaborar esta diagramación permite sentar las bases para el estudio de los métodos de trabajo y programación de la producción, permitiendo además visualizar la relación entre los distintos sub partes de cada componente.

Estos diagramas se elaboran a partir de entrevistas elaboradas al personal y observaciones realizadas en las visitas a la planta, los mismos se pueden encontrar en el Apéndice 3. Diagramas de procesos de producción. En la Figura 3 se muestra, como ejemplo, uno de estos diagramas.

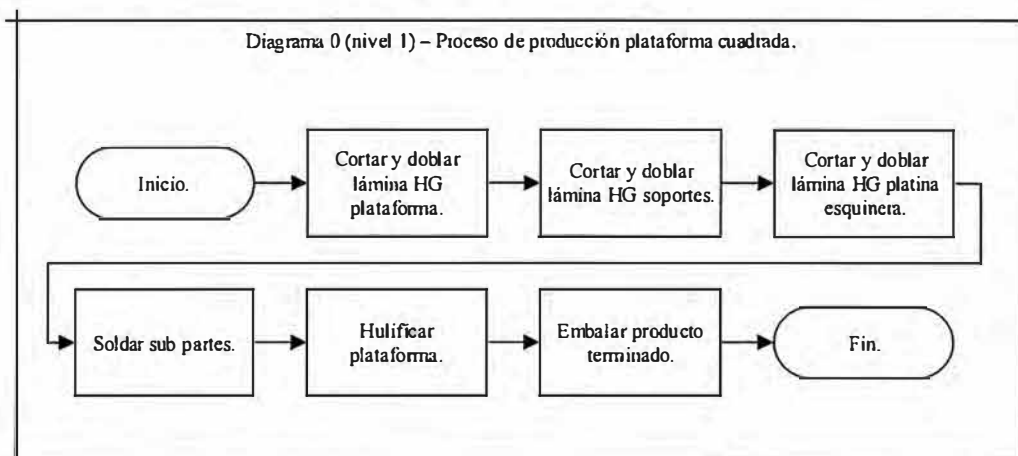


Figura 3. Diagrama 0 (nivel 1) – Plataforma cuadrada.

Del diagrama anterior, se puede observar que las sub partes, elementos del que se conforma la plataforma cuadrada, tienen una etapa de preparación en la cual se alistan para luego ser soldadas entre sí. Seguido a esto, pasa a ser recubierta en hule de alto tránsito y finalmente, embalada para ser almacenada.

Todos los componentes a ser estudiados poseen la misma estructura de proceso, donde se preparan las sub partes para luego ser soldadas y amadas, recubiertas (en hule o pintura) y embaladas.

2.6 Análisis de turnos de trabajo

Dado el conocimiento adquirido de la empresa durante las visitas realizadas se decide verificar la variabilidad entre los resultados en tiempos obtenidos de distintos turnos de trabajo por el mismo operario, el turno 1 comprende de las 7:30 a.m. a 12:00 m.d. y el turno 2 de la 1:00 p.m. a 5:30 p.m. En la Tabla 4 se muestran los datos recopilados que se utilizarán para analizar estadísticamente si los 2 turnos son similares o si existe una diferencia significativa entre ellos.

Tabla 4. Datos recopilados de los turnos de trabajo.

Tiempo turno 1 (s)	Tiempo turno 2 (s)
53	58
52	55
48	55
47	53
47	51
46	50
46	49
45	49
45	49
45	48
44	47
44	46
44	46
44	46
43	46
42	46
42	44
41	44
41	44
41	42
40	41
40	40
38	39
36	35

Ahora bien, definido lo anterior se procede a realizar pruebas de normalidad a los datos utilizados para el estudio. En la Figura 4 se muestra la prueba de normalidad para el turno de trabajo 1.

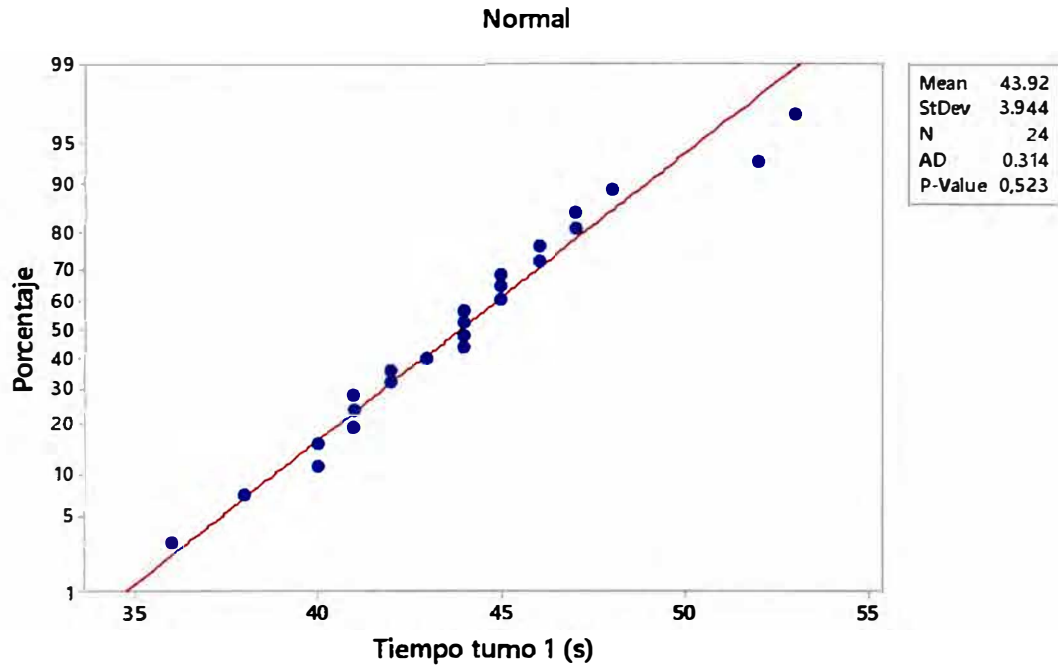


Figura 4. Gráfica de prueba de normalidad de los datos de tiempos productivos del turno 1.

En la gráfica anterior se observa que se cumple con el supuesto de normalidad de los datos de los tiempos productivos del turno 1 ya que se obtiene un p-value de 0,523 siendo este mayor a la significancia de 0,05. Siendo así se procede a analizar los datos de tiempos productivos del turno 2 obteniendo los resultados que se muestran en la Figura 5.

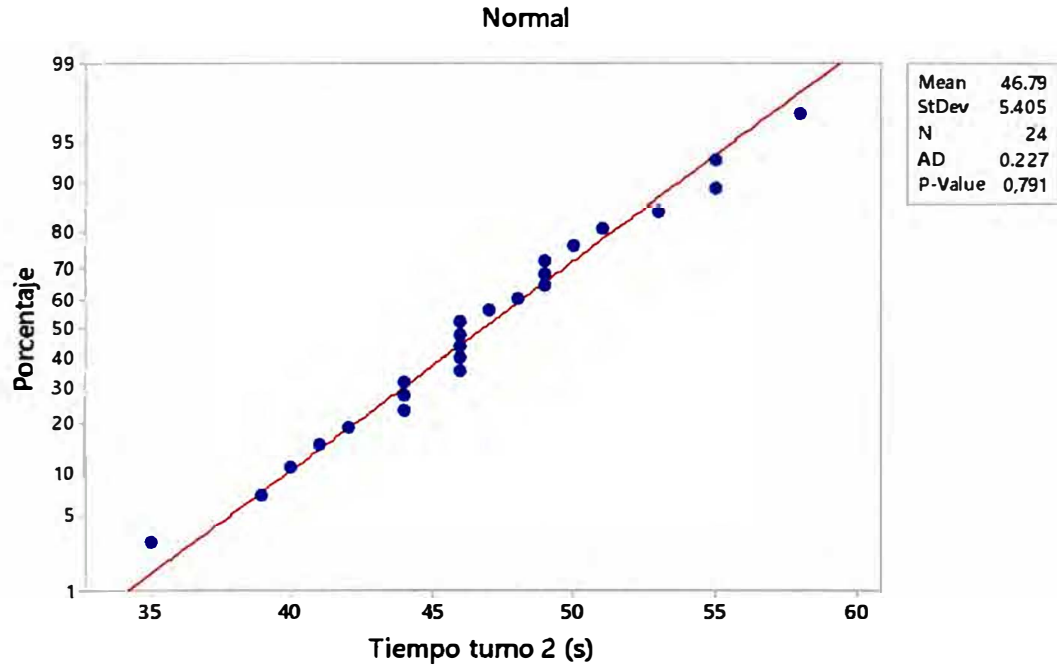


Figura 5. Gráfica de prueba de normalidad de datos de tiempos productivos del turno 2.

Es posible observar en la Figura 5 que los datos siguen una distribución normal debido a que se obtiene un p-value de 0,791 mayor a la significancia de 0,05. Además, en la Figura 6 se determina que se cumple con el supuesto de que los residuos siguen una distribución normal, ya que se obtiene un p- value de 0,356 siendo mayor a la significancia.

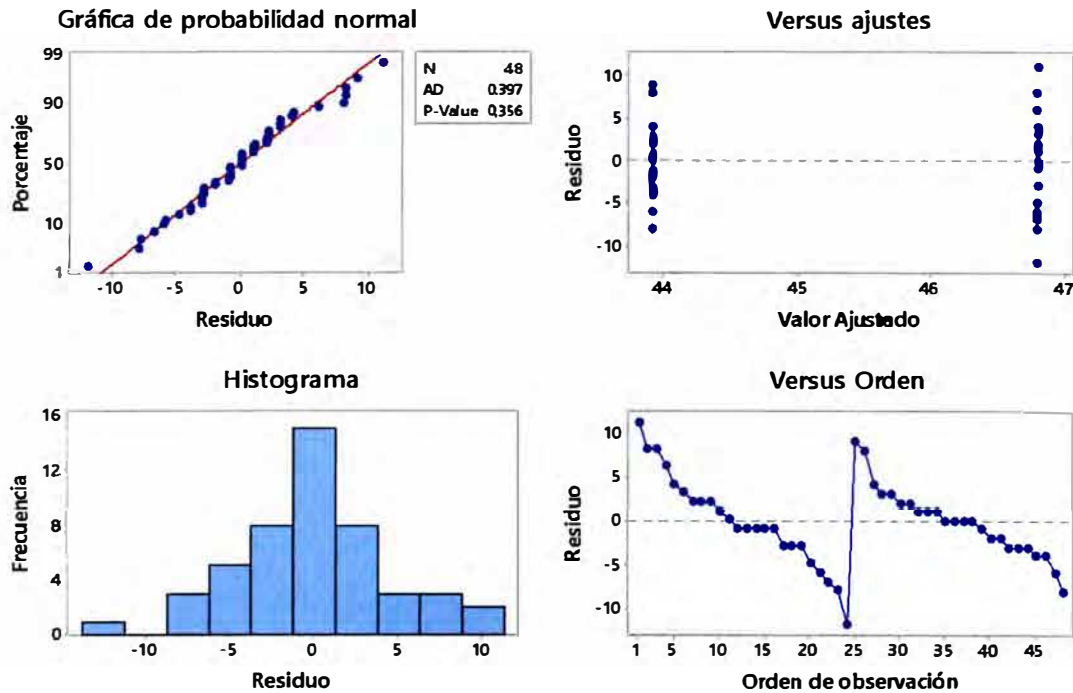


Figura 6. Gráfica de residuos para tiempos productivos.

Seguidamente, se procede a utilizar un análisis de varianza o ANOVA, con el fin de comprobar que las medias de dos o más poblaciones son iguales. Este análisis de la varianza “funciona comparando la varianza entre las medias de los grupos y la varianza dentro de los grupos como una manera de determinar si los grupos son todos parte de una población más grande o poblaciones separadas con características diferentes” (Minitab, 2019, párrafo 5).

Antes de dar inicio al análisis se debe definir las pruebas de hipótesis necesarias, las cuales se efectúan con un nivel de confianza del 95% y consecuentemente, una significancia del 5%. Una vez establecido lo anterior se propone la hipótesis, la cual se muestra a continuación.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \dots = \mu_n$$

H_1 : Al menos una media es diferente.

Por otro lado, se contempla de igual manera las hipótesis para las pruebas de igualdad de varianzas.

$$H_0: \sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \dots = \sigma_n$$

H_1 : Al menos una varianza es diferente.

Tomando como variable de respuesta el tiempo productivo, el cual depende del turno de trabajo, en la Figura 7 se muestran los resultados obtenidos.

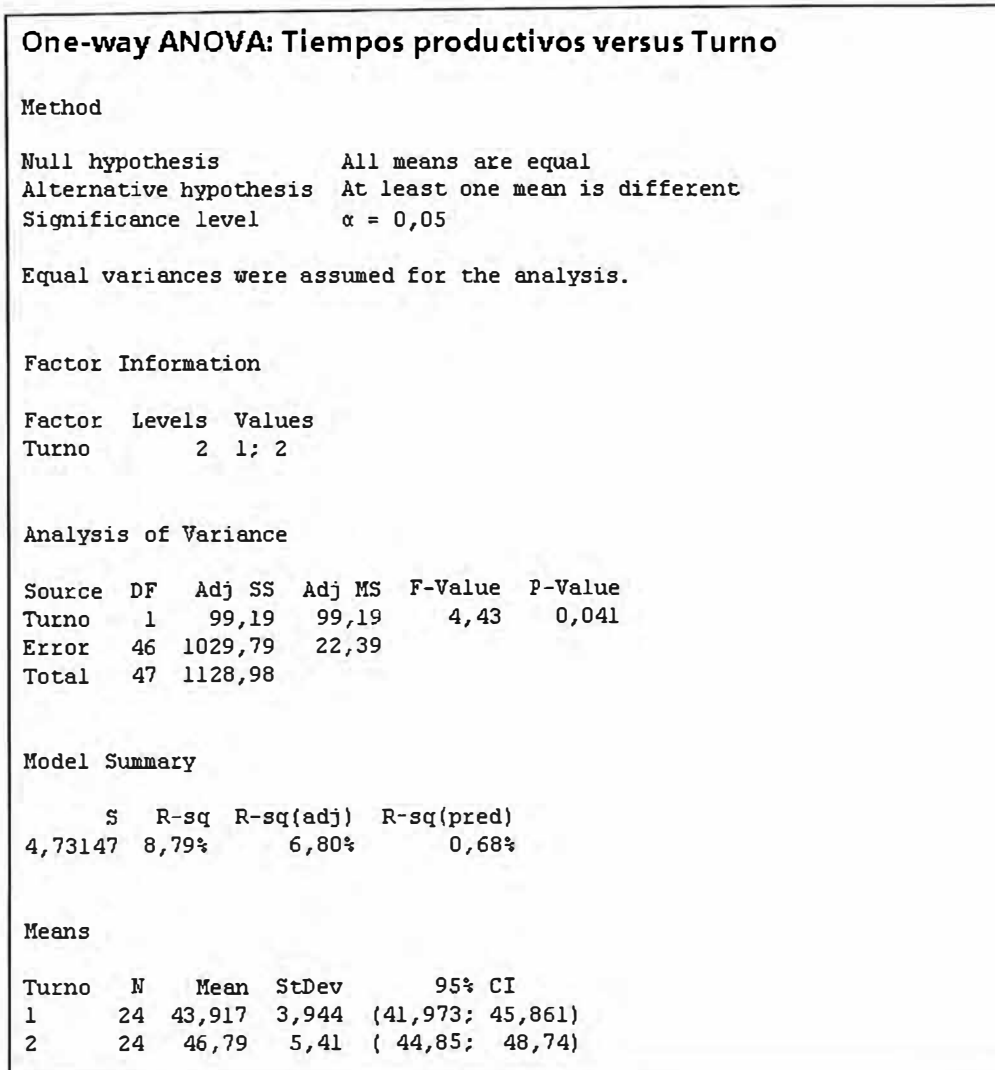


Figura 7. Resultados del ANOVA.

De acuerdo con la figura anterior, se encuentra con que el modelo explica el 8,79% de su variabilidad y se obtiene como resultado que se rechaza la hipótesis nula la cual manifiesta que todas las medias son iguales y se considera que si existe diferencia significativa entre los tiempos productivos de los turnos de trabajo, pues se obtiene un p-value de 0,041, el cual es menor que el nivel de significancia.

Por lo tanto, se determina que el operario en el turno de la mañana realiza sus operaciones con un mejor rendimiento que en el turno de la tarde, debido principalmente al cansancio de los operarios; lo cual ocasiona retrasos que afectan la programación de la producción, debido a que esta variación no se toma en cuenta en la metodología de trabajo actual.

2.7 Análisis de tiempos productivos e improductivos

De acuerdo con Velázquez (2016), existen muchas circunstancias dentro de las organizaciones que afectan el rendimiento de los empleados, lo que se ha convertido en el principal problema de la mayoría de

las empresas; razón por la cual es importante analizar dentro de la línea los tiempos productivos e improductivos de los operarios, con el fin de determinar los factores que inciden en la productividad y que repercuten gravemente en los resultados de la empresa y de esta manera encontrar una solución para evitarlos.

Se desean analizar las estaciones de trabajo, sin embargo, primero se debe considerar el rendimiento actual de los operarios para determinar si este realiza durante la jornada las labores correspondientes a la producción o no, por lo cual, por medio del uso de las hojas de registro se efectúa la toma de tiempos productivos e improductivos.

Para este análisis se observó a 4 operarios durante el periodo de agosto y setiembre de 2019, dentro de la jornada comprendida de 7:30 a.m. a 12:00 m.d. y de 1:00 p.m. a 5:30 p.m. Seguidamente, se muestran 4 observaciones realizadas en las hojas de registro donde es posible visualizar la fecha en que se realizó, la cantidad de observaciones realizadas, la distribución del tiempo inactivo y la cantidad de horas de la jornada.

En el primer caso que se muestra en la Tabla 5, se realizan las observaciones cada 5 minutos en 4 horas de la jornada matutina, es decir, en un horario de 8:00am a 12:00m.d.

Tabla 5. Hoja de registro #1 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.

Observador:			
Fecha: 14/08	Esther Reyes Bonilla	Estudio número 1	
	Jorge Barboza Quesada		
Número de observaciones	48	Total	Porcentaje
Operario en marcha		41	85,42%
	Suministros	0	0,00%
	Distracción	2	4,17%
Operario inactivo	Acomodo y limpieza	3	6,25%
	Necesidades	2	4,17%
	Reparación máquina	0	0,00%

De este registro se obtiene que un 85,42% de las observaciones el operario se encontraba en marcha, mientras que un 4,17% de las veces se encontraba inactivo debido a distracciones y un 6,25% por acomodo y limpieza de las áreas de trabajo. En el segundo caso, el cual se muestra en la Tabla 6, se realizan las observaciones cada 5 minutos en 4 horas de jornada, en un horario de 1: 00p.m a 5:30 p.m.

Tabla 6. Hoja de registro #2 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.

Fecha: 14/08		Observador:		Estudio número 2	
		Esther Reyes Bonilla			
		Jorge Barboza Quesada			
Número de observaciones	48	Total	Porcentaje		
Operario en marcha		35	72,92%		
Operario inactivo	Suministros	2	4,17%		
	Distracción	6	12,50%		
	Acomodo y limpieza	5	10,42%		
	Necesidades	0	0,00%		
	Reparación máquina	0	0,00%		

Durante estas observaciones se obtiene como resultado que un 72,92% el operario se encontraba en marcha, por otro lado, durante la jornada de la tarde se presenta un aumento del 8,33% en el rubro de distracciones con respecto a la jornada matutina. Además, un 4,17% de las observaciones se encontraba inactivo debido a una falta de material por lo cual debía dirigirse al área de suministros.

El tercer muestreo de trabajo se produjo cada 5 minutos en una jornada diaria completa, de 7:30 a.m. a 5:30 p.m. realizando 120 observaciones, este se observa en la Tabla 7.

Tabla 7. Hoja de registro #3 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.

Fecha: 14/09		Observador:		Estudio número 3	
		Esther Reyes Bonilla			
		Jorge Barboza Quesada			
Número de observaciones	120	Total	Porcentaje		
Operario en marcha		75	62,50%		
Operario inactivo	Suministros		0,00%		
	Distracción	36	30,00%		
	Acomodo y limpieza		0,00%		
	Necesidades		0,00%		
	Reparación máquina	9	7,50%		

De las observaciones realizadas este día se obtiene como resultado que el operario un 62,50% de su tiempo es productivo, mientras que un 37,50% es improductivo debido a distracciones en un 30% y un 7,50% por reparación de máquina. En el cuarto caso, las observaciones se realizaron cada 5 minutos en un lapso de 2 horas de la jornada de la tarde, es decir, de 2:00p .m a 4:00 p.m. y es posible visualizarlo en la Tabla 8.

Tabla 8. Hoja de registro #4 de muestreo del trabajo con la productividad del operario y la distribución del tiempo inactivo.

Fecha: 25/09		Observador:		Estudio número 4	
		Esther Reyes Bonilla			
		Jorge Barboza Quesada			
Número de observaciones	24	Total	Porcentaje		
Operario en marcha		14	58,33%		
Operario inactivo					
	Suministros	0	0,00%		
	Distracción	0	0,00%		
	Acomodo y limpieza	0	0,00%		
	Necesidades	0	0,00%		
	Reparación máquina	10	41,67%		

Durante estas observaciones se determina que el operario se encuentra activo un 58,33% del tiempo y un 41,67% del tiempo se encontró improductivo debido a que necesitaba utilizar una máquina que se encontraba defectuosa por falta de mantenimiento.

Siendo así, se procede a realizar un análisis en conjunto de las observaciones realizadas en un periodo de agosto a setiembre 2019 durante la jornada comprendida de 7:30 a.m. a 12:00 m.d. y de 1:00 p.m. a 5:30 p.m. En la Figura 8 se observa el porcentaje en que cada uno de los 4 operarios fue productivo e improductivo con sus tiempos.

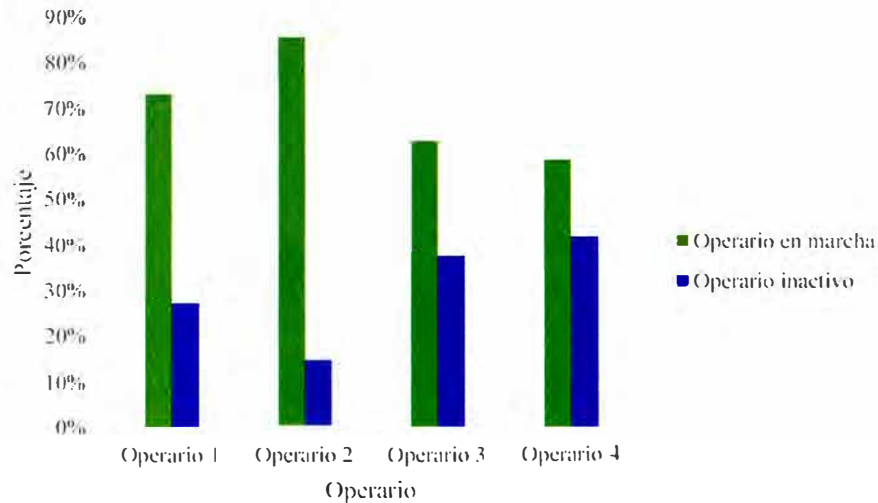


Figura 8. Gráfica de muestreo de tiempos productivos e improductivos del operario.

De la gráfica anterior se obtiene como resultado que el operario 2 presenta un 85% de productividad, por lo cual se determina que es el más productivo en comparación con los otros 3. Por otro lado, el operario 4 es el que pasó un mayor tiempo inactivo (42%); este tiempo improductivo es posible que se deba a suministros, distracción, acomodo y limpieza, necesidades y reparación de máquina.

El rubro de suministros hace referencia a aquel tiempo durante el cual el operario debe de ir a logística de operaciones a solicitar insumos o materiales para la producción. Además, los tiempos productivos se pueden ver afectados cuando el operario deja de realizar sus actividades por distracción. Por otro lado, acomodo y limpieza como su nombre lo indica, es cuando el operario en medio de la producción realiza labores de limpieza del área.

Aunado a lo anterior, el rubro de las necesidades corresponde a aquellas interrupciones ocasionadas por necesidades fisiológicas. Finalmente, la reparación de maquinaria, cuyo origen es la carencia absoluta de un programa de mantenimiento de las máquinas de tipo alguno por parte de la organización, dicho mantenimiento ocurre de manera reactiva, pues sucede cuando el operario llega a utilizar una máquina y esta se encuentra fuera de funcionamiento.

En la Figura 9 es posible visualizar, las razones por las cuales se ocasionaron tiempos improductivos en el periodo de agosto a setiembre 2019 durante la jornada comprendida de 7:30 a.m. a 12:00 m.d. y de 1:00 p.m. a 5:30 p.m. donde se realizaron las distintas observaciones por operario.

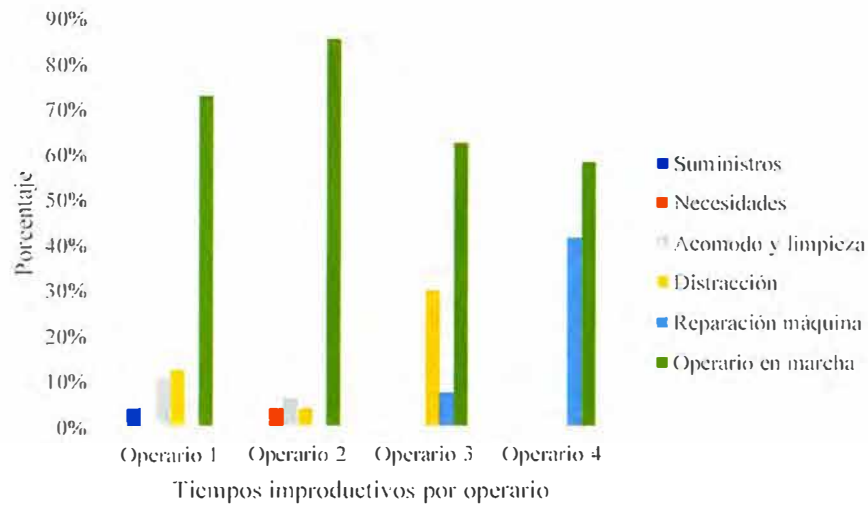


Figura 9. Gráfica de muestreo de tiempos productivos y clasificación de tiempos improductivos del operario.

Sin embargo, para un mayor entendimiento de estos, se procede a obtener los tiempos productivos e improductivos de la planta de producción, se precisó que 30,21% en promedio de la jornada diaria corresponde a tiempos improductivos y un promedio de 69,79% a productivos. Lo anterior se puede observar en la Figura 10.

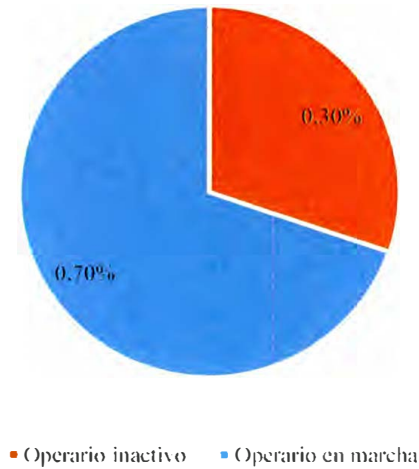


Figura 10. Gráfica de tiempos productivos e improductivos de los operarios de la planta de producción.

De igual manera, se realiza una distribución del tiempo improductivo con la finalidad de conocer las razones por las cuales el operario se encuentra inactivo dentro de la jornada de trabajo, el cual se muestra en la Figura 11.

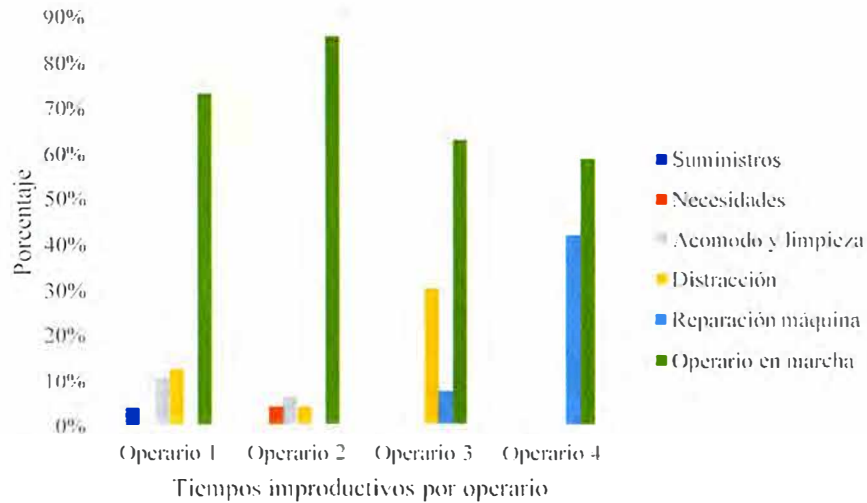


Figura 9. Gráfica de muestreo de tiempos productivos y clasificación de tiempos improductivos del operario.

Sin embargo, para un mayor entendimiento de estos, se procede a obtener los tiempos productivos e improductivos de la planta de producción, se precisó que 30,21% en promedio de la jornada diaria corresponde a tiempos improductivos y un promedio de 69,79% a productivos. Lo anterior se puede observar en la Figura 10.

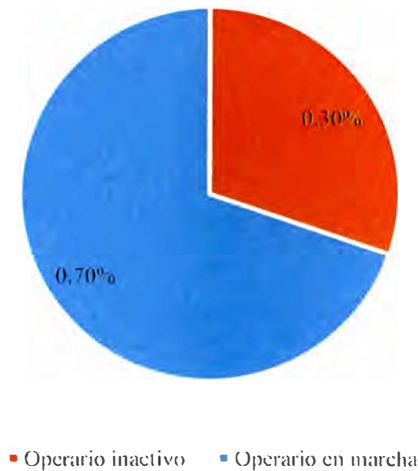


Figura 10. Gráfica de tiempos productivos e improductivos de los operarios de la planta de producción.

De igual manera, se realiza una distribución del tiempo improductivo con la finalidad de conocer las razones por las cuales el operario se encuentra inactivo dentro de la jornada de trabajo, el cual se muestra en la Figura 11.

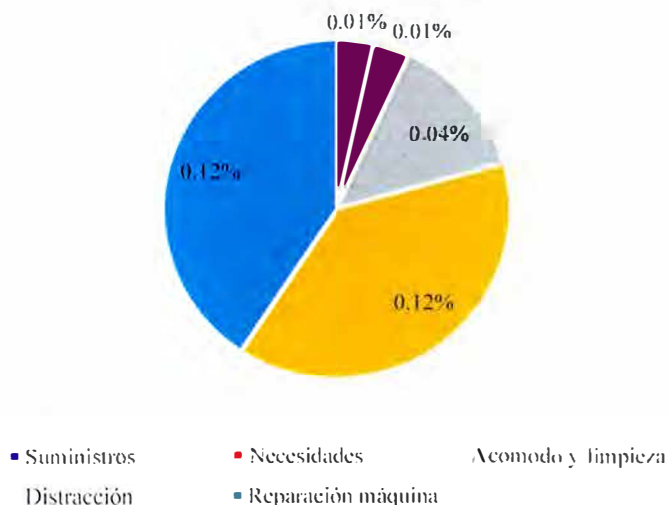


Figura 11. Gráfica de distribución de tiempos improductivos de la planta.

En esta gráfica es posible determinar que las dos principales razones que propician la inactividad del operario dentro de la línea son los paros por reparación de la máquina con un 12,29% y un 11,67% referido a las distracciones. En síntesis, tiempos improductivos reducibles mediante la ejecución y control de un plan de mantenimiento de las máquinas, estandarización de procesos, medición del desempeño de los trabajadores, la planta de producción y a través de mejores condiciones laborales.

2.8 Análisis de capacidad

Para la obtención de la capacidad real de las líneas que componen la elaboración de los productos de los distintos componentes bajo estudio, fue necesario en primera instancia obtener la duración de cada operación, para lograrlo se realiza un estudio de métodos de trabajo, del cual se obtiene el tiempo real y estándar para cada uno de los productos. Cabe destacar que, al inicio del estudio de tiempos, la empresa no posee registros que caractericen el proceso productivo; debido a lo anterior, la caracterización del proceso productivo es el primer paso a realizar, llevado a cabo por el grupo de trabajo.

Posteriormente, se determina la utilización y la eficiencia de cada operación, para precisarlas se utiliza una eficiencia proporcional, que utiliza como recurso el tiempo, por otra parte, se debe obtener los desperdicios y reprocesos en cada operación, sin embargo, al realizar un muestreo se determina que esta línea no presenta algún tipo de desperdicio y reproceso, por lo tanto, son prescindibles, al no existir partes defectuosas que salen de una operación a otra.

2.8.1 Caracterización de procesos y operaciones por componente

El análisis de capacidad abarca un total de 10 componentes de juegos infantiles para patio o playgrounds, los cuales fueron seleccionados en el diagrama de Pareto de mapeo del proceso productivo. Estos componentes se muestran en la Tabla 9.

Tabla 9. Consecutivo y nombre del componente bajo estudio de capacidad.

Consecutivo	Nombre del componente
1	Poste galvanizado
2	Plataforma cuadrada
3	Plataforma auxiliar para tobogán de caracol
4	Techo metálico piramidal para plataforma
5	Escalera metálica de acceso de 5 gradas
6	Baranda para escalera de acceso de 5 gradas
7	Barandas sencillas de seguridad
8	Barandas para tobogán y escalador
9	Barandas para tobogán de caracol
10	Panel lúdico

La secuencia de las operaciones y los métodos de trabajo para la transformación de dichos componentes fueron observados uno a uno. Con el objetivo de organizar el estudio de tiempos, cada operación fue categorizada dentro de un proceso, las cuales se enlistan a continuación en la Tabla 10. Debe aclararse que no todos los componentes deben pasar por todos los procesos, y que los procesos no están necesariamente ligados a una máquina o zona específica, sino al tipo de transformación que lleva a cabo la materia prima.

Tabla 10. Proceso, consecutivo y cantidad de operaciones de los procesos productivos para componentes de juegos infantiles para patio o de playground.

Proceso	Componentes (consecutivo)	Cantidad de operaciones
Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	Todos	143
Armado y soldadura	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	9
Pintura	1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	44
Hulificado	2, 3, 5	21
Armado final y embalado	1, 6, 10	5

Una vez definidas las operaciones por componente, se llevó a cabo la toma de tiempos productivos da cada una de las operaciones, para luego efectuar el análisis de la información mediante estadística descriptiva, lo cual garantiza la normalidad de los datos para el cálculo final de capacidad.

En este orden de razonamiento, al contemplarse el tiempo disponible con el que cuenta la organización para la fabricación de productos se analizan los descansos que componen la jornada laboral y el cálculo de suplementos fijos y variables, los mismos pueden ser observados en el Apéndice 4. Definición de suplementos fijos y variables.

2.8.2 Cálculo de capacidad

Para el cálculo final de capacidad, se verificó primero la normalidad de las muestras tomadas de cada una de las operaciones observadas. Seguidamente, se asignaron los suplementos fijos por proceso

productivo al promedio de los tiempos observados para sustraer del tiempo básico el tiempo tipo. Por otra parte, cada proceso productivo posee únicamente un centro de trabajo para ser realizado, se adquiere mediante este cálculo el tiempo de carga.

Finalmente, al asignar los suplementos fijos por componente y por operación al tiempo disponible, se obtiene la producción semanal en unidades, la cual se presenta en la Tabla 11.

Tabla 11. Componente, tiempo de carga, suplementos fijos, tiempo disponible y producción semanal en unidades del análisis de capacidad.

Componente	Tiempo de carga (min)	Total tiempo carga (horas)	Suplementos fijos	Tiempo disponible (horas semanales)	Producción semanal en unidades
Poste galvanizado.	47,38	0,79	33,5%	31,91	40,41
Plataforma cuadrada.	46,01	0,77	27,0%	35,06	41,61
Plataforma auxiliar para tobogán de caracol.	83,88	1,40	27,8%	34,65	22,83
Techo metálico piramidal para plataforma.	48,02	0,80	34,6%	31,40	39,87
Escalera metálica de acceso de 5 gradas.	244,41	4,07	32,2%	32,52	7,83
Baranda para escalera de acceso de 5 gradas.	272,87	4,55	26,1%	35,45	7,02
Barandas sencillas de seguridad.	84,91	1,42	36,3%	30,59	22,55
Barandas para tobogán y escalador.	265,98	4,43	30,7%	33,28	7,20
Barandas para tobogán de caracol.	97,32	1,62	29,7%	33,73	19,68
Panel lúdico.	20,97	0,35	33,6%	31,89	91,29

De esta manera, una vez analizada la capacidad del proceso es posible determinar la cantidad de componentes a producir semanalmente a lo interno y así predecir si el proceso es capaz de cumplir con las necesidades del cliente, lo cual resulta de utilidad para realizar una adecuada planificación de las operaciones de la planta de producción.

2.8.3 Definición de cuellos de botella

Una vez obtenidos los tiempos de carga, se plantean dos escenarios para analizar los cuellos de botella del proceso productivo. El primero, describe los cuellos de botella por componente; y el segundo, el cuello de botella por proceso.

Para la definición de cuellos de botella por componente, se analiza el tiempo de carga de los procesos relacionados a cada uno de estos. Se caracteriza como cuello de botella el proceso con menor capacidad de producción, en otras palabras, el mayor tiempo de carga por lote estándar. Dichos resultados se presentan en la Tabla 12.

Tabla 12. Consecutivo del componente, tiempo de carga total por componente, proceso con menor capacidad (cuello de botella) y tiempo de carga por proceso para determinar mayor tiempo de carga por lote estándar.

Consecutivo del componente	Tiempo de carga total por componente (min)	Proceso con menor capacidad (cuello de botella)	Tiempo de carga por proceso (min)
1	948	Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	710
2	2,444	Hulificado	1,492
3	4,093	Hulificado	2,265
4	2,038	Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	1,388
5	2,660	Hulificado	1,508
6	2,919	Armado y soldadura	1,568
7	1,258	Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	496
8	1,840	Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	1,384
9	2,516	Armado y soldadura	1,571
10	960	Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	528

Los resultados anteriores muestran que los componentes estudiados presentan distintos cuellos de botella. Actualmente, la empresa desconoce cuál es la capacidad sus procesos, por lo que al programar las órdenes de producción se hace con métodos empíricos; al conocer la capacidad de cada proceso, es posible determinar cuál debe ser la secuencia en la cual inicien las operaciones por componente y sub parte.

Por otra parte, se analizan los cuellos de botella por proceso productivo; dichos procesos son lineales, lo que significa que debe terminarse un proceso para poder continuar con el siguiente. Además, para los procesos de pintura, hulificado, junto con armado y soldadura, el recurso humano y las máquinas disponibles son los mismos, por lo que al programar lotes estándar de los componentes estudiados provoca que estos procesos posean una menor capacidad de producción. Para el análisis de tiempos estándar por proceso se considera un lote estándar de cada componente estudiado. Los resultados de dicho análisis se presentan en la Tabla 13.

Tabla 13. Proceso y tiempo de carga de análisis de capacidad.

Proceso	Tiempo de carga (min)
Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	6872
Armado y soldadura	9624
Pintura	8250
Hulificado	3549
Armado final y embalado	3000

De lo anterior, se deduce que el proceso que presenta una menor capacidad de producción en comparación con los demás es el de armado y soldadura, mientras que los que presentan mayor capacidad son los de hulificado, junto con el de armado final y embalado. Cabe destacar que los procesos de armado y soldadura son compartidos por todos los componentes con excepción de uno, el poste galvanizado.

Cabe destacar que actualmente la empresa no cuenta con una metodología la cual permita recabar información relacionada a la capacidad, por lo que a la hora de programar ordenes de producción se hace de forma empírica, imposibilitando la posibilidad de medir los procesos y los resultados de las decisiones tomadas.

Los resultados obtenidos en este análisis se utilizan en la etapa de diseño para priorizar tanto procesos como métodos de trabajo a proponer.

2.9 Diagrama de hilos

En la industria hay muchas actividades en que los trabajadores se desplazan a intervalos irregulares entre varios puntos de la zona de trabajo, con o sin material; con el fin de examinar estas actividades se propone utilizar un diagrama de hilos (Oficina Internacional del Trabajo, 1996). El diagrama de hilos sirve para medir las distancias de trayecto y así seguir los movimientos de los trabajadores y el material.

Cabe mencionar que en la organización los recursos, es decir, la maquinaria, materiales y el personal, son agrupados en beneficio de la función que realizan dentro del proceso de producción como lo son, corte, ponchado, plegado, doblado, soldadura y pintura, se consolida de esta manera la función de lo que se desarrolla, de forma tal que el producto seguirá una ruta.

Con la finalidad de analizar la distancia recorrida por los trabajadores y el material para la elaboración de los productos bajo estudio, se procede a agrupar de acuerdo con la ruta que siguen los mismos. Estos se muestran a continuación: dentro del primer grupo se encuentran la plataforma cuadrada, la plataforma auxiliar y la escalera metálica de 5 gradas; en el segundo grupo las barandas de tobogán, escalador y el set de barandas sencillas; y en el tercer grupo los postes galvanizados.

Además, el techo y el panel lúdico se analizarán individualmente.

2.9.1 Frecuencia de recorridos

La frecuencia de recorridos fue determinada como la cantidad de recorridos necesarios para producir cada uno de los componentes. Una vez obtenida la frecuencia, se determinó la distancia total recorrida por cada uno de los productos para precisar finalmente la distancia total recorrida para producir una unidad del producto. Se delimitan así los recorridos realizados entre áreas para la producción; los mismos se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Producto y distancia recorrida para elaborar una unidad de producto.

Producto	Distancia recorrida (m)
Plataforma cuadrada, plataforma auxiliar y escalera metálica de 5 gradas	299,61
Barandas	126,52
Panel lúdico	181,08
Postes galvanizados	413,62
Techo metálico	267,22

De esta manera es posible deducir cuáles productos conllevan una mayor cantidad de recorridos durante su producción, debido a las distancias que actualmente existen entre áreas de trabajo.

2.9.2 Análisis de recorridos

Como se menciona anteriormente, en este apartado se establecen los principales recorridos realizados por los operarios para la producción de una unidad de producto, a continuación, se presentan gráficamente cada uno de los distintos productos bajo estudio en apartados particulares.

2.9.2.1 Plataformas cuadradas, auxiliares y escaleras metálicas de cinco gradas

En la Figura 12 se presenta el diagrama de hilos para la elaboración de las plataformas cuadradas, auxiliares y escaleras metálicas de 5 gradas.

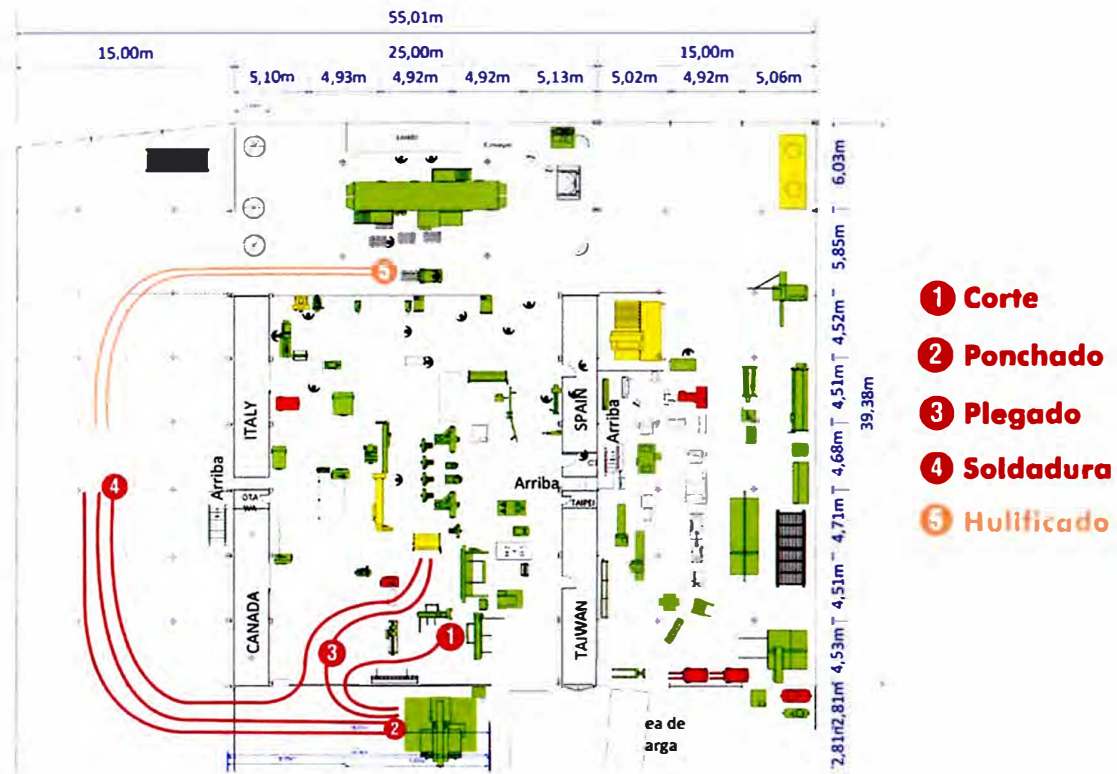


Figura 12. Diagrama de hilos para la producción de plataforma cuadrada, plataforma auxiliar y escalera metálica de 5 gradas.

En la figura anterior, se muestran las actividades principales a lo largo de la producción de uno de estos productos, cabe destacar que en este proceso se cuenta con la presencia de dos trabajadores, el primero es representado por las líneas de la 1 a la 4 y el segundo por la línea 5 que corresponde a hulificado.

La participación de ambos operarios se debe a que el uso de las máquinas como la cortadora de láminas, la punzadora hidráulica Amada VIPROS255 CNC y Di-Acro 17 (plegadora) solamente pueden ser utilizadas por ciertos operarios especializados en estas. Se observa como el proceso inicia en la cortadora de láminas, luego las láminas pasan a la ponzadora y ahí el operario debe ir al área de trabajo, también conocido como el área de soldadura a traer el esmerilador para afinar algunos de los detalles del producto y luego es llevado a la plegadora. Por último, este operario le hace la transferencia de material a un soldador para que se encargue de unir y armar el producto. Finalmente, otro operario traslada el producto a hulificado para obtener el producto terminado.

Importante mencionar que en el diagrama los números simbolizan el orden del flujo en que ocurren las actividades. En este sentido, se obtiene que los operarios caminan o se trasladan 299,61 metros para producir una unidad de producto. Sin embargo, tardan alrededor de 813 segundos para la plataforma cuadrada, 2951 segundos para el traslado de la plataforma auxiliar y 2739 segundos para la escalera metálica de 5 gradas; lo cual representa un 24% del tiempo de producción.

Como es posible observar en los resultados mencionados anteriormente, a pesar de que la distancia es la misma el tiempo de traslado varía según el producto se debe a distintos factores como distracciones, cansancio o tamaño de los componentes.

2.9.2.2 Barandas

En la Figura 13, se muestra el diagrama de hilo para la producción de barandas.

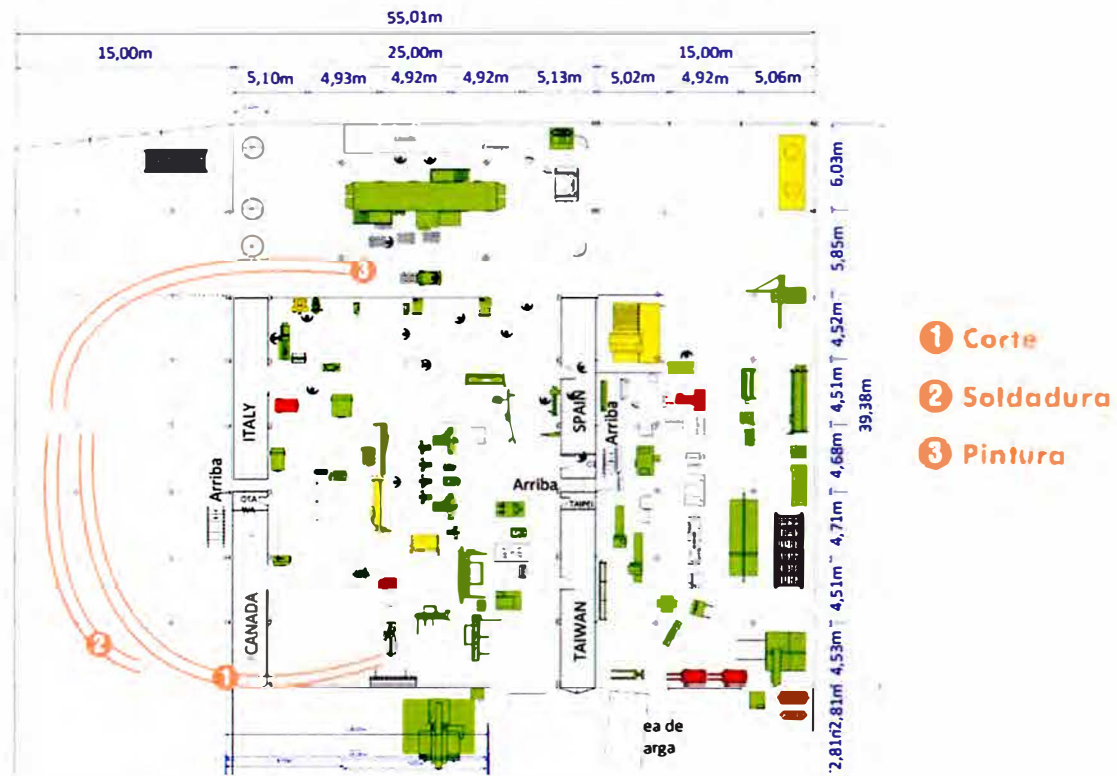


Figura 13. Diagrama de hilos para la producción de barandas.

Para la elaboración de las distintas barandas bajo estudio, a un solo operario se le asigna la orden de la producción, el recorrido del mismo se muestra en el diagrama anterior. Cabe mencionar que el proceso es posible seguirlo mediante la numeración. Importante mencionar, que los trabajadores generalmente se encuentran en el área de trabajo o también conocido como soldadura, por lo que inicialmente cuando se entrega la orden de producción y los planos para la ejecución de los mismo, este debe trasladarse a la máquina que se encarga de cortar los tubos.

Luego se traslada al área de trabajo donde se esmerilan y se limpian los tubos para ser llevados a un área donde se aplastan y se ponchan de forma manual; consecutivamente son soldadas y finalmente se transportan al área de pintura, donde se realiza el embalaje del producto final.

En la elaboración de una baranda el operario se traslada una distancia de 126,52 metros con una duración de 2891 segundos para la baranda para escalera, 1484 segundos para las barandas sencillas de seguridad, 769 segundos para la baranda para tobogán y escalador; 3772 segundos para la baranda para

tobogán de caracol. Es importante mencionar que los recorridos consumen un 27,5% del tiempo necesario para producir una unidad.

2.9.2.3 Panel lúdico

A continuación, se muestra el recorrido de los trabajadores para la elaboración de una unidad de panel lúdico. Debe recalcar que este panel lleva una lámina tallada con el logo y un diseño propio de los paneles que se realiza con una máquina CNC, la cual solamente puede ser operada por un trabajador capacitado para esta función mientras que otro operario se encarga de las otras actividades que corresponden al almacén.

Se determina que se recorren 181,08 metros en 2546 segundos para producir un panel lúdico, lo cual representa un 34% del tiempo necesario para la producción de una unidad. El recorrido se observa en la Figura 14.

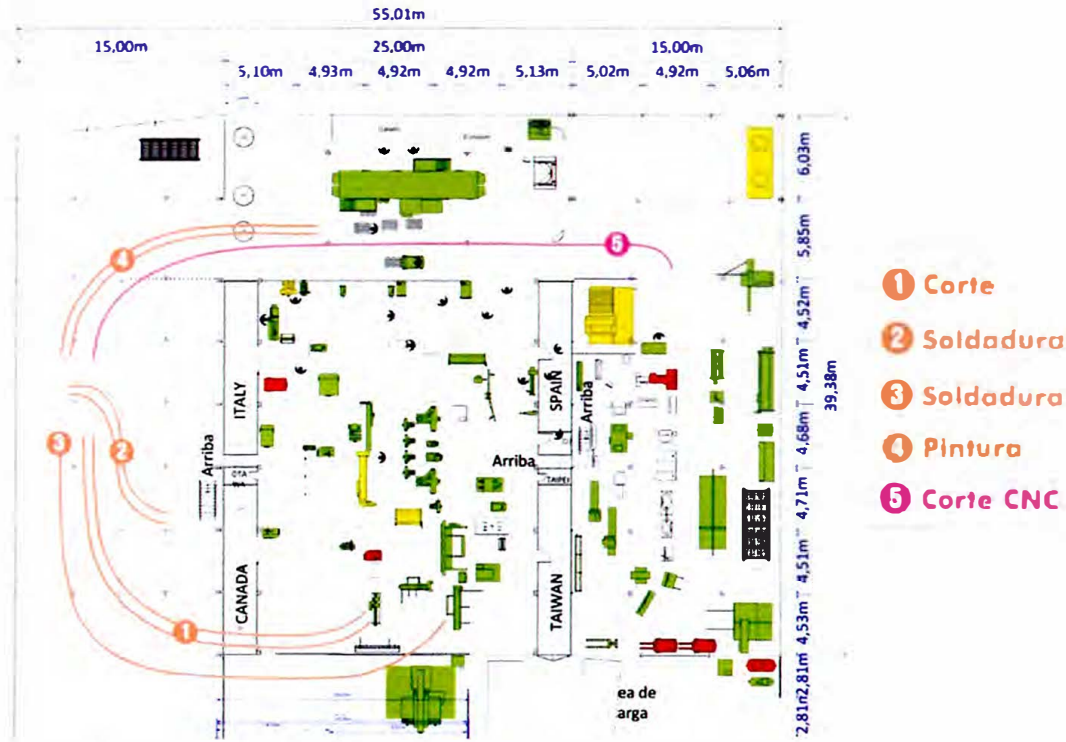


Figura 14. Diagrama de hilos para la producción de paneles lúdicos.

2.9.2.4 Postes galvanizados

En la Figura 15 se muestra el diagrama de hilos para el operario que realiza la producción de los postes galvanizados.

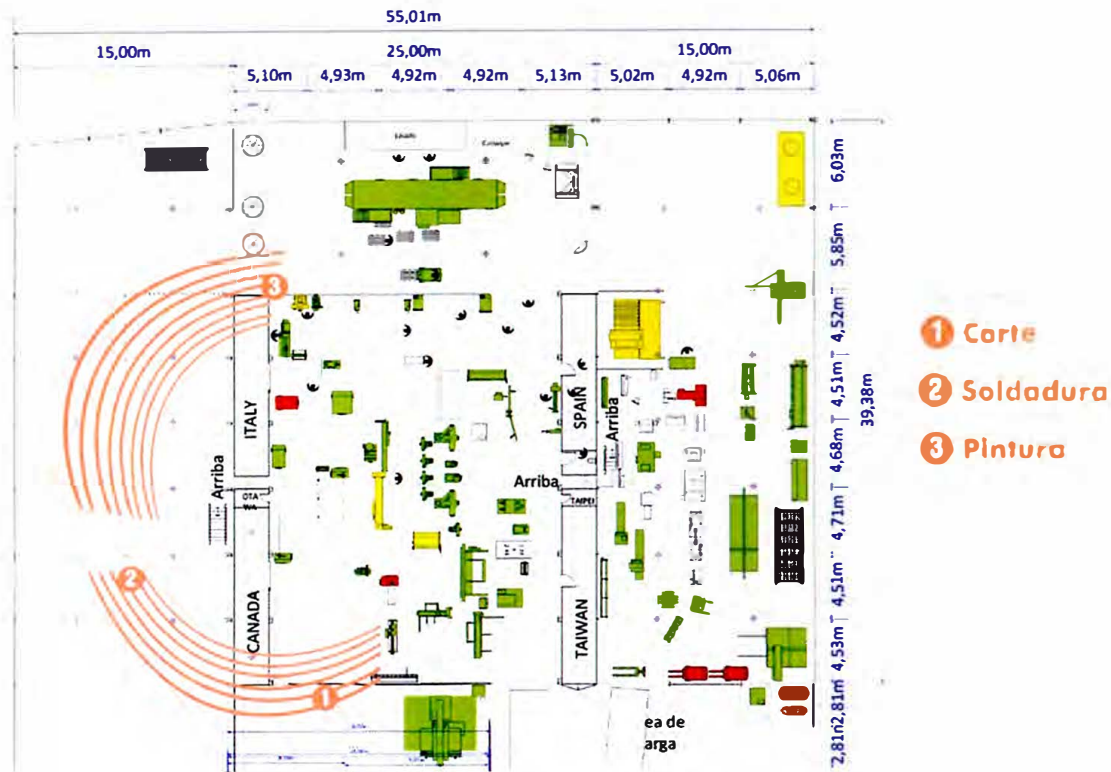


Figura 15. Diagrama de hilos de la producción de postes galvanizados.

El diagrama de hilos para el proceso de producción de los postes galvanizados se realiza con las actividades principales y las más frecuentes; de esta manera se deduce que el trabajador camina 413,62 metros en 813 segundos, lo cual representa un 17% del tiempo necesario para la producción.

Lo anterior se atribuye a que el operario recibe la orden de producción y se traslada a la máquina que corta los tubos y se los lleva hacia el área de trabajo donde los esmerila, los une mediante soldadura y se prueban con los diferentes componentes de un juego infantil para patio o playground; finalmente, los traslada al área de pintura.

2.9.2.5 Techo metálico

Se prosigue en la Figura 16 que detalla el diagrama de hilos para la producción del techo metálico, el cual es realizado por un solo trabajador, el flujo de este proceso se puede observar a través del seguimiento de los números que se indican en cada uno de los hilos. El recorrido para la elaboración de un techo metálico es de 267,22 metros en 4226 segundos. Se debe considerar que esta última parte del proceso representa un 40% del tiempo necesario para su fabricación.

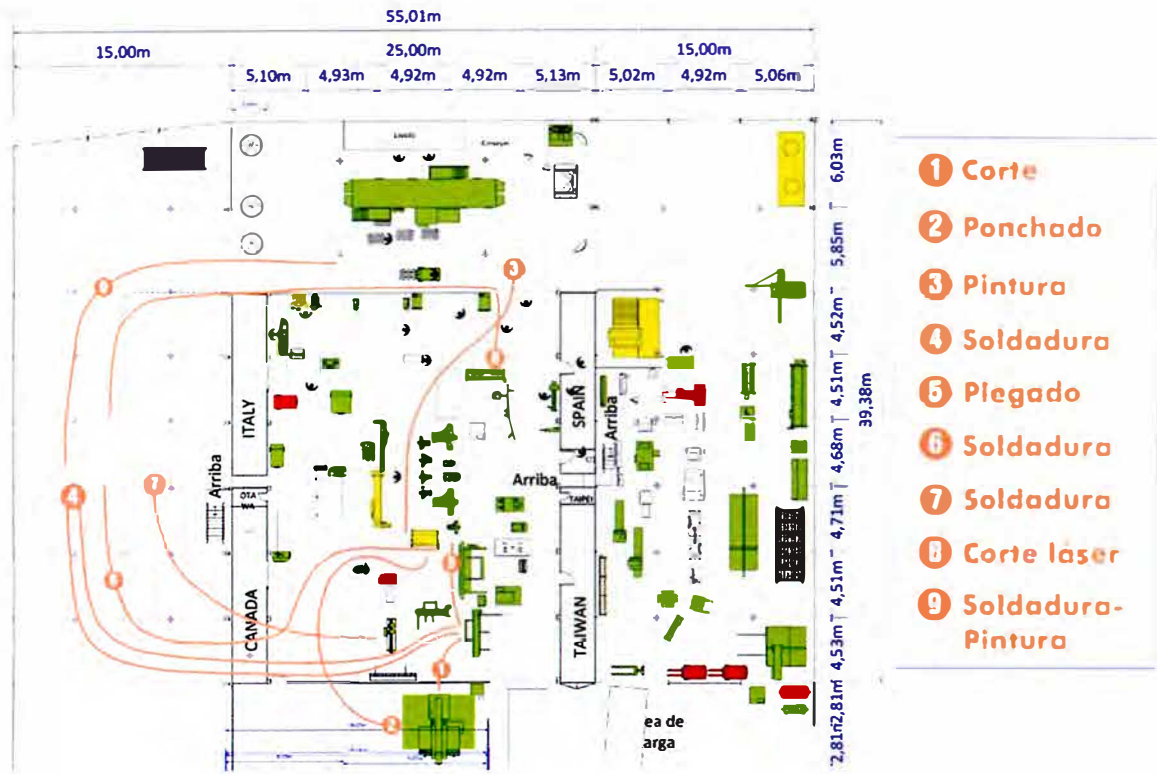


Figura 16. Diagrama de hilos de la producción de techos metálicos.

Como se ha observado a lo largo del documento se han obtenido algunos hallazgos sobre situaciones que ocurren en la organización, por esta razón se presentan las principales causas a nivel de gestión de operaciones encontradas en el siguiente apartado.

2.10 Estudio de brecha de Tectram S.A. con respecto a buenas prácticas de manufactura de clase mundial

“El sector metalmeccánico es un sector con grandes posibilidades de generar desarrollo, es decir, riqueza, bienestar y empleo. Ha llegado a convertirse en una de las principales actividades económicas del mundo” (Aladente, Barahona, García, Velilla, & Cantillo, 2012, pág. 1). A partir de este planteamiento surge la importancia del estudio del sector metalmeccánico de talla mundial, tal como Japón, España y Argentina por Latinoamérica, “de los cuales se puede analizar la competitividad a partir de la identificación de fortalezas y debilidades de las condiciones de los factores” (Aladente, Barahona, García, Velilla, & Cantillo, 2012, pág. 2).

Por lo tanto, se procura construir una herramienta de diagnóstico que permita la elaboración de propuestas y líneas de acción orientadas hacia el mejoramiento de las debilidades y hacia el crecimiento de ventajas (Aladente, Barahona, García, Velilla, & Cantillo, 2012). Al obtener información valiosa para empresas de metalmeccánica que no han alcanzado un alto crecimiento competitivo y productivo como en el caso de Tectram S.A.

Inicialmente, se analizan las condiciones de los factores, se dividen en los factores generales, los cuales son aquellos que son comunes en todas las industrias, por lo cual no generan ventajas sostenibles; los factores especializados son la infraestructura, investigación y desarrollo, educación, habilidades y tecnología que son específicos de cada segmento de la industria y que generan ventajas competitivas en el mercado.

Por ejemplo, el éxito de Japón se centra en la importancia de la mano de obra, por lo cual se ha integrado todo su personal en todos los niveles del proceso de fabricación con el fin de contribuir a la innovación y la producción; motivo por el cual son vistos como una parte integral en la compañía. En dicho punto se encuentra una debilidad de Tectram S.A., por lo tanto, una oportunidad de mejora, debido a que en las diferentes visitas a la planta es manifiesta la inconformidad de los trabajadores respecto a los otros niveles del proceso, pues no son integrados en estos. Además, que no poseen relación con las áreas o departamentos que no corresponden a la planta de producción.

Asimismo, es primordial que la compañía promueva la motivación de los empleados y así disminuir el tiempo ocioso con el fin de alcanzar los objetivos. Cabe mencionar que la organización cuenta con personal altamente calificado, sin embargo, es importante invertir en la capacitación del mismo.

En cuanto al ámbito de la tecnología, la compañía está rezagada respecto a otras organizaciones, debido a que las máquinas que utiliza son “obsoletas” respecto a las disponibles actualmente en el mercado, situación aunada a la falta de programa de mantenimiento, la cual ocasiona que estas no se encuentren en un estado óptimo.

Por otro lado, el sector metalmeccánico argentino destaca como su aspecto clave la capacidad instalada de la planta de producción. En este rubro Tectram S.A. evidencia una oportunidad de mejora, pues actualmente la organización no tiene conocimiento acerca de su capacidad.

De la misma manera Procomer (2010) caracteriza al sector metalmeccánico costarricense con el fin de determinar si poseen potencial internacional, precisamente, uno de los elementos que evalúa es la capacidad, anuencia para diseñar y fabricar productos “a la medida del cliente”; en este aspecto se haya una fortaleza de la organización debido a que esta es una de las características por la cual se identifica.

En cuanto a los procesos de manufactura del sector, estos vienen acompañados de operaciones de procesamiento y operaciones de ensamble. La primera, hace referencia al análisis de los procesos de formación de los productos; por ejemplo, corte, plegado, etc. Mientras que la segunda hace alusión a los procesos de unión permanente tales como la soldadura.

Otro punto importante es mantener normas de calidad y seguridad que debe cumplir el producto; en este caso la organización presenta una debilidad porque en la actualidad no cuenta con departamento de calidad, ni realizan pruebas de calidad al producto final. Finalmente, se deben de poseer las condiciones ergonómicas de trabajo.

Una vez hecho este análisis se concluye que Tectram S.A. es una empresa incipiente en comparación con otras organizaciones del sector metalmeccánico a nivel mundial en cuanto a buenas prácticas de manufactura; no obstante, gracias a este análisis es posible destacar cuáles son las debilidades que presenta y que tiene que fortalecer para progresar y cerrar esas brechas.

2.11 Principales causas de problemas a nivel de gestión de operaciones

Como se menciona en el enunciado del problema, el principal obstáculo que se presenta a nivel de gestión de las operaciones es la falta de planificación de la producción, por lo cual seguidamente se presenta un diagrama causa-efecto en la Figura 17, con la finalidad de conocer cuáles son las posibles causas que generan este problema.

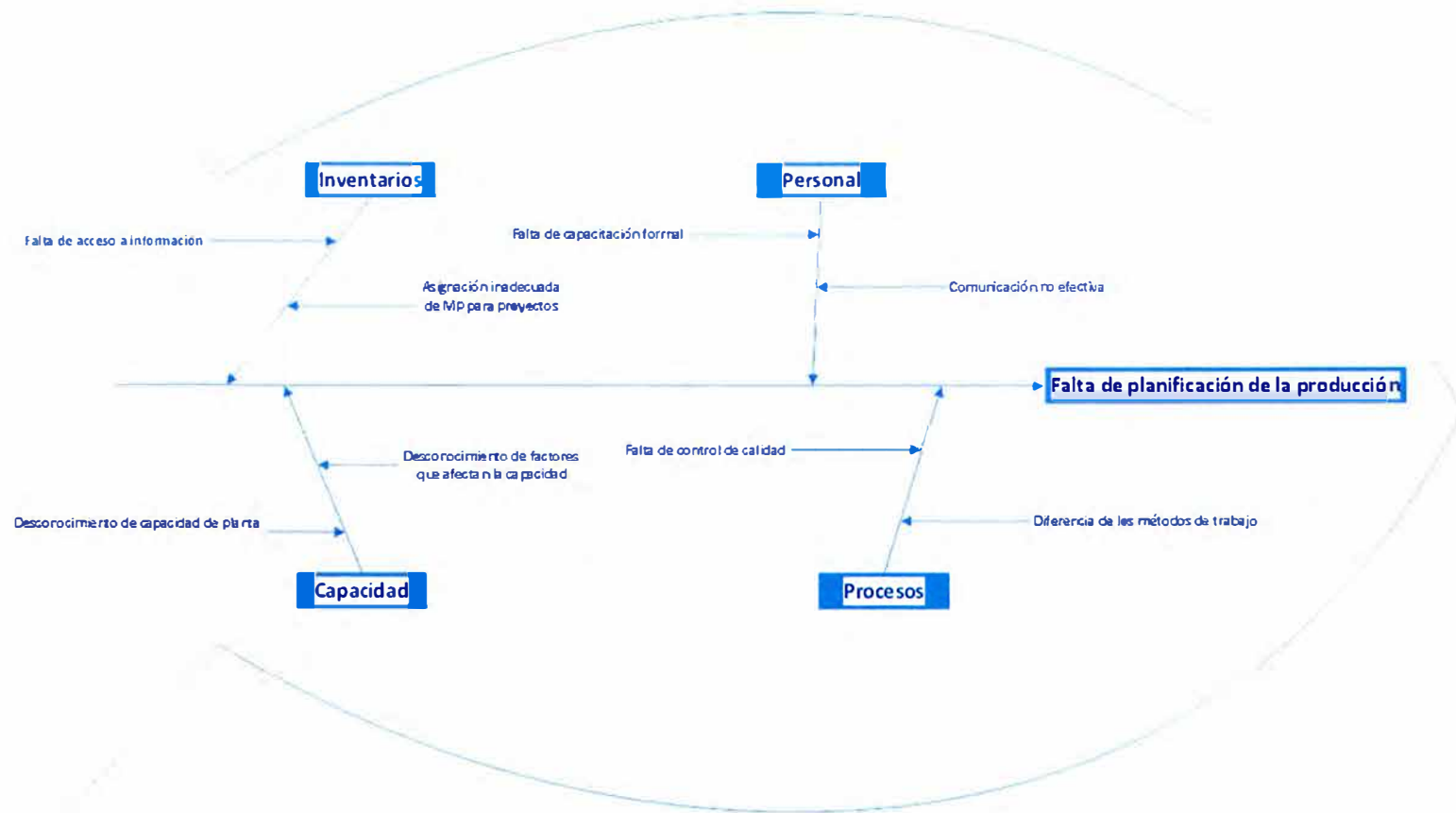


Figura 17. Diagrama causa-efecto de la falta de planificación.

Dentro de las principales causas de la falta de planificación de la producción se determinan los inventarios, el personal, la capacidad y los procesos.

2.12 Medición de indicadores de diagnóstico

2.12.1 Eficiencia

Como se mencionó en el apartado de los indicadores de éxito del proyecto, este cuestiona si el tiempo invertido durante el proceso de producción es igual o cercano al esperado por el jefe de producción; razón por la cual se analizaron los proyectos que efectuaron durante el periodo de julio-diciembre de 2019 del área de metalmecánica.

$$Eficiencia_{\text{tiempo}} = \frac{1612 \text{ días}}{2460 \text{ días}} = 65,54\%$$

El indicador de eficiencia en tiempo indica que, debido a la mala gestión de la planificación de la producción, la organización presenta una eficiencia del 65,54% durante la producción de los proyectos del periodo.

2.12.2 PTDM (percent on time delivery o porcentaje de entregas a tiempo)

Con este indicador se busca medir la efectividad del sistema actual de programación de la producción, motivo por lo cual se analizaron las órdenes de producción del periodo de julio a diciembre 2019 donde se determinaron cuáles órdenes se iniciaron a tiempo, cuáles se finalizaron a tiempo y si estas se terminaron en el tiempo estipulado. En este caso se analizaron un total de 47 proyectos.

$$PTDM_{in} = \frac{OP \text{ iniciadas según programación}}{Total \text{ OP iniciadas}} = \frac{21}{47} = 44,68\%$$

$$PTDM_{out} = \frac{OP \text{ finalizadas según programación}}{Total \text{ OP finalizadas}} = \frac{18}{47} = 38,30\%$$

$$PTDM_{vol} = \frac{OP \text{ terminadas en el tiempo de la programación}}{Total \text{ OP finalizadas}} = \frac{10}{47} = 21,28\%$$

Los resultados obtenidos indican que solamente un 44,68% de las órdenes de producción inician según la producción, lo cual se ve reflejado en el $PTDM_{out}$ ya que las órdenes de producción no se finalizan de acuerdo a la programación elaborada por el jefe de producción, ya sea porque se terminan antes o se finalizan después de la fecha; por otra parte, solo un 38,30% se finalizan conforme a la programación. Finalmente, solo un 21,28% se conoce de cuánto se puede tardar en producir.

2.13 Conclusiones de diagnóstico

Mediante visitas a campo se ejecutaron herramientas de la ingeniería industrial como mapeo de procesos de la organización mediante diagramas SIPOC y nivel 0 que permitieron caracterizar la situación actual de área de producción de la empresa Tectram S.A., identificando oportunidades de mejora en la diferencia de métodos de trabajo, estandarización de los procesos y la práctica de la cultura organizacional.

Por otra parte, se llevó a cabo el análisis de turnos de trabajo, mediante el cual se encontró que los operarios realizan las operaciones con un mejor rendimiento durante los turnos de la mañana en comparación con la tarde, esto debido al cansancio de los operarios; consideraciones que no son tomadas actualmente en la programación de la producción, principalmente debido a que no existe un mecanismo mediante el cual se midan e identifiquen este tipo de situaciones.

Además, mediante el estudio de tiempos y movimientos realizado, se concluye que existen operaciones que se pueden caracterizar como cuellos de botella del proceso productivo, consideración que tampoco es tomada en cuenta a la hora de llevar a cabo la planeación de la producción; en este punto, se identifica que existe falta de acceso a la información relacionada al proceso productivo, que afecta la toma de decisiones a la hora de priorizar un componente, provocando incapacidad de definir claramente fechas de entrega de los proyectos.

Adicionalmente, mediante el estudio de tiempos productivos e improductivos, se encuentra que los operarios están un 30,21% del tiempo inactivos, distribuido este tiempo entre reparación de máquinas (12,29%), necesidades personales (11,67%), acomodo y limpieza (4,17%). Estos hallazgos refuerzan el hecho que la empresa no cuenta con métodos que permitan controlar la producción en el día a día, además que se desconoce que los fallos en las máquinas es el principal motivo por el cual el operario no está en marcha, denotando falta de un sistema de mantenimiento efectivo; sin embargo, debido al desarrollo actual de la empresa, se debe iniciar desde la caracterización de los procesos y la medición de los mismos, para lograr implementar medidas que aumenten la productividad.

Por otra parte, mediante el diagrama de hilos se logra identificar que los procesos operarios actualmente invierten entre un 24% y un 40% de su tiempo transportando material, recorriendo desde 126,52 hasta 413,62 metros para algunos productos, datos desconocidos por la empresa hasta ahora y, por lo tanto, desconociendo el impacto de esto en las operaciones y los tiempos de entrega.

Finalmente, se concluye que los principales puntos de dolor que atañan a la organización en el diagnóstico realizado es la falta de documentación de los procesos productivos, la falta de mediciones que permitan identificar los principales elementos que afectan la eficiencia del proceso, junto con el estado actual de desarrollo, que carece de métodos que permitan inclusive recabar información de forma efectiva y eficiente, poniendo en evidencia la necesidad de un modelo de gestión de las operaciones que incorpore dentro de sí diferentes oportunidades de mejora alineadas a estos hallazgos se incrementa la competitividad de la organización en estudio en el mercado.

CAPÍTULO 3. DISEÑO

3.1 Objetivo de diseño

Diseñar un modelo de gestión de operaciones que soporte la estrategia de Tectram S.A. con el fin de ser competitivos, satisfaciendo así las necesidades del mercado.

3.2 Metodología de diseño

En la Tabla 15 se muestra la metodología a utilizar en la etapa de diseño.

Tabla 15. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de diseño.

	Actividades	Herramientas	Resultados deseados
Diseño	Definición de requerimientos para un modelo de gestión de operaciones.	Estándar de modelo de gestión de operaciones.	Requerimientos del modelo de gestión de operaciones que involucre las áreas operativas relacionadas con estas.
	Propuesta del modelo de gestión de operaciones.	Diagrama de procesos.	Diagrama del procesos primarios y secundarios relacionados con la gestión de operaciones.
	Selección y desarrollo de un modelo de gestión de las operaciones.	Modelo de gestión de operaciones seleccionado.	Modelo de gestión de operaciones que permita competitividad en el mercado a la empresa Tectram S.A.
	Elaboración del plan de implementación del modelo de gestión de operaciones.	Herramientas de administración de proyectos.	Plan para la implementación del modelo de gestión de operaciones

3.3 Requerimientos para el modelo de gestión de las operaciones

Como se mencionó con anterioridad, la organización presenta un problema en cuanto a la planificación de la producción del área de metalmecánica, pues no cuenta con visibilidad y trazabilidad de la misma; razón por la cual se propone diseñar un modelo de gestión de operaciones.

En primer lugar, es importante definir los requerimientos que se deben de contemplar para la elaboración del modelo, en el cual debe entenderse requerimiento como las características necesarias que debe de tener el proyecto. Para lograr lo anterior, se toma en cuenta el concepto estándar especificado en el marco teórico. De esta forma, se establece que el modelo de gestión de operaciones debe encontrarse alineado con la estrategia de la organización, es importante mencionar que la empresa busca aumentar su competitividad del mercado en un 30%.

Otro requerimiento preponderante dentro del desarrollo del modelo es que incluya el uso de tecnología adecuada, que no solo permita agilizar el manejo y análisis de la información, sino que también incluya elementos compatibles con los métodos de trabajo existentes.

Así mismo, se debe de considerar la disponibilidad de material y componentes a lo largo del proceso y la ubicación del mismo. Por otro lado, para la planeación se debe tomar en cuenta dentro de los

requerimientos la capacidad del área o del proceso, y a su vez, acortar tiempos de ciclo, entre transportes y recurso tanto humano como mecánico.

Luego, el modelo de gestión de operaciones debe contar con una evaluación y control, por lo cual se establecerán indicadores claves de desempeño con la finalidad de obtener una métrica para el seguimiento y mejora continua de los procesos. Por último, este debe de llevar un control de costos del recurso humano en la elaboración de los productos, ya que se pretende que la organización sea capaz de ofertar precios competitivos durante su participación en las distintas licitaciones.

En la Figura 18 se muestra un resumen de los requerimientos que se contemplaron como fundamento del modelo para determinar estrategia, enfoques y pilares.

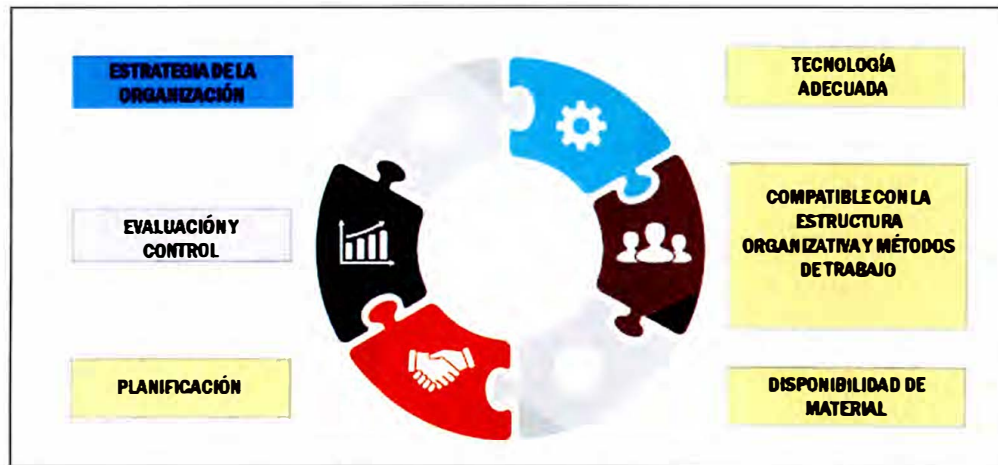


Figura 18. Requerimientos para el modelo de gestión de las operaciones.

Sistemáticamente, una vez definidos los requerimientos necesarios para el diseño y operación del modelo de gestión de operaciones, se elabora la propuesta que proporcionará los productos y servicios primarios de la organización.

Sin embargo, los resultados de la ejecución pueden ser perjudicados por problemas que surgen de una estrategia deficiente (Hrenbiniak, 2007) ya que esta es la fuerza impulsora, es decir, es esencial y fundamental en el desarrollo y ejecución del modelo por lo que en conjunto con los actores involucrados se realiza la revisión de la misma y se diseña el modelo de gestión de las operaciones de tal forma que este marque la ruta o camino para lograr el aumento del 30% de la competitividad dentro del mercado mediante las funciones o acciones claramente definidas, el cómo ejecutarlas, controlarlas y los recursos necesarios.

3.4 Selección de un modelo de gestión de las operaciones

Después de tomar como fundamento los resultados obtenidos en el capítulo anterior se procede a desarrollar un modelo de gestión de las operaciones, este tiene como entrada las necesidades de los clientes, quienes se generan a partir de las licitaciones ganadas; mientras que en la fase de salida se procura la satisfacción de los clientes, lo cual provocaría un aumento en la competitividad del mercado de Tectram S.A.

Así, el modelo de gestión de las operaciones debe ser adaptable a cualquiera de los procesos de la compañía, con orientación en los procesos relacionados con el departamento de producción, los cuales son el principal objeto de estudio. Por otra parte, debe estar alineado con la estrategia de la organización que, en el caso del modelo propuesto, se enfoca en los principales aspectos que interactúan con dicha estrategia, como lo son la calidad del producto, la innovación de los productos, el servicio al cliente y la capacidad de poder ofrecer precios competitivos.

Al momento de iniciar el desarrollo del modelo de gestión y tal como se aprecia en las principales causas de la falta de planificación de la producción, Tectram S.A. debe mejorar las condiciones actuales de la organización, por lo que debe enfatizar su progreso en aspectos básicos relacionados con los procesos, la gestión de la información, el manejo de personal y el enfoque organizacional. Es de esta forma que se desarrolla un modelo de gestión compuesto por distintos elementos, los cuales se presentan a continuación.

- Pilares de desarrollo: elementos base del modelo, los cuales deben ser implementados de forma secuencial; de esta forma, el primer pilar sienta las bases para el siguiente y así sucesivamente.
- Ejes: elementos de los pilares destinados a definir los pasos a ejecutar para una exitosa implementación.
- Enfoques: elementos del modelo relevantes a nivel de operaciones que deben ser considerados para que el modelo de gestión de las operaciones cumpla con el objetivo de satisfacer la estrategia de la empresa bajo estudio. Estos enfoques son: evaluación y control, innovación y desarrollo, y finalmente comunicación; los cuales son intrínsecos de la organización y deben estimarse los mismos a la hora de diseñar las propuestas para que estas tengan el éxito esperado.

A continuación, se presenta la explicación de cuales ejes incluye cada pilar de desarrollo y la razón por la cual se procede a diseñarse de esta manera.

Pilar de desarrollo 1 - gestión de procesos y mejora continua: etapa inicial en la cual se definen los métodos mediante los cuales se documentarán los procesos, la misma que servirá como base para el desarrollo de pilares posteriores. Una vez documentados los procesos, se deben definir métodos de recolección y análisis de datos en función de aquello que se desea alcanzar, mediante la mejora continua de procesos. Estos métodos deben madurar conforme se encuentren nuevos hallazgos entre los datos recolectados y varíen los requerimientos de la organización.

Asimismo, este pilar incluye los ejes de gestión documental, registro de datos y mejora de proceso, junto con la implementación inicial para metodologías de mejora continua. El objetivo de la gestión documental es controlar la creación, mantenimiento y la disposición de documentos con la finalidad de mejorar la toma de decisiones, transparencia de la organización, acceso a la información y la pronta respuesta a las necesidades de los clientes.

El eje de registro de datos y mejora de procesos busca definir los métodos de recolección de datos esto ya que la tendencia apunta hacia big data y análisis en tiempo real por lo cual se elaboran herramientas de

vanguardia que mejoren la rendición de cuentas de los procesos y con esto la toma de decisiones, y finalmente, el eje de la implementación inicial para metodologías de mejora continua es importante dentro de este pilar ya que sirve como base para introducir a los operarios a metodologías de trabajo enfocadas en la mejora continua y disciplina en los procesos y propiciar la estandarización de estaciones de trabajo.

Pilar de desarrollo 2 - Estandarización de procesos: con este pilar se pretende obtener una reducción de la variabilidad de los procesos, lo cual induce a una reducción de pérdidas y mejora en el control. De esta manera, se cuenta con un único eje enfocado en proporcionar información transparente, fiable y de fácil acceso para la toma de decisiones.

Pilar de desarrollo 3 - métodos avanzados de programación: el último pilar se enfoca en implementar herramientas que permitan hacer uso de métodos avanzados de análisis, lo cuales emplean datos preferiblemente recolectados en tiempo real, mediante el uso de herramientas diseñadas para el proceso examinado, al mismo tiempo, se implementan metodologías de mejora continua. De esta forma, este pilar se encuentra conformado por dos ejes: son automatización de procesos y enfoque en la calidad y mejora continua, teniendo como objetivo diseñar métodos y herramientas de trabajo que faciliten la toma de decisiones, evaluando constantemente los procesos para alcanzar los resultados deseados.

Cabe recalcar que el alcance de implementación del presente proyecto abarca principalmente el pilar 1, debido a que este desarrolla las bases para los siguientes y, considerando el nivel de desarrollo de la empresa, los recursos deben ser enfocados en crear cimientos robustos para las etapas avanzadas del modelo.

Se presenta en la Figura 19 la representación gráfica del modelo de gestión bajo el cual se presentará la propuesta de mejora para las operaciones de Tectram S.A., cabe destacar que los ejes sobre los cuales se desarrollará la propuesta son transversales al modelo y deben pasar por todos los pilares para su pleno desarrollo e implementación de modelos avanzados de programación.

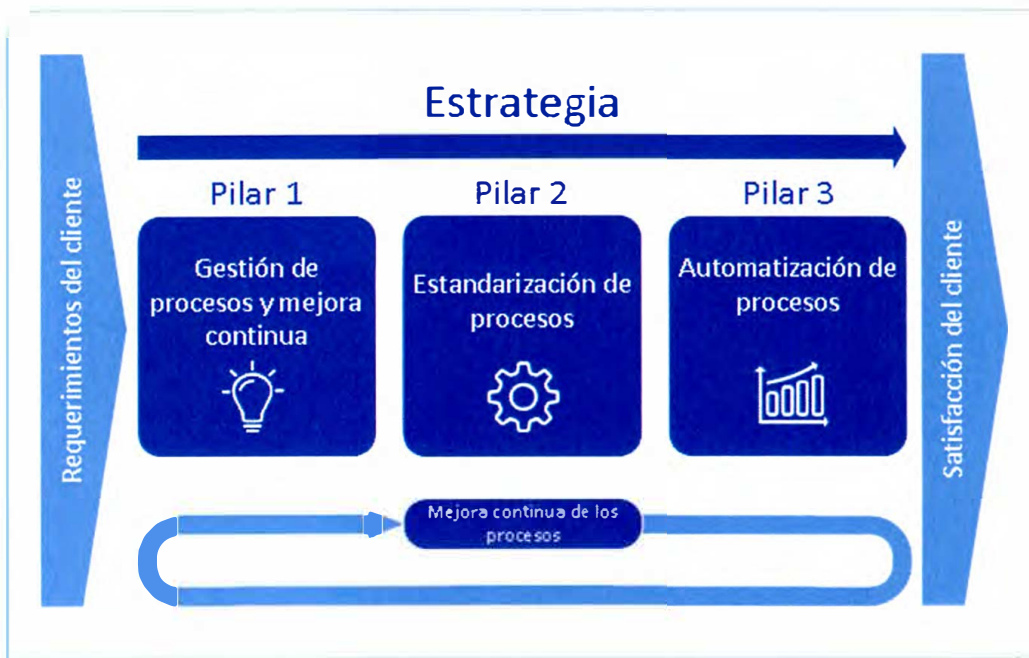


Figura 19. Modelo de gestión de las operaciones.

3.5 Desarrollo del modelo de gestión de operaciones

El modelo de gestión de operaciones desarrollado para la empresa Tectram S.A. Se describe a continuación.

3.5.1 Pilar 1 – Gestión de procesos y mejora continua

Se debe de reconocer que existen múltiples procesos en una organización, los cuales están conformados por una red de recursos y rutas donde se ejecutan las diferentes actividades necesarias para generar el producto o servicio que ofrece la empresa (Muñoz, 2009).

Este pilar busca sentar las bases del modelo de gestión de las operaciones, razón por la cual se encuentra conformado por 3 ejes: gestión documental, registro de datos y mejora de procesos e implementación inicial para metodologías de mejora continua.

Actualmente la gestión documental de la empresa Tectram S.A. no responde a las expectativas y necesidades de la misma, motivo por lo cual es importante la creación de una que sea capaz de crear, controlar y utilizar la información y documentación para conocer la situación actual y actuar en consecuencia (Russo, 2011).

Aunado a lo anterior, la metodología para el registro de datos debe iniciar por la planificación, esta es una fase fundamental debido a que en ella se decide y especifica de manera muy precisa cuáles son los datos que se desean recolectar o qué es de interés para la organización. Además, de la forma en la que desean procesar o analizar los mismos. Con esto se procura que los procesos de recolectar y registrar datos sean coherentes, fáciles de obtener y sencillos de interpretar.

Por último, como parte del pilar se encuentra un eje enfocado a la mejora continua, se propone inicialmente la implementación de la metodología de 5s como parte del modelo de gestión de operaciones sugerido.

3.5.1.1 Gestión documental

No existe un sistema de gestión documental que sea genérico o se pueda aplicar a todas las organizaciones porque todas son diferentes, por lo cual dicho sistema debe de ser personalizado. “Un eficiente sistema de gestión documental y de la información ayudará a la empresa a aumentar su eficiencia, su productividad, ayudará a prever problemas relacionados con la información y la documentación y reducirá costes en recursos” (Russo, 2011, pág. 10).

Para llevar a cabo una adecuada gestión documental es necesario que se elabore un sistema integral con la gestión de información y de conocimiento. Lo anterior se debe a que la gestión de la información es la encargada de la obtención de la información, la gestión documental son las actividades que permiten coordinar y controlar lo relacionado a la creación, recepción, almacenamiento, preservación y difusión de los documentos, mientras que la gestión del conocimiento corresponde a los procedimientos para transformar la información en un activo crítico y ponerla a disposición de los usuarios (Russo, 2011).

Cabe mencionar que este apartado se enfatiza en las personas que la utilizarán, en este caso los trabajadores de la organización relacionados con lo referido al registro y documentación interna, es decir, la parte operativa.

Para una mayor visibilidad del proceso se identifica por medio de diagramas y documentación los elementos que pertenecen al proceso, los cuales corresponden a las entradas comprendidos como partes o componentes; las salidas como el producto entregado, así como el sistema de información. Este último determina la disponibilidad de la información para administrar el flujo del proceso al especificar la manera en que debe de operar un proceso a lo largo del tiempo, por lo tanto, ambos deben de estar relacionados.

En consecuencia, surge la necesidad de elaborar un mapeo de los procesos para Tectram S.A. para orientar y definir los principales elementos del proceso para la reinención del mismo. Para efectuar esta actividad, se propone a la organización la utilización del software Microsoft Visio con la finalidad de diagramar y documentar los procesos por medio de diagramas de funciones cruzadas debido a que por medio de ellos es posible identificar las personas o departamentos responsables, las rutas de los componentes o partes para la obtención del producto o servicio. Seguidamente, en la Figura 21 se muestra la plantilla diseñada por el grupo de trabajo para el levantamiento de los procesos.

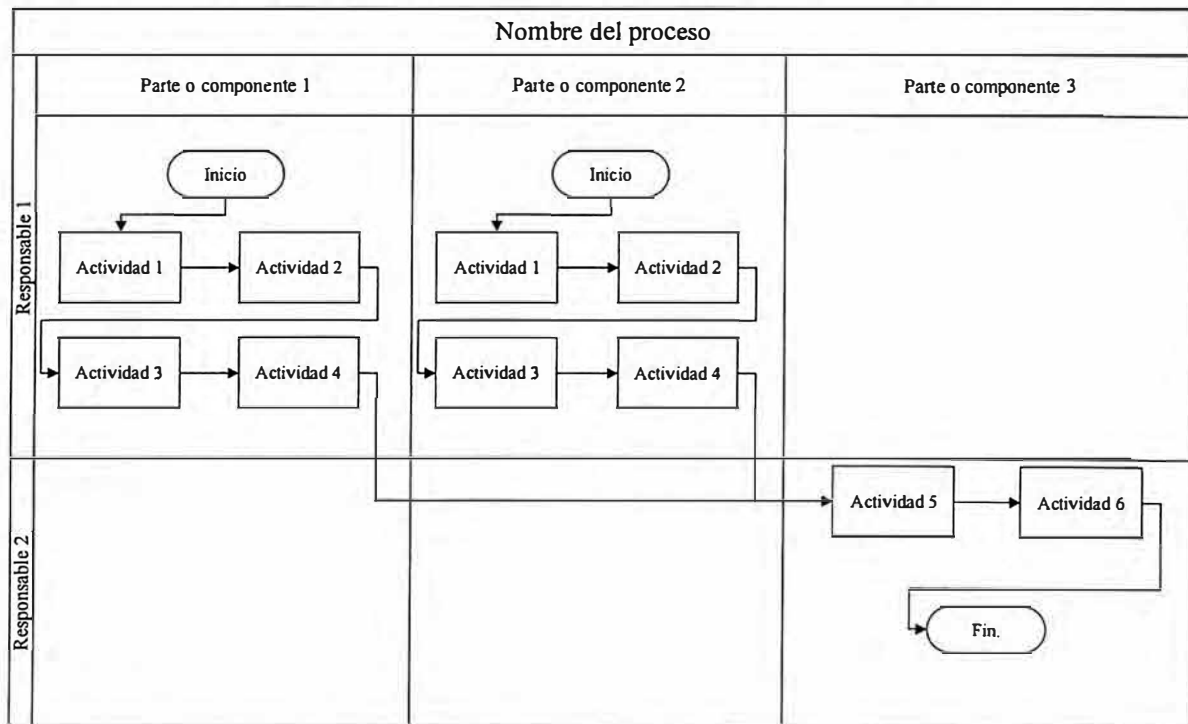


Figura 20. Plantilla diagrama de mapeo de procesos.

Con el objetivo de conocer el detalle del proceso productivo y dar inicio con la documentación de los procesos, significando así los primeros pasos para la estandarización y estabilización de los mismos, se realiza el mapeo del 80% de los componentes que tienen un mayor impacto económico para el negocio, esto a partir de entrevistas elaboradas al personal y observaciones realizadas en las visitas a la planta, los mismos se pueden encontrar en el Apéndice 6. Diagramas de funciones cruzadas para procesos de producción. En la Figura 21 se muestra, como ejemplo, uno de estos diagramas

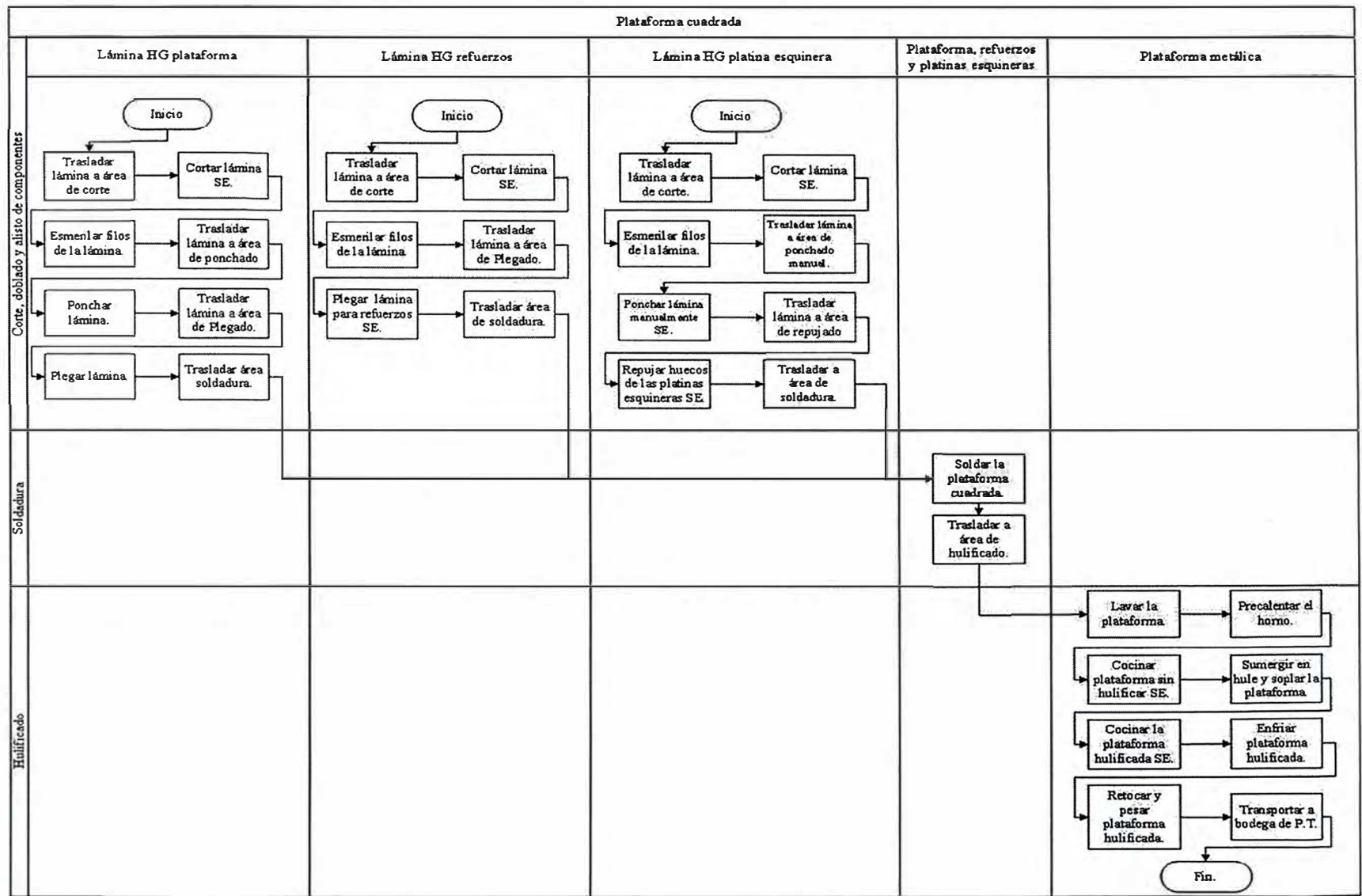


Figura 21. Diagrama de funciones cruzadas de plataforma cuadrada..

Para el desarrollo de los mapeos de los procesos realizados, primeramente, se determina el proceso bajo estudio, cuyo nombre se indica en la parte superior del diagrama. Concatenando a lo anterior se identifican las partes que componen el proceso y las áreas, departamentos o personas responsables de la ejecución de las actividades necesarias, los cuales se encuentran separados por calles al lado izquierdo del diagrama..

El solo ejercicio de identificar los responsables, las rutas, los componentes y el producto final de cada proceso permite que tanto los administradores del proceso como la gerencia de la organización adquieran una mayor comprensión sobre los mismos y permiten que se ejecuten con transparencia. De igual manera, al realizar el análisis de los diferentes procesos con los que cuenta la compañía se determina el grado de interacción entre los distintos procesos, obteniendo una visión más integral de la organización (Muñoz, 2009).

En efecto, fundamentado en la experiencia y estudios realizados por parte del grupo de trabajo se procede a describir la manera en que se desarrolla la gestión documental de los procesos de la organización. Para la obtención de la información Tectram S.A. cuenta con una encargada del aseguramiento de la calidad, la cual se capacitó durante la etapa de validación para llevar a cabo esta tarea.

Inicialmente, para la recopilación de información era importante familiarizarse con el proceso por lo cual se efectúan entrevistas al trabajador responsable del proceso. Una vez que se ha sensibilizado al entrevistado, se aclara que sus respuestas son para mejorar el desempeño de la empresa en general y del área en particular, fue necesario preguntar cuáles son las actividades que realiza con la información que recibe de otras áreas o procesos (Baca, 2015) así como si conoce cuál es el fin de la información que genera en su proceso y los departamentos que harán uso de esta, ya el objetivo de las entrevistas es que el empleado tome plena conciencia de la labor que desempeña, lo cual es crítico a la hora manejar la información.

Sin embargo, el trabajador entrevistado puede mentir total o parcialmente en su respuesta, motivo por el cual se realiza la observación del proceso con la finalidad de entender el mismo, el contexto en que se ejecuta y las razones por las cuales se realiza de esa manera. A partir de esas medidas, es decir, una vez recabada la información mediante la observación y la entrevista se procede a construir el proceso, ya que a través de los instrumentos aplicados se poseerá los elementos necesarios para mapear o describir los procesos con sus respectivos responsables.

Paralelamente, se determina que la mejor forma de gestionar la documentación de la información recopilada y obtenida, es mediante un control de los documentos, es decir, tener el mismo de forma digitalizada, por lo cual se diseña una herramienta en Microsoft Excel llamada “control de documentos” donde se identifica la codificación de los documentos de acuerdo al área y tipo de proceso correspondiente, nombre del documento, estado en el que se encuentra, es decir, finalizado o en proceso, versión del documento, fecha de elaboración, fecha de revisión y persona encargada o autorizada.

En la Figura 22 se presenta la herramienta en Microsoft Excel nombrada “control de documentos” que se elaboró para que sirva a la organización como base y guía para control de documentos de los archivos.

CONTROL DE DOCUMENTOS TECTRAM S.A							
Código de documento	Nombre de documento	Estado	Versión	Fecha de elaboración	Fecha de revisión	Encargado	Link
3	MP-PR-01	Mapa de procesos de producción de plataforma	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
4	MP-PR-02	Mapa de procesos de producción de plataforma amplia	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
5	MP-PR-03	Mapa de procesos de producción de baranda para taboza	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
6	MP-PR-04	Mapa de procesos de producción de baranda sencilla	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
7	MP-PR-05	Mapa de procesos de producción de escalera de 5 gradas	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
8	MP-PR-06	Mapa de procesos de producción de panel láctico	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
9	MP-PR-07	Mapa de procesos de producción de techo	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes
10	MP-PR-08	Mapa de procesos de producción de poste	Finalizado	1	23 de marzo 2020	23 de marzo 2020	Jorge Barboza-Esther Reyes

Figura 22. Herramienta de control de documentos.

Como se observa en la Figura 22, se establece que la codificación de los documentos que se generen a partir de este momento debe de ser de la siguiente forma.

XX-YY-00

Donde:

XX: representa el tipo de documento

YY: se refiere al área o proceso al que pertenece el documento

00: el número de consecutivo del documento

Según esta esquematización, por ejemplo, en este caso se determina que los documentos elaborados en este eje se codifiquen como MP-PR-01 para representar que son mapeos de procesos del área de producción y el consecutivo del documento. Para el uso de esta herramienta se capacitó a la encargada del aseguramiento de la calidad de la compañía durante la etapa de validación.

En lo que respecta específicamente a la gestión del conocimiento con la finalidad de poner a disposición de los trabajadores los documentos elaborados, se recomienda que en el caso de los procesos administrativos se tengan en digital y para los procesos productivos se tengan en físico, en este caso en papel dentro de las carpetas que se utilizan como guía para la elaboración del componente o play a producir.

3.5.1.2 Registro de datos y mejora de procesos

Todos los puestos de trabajo en una organización cumplen con una serie de actividades, cuya realización conlleva un tiempo total estimado. Como ya se determinó en el diagnóstico del presente proyecto, la empresa actualmente no conoce las cargas de trabajo en sus centros laborales, por consiguiente, tampoco conoce la capacidad de sus procesos. Lo anterior provoca irregularidades en los turnos de trabajo debido al agotamiento del trabajador, lo cual puede provocar distracciones y accidentes dentro del proceso.

Aunado a lo anterior, el no conocer las cargas de un centro de trabajo puede provocar que, si este se encuentra sobresaturado, no cumpla con los tiempos establecidos para su ejecución de sus labores, lo cual causa retrasos dentro de la cadena. En el caso de Tectram S.A. las tareas que se cargan a un centro de trabajo se realizan en el momento que se deban de responder las necesidades del cliente sin importar respuesta de la capacidad ante dicha carga.

Como parte esencial del desarrollo de este proyecto se registran los datos del área de producción de tal manera que sean fácilmente utilizables, por lo cual el equipo de trabajo diseñó como prototipo una herramienta en Microsoft Excel llamada “registro de actividades operativas” apto para realizar la recolección de datos, de tal forma que cuente con gráficos que sirvan para presentar de modo visual los datos obtenidos en las hojas, que faciliten la comprensión y ayuden a la toma de decisiones.

Cabe mencionar que este prototipo sirve de base para cumplir cierto grado de desarrollo y, mediante una adecuada gestión documental, hacer que la organización sea capaz de saltar a un sistema informático más integral. La herramienta se encuentra diseñada por un sistema de seguridad, el cual se presenta en la Figura 23 de tal forma que el operario solamente tiene acceso al registro de las actividades, mientras que los administradores (jefe de producción y jefe de planta) puedan manejar la información de las órdenes de producción, registro final, usuarios y visualicen mediante gráficos y filtros los datos recolectados.

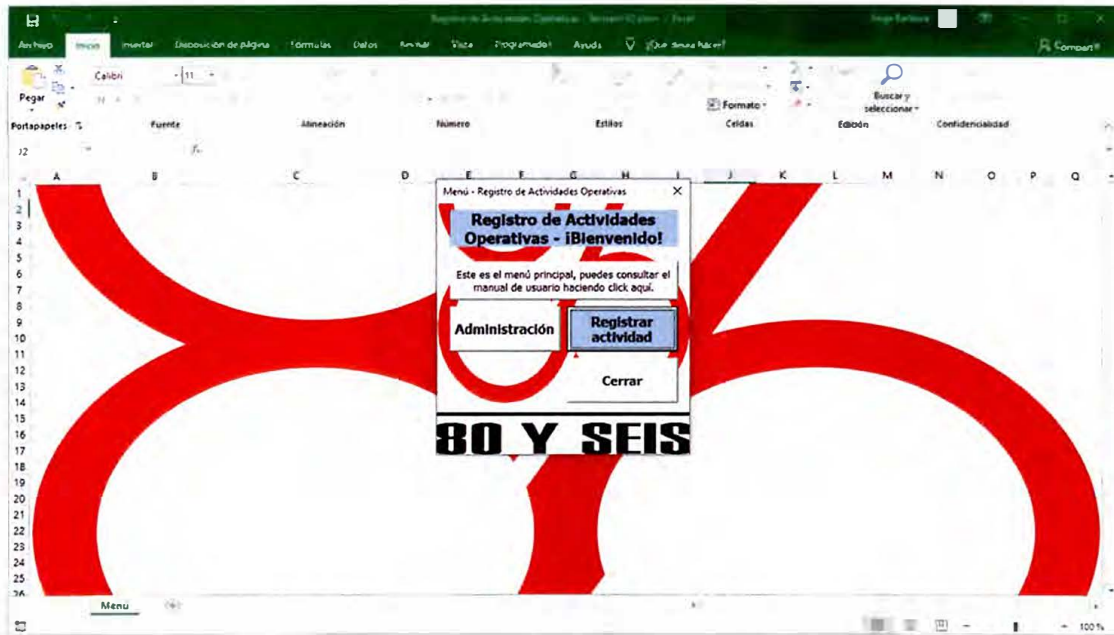


Figura 23. Herramienta registro de actividades operativas-acceso de seguridad.

En la Figura 24 se presenta la plantilla elaborada para el ingreso de las actividades que como ya se mencionó esta es utilizada por los trabajadores del área de producción. En la misma, es posible registrar el operario, número de orden de producción, nombre del componente, las horas de inicio y de finalización de la tarea.

Registrar actividades operativas - Tectrami

Introduzca los datos de la actividad

Operario*			
Número de OPB*			
Componente*			
Parte*			
Proceso*			
Hora de Inicio*		h	min
Hora de Finalización*		h	min
Cantidad*			
Comentarios			

*Campo requerido obligatoriamente para Confirmar registro

Guardar Confirmar registro Cerrar sesión

Figura 24. Herramienta registro de actividades operativas.

Seguidamente, en la Figura 25, se muestra como ejemplo, una de las funciones de la herramienta dentro del acceso administrativo, el cual corresponde a un panel de control o Dashboard. De esta manera, genera más valor para realizar una adecuada planificación de la producción sin comprometer la capacidad de la planta ni la salud de sus trabajadores.

Cabe mencionar que si se desea profundizar en el prototipo elaborado en el Apéndice 7. Manual de usuario de la herramienta de registro de información de actividades es posible visualizar el manual de usuario de la herramienta, donde se encuentra descrita la misma con el más mínimo detalle de la interfaz, el uso y los resultados que son posibles de obtener.

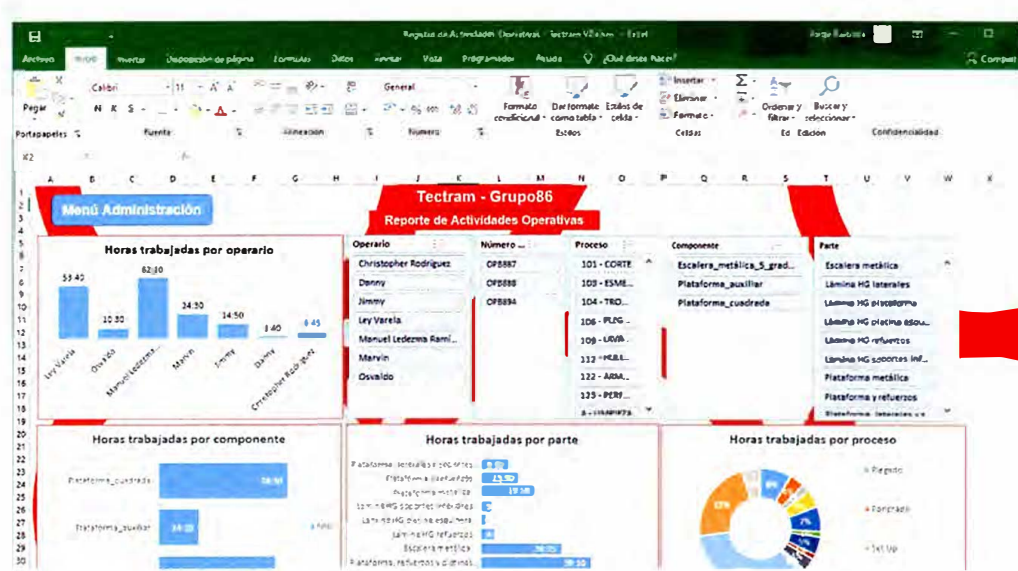


Figura 25. Herramienta registro de actividades operativas.

Esta herramienta simplifica y digitaliza el registro de las actividades realizadas por el operario, esto actualmente se realiza en la organización de manera escrita, sin embargo, la contraparte afirma que los mismos no se digitalizan, razón por la cual no se lleva un control de esto. Asimismo, se lleva un monitoreo de las órdenes de producción, dando trazabilidad a lo largo del proceso, midiendo tiempos de duración de las actividades realizadas en la planta de producción, reduciendo los tiempos improductivos e identificando oportunidades de mejora.

Para el uso adecuado e implementación de esta herramienta se capacitó al jefe de producción, jefe de planta y a los trabajadores de la planta de producción durante la etapa de validación.

Importante mencionar que, a pesar de que la herramienta actualmente se encuentra dirigida al área de producción, es posible utilizarla en los procesos administrativos y de apoyo con los que cuenta la organización. Siendo así, una vez medidos, seguidos y controlados los procesos mediante el registro de actividades es posible obtener una visión del proceso como un todo, lo cual permite conclusiones rápidas sobre la eficiencia del proceso; por ende, sobre las oportunidades de mejora del mismo (Muñoz, 2009).

A través del trabajo realizado durante este proyecto, se determina que el proceso de la planeación de compras locales e internaciones presenta mejoras ya que en ocasiones no se produce por falta de abastecimiento de material o de una materia prima que se reabastecce mediante compras internaciones, la cual en ciertos contextos debió solicitarse a través de una compra nacional, factor que aumenta el costo del producto; por lo tanto, el costo final de este ya elaborado; así mismo, se daba un atraso de la producción en espera del arribo de material. Este tipo de situaciones afectan a la planificación y programación de la producción de los proyectos.

De ahí se observa que la producción se planifica en función del inventario actual y no de aquello realmente necesario, es decir, al contrario de lo idóneo para planificar, programar y ejecutar. En la Figura 26 se presenta el diagrama del proceso actual.

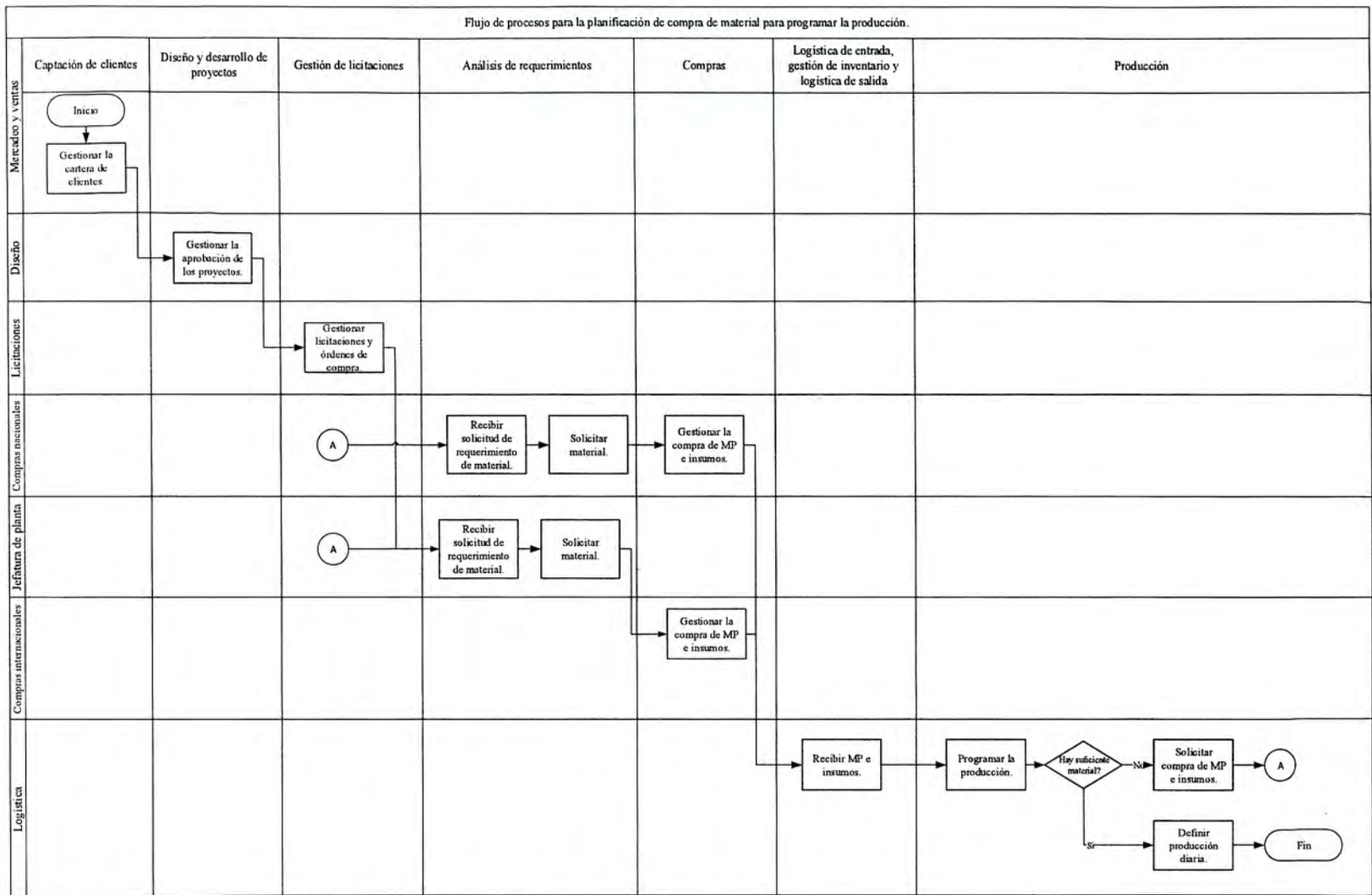


Figura 26. Flujo de información de los procesos para la planificación de compra de material para la programación de la producción actual.

Como se observa en la figura anterior, para gestionar la adquisición de materia prima e insumos por parte de los departamentos de compras nacionales e internacionales las órdenes de producción deben ser recibidas en la planta para así proceder a programar la producción. Durante la elaboración de los productos los trabajadores se enteran si hay o no suficiente material para producir; en caso de no contar lo requerido se solicita la compra de materia prima e insumos, lo cual provoca atrasos en el proceso de producción e incrementa su costo. De ahí que el grupo de trabajo encuentra oportunidades de mejora relativos a cómo debería ser la forma correcta para agilizar y volver este flujo de información eficiente.

Se busca que la organización planifique, programe y ejecute la producción, razón por la cual se propone que el departamento de diseño y desarrollo de proyectos una vez gestionada la aprobación del proyecto a concursar en la licitación evalúe la opción de compra de material, es decir, anticipadamente. Si se avala la decisión el encargado de la planificación reciba la solicitud de compra y revise la cantidad de material actual y la cantidad que será necesaria para el proyecto, y haga el pedido fundamentado realmente en lo necesario, de esta forma, el pedido pasa a ser gestionado mediante la solicitud por las áreas tanto de compras nacionales como internacionales con la finalidad de contar con el material a tiempo y de esta manera definir la producción. El flujo propuesto por el grupo de trabajo se muestra en la Figura 27.

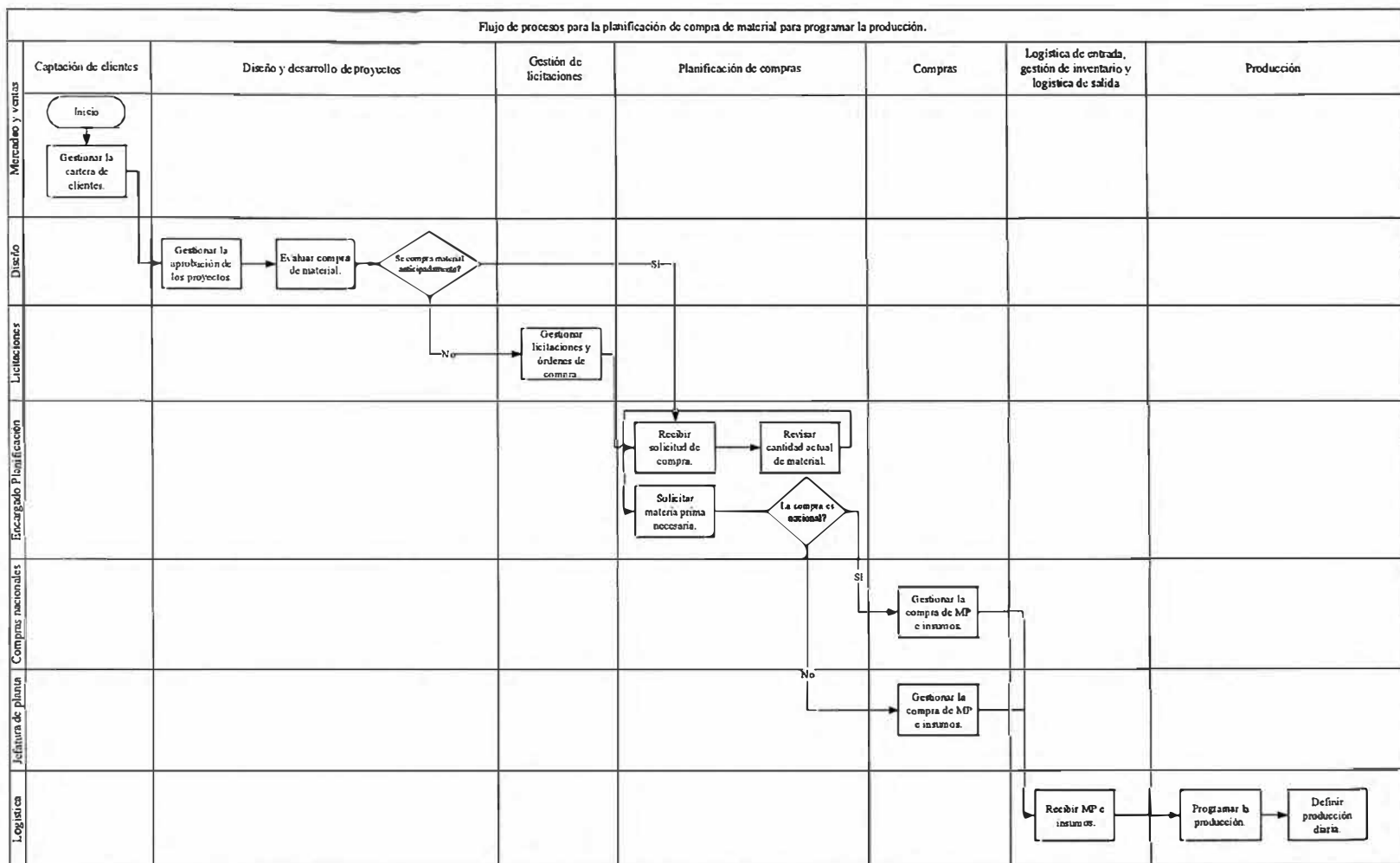


Figura 27. Flujo de información de los procesos para la planificación de compra de material para la programación de la producción propuesta.

3.5.1.3 Implementación inicial para metodologías de mejora continua

La empresa Tectram S.A. cuenta con personal que se encarga de llevar a cabo las labores habituales del día a día, tanto en el área administrativa como en la productiva. Debido a la naturaleza de las operaciones realizadas en la compañía, el recurso humano es un factor importante que debe ser tomado en cuenta siempre que se proponga llevar a cabo un rediseño en la metodología de trabajo, el cual se desarrollará mediante las propuestas del diseño del modelo de gestión de operaciones propuesto.

La implementación de esta metodología, en cuales quiera sean las estaciones de trabajo donde se ejecute, tiene como objetivo los siguientes puntos.

- Introducir a los operarios a metodologías de trabajo enfocadas en la mejora continua y disciplina en los procesos.
- Brindar un área de trabajo ordenada para evitar distracciones causadas por la búsqueda herramientas.
- Mantener mejor control de los dispositivos utilizados durante las labores.
- Propiciar la estandarización de estaciones de trabajo para la eventual implementación de una metodología de estandarización de métodos de trabajo.
- Reducir tiempos de ciclo al tener mejor acceso a herramientas necesarias.

En el presente pilar se desarrollará el diseño de la metodología de 5s en el área de producción (Maradiaga, 2020). Este modelo es implementable en cualquier área de trabajo, ya sea productiva o administrativa.

De esta forma, durante la elaboración del diagnóstico, se encontraron varios aspectos notables que afectan la falta de planificación de la producción, los cuales están estrechamente relacionados a las operaciones llevadas a cabo por los operarios de producción; específicamente, el estudio de tiempos productivos e improductivos, donde el mayor porcentaje de tiempo en el cual el operario no estaba en marcha fue identificado como el abastecimiento de suministros como herramientas y consumibles que se deben buscar para ejecutar las labores.

Siendo así, se incluye dentro de la propuesta de diseño este apartado enfocado a las operaciones que se llevan a cabo en piso, el orden que se tiene a la hora de trabajar y la disciplina del colaborador ya que esto viene a reducir los tiempos improductivos de búsqueda por herramienta en un 80% y de insumos en un 66,6% (Santoyo, Murguía, & López-Espinoza, 2013).

Esta metodología se alinea tanto con el enfoque que desea darle la empresa a la metodología de trabajo como al Pilar 1 de modelo de gestión de las operaciones propuesto, el cual es un paso inicial para eventualmente desarrollar e implementar metodologías de trabajo enfocadas con un grado mayor de desarrollo y alcance.

Para el diseño de la metodología de 5s en la empresa Tectram S.A. se decidió junto con la contraparte de esta que las 3 áreas: estación de soldadura, estación de pintura y estaciones de trabajo administrativas, se priorizarán debido a que estas áreas están asignadas a un colaborador específico, el cual deberá velar por la ejecución de la propuesta.

De esta forma, en la empresa existen ocho estaciones de soldadura, una estación de pintura y 10 estaciones administrativas, cada una de estas asignada a un operario, el cual debe velar por el orden y acondicionamiento de la misma. A continuación, se muestra el desarrollo de la metodología de 5s.

1. Seiri - Seleccionar

En la empresa existen 8 estaciones de trabajo de soldadura, las cuales consisten en un espacio de 3 metros por 4 metros aproximadamente, con una mesa de trabajo anclada al piso en el centro, acondicionada para efectuar las funciones asignadas. Adicionalmente, las estaciones cuentan con cajas destinadas a guardar herramientas y accesorios de estas, además de moldes usados para distintas operaciones diarias relativas al diseño de una estación modelo.

- Set de herramientas manuales básicas, set de herramientas eléctricas básicas y accesorios de estas (ver apéndice 8).
- Set de implementos de protección personal (ver apéndice 8).
- Máquina de soldadura de tungsteno con el respectivo cilindro.
- Set de implementos para limpieza del área (ver apéndice 8).
- Extensión eléctrica (2 de al menos 4 metros) y mangueras de aire a presión (3 de al menos 4 metros).
- Basurero para metal y basurero para no metales.
- Carro para transporte de material.

Para los siguientes elementos, se debe definir un área común donde sean accesibles, pues su uso depende del tipo de producción que se realice. Esta área puede ubicarse ser dentro de una de las estaciones de soldadura y debe estar plenamente definida. Actualmente, estos elementos se colocan dentro de alguna de las estaciones de soldadura, lo cual causa extravíos y obstaculiza la fácil localización de dichos objetos.

- Máquina de soldadura convencional de electrodo.
- Moldes para producción de componentes específicos.
- Moldes para armado de componentes
- Documentación de procedimientos y planos.

Debe acondicionarse un área dentro de la estación de trabajo donde puedan colocarse estos componentes, los cuales usualmente no están dentro de esta para poder utilizarlos durante la producción.

Respecto al área de pintura, esta consta de un área rectangular de 25 por 12 metros, con una cámara de pintura en polvo electrostática en el centro de esta zona y un horno industrial a junto a esta. En dicha área se preparan las piezas para pintar, se procede con la pintura de las piezas y se hornean para lograr el acabado final. Existen distintos estantes, tanto móviles como fijos, los cuales permiten trasladar las piezas. Además, la estación cuenta con una línea transportadora aérea. En esta zona deben existir al menos los dispositivos enlistados en el apéndice 8, los cuales deben ser guardados de tal forma que no interfieran en la operación. Normalmente pueden existir elementos ajenos al proceso de pintura en esta área, lo cual se debe evitar.

Además, existen estantes fijos que deben estar ordenados, además de estantes móviles para colocar las piezas en el horno de pintura, los cuales deben estar almacenados en un área específica. En síntesis, se deben seguir los lineamientos de uso y mantenimiento del horno tanto durante el proceso como en todo momento.

Finalmente, las áreas administrativas deben estar ordenadas, limpias y propiciar la creatividad. Tales espacios están equipados con un escritorio, el cual cuenta con teléfono, computadora, monitor, teclado, mouse y artículos de oficina. Los elementos en estas áreas deben estar almacenados cuando no son de uso diario. Los elementos que no se utilicen durante al menos dos semanas deben ser colocados en otra zona destinada para ello, o evaluar su necesidad para ser desechados o usados con otros fines.

2. Seiton – Organizar

Una vez aplicada la primera etapa de las 5s, se deben definir áreas específicas donde deben colocarse tanto las máquinas como muebles, así como otros componentes de la operación. El criterio utilizado para disponer estas medidas es la frecuencia de uso de cada elemento y su acceso durante la producción, de esta forma se definen los siguientes lineamientos para este apartado. En lo relativo al área de soldadura y pintura aplican los siguientes elementos.

- No puede existir material ni máquinas en la entrada de la estación.
- Actualmente, la distribución de las áreas permite que el trabajador ejecute sus funciones alrededor de la mesa, lo cual permite que manipule el material de forma adecuada.
- Debe existir un área donde el colaborador pueda colocar tanto el producto por procesar como aquél que se encuentra en proceso o terminado. Esto incluye materia prima grande (tubos, láminas), así como pequeña (tornillos, rollos de soldadura, moldes, entre otros).
- Los dispositivos de seguridad deben tener un lugar predefinido, organizado y de fácil acceso.
- Las herramientas y sus accesorios deben tener un espacio específico dentro de la caja de herramientas de fácil acceso, pues estas se utilizan siempre.
- La extensión y mangueras de aire a presión deben estar colocadas de tal forma que el empleado pueda manipularlas, el mismo debe tener un lugar dónde colocarlas mientras trabaja y no tropezar con el cable de corriente. Lo mismo aplica para el equipo de soldadura y su respectivo cable.
- Los basureros deben estar colocados de tal forma que no interfieran con las labores.
- Los carros usados para almacenar producto en proceso y terminado deben tener una zona predefinida donde colocarlos.

Por otra parte, para el área administrativa, la organización de los elementos debe estar dispuesta de manera ergonómica y ordenada tal como se muestra en el siguiente modelo de la Figura 28.



Figura 28. Propuesta de diseño de la estación de trabajo administrativa implementando 5s.

3. Seiso – Limpiar

Actualmente, cada operario es encargado de limpiar el área que tiene asignada. Comúnmente, el supervisor de producción ordena limpiar el área de trabajo 15 minutos antes de terminar la jornada laboral en el caso del área de producción. La limpieza consiste en despejar (de ser posible) la mesa de trabajo y limpiarla con una brocha, acomodar las herramientas en el lugar que el operario ha definido, y barrer.

Con la propuesta actual, una vez implementados seiri y seiton, el área de trabajo debería de ser incluso más fácil de limpiar. Se definen los siguientes parámetros para esta parte de la implementación de la metodología.

- Los horarios de limpieza diarios se mantienen conforme a lo dispuesto actualmente, se debe empezar a limpiar el área de trabajo 15 minutos antes de finalizar la jornada laboral.
- Es importante que cada colaborador cuente con sus propios implementos para llevar a cabo la limpieza.
- Se debe agregar, además, una jornada de limpieza profunda con frecuencia bisemanal del área, la cual debe incluir los cajones de herramientas y otras áreas a las que normalmente no se accede durante la limpieza diaria.
- Las herramientas, el producto en proceso, la maquinaria y los consumibles deben quedar colocados en las áreas destinadas para este fin.
- La vestimenta del operario no debe tener agujeros, para evitar accidentes.
- La distribución de máquinas y cajas de herramientas debe facilitar la limpieza.

Por otra parte, en el área administrativa se recomienda que se lleve a cabo limpiezas de las estaciones de trabajo al menos una vez a la semana, la responsabilidad de llevar a cabo esta tarea concierne a cada uno de los colaboradores y debe ser supervisada por su jefe directo.

4. Seiketsu – Estandarizar

En el apartado de la estandarización de la metodología de 5s, cabe recalcar en lo relativo al tipo de funciones que se llevan a cabo en la estación seleccionada para la implementación, la estandarización resulta imprescindible debido a que se hace uso constante de todo tipo de herramientas y sus accesorios que se pueden colocar en lugares indefinidos si no se brindan ayudas visuales. Por lo anterior, se deben considerar los siguientes puntos para las 4 áreas implementadas.

- Definir ayudas visuales que permitan identificar dónde debe colocarse la materia prima y el producto terminado.
- Delimitar mediante ayudas visuales las áreas de trabajo, almacenamiento, posición de máquinas y cajas de herramientas.
- Mantener una lista de los componentes que se almacenan en su lugar respectivo.
- Mantener un registro de horas de limpieza.

5. Shitsuke – Disciplina y seguimiento

Esta etapa consiste en mantener los estándares definidos en etapas anteriores. Es responsabilidad del supervisor de piso realizar auditorías periódicamente para verificar el cumplimiento. Debe advertirse que la falta de rigor o la incomprensión de las pautas exactas de la metodología puede llevar a fracasos en su implementación.

A continuación, en la Figura 29 y 30 se muestran las estaciones de trabajo de soldadura en su estado actual en el interior de la organización.



Figura 29. Estación de trabajo 1 de soldadura actual.



Figura 30. Estación de trabajo 2 de soldadura actual.

De esta manera, una vez detalladas y analizadas las estaciones de trabajo de soldadura se procede a diseñar cómo deberían lucir las estaciones al implementar la metodología de 5s en estas, tal previsualización se muestra en la Figura 31.

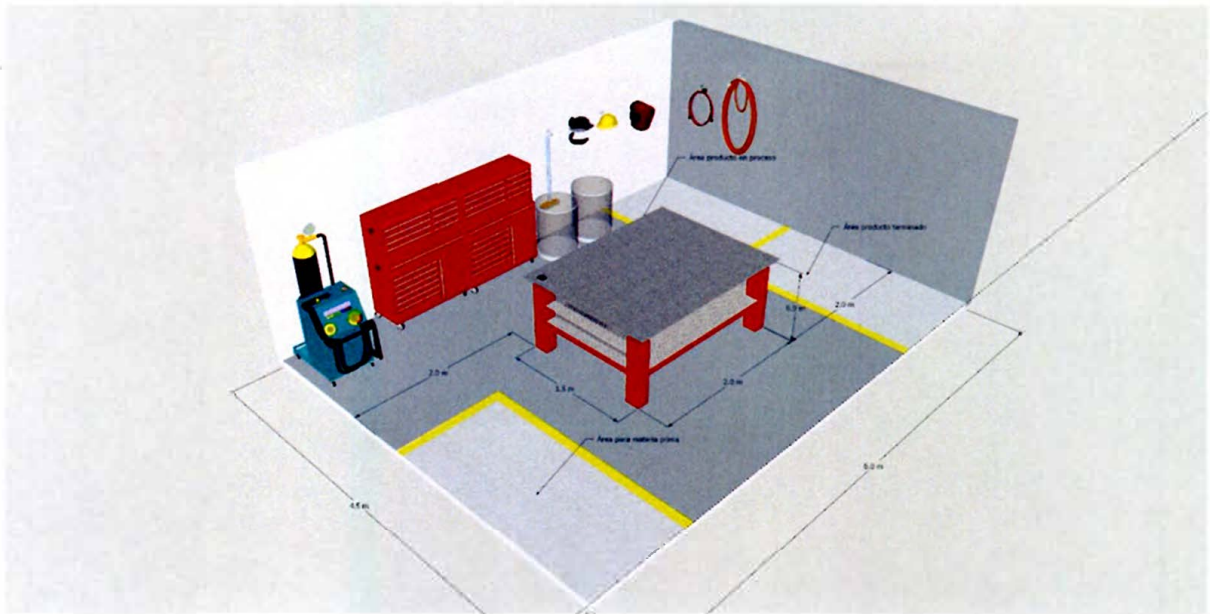


Figura 31.Propuesta de diseño de la estación de trabajo de soldadura implementando 5s.

Por una parte, en la Figura 32 y 33 se muestra el estado actual de la bodega de almacenamiento de producto terminado; por otra parte, en la Figura 34 se exhibe la propuesta realizada.



Figura 32.Estado actual estación de pintura.



Figura 33.Estado actual almacenaje estación de pintura.

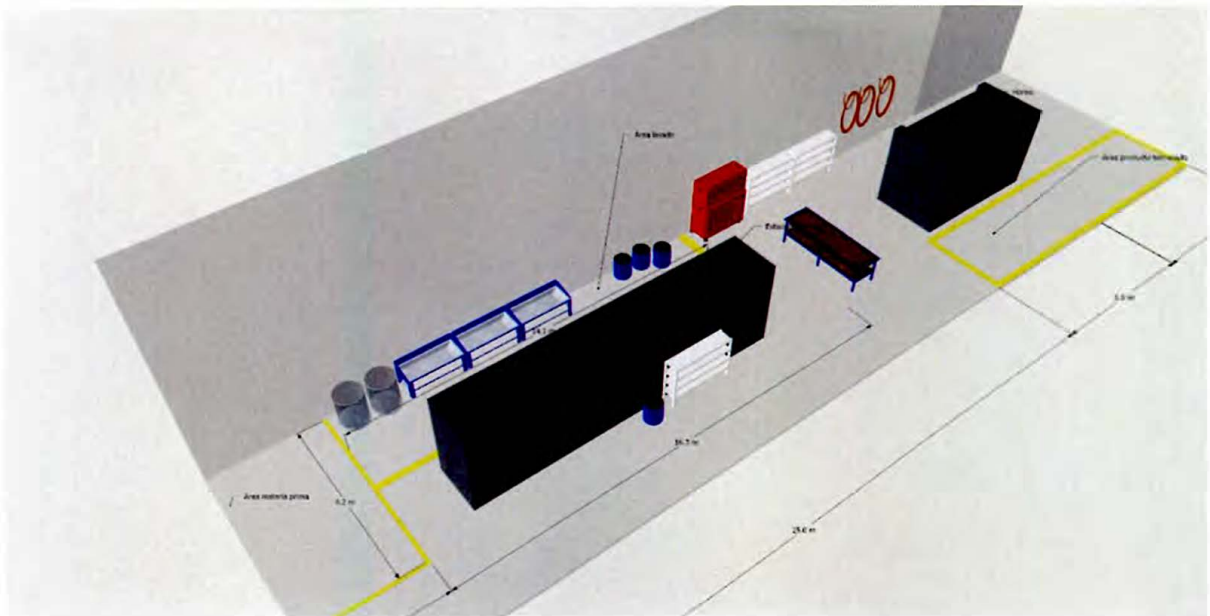


Figura 34. Propuesta de diseño de la estación de trabajo de soldadura implementando 5s.

Una vez que las 5s sean implementadas en las estaciones seleccionadas, esta metodología debe extenderse a áreas que no están asignadas a un solo operario (cortado y doblado, por ejemplo), y dar pie a las implantaciones que deben continuar en los siguientes pilares del modelo de gestión de operaciones propuesto. Para esta etapa se diseña un sistema de evaluación que permitirá al auditor interno evaluar el estado de la implementación de las 5s en la estación de trabajo, además, se le proporcionará un planificador para detallar acciones relacionadas con hallazgos realizados durante la auditoría (ver apéndice 9).

3.5.2 Pilar 2 - Estandarización de procesos

Tal como lo menciona (Maradiaga, 2020), la estandarización de los procesos es el segundo principio para la implementación de procesos de manufactura esbelta. En este contexto, un estándar es una referencia susceptible a la comparación y puede tratar una serie de elementos.

- Procedimientos, normas, instrucciones de operación de equipos, e incluso procedimientos de limpieza.
- Símbolos o señalizaciones que indiquen cómo o dónde debe estar un elemento.
- Un nivel, una marca que ayude a visualizar el estado de un estante con inventario de materia prima o producto terminado.

De esta forma, continúa este autor, la manufactura esbelta brinda un estándar singular llamado hoja de trabajo estándar. Esta herramienta ayuda al colaborador de una empresa a seguir el método estándar de trabajo más eficiente conocido. Es aplicable tanto a las operaciones generales del día a día como a funciones más específicas del trabajo como operaciones paso a paso en torno a máquinas, materiales y tiempo.

Esta hoja de trabajo estándar es una herramienta que permite reducir el despilfarro y los desplazamientos innecesarios del colaborador. Es de esta forma, el factor tiempo pasa a ser un componente significativo dentro del estándar del trabajo.

Adicionalmente, dado que los colaboradores de la empresa son los recopiladores de esta información (operario de piso para operaciones de producción) y la procesan (jefe de producción), es importante que estos tengan un punto de vista, el cual les ayude a entender la importancia de esta función, al asimilarla como una más del día a día. Durante la implementación de 5s se introdujo a los operarios en los preceptos de la disciplina y el acatamiento de normas, los cuales son importantes para este apartado.

Para el caso del departamento de producción y las operaciones realizadas en este, se diseñó una hoja de trabajo estándar para las operaciones claves de cada componente, identificadas en pilares previos de este modelo, y que dinamicen significativamente el proceso. El uso de esta herramienta permite definir la secuencia de ciclos repetitivos que se deben ejecutar durante las operaciones. En la Figura 36 se presenta, como ejemplo, una de las plantillas para hoja de trabajo estándar elaborada para la operación de corte y doblado de los soportes de la plataforma cuadrada.

Hoja de trabajo estándar						
Proceso				Componente		Operario
Corte, doblado y alistó de componentes				Plataforma cuadrada - Soportes		2
				Realizado por		Fecha
				Nombre colaborador		1/1/1999
No	Elemento de trabajo	Máquina	Cantidad operarios	Setup máquina	Tiempo por unidad	Traslado
1	Trasladar lámina a área de corte		1	0		25
2	Cortar excesos de la lámina.	Cortadora láminas	1	700	45	
3	Trasladar lámina a área de plegado		1	0		30
4	Plegado lámina para cejilla	Plegadora láminas	1	740	15	
5	Plegado lámina aplastado para cejilla	Plegadora láminas	1	740	12	
6	Plegar primer doblez lateral	Plegadora láminas	1	740	42	
7	Plegar segundo doblez lateral	Plegadora láminas	1	740	77	
8	Plegar tercer doblez lateral	Plegadora láminas	1	0	28	
9	Trasladar a área de armado y soldado		1	0		180

Figura 35. Plantilla hoja de trabajo estándar cortado y doblado refuerzos de plataforma.

En el ámbito administrativo, la hoja de trabajo estándar define las tareas que se deben realizar durante la semana, en efecto, labores no pueden ser obviadas u olvidadas por el colaborador, por ejemplo: revisar fechas de expiración del inventario, revisar niveles de inventario, completar envío de reportes, entre otros.

Esta propuesta suministra un nivel mayor de detalle respecto a los planos utilizados hoy en día por la empresa, pues estos describen las medidas y especificaciones de los componentes, pero no cómo se deben ensamblar. Con el uso de esta herramienta la empresa posee un medio con el cual definir pasos a seguir en áreas críticas, como operaciones que requieran un nivel especial de detalle a la hora de ser ejecutadas.

Adicionalmente, ejecutar las labores con la guía de las hojas estándar permite minimizar variaciones en el proceso; y con ayuda de la herramienta de toma de datos y el mapeo de los procesos, implementados en el pilar 1, se es posible identificar, estabilizar y controlar los cuellos de botella que se determinaron en la etapa de diagnóstico y de esta manera realizar una planificación de la producción acertada en cuanto a tiempos y recursos necesarios, y de ser necesario tomar las decisiones correctas sobre aumentar su capacidad, horas extras y forma de trabajo.

Esto es una mejora considerable al estado actual de la empresa establecido durante el diagnóstico, donde no existe documentación ni mediciones relacionadas a la capacidad de los procesos y la forma deseada de ejecución.

Por otra parte, se elaboró una segunda hoja de trabajo estándar diseñada para las responsabilidades semanales de los operarios, con visibilidad de métricas y otros elementos. El objetivo de estas hojas de trabajo para procesos administrativos se centra en evitar que los colaboradores no ejecuten sus funciones a

tiempo, minimizando situaciones relacionadas al abastecimiento de material y planificación de órdenes de producción. Seguidamente, en la Figura 37 se muestra como ejemplo, la plantilla para elaborar la hoja de trabajo estándar semanal.

Hoja de trabajo estándar - responsabilidades semanales

Nombre: Juan Pérez						Métricas				
Puesto: Operario						Frecuencia	Métrica	Objetivo	Comentarios	
						Semanal	Limpeza	90%		
							Desperdicio	20%		
Paros	15%									
						Mensual	OPB a tiempo	80%		
							Productividad	75%		
Eficiencia	85%									
						Notas importantes				
Hora	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes					
7:00	Reunión estratégica									
8:00										
9:00										
10:00										
11:00										
12:00	Almuerzo									
1:00										
2:00										
3:00										
4:00										
5:00	Limpeza de la estación									

Figura 36. Plantilla hoja de trabajo estándar responsabilidades semanales y métricas.

Finalmente, es importante mencionar que durante la etapa de validación se capacitó al jefe de producción y operarios sobre el uso de estas plantillas para ser implementadas dentro de la planta con la finalidad de que ambos asuman su mejora continua.

3.5.3 Pilar 3 - Métodos avanzados de programación

3.5.3.1 Automatización de procesos

En asuntos de mercado, suele asumirse de forma errónea que la adquisición de tecnología para la automatización de procesos puede resolver por sí misma los problemas empresariales y propiciar la mejora como un resultado inmediato; sin embargo, dicha aseveración es rebatible, ya que la tecnología no deja de ser un simple software, el cual no incluye las metodologías de implementación, ni los conocimientos de una gestión transversal a lo largo de las diferentes unidades funcionales de la organización, ni el liderazgo de los directivos (Club BPM, 2011).

No obstante, “contar con procesos inteligentes, idealmente apoyados por sistemas informáticos, es de vital importancia para asegurar el cumplimiento de los objetivos estratégicos propuestos” (Ara, 2009, pág. 396). Es debido al razonamiento anterior que, una vez llegado a este eje se espera que la empresa, mediante los distintos pilares y ejes que componen el modelo de gestión de las operaciones, haya gestionado el cambio organizacional, mediante la utilización de la metodología adecuada para la gestión de los procesos.

Esta metodología se enfoca en la mejora continua de los procesos a través de la descripción, documentación, pautada por la estrategia de la empresa; es decir, este debe encontrarse alineado a la

estrategia, gestión de recursos humanos, de la información y calidad (Club BPM, 2011). Cabe mencionar que a través de este proyecto (validación) se capacitará al personal de la organización para cumplir las funciones correspondientes para la ejecución adecuada del modelo.

Del mismo modo, se busca que la organización desarrolle un software que le facilite la documentación, automatización y análisis de sus distintos procesos; para esto la organización cuenta con un departamento de tecnología de información que será el encargado de desarrollar el sistema, razón por la cual se elaboró una especificación de requerimientos de software (SRS, Software Requirements Specification por sus siglas en inglés), para el proceso de producción.

Un SRS “es una especificación para un producto, programa o conjunto de programas de software en particular que realiza ciertas funciones en un entorno específico” (Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 1998, pág 3); en la Tabla 16 se presenta un resumen de los módulos, submódulos y los nombres de los requerimientos elaborados. Para un mayor detalle de la ingeniería de requerimientos es posible observarla en el Apéndice 10. SRS: Software Requirements Specifications.

Tabla 16. Resumen de módulos, submódulos y nombres de la SRS.

Módulo	Submódulo	Nombre
1. Administración del sistema	Gestión de usuarios.	1.1 - Autenticación usuarios
		1.2 - Edición usuarios
	Parámetros de producción.	2.1 - Creación de códigos productos
		2.2 - Centros de trabajo
		2.3 - Tiempos de ciclo
		2.4 - Ruta de producción
		2.5 - Relación ordenes de producción
		2.6 - Explosión de materiales por producto terminado
		3.2 - Gestión de clientes
		3.3 - Ingreso de demanda
		3.4 - Ingreso de ventas
		Gestión de materia prima y producto terminado
	4.2 - Inventario producto terminado	
	Gestión de recurso humano	5.1 - Ingreso de tipos de operario y caracterización
	MRP	6.2 - Requerimientos de material
		6.3 - Bloqueo de materia prima en producción
		6.4 - Cálculo horas y horas extras
		6.5 - Costo de mantener el inventario
		6.6 - Rotación de inventario
6.7 - Rotura de inventario		
MPS		7.1 - Creación de órdenes de producción
	7.2 - Balance de capacidad CRP	
	7.3 - Secuenciación ordenes de trabajo	
	7.4 - Programar ordenes de trabajo	
	7.5 - Cálculo del MPS	

Tabla 17. Resumen de módulos, submódulos y nombres de la SRS (continuación).

Módulo	Submódulo	Nombre
3. Planeación de la producción	MPS	7.6 - Cálculo productividad
		7.7 - Cálculo eficiencia
		7.8 - Cálculo órdenes a tiempo
	Gestión de reportes e indicadores	8.1 a 8.26 - Reportes de la herramienta de cada módulo

Es notable que dentro de este SRS se contempla realizar un sistema de gestión de indicadores que permita evaluar el desempeño de la organización en relación a metas, objetivos, responsabilidades y resultados que procura un mejoramiento continuo en la organización. A partir de esta línea de pensamiento, se deduce que las organizaciones con un enfoque en la gestión deben documentar, automatizar, analizar y monitorear los procesos para obtener como resultado la mejora continua.

3.5.3.2 Enfoque en la calidad y mejora continua

La calidad y la mejora continua es un concepto muy utilizado en la industria tanto en el ámbito de producción como de servicios. La dirección de la calidad en una organización se define como “el proceso mediante el cual un sistema de dirección que implanta la calidad en toda la empresa como medio para conseguir los objetivos de calidad, caminando hacia la mejora continua en todos los niveles organizativos y utilizando todos los recursos disponibles con el menor coste posible. De esta manera, a través de la planificación, organización y control de la calidad, persigue la mejora continua, no sólo de los productos, sino también de los procesos, mediante la involucración de todos los miembros de la empresa” (Tari, 2000).

Específicamente para el área de producción, el concepto de manufactura esbelta es el primer paso para introducir una metodología enfocada en la calidad y la mejora continua. La metodología de manufactura esbelta es más que una compilación de herramientas aplicadas a la producción, debido a que también incluye culturizar a la empresa en ideologías enfocadas en la disminución de desperdicios (sobreproducción, inventario, espera, movimientos innecesarios, transporte, no calidad y sobreprocesamiento), en donde el camino a tomar para cada compañía en su implementación es distinto y único (Bhasin, 2015).

Llegar a implementar manufactura esbelta en Tectram S.A. significa un cambio de paradigma radical en los métodos de trabajo, tanto administrativa como operativamente; lo cual no significa que sea un objetivo imposible. Para lograr implementar manufactura esbelta, continua el autor, se requieren una serie de condiciones operativas necesarias, adicionales a la visión de la gerencia y la cultura de los colaboradores, entre los cuales se pueden enumerar.

- Manufactura celular de estaciones de trabajo: ligada a una adecuada distribución de planta, permite movimientos más eficientes entre estaciones.
- Metodología de Kanban: permite administrar el flujo de trabajo, al maximizar la eficiencia y flexibilidad.

- Metodología Kaizen: ayuda con el enfoque que procura avances en calidad, costo, entrega y diseño.
- También se requiere sistemas que permitan detectar de manera ágil los problemas y asegurar las modificaciones e implantaciones acordes.
- En la medida de lo posible, sistemas de manufactura continua que permitan disminuir el trabajo en proceso.
- Finalmente, se necesita que la organización trabaje junto con sus proveedores para coordinar entregas a tiempo con la producción programada.

De esta forma, las compañías que adoptan metodologías que sistemáticamente disminuyen la variación y se alinean a la demanda del cliente, a la estrategia y a otras partes fundamentales del sistema, resultan más exitosas con el paso del tiempo. Implementar manufactura esbelta crea comportamientos que satisfacen los requisitos del cliente a través de entregas a tiempo, reducción de variación y disminución de tiempo de ciclo general con un nivel de calidad aceptable (Bhasin, 2015).

Es en este punto, se analiza la situación de Tectram S.A., sus operaciones y métodos de control de las mismas. Es un hecho que la empresa tiene factores destacables como lo son lo competente de su equipo de trabajo, la experiencia de sus operarios y la capacidad de elaborar productos innovadores; no obstante, existen una áreas y procesos que presentan paralelamente considerables oportunidades de mejora mencionadas previamente.

Por los motivos expuestos, la implementación de métodos avanzados enfocados en calidad y mejora continua, como lo es manufactura esbelta, se coloca en el pilar 3 y último del presente modelo de gestión de operaciones.

3.6 Plan de implementación

En el Apéndice 11. Plan de implementación se muestra el detalle de las fases de implementación, actividades, responsables y las herramientas de metodología a utilizar. Se crearon 5 fases en las cuales dentro de las principales actividades se destaca inicialmente definir los equipos de trabajo al asignar los roles específicos de cada responsable del proyecto, implementar el proyecto y darle seguimiento a este. Seguidamente, se muestra una breve descripción de las fases que componen el plan de implementación del modelo de la gestión de operaciones.

Fase 1. Introducción al nuevo modelo de gestión de operaciones: Inicialmente, el grupo de trabajo se reunirá con los líderes del proceso y de la organización para mostrar el modelo de gestión de las operaciones creado, y de esta manera definir o asignar los responsables o equipos de trabajo harán efectivas las diferentes implementaciones.

Fase 2. Definición de estándares, métodos de trabajo y análisis de información: En esta fase se pretende realizar una inducción a los trabajadores, en este caso específico, el grupo de trabajo lo delimita al área de producción, el cual por medio de talleres divulga, explica, enseña y hace parte del cambio en la introducción de la herramienta de registro de información en el piso productivo. Paralelo a lo anterior, la importancia de implementar un 5s en las estaciones de trabajo y estandarizar las mismas.

Fase 3. Rediseño y estandarización de los procesos: El modelo propuesto busca estabilizar y estandarizar los procesos de la organización, por lo cual es primordial realizar una inducción sobre el mapeo de los diferentes procesos, así como la manera correcta de documentarlos, lo cual se fundamenta en los

mapeos realizados en el Apéndice 3. Diagramas de funciones cruzadas para procesos de producción y Apéndice 11. Mapeo del flujo de información de los procesos para la planificación de compra de material para programar la producción. Asimismo, una vez mapeados los procesos, estos deben de ser analizados con la finalidad de encontrar oportunidades de mejora y tornar eficaz y eficiente al proceso.

De la misma manera, se busca que los trabajadores aprendan a utilizar las hojas de trabajo estándar y en conjunto con la herramienta propuesta se realice la medición de tiempos de los procesos y de esta manera analizar las cargas de trabajo de las diferentes estaciones y así tomar decisiones.

Fase 4. Automatización de planificación de producción: En esta etapa se plantea que la organización desarrolle una herramienta basada la ingeniería de requerimientos aportada por el grupo para que realice la planificación y control de indicadores de forma que agilice el proceso y la funcionalidad de la organización.

Fase 5. Implementación de metodologías Lean: En este punto de la implementación se busca que la organización, a través del modelo de gestión de las operaciones y las implementaciones realizadas en las fases anteriores, haya desarrollado sus inicios en la metodología Lean y mediante esta fase fortalezca y aumente su grado de competencia para utilizarlas adecuadamente y obtener así los beneficios de la misma.

Todas las etapas anteriores deben de tener un seguimiento de las mismas, con la finalidad de garantizar éxito del modelo de gestión de las operaciones a lo largo del tiempo, que considere la retroalimentación tanto de los clientes internos como externos y así determinar cambios u oportunidades de mejora del mismo.

3.7 Conclusiones de diseño

El diseño planteado integra en sus tres pilares los puntos de dolor identificados en cuanto a diferencia de métodos de trabajo, el desconocimiento de la capacidad, la estandarización de los procesos, la planificación de la producción y la práctica de la cultura organizacional, de manera tal que soporta lo que la empresa conoce como estrategia. Asimismo, con este modelo se desarrolla en su totalidad el concepto de estrategia proporcionando por medio de las distintas herramientas diseñadas acciones, responsabilidades, recursos y control que ayude a la empresa a adaptarse a situaciones futuras del entorno y le permitan ajustar el posicionamiento en el mercado.

El pilar 1 mediante la gestión documental de los procesos sienta las bases para una eventual certificación, con esta metodología se busca que los sistemas de gestión no se realicen de manera independiente como se acostumbra en las organizaciones, sino que este sea mediante un modelo de alto nivel, es decir, que se homologuen los apartados y evitar la duplicación de documentos que respondan a un mismo fin. Esto es importante ya que demuestra innovación y liderazgo lo que garantiza que se cumplan los niveles de calidad y seguridad que permitan a la empresa posicionarse mejor en el mercado.

Aunado a lo anterior, por medio de las herramientas de registro de actividades operativas y metodología 5s se pretende ayudar a la organización controlar la manera en que se desarrollan sus procesos y conocer su nivel de capacidad, lo cual es primordial para tomar las decisiones más acertadas en cuanto a la participación de licitaciones, por lo tanto, ser más competitivos.

Las hojas de trabajo estándar diseñadas en el pilar 2 vienen a impactar a la organización mediante la estandarización de los procesos, ya que mediante a estas es posible prever problemas que se presenten en las actividades diarias y la manera correcta de actuar para solucionarlo. Esto facilitará a Tectram S.A. a la gestión de sus operaciones y se obtendrán beneficios como el minimizar el tiempo de respuesta de los proyectos, prevenir errores humanos por falta de información o conocimiento de los procesos, generando una buena imagen y por lo tanto elevando su competitividad.

Por último, en el pilar 3 mediante los métodos avanzados de programación se facilita el control y seguimiento de las operaciones de la compañía garantizando la ejecución de los servicios en un menor tiempo posible y un mayor rendimiento al final del proceso.

Se concluye que el modelo de gestión de las operaciones es integrador ya que plantea formar a la organización en estudio desde nivel cero y está enfocado en mejorar y reorganizar la ejecución de las operaciones considerando el estado actual de desarrollo de la organización, brinda herramientas y metodologías dirigidas a garantizar el cumplimiento de los compromisos pactados con los clientes actuales, y al mismo tiempo ofrece un mejor panorama para realizar ofertas servicios de calidad a clientes potenciales.

CAPÍTULO 4. VALIDACIÓN

4.1 Objetivo de validación

Validar que el modelo de gestión de las operaciones propuesto permite un incremento en la eficiencia del proceso y el sistema actual de programación de la producción, generando un impacto positivo competitividad de la empresa Tectram S.A.

4.2 Metodología de validación

Seguidamente, en la Tabla 17 se muestra la metodología a utilizar en la etapa de validación.

Tabla 18. Actividades, herramientas y resultados deseados de la metodología de validación.

Actividades	Herramientas	Resultados deseados
Presentación del modelo de gestión de las operaciones con los actores involucrados.	Reunión gerencial.	Modelo de gestión de operaciones ajustado.
Presentación de las estaciones de trabajo diseñadas mediante metodología 5s con los actores involucrados.	Reunión con actores involucrados. Sesiones de trabajo.	Estaciones de trabajo diseñadas mediante 5s ajustadas y validadas.
Capacitación de análisis de procesos y herramientas de gestión con los actores involucrados.	Taller de capacitación con los actores involucrados. Sesiones de trabajo.	Colaboradores capacitados en análisis y gestión de procesos.
Evaluación de los indicadores de éxito del proyecto.	Estadística descriptiva.	Cuantificación de mejora de los indicadores de éxito del proyecto.
Evaluación del impacto económico de las propuestas.	Cotizaciones.	Cuantificación económica de las propuestas.

Validación

4.3 Reuniones de validación

Inicialmente, se realizaron una serie de reuniones con los jefes de las distintas áreas de interés y el grupo de trabajo con la finalidad de validar las diferentes propuestas elaboradas para el modelo de gestión de las operaciones; de esta manera, recibir las observaciones y recomendaciones necesarias para realizar los ajustes correspondientes y susceptibles a ser utilizados e implementados por la organización. Seguidamente, se detallan los temas tratados y los acuerdos tomados durante cada una de las sesiones.

4.3.1 Reunión 1: Presentación del diseño del modelo de gestión de las operaciones de Tectram S.A

En esta reunión se realizó la presentación de los principales hallazgos encontrados durante la etapa de diagnóstico y del diseño del modelo de gestión de las operaciones elaborado por el grupo de trabajo para solventar la problemática de la organización. La misma se realiza el 22 de junio de 2020 en conjunto con el jefe de operaciones y el jefe de planta donde se concluye que el modelo es acertado; sin embargo, es

necesario agregar un eje de implementación de metodología 5s en las estaciones de trabajo de soldadura, pintura y áreas de oficinas administrativas.

Cabe mencionar que los ajustes o correcciones mencionados anteriormente ya fueron contemplados en el modelo final de gestión de las operaciones presentado en la etapa de diseño. La bitácora de esta reunión es constatable en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.3.2 Reunión 2, 3 y 4: Presentación de las estaciones de trabajo diseñadas mediante metodología 5s

Con la finalidad de realizar la validación de las estaciones de trabajo diseñadas mediante la implementación de la metodología 5s se realizaron dos reuniones con las partes interesadas, en busca retroalimentación u observaciones para elaborar los ajustes necesarios. La primera se realizó el 29 de julio de 2020 por medio de la plataforma Zoom con el jefe de operaciones donde las mismas fueron aceptadas por la contraparte.

La segunda fue realizada el 5 de agosto de 2020 con la jefa de aseguramiento de la calidad, la cual es la encargada actual de la implementación de esta metodología; luego de la reunión, se efectúa una visita a la planta de producción y en conjunto con los operarios se realizan algunas observaciones al modelo elaborado, principalmente enfocados en tamaño de las estaciones y demarcación del flujo del proceso. Lo anterior se debe al tipo de componentes y materiales que se trabajan. Paralelamente, destacar el cambio en la cultura organizacional de los operarios con respecto a estos temas y cómo las áreas se encuentran más ordenadas y limpias.

En la Figura 38 se observa la visita realizada en las estaciones de soldadura para validar los diseños de las mismas.



Figura 37. Reunión 3 de validación. Presentación de la implementación de la metodología 5s con jefa de aseguramiento de la calidad.

Por último, se realiza una reunión el 11 de setiembre de 2020 con el jefe de producción para mostrarle los diseños de las estaciones elaborados y se acuerda realizar sesiones de trabajo o capacitaciones a los

trabajadores de la planta con la finalidad de evitar resistencia al cambio y promover un involucramiento positivo de los mismos en el proceso de mejora. En la Figura 39 se muestra la evidencia de esta reunión.



Figura 38. Reunión 4 de validación. Presentación de la implementación de la metodología 5s con jefe de producción.

Es importante mencionar que los ajustes ya fueron contemplados en la etapa de diseño. Las bitácoras de estas reuniones están documentadas en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.3.3 Reunión 5: Presentación de la herramienta de registro de actividades

Como parte del modelo de gestión de las operaciones se elaboró una herramienta piloto en Microsoft Excel llamada “registro de actividades operativas” para cambiar a un registro y control de las actividades operativas en el área de producción de manera digital y, de esta manera, evitar la pérdida u obsolescencia de la información. Para la validación de la misma, se realizó una reunión el 11 de setiembre de 2020 con el jefe de producción para presentar la herramienta y recibir las observaciones para efectuar los respectivos ajustes.

En este caso, como recomendación del jefe de producción, se solicita control de seguridad a la hora de acceder al uso de la herramienta y a la información, así como una visualización tanto del menú como de los formularios de un tamaño más grande que el empleado actualmente. Gracias a lo estipulado, el jefe de producción muestra un gran interés por la herramienta, motivo por el cual se acuerda la implementación de la misma en la planta de producción.

En la Figura 40 se muestra evidencia de esta reunión.

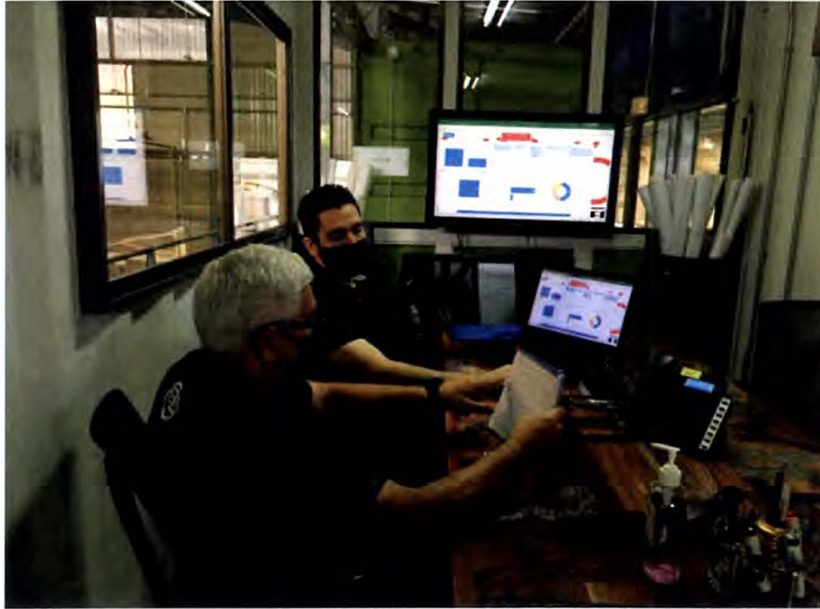


Figura 39. Reunión 5 de validación. Presentación de la herramienta de registro de actividades.

La bitácora de esta reunión es posible observarla en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.4 Capacitaciones o talleres de validación

4.4.1 Capacitación 1: Hojas de trabajo estándar

Como se definió en la etapa del diseño del modelo de gestión de las operaciones el alcance del proyecto se encuentra enfocado en el pilar 1; y las hojas de trabajo estándar pertenecen al pilar 2: estandarización, se realizó una capacitación con el jefe de producción con la finalidad de explicarle el propósito con el cual fueron creadas y la importancia del buen uso de estas. Durante esta sesión se manifiesta el interés por parte del actor involucrado en lograr que la empresa llegue al grado de desarrollo necesario para implementar estas dentro de las áreas de trabajo.

En la Figura 41 se muestra evidencia de esta capacitación.

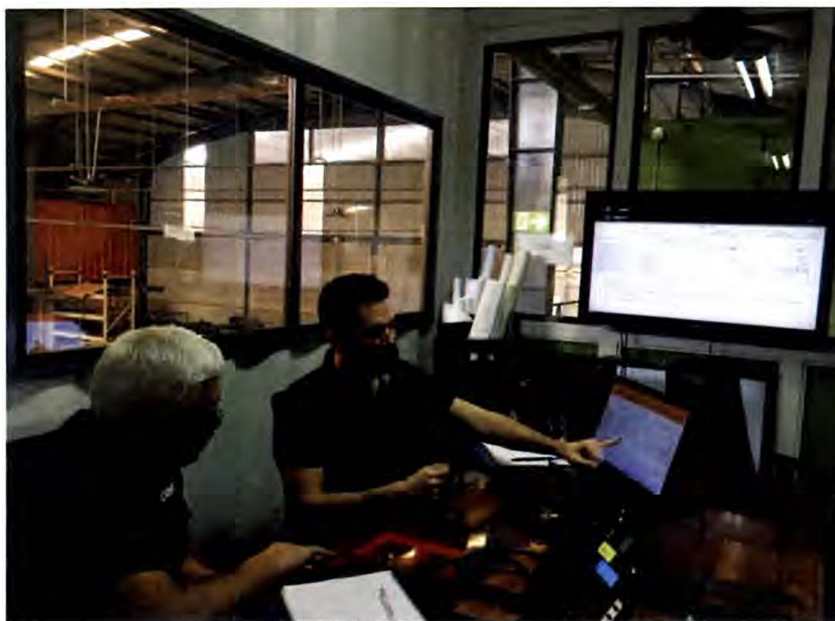


Figura 40. Capacitación 1 de validación. Hojas de trabajo estándar.

En último lugar es pertinente mencionar que el material utilizado durante la capacitación es accesible en el Apéndice 13. Material de capacitación hojas de trabajo estándar y la bitácora de esta reunión es observable en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.4.2 Capacitación 2: Gestión documental y análisis de procesos

El 11 de setiembre de 2020 se realizó una capacitación con la jefa de aseguramiento de la calidad con la finalidad de validar los mapeos de los procesos elaborados por el grupo de trabajo, además, reconocer dichos mapeos como un alcance identificado del modelo de gestión de las operaciones para la organización. Se capacitó a la misma sobre cómo se trabajaron los diferentes mapeos, el objetivo e importancia de estos. Asimismo, se efectuó una capacitación relativa a la manera idónea de ejecutar la gestión documental para evitar pérdidas de información, con lo cual se obtuvo la validación de las propuestas.

El material utilizado durante la capacitación es visualizable en el Apéndice 14. Material de capacitación análisis de procesos y la bitácora de esta reunión es constatable en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.4.3 Capacitación 3: Herramienta piloto para el registro de actividades

El 24 de setiembre de 2020 se realizó una capacitación con los trabajadores de la planta de producción sobre el uso de la herramienta de registro de actividades con la finalidad de validar la misma después de haber corregido las observaciones obtenidas en la sesión anterior.

En la Figura 42 se observa a uno de los trabajadores durante la sesión de trabajo mientras hace uso de la herramienta para introducir su registro diario, la misma fue aprobada por ellos y destacan la importancia de la instauración de este tipo de herramientas en las áreas de trabajo para dar seguimiento y control a las distintas operaciones con el fin de evitar la pérdida u obsolescencia de información. Además, con la implementación de esta herramienta es posible determinar las cargas de trabajo de las diferentes estaciones y la capacidad de estas para agilizar, controlar, estabilizar los procesos eficientemente.



Figura 41. Capacitación 3 de validación. Implementación de la herramienta de registro de actividades con trabajo de planta.

4.4.4 Capacitación 4,5,6 y 7: Implementación de metodologías 5s

La capacitación 4 se realizó con la jefa de aseguramiento de la calidad el día 11 de setiembre de 2020, en la cual se mostraron las últimas correcciones incorporadas y se aprobaron con éxito las mejoras en las estaciones de trabajo. Inclusive se acordó, al igual que ocurrió con el jefe de producción, realizar 3 capacitaciones a los trabajadores de la planta acerca de la metodología 5s y se determinaron los temas a tratar en estas. En la Figura 43 se observa la evidencia de esta capacitación.



Figura 42. Capacitación 4 de validación. Implementación metodología 5s con jefa de aseguramiento de la calidad.

Como bien se ha reiterado, las capacitaciones 5,6 y 7 corresponden a los talleres realizados a los trabajadores de la planta, divididos en 3 grupos según su área de trabajo: soldadura, pintura y bodega. Cabe mencionar que las capacitaciones mantienen la misma línea de trabajo y los mismos temas a tratar; sin embargo, fue necesario dividir los grupos para cumplir con las medidas de seguridad relativas al coronavirus.

Los temas tratados durante las diferentes sesiones corresponden a una introducción a la metodología, requisitos para implementar 5s, los beneficios de aplicar una metodología de esta índole dentro del área de trabajo, una breve explicación con ejercicios ilustrativos sobre cada una de las etapas y finalmente una sección de preguntas y respuestas para aclarar todas las dudas surgidas.

La primera se ejecutó el día 18 de setiembre de 2020 con el equipo del área de soldadura; en cambio, las otras dos se realizaron el 25 de setiembre de 2020 con los equipos de pintura y bodega respectivamente. A continuación, en la Figura 44 se expone evidencia de la misma.



Figura 43. Capacitación 5 de validación. Implementación metodología 5s con área de soldadura.

El material utilizado durante la capacitación es accesible en el Apéndice 15. Material de capacitaciones implementación de metodología 5s.y la bitácora de esta reunión está disponible en el Apéndice 12. Bitácoras de validación.

4.5 Evaluación del impacto económico de las propuestas y cierre de brechas

A la hora de ejecutar las propuestas diseñadas por el grupo de trabajo, es importante definir cuál es el costo de cada una de estas y el impacto que tendrán en la organización. Cada una de las propuestas diseñadas en el modelo de gestión están dirigidas a optimizar oportunidades encontradas durante la etapa de diagnóstico.

En síntesis, se presenta a continuación un análisis para realizar el cierre de las brechas encontradas en los siguientes apartados.

4.5.1 Brecha 1. Diferencias en métodos de trabajo

Con la finalidad de cerrar la brecha encontrada relativa a las irregularidades en los métodos de trabajo se propone, como parte del modelo de gestión de las operaciones, la implementación de una gestión por procesos, con el fin de lograr que la organización realice levantamiento de documentación formal, rediseñar el flujo de trabajo y procesos mediante metodología de mejora continua para tomar los procesos más eficientes.

Cabe mencionar que al no contar con documentación formal de los procesos se impactaba de forma negativa la producción, pues se provocaba una dependencia de ciertos colaboradores para llevar a cabo los procesos y propiciaba una curva de aprendizaje lenta. Además, al carecer de la misma, no era posible identificar, entender y conocer los procesos y la interacción entre ellos, lo cual ocasionaba una falta de planeación.

En este caso, se diseñaron 2 ejes enfocados en solventar esta problemática, el primero corresponde al eje de gestión documental, mediante el cual se efectúa los mapeos de los procesos y el segundo eje abarca el registro de datos y mejora de los procesos.

De esta forma, la primera propuesta del pilar 1 se encuentra en un estado de avance del 80% de los mapeos del proceso productivo de los componentes que tienen un mayor impacto económico para el negocio, al contar con estos procesos documentados se obtienen beneficios, que significan en sí los primeros pasos para la estandarización de procesos y medición de capacidad. Además, es posible conocer y entender los procesos y la correlación entre procesos para mejorar los mismos según los hallazgos.

Relativo al caso de los procesos restantes y los nuevos se determinó, puesto que la empresa cuenta con una encargada del aseguramiento de la calidad, que se reasignen las funciones del puesto para que sea ella quien asuma y avance progresivamente con el levantamiento y rediseño de los procesos. Es pertinente reiterar que, dentro del proceso de validación del presente proyecto se capacitó a esta persona sobre las plantillas a utilizar, la metodología y herramientas necesarias para el levantamiento de los mismos.

Lo que se busca con esta propuesta es que la misma empresa se responsabilice de gestionar sus procesos y de esta manera asegurar la sostenibilidad del modelo una vez se concluya el proyecto. Debe notarse que esta propuesta relativa a la encargada no representa costo económico alguno para la organización, ya que actualmente es un puesto preexistente respecto al proyecto, por lo tanto, no requiere una inversión de la empresa.

4.5.2 Brecha 2. Capacidad

Por otra parte, la segunda brecha se encontraba relacionada al desconocimiento de la capacidad de la planta y los factores que afectan la producción; por lo tanto, su alcance concreto.

Para realizar el cierre de esta brecha inicialmente se trabajó en la herramienta de toma de datos “registro de actividades operativas”, tal como se menciona en el apartado de diseño, esta se encuentra enfocada en generar las bases para la recopilación de datos de producción en tiempo real, soportar el mapeo de los procesos, encontrar mejoras en estos y ayudar a controlar las operaciones. Esta se elaboró debido a que actualmente la empresa emplea métodos rudimentarios para realizar la toma de datos con lo cual se daba la pérdida y falta de acceso a la información.

Cabe mencionar que gracias a este software es posible llevar un registro de los factores que afectan la producción tales como paros de la producción por mantenimiento, la falta de material, las carencias en el servicio o las deficiencias administrativas relativas a la producción en sí; además, permite determinar si el operario cuenta o no con un programa de trabajo o si el mismo tiene asignada alguna orden de producción; en pocas palabras, con este instrumento es posible medir de manera precisa tiempos productivos e improductivos de los mismos.

Por medio de la herramienta de registro y documentación se disminuye la holgura, por lo que ahora la planificación puede realizarse de una manera más acertada. Por ejemplo, con la nueva herramienta se pudo determinar que la producción de plataformas cuadradas tuvo una duración de 78,30 horas; en consecuencia, se facilitó la detección que el cuello de botella de la fabricación de este producto, el cual es el proceso de soldadura o armado de la pieza, hecho respaldado por el análisis de capacidad realizado con anterioridad.

Con esta herramienta se logra un control, trazabilidad y visibilidad de las órdenes de producción. Además, es la base para dar inicio con el análisis de capacidad. En este caso, la propuesta es entregada en

su totalidad por el grupo de trabajo, razón por lo cual, de los costos relacionados al software, se incluyen únicamente la curva de aprendizaje de la capacitación del personal. Sin embargo, para la implementación de la misma es necesario colocar 2 computadoras dentro de la planta de producción, es decir, una en el área de soldadura y otra perteneciente a la zona de pintura.

El costo asignado a esta propuesta se muestra a continuación en la Tabla 18.

Tabla 19. Costos en recursos y costos de curva de aprendizaje para cuantificación económica de la implementación de herramienta de registro de actividades.

Costo en recursos		Costo de curva de aprendizaje			Costo total
Recursos necesarios	Costo	Horas estimadas por persona	Cantidad de personas	Costo total de curva de aprendizaje	
2 computadoras completas con Windows y Excel	€423 766	4	12	€72 000	€ 495 766

Además, es importante mencionar que, debido a que el plan piloto del software fue exitoso y al impacto generado por la herramienta durante las diferentes pruebas, el departamento de tecnología de información de la empresa se encuentra en el desarrollo de una réplica de esta, pero en otro lenguaje de programación más robusto que Excel para ser implementado en la planta de producción.

Como se mencionó en múltiples ocasiones, actualmente se desconoce la capacidad de los recursos dentro de la planta, lo cual ha impactado de forma negativa la producción y la participación en las licitaciones debido a que esto deviene en una falta de planificación, desabasto o sobreestimación de recursos que se refleja en la utilidad de los precios con los que se participa y, en última instancia, se traduce en la pérdida de licitaciones causada por los altos tiempos de entrega del producto final.

Con esta propuesta el grupo de trabajo realizó un análisis de la capacidad de la planta con el 80% de los componentes que pertenecían a las familias de alta rotación y que generaban un mayor impacto económico para la organización; se obtuvo como beneficio estimaciones reales acerca de tiempos productivos, análisis de las cargas de trabajo y la facultad de contemplar la variabilidad entre turnos de trabajo, y por ende, la potestad de evitar tanto retrasos como cuellos de botella en la elaboración de productos; de esta manera, realizar una adecuada planificación de la producción.

Dentro del proceso de validación del proyecto se capacitó al jefe de producción y de operaciones sobre el uso de la herramienta y todas las funciones e información que se puede obtener de esta. Además, se capacitó a los colaboradores del área de producción sobre el uso de la misma.

Esta propuesta se encuentra enfocada en asegurar la sostenibilidad del modelo una vez que se concluya el proyecto por parte del grupo de trabajo, y así mantener un control, trazabilidad, visibilidad y capacidad de los recursos de la planta para una adecuada planificación de la producción. En cuanto a la cuantificación económica de esta propuesta, cabe decir que la organización no debe incurrir a ningún tipo de inversión, pues actualmente ya cuenta con el puesto requerido y el personal adecuado.

De forma sumaria, como cierre de esta brecha se propone la implementación de metodologías 5s, instrumento con el cual el grupo de trabajo diseñó las estaciones de trabajo para las áreas de soldadura, pintura y oficinas administrativas, debido a que durante la etapa de diagnóstico se determinó que un 11,67% de los tiempos improductivos se debían a distracciones del personal, las cuales incluían la búsqueda de herramientas, contexto en el cual el tiempo para producir una unidad de producto era abarcado en un 17%-40% por el transporte a través de la planta propiciado por áreas de trabajo desordenadas y pasillos obstruidos, así como accidentes del personal, lo cual impactaba directamente a la capacidad de la planta; y por consiguiente, la planificación de la producción.

Inicialmente, se realizó una auditoría 5s elaborada por el grupo de trabajo para conocer el estado actual de las estaciones de trabajo, donde fue posible determinar, en el caso de las estaciones de soldadura y pintura, solo cumplen con un 35,5% de lo requerido y presentan un 64,5% de no conformidades. Fundamentado en lo anterior, se realiza el diseño correspondiente a cada una de las áreas, el cual considera la cantidad de estaciones, espacio disponible, el tipo de material que se utiliza; con especial énfasis en el tipo y tamaño de los componentes o proyectos que se manejan. En resumidas cuentas, de implementarse estos diseños se cumpliría con un 93,5% de la evaluación, lo equivalente a una mejora de un 58% de las conformidades.

En lo relativo a las áreas administrativas, actualmente se cumple con un 70% de la evaluación, la cual mejoraría en un 30% de implementarse adecuadamente el diseño propuesto.

Con la implementación de esta propuesta se obtienen como beneficios la mejora de las condiciones de trabajo del personal y, en efecto, se evitan distracciones y accidentes, además, se propicia la homogeneidad de las estaciones de trabajo para la eventual implementación de una metodología de estandarización de métodos de trabajo, reduce tiempos de ciclo y se obtiene una mejor comunicación con el personal al involucrarlo en el proceso.

Adicionalmente, en cuanto a la implementación de 5s, los costos relacionados están dirigidos principalmente al financiamiento de la capacitación del personal realizada por parte del grupo de trabajo, además, recursos varios para la implementación en sí (carteles impresos en opalina, laminado de tamaño carta, así como cinta demarcatoria de alto tránsito con el fin de señalar áreas). El desglose se muestra a continuación en la Tabla 19.

Tabla 20. Costos en recursos y costo en capacitación para la cuantificación económica de implementación de 5s.

Costo en recursos		Costo en capacitación			
Recursos necesarios	Costo	Horas capacitación por persona	Cantidad de personas	Costo total capacitación	Costo total
• 5 rollos de cinta demarcatoria de alto tránsito	€ 54 975	0,5	12	€9 000	€ 133 529
• Carteles (5 por estación, 9 estaciones. 2 oficinas administrativas y 2 carteles)	€ 69 554				

Cabe mencionar que, en este caso a pesar de que la capacitación fue por parte del grupo de trabajo lo cual no implica un costo para la organización, se contempla el tiempo no laborado por los trabajadores para recibir esta capacitación, ya que esto impacta directamente a la producción y por lo tanto a los costos de la compañía.

4.5.3 Brecha 3. Estandarización de los procesos

Esta brecha está relacionada con la necesidad de estandarizar los procesos de la organización; sistemáticamente, en aras de cerrar tal brecha mediante el modelo de gestión de las operaciones, la propuesta realizada en el pilar 2 posee un enfoque expresamente diseñado para mantener la línea de trabajo de los pilares anteriores. De esta forma, una vez que los procesos son mapeados, mejorados y su capacidad calculada, se deben tener herramientas que permitan estandarizar los métodos de trabajo. De esta forma las hojas de trabajo estándar brindan este valor agregado, y sirven de complemento a los planos de proceso que actualmente se manejan, los cuales no tienen detalles del flujo de proceso necesario.

Actualmente, no existe dentro de la empresa un método para rastrear y controlar las actividades diarias de los operadores y así organizar de mejor manera la carga de trabajo, lo cual perjudica la producción debido a que la pérdida de la trazabilidad, la cual impedía la planificación acertada del tiempo disponible.

Es importante mencionar que esta propuesta no se encuentra dentro del alcance del proyecto, debido al grado de desarrollo en el que se ubica la organización actualmente, sin embargo, se diseña la herramienta a utilizar para poder guiar y controlar las actividades diarias del personal, aumentar la transparencia de las operaciones, reducir la variabilidad de los procesos; por lo tanto, aminorar las pérdidas, factores que fomentaría la cultura de la empresa.

Paralelo a lo planteado, dentro del proceso de validación, el grupo de trabajo capacitó al personal acerca del uso de las plantillas y la metodología para utilizarlas en el contexto de las actividades diarias, lo cual no implica un costo para la organización, sin embargo, se contempla como costo el tiempo no laborado

por los trabajadores para recibir la capacitación, ya que esto impacta directamente en la compañía. El costo se muestra en la Tabla 20.

Tabla 21. Horas capacitación por persona, cantidad de personas y el costo total de las capacitaciones para la cuantificación económica de implementación de hojas de trabajo estándar.

Horas capacitación por persona	Cantidad de personas	Costo total capacitación
3	14	63 000

Luego, en el pilar 3 se diseña un eje para implementar metodologías de mejora continua, ya que actualmente no se cuenta con este, ni control de calidad formal, la instauración de tales métodos puede estar dirigida por la encargada del aseguramiento de la calidad de la organización, lo cual no implicaría costo adicional alguno.

4.5.4 Brecha 4. Planeación de la producción

Esta brecha abarca toda la problemática encontrada a lo largo del proyecto y requiere una revisión exhaustiva de los pilares anteriores para poder concretar una implementación completa y exitosa del modelo de gestión de las operaciones. Cabe mencionar que, esta propuesta no se encuentra dentro del alcance del proyecto, por lo cual el grupo de trabajo llevó a cabo la ingeniería de requerimientos del software necesario para la puesta en marcha de un sistema encargado de realizar MPS, CRP, MRP, inventarios y control de indicadores claves de desempeño, es decir, se busca que esta herramienta sea capaz de soportar las operaciones de la empresa, y así disponer una adecuada toma de decisiones con el fin de evitar una mala planificación de los recursos y de la producción.

Finalmente, ya que la organización cuenta con un departamento de tecnología de información este será el responsable de gestionar la elaboración del software con la finalidad de aprovechar este recurso. Debe notarse que esta propuesta relativa a la programación e implementación del software no representa costo económico alguno para la organización, ya que actualmente es un puesto preexistente respecto al proyecto, por lo tanto, no requiere una inversión de la empresa.

Como cierre a este apartado se estima que la compañía debe incurrir a un costo total de €692 295 para la implementación del modelo.

4.6 Indicadores de éxito

Con el objetivo de validar el diseño del modelo de gestión de las operaciones para Tectram S.A. se evalúan los indicadores de éxito del proyecto, y se comparan con los resultados obtenidos durante la etapa de diagnóstico. A continuación, se exponen los resultados obtenidos.

4.6.1 Eficiencia

Para el caso de la eficiencia, se llevó a cabo un estudio de cuatro órdenes de producción, una por cada uno de los siguientes componentes: plataforma cuadrada, plataforma auxiliar para tobogán de caracol, techo metálico piramidal para plataforma y escalera metálica de acceso de 5 gradas.

Se analizaron 96 operaciones para la totalidad de estas órdenes y sus respectivos tiempos, en cuanto a cada operación se evaluaron atrasos por encima del tiempo estándar, problemática causada por factores

cuya resolución es solventada por las propuestas del modelo de gestión, dicha dinámica se detalla en la Tabla 21 a continuación.

Tabla 22. Problema detectado en proceso productivo, tiempo en las órdenes de producción, porcentaje y propuesta enfocada a solventar el problema detectado por el modelo de gestión de las operaciones.

Problema detectado en proceso productivo	Tiempo en las órdenes de producción (min)	Porcentaje	Propuesta enfocada a solventar problema detectado
Problemas con la maquinaria.	51	24,01%	Herramienta de registro de datos.
			Análisis de capacidad.
			Enfoque en calidad y mejora continua.
Distracción de operario.	45	21,28%	Estaciones de trabajo 5s.
			Análisis de capacidad.
			Metodologías de mejora continua.
Método de trabajo no estándar.	68	32,15%	Eje de mejora de procesos.
			Enfoque en calidad y mejora continua.
Retrabajo.	47	22,56%	Estaciones de trabajo 5s.
			Estandarización de procesos.

De esta forma, se calcula la reducción esperada por unidad a la hora de aplicar el modelo de gestión de operaciones propuesto. Dicho detalle se presenta en la Tabla 22.

Tabla 23. Componente, tiempo de carga, reducción de tiempo de proceso al aplicar el modelo y porcentaje de mejora de tiempo por unidad al aplicar el modelo de gestión de las operaciones.

Componente	Tiempo de carga (min)	Reducción de tiempo de proceso al aplicar modelo (min)	% mejora de tiempo por unidad
Plataforma cuadrada	46,01	6,52	14,17%
Plataforma auxiliar para tobogán de caracol	83,88	4,54	5,41%
Techo metálico piramidal para plataforma	48,02	2,57	5,34%
Escalera metálica de acceso de 5 gradas	244,41	14,84	6,07%
	422,32	28	6,74%

A través de la misma metodología, se analizaron los tiempos de set up de estas órdenes de producción, y los impactos en los tiempos relacionados a distintos factores y las propuestas del modelo enfocadas a

evitar estos impactos; esto debido a que los tiempos de set up está previsto que sean impactados por las mejoras planteadas, dichos datos se proporcionan a continuación en la Tabla 23 y 24.

Tabla 24. Problema detectado en set up, tiempo invertido, porcentaje y propuesta enfocada a solventar el problema detectado.

Problema detectado en set up	Tiempo invertido (min)	Porcentaje	Propuesta enfocada a solventar problema detectado
Buscando piezas de la máquina. Método no estándar de set up.	89	19,35%	Estaciones de trabajo 5s. Mejora de procesos.
Reajustes por prueba-error.	114	24,99%	Estandarización de procesos. Enfoque calidad y mejora continua.
Falta de experiencia del usuario.	45	9,86%	Estandarización de procesos. Enfoque calidad y mejora continua.
Distracción otro operario.	120	26,31%	Estaciones de trabajo 5s. Eje mejora de procesos.
Reparación.	89	19,49%	Mejora de procesos. Enfoque calidad y mejora continua.

Tabla 25. Componente, tiempo requerido de set up por orden de producción, reducción de tiempo al aplicar el modelo y porcentaje de mejora de tiempo por unidad por orden de producción.

Componente	Tiempo requerido de set up por orden de producción (min)	Reducción de tiempo al aplicar modelo	% mejora de tiempo por unidad
4. Plataforma cuadrada 1162mm	280	173	61,8%
5. Plataforma auxiliar para tobogán de caracol	162	36	21,9%
6. Techo metálico piramidal para plataforma	263	139	52,8%
7. Escalera metálica de acceso de 5 gradas	192	110	57,1%
	898	457	50,95%

Finalmente, se calculó la duración del proceso de elaborado de 1 orden de producción de cada uno de estos componentes, se estima un tiempo total de 6,59 días, en comparación con los 7,94 esperados.

$$Eficiencia_{\text{tiempo}} = \frac{6,59 \text{ días}}{7,94 \text{ días}} = 83,04\%$$

De esta forma, para las cuatro órdenes de producción estudiadas, se deduce una eficiencia de 83,04%, en otras palabras, una mejora de 17,51% en contraste a las mediciones realizadas durante el diagnóstico.

4.6.2 PTDM (percent on time delivery o porcentaje de entregas a tiempo)

Para el cálculo de los indicadores, se elaboró un escenario de simulación con ocho órdenes de producción, donde se evaluaron los tiempos reales de dichas órdenes de producción, el tiempo esperado para estas órdenes de producción según modelo de programación actual y el tiempo esperado con una

mejora de 17,51%, al implementar el modelo de gestión propuesto, se obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 25.

Tabla 26. Componente, tiempo invertido, tiempo esperado, eficiencia, tiempo esperado con el modelo de gestión para el cálculo de indicador PTDM.

Componente	Tiempo invertido (días)	Tiempo esperado (días)	Eficiencia	Tiempo esperado con el modelo de gestión (días)	In	Vol	Out
Plataforma cuadrada.	18	16	68%	15,8	Sí	Sí	Sí
Plataforma cuadrada.	90	46	61%	74,2	Sí	No	No
Techo metálico piramidal para plataforma.	70	58	59%	57,7	No	Sí	Sí
Escalera metálica de acceso de 5 gradas.	24	18	63%	19,8	Sí	Sí	Sí
Techo metálico piramidal para plataforma.	64	35	55%	52,8	Sí	No	No
Escalera metálica de acceso de 5 gradas.	78	66	60%	64,3	No	Sí	Sí
Plataforma cuadrada.	24	20	55%	19,8	Sí	Sí	Sí
Escalera metálica de acceso de 5 gradas.	22	12	76%	18,1	Sí	No	No

Para calcular $PTDM_{in}$ se tomó en cuenta la orden anterior; si esta orden finalizara tarde, se presume que la siguiente orden iniciará tarde, y será programada adecuadamente para cumplir $PTDM_{out}$.

$$PTDM_{in} = \frac{OP \text{ iniciadas según programación}}{Total \text{ OP iniciadas}} = \frac{6}{8} = 75,00\%$$

$$PTDM_{vol} = \frac{OP \text{ terminadas en el tiempo de la programación}}{Total \text{ OP finalizadas}} = \frac{5}{8} = 62,50\%$$

$$PTDM_{out} = \frac{OP \text{ finalizadas según programación}}{Total \text{ OP finalizadas}} = \frac{5}{8} = 62,50\%$$

De esta forma, $PTDM_{in}$ presenta una mejora 30,32% en comparación con la medición de diagnóstico, mientras $PTDM_{vol}$ una mejora de 41,22% y $PTDM_{out}$ de 24,02%.

Una vez determinado el porcentaje de mejora relativo a la eficiencia de las operaciones de Tectram S.A. se procedió a calcular el impacto que tendría el modelo de gestión de las operaciones en la participación de las licitaciones; por lo tanto, del mercado competitivo, para dicha tarea se realizó un análisis constatable en el Apéndice 16. Análisis de licitaciones participadas con modelo de gestión de las operaciones. A

continuación, en la Tabla 26 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en las licitaciones participadas con y sin modelo de gestión de las operaciones.

Tabla 27. Resultado, cantidad con y sin modelo de gestión de operaciones, porcentaje y diferencia de las licitaciones participadas.

Resultado	Cantidad sin MGO	Porcentaje (situación inicial)	Cantidad con MGO	Porcentaje (situación final)	Diferencia
Ganada	22	34,4%	42	65,6%	31,2%
Perdida	39	60,9%	19	29,7%	31,2%
Ganada Parcialmente	3	4,7%	3	4,7%	0%
Total	64	100,0%	64	100,0%	0%

Como es posible observar en la tabla anterior al inicio del proyecto se estimó que de las licitaciones participadas durante el periodo 2018-2019, Tectram S.A. había ganado un 34,4% y perdido un 60,9% con relación a su competencia dentro del mercado. Una vez ejecutado el modelo de gestión de las operaciones, se estima que al implementarlo Tectram S.A. será un 31,2% más competitivo en el mercado al ganar un 65,6% de las licitaciones participadas, lo cual se ve reflejado y alineado con la estrategia de la empresa para aumentar su competitividad dentro del mercado.

4.7 Conclusiones de validación

Mediante el desarrollo del modelo de gestión de las operaciones, la empresa Tectram S.A. será capaz de soportar la estrategia de la organización, lo mismo se traducirá en un aumento del 31,2% de las licitaciones ganadas de las que se han participado, es decir, se pasa de un 34,4% a un 65,6% de las licitaciones ganadas, lo cual indica que se ha logrado un aumento de la competitividad de la empresa en el mercado costarricense.

Lo anterior se logra mediante una mejora del 17% de la eficiencia del proceso productivo, esto como consecuencia de la implementación de herramientas para la toma de datos, análisis de procesos, implementación de mejoras continuas como 5s, Kanban, hojas de trabajo estándar, entre otros. Estas propuestas vienen a solventar la necesidad de oportunidades de mejora identificadas en el proceso productivo durante la etapa de diagnóstico.

Por otra parte, se logra validar que la implementación del modelo afecta positivamente los indicadores relacionados a la programación de las órdenes de producción, al mejorar el cumplimiento de inicio y finalización de estas en un 30,32% y 41,22% respectivamente, y pasar de un 21,28% a un 62,50% en el cumplimiento de la duración de las mismas.

Se concluye de esta manera que se conocen de mejor forma los recursos disponibles y la utilización brindada a los mismos, hechos reflejados en una mejora en los métodos de planificación de la producción en comparación con el estado actual.

Conclusiones

Mediante la implementación del modelo de gestión de las operaciones se logra una mejora sustancial del proceso productivo y su planificación, debido a que se comprueba que el modelo propuesto es capaz de soportar la estrategia de la organización; por ende, satisface las necesidades del mercado, dado que al implementarlo se lograría un aumento al 65,6% de las licitaciones ganadas, lo que indica que la empresa será un 31,2% más competitiva que el año anterior.

Esto debido a que el modelo brinda resultados notables en cuanto al cumplimiento de los objetivos del mercado, optimización del personal e insumos, y operaciones eficientes, produjo una reducción del 17% de los precios ofertados, lo cual generó una ventaja competitiva frente a otras empresas.

Lo anterior se alcanza al permitir la realización de los procesos un 17% más eficientes; además, de optimizar el cumplimiento de la programación de las órdenes de producción, se espera que las órdenes de producción inicien un 75% de las veces cuando es planeado, tarden lo que se estime un 62,50% de las veces y se finalicen a tiempo un 62,50%; lo anterior representa mejoras en al menos 30,32%, 41,22% y 24,20% respectivamente. Lo anterior implica una reducción en las órdenes de trabajo atrasadas, horas extras, tiempos improductivos que inciden en el precio final que se ofrece en el mercado.

Por consiguiente, se concluye que el modelo de gestión de las operaciones diseñado para Tectram S.A. considera aspectos estratégicos al fomentar que las operaciones sean capaces de soportar los objetivos corporativos planteados por la organización, esto mediante la sincronización de los esfuerzos realizados por las distintas áreas, lo cual permite lograr las metas a mediano plazo y garantiza la sostenibilidad del modelo. De manera que esta mejora aspectos claves como nivel de servicio, calidad e innovación del producto, trazabilidad, visibilidad y control de los inventarios, que generan una mejora en los costos y la disposición de producto necesario para los proyectos.

Es importante mencionar que el modelo de gestión de las operaciones no se limita a los resultados obtenidos durante el proyecto, sino que permite el seguimiento y la mejora continua tanto de los pilares que se encontraban dentro del alcance del estudio, como aquellos cuya propuesta se planteará en el futuro, con el fin de obtener mejores resultados y sostenibilidad en el tiempo.

Recomendaciones

Durante la elaboración del presente proyecto, se identificaron elementos importantes de la operación los cuales no se abarcan dentro del alcance del proyecto, razón por la cual no son parte del tema principal del modelo de gestión de las operaciones, los cuales se incluyen a continuación como recomendaciones del grupo de trabajo.

- **Diseño de planta:** el diseño de las operaciones y el estudio de los tiempos y movimientos está estrechamente relacionado a la distribución de planta. Los cambios en la distribución de planta que se lleguen a implementar deben ser en función de facilitar las operaciones y optimizar el trabajo en general, caso de estudio para todo un posible proyecto.
- **Enfoque en el recurso humano:** una de las mayores fortalezas de la empresa Tectram S.A. es el factor humano con el que cuenta. Durante la interacción del grupo de trabajo con los operarios de piso y personal administrativo, se hizo evidente el conocimiento que estos han adquirido y lo valioso que es para la operación. Actualmente, la empresa se realiza esfuerzos para integrar al personal operativo en las decisiones llevadas a cabo, para no perder el enfoque de estas implementaciones recientes y mejorar mediante el modelo de gestión aunado a la comunicación vertical en la compañía.
- **Integración de procesos:** toda empresa de producción, además de sus procesos de manufactura, posee procesos que soportan la operación en general. Es importante hacer esfuerzos en estudiar y mejorar estos procesos, entre los cuales se pueden mencionar servicio al cliente, diseño, ventas, logística, entre otros.
- **El proceso de planeación de compras locales e internacionales** presenta oportunidades de mejora debido a que éste afecta la planificación y programación de la producción, ya que durante las visitas realizadas a la empresa se observa que la producción se planifica basada en el inventario actual. Razón por la cual, se recomienda que el flujo de información entre procesos para la gestión de compras de material se realice de la siguiente manera: una vez elaborada la gestión de aprobación del proyecto se evalúe la opción de compra de material. Si la adquisición es avalada, el encargado de la planificación recibe la solicitud de compra y deberá revisar la cantidad de material actual en inventario y la cantidad que será necesaria para el proyecto, se solicitará solo el volumen realmente indispensable, una vez realizado lo anterior, la solicitud es gestionada por las áreas tanto de compras nacionales como internacionales, con la finalidad de contar con el material a tiempo y de esta manera definir la producción. Lo anterior, busca que la organización planifique, programe y ejecute la producción adecuadamente.

Bibliografía

- Aladente, V., Barahona, M., García, Y., Velilla, A., & Cantillo, E. (2012). *Análisis descriptivo de sectores metalmeccánicos líderes en el mundo para el desarrollo y fortalecimiento del sector metalmeccánico en el departamento del Atlántico*. Ciudad de Panamá.
- Apuy, E. (s.f). Caracterización de la industria metalmeccánica en Costa Rica. *Procomer: Costa Rica exporta*, 64.
- Arata, A. (2009). *Ingeniería y gestión de la confiabilidad operacional en plantas industriales. Aplicación de la Plataforma R-MES*. Chile: RIL Editores.
- Asensio, P., & Vilanova, R. (2006). *Automatización de procesos mediante la guía GEMMA*. Catalunya: Universitat Politecnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politecnica.
- Baca, G. (2015). *Proyectos de Sistemas de Información*. México: Grupo Editorial Patra.
- Beltrán, J. (s.f). *Indicadores de gestión: Herramientas para lograr la competitividad*. 3R editores.
- Bhasin, S. (2015). *Lean management beyond manufacturing*. United Kingdom: Springer.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2014). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: McGrawHill.
- Club BPM. (2011). *El Libro del BPM 2011*. Madrid: Club BPM.
- Consejo latinoamericano de escuelas de administración. (2005). Administración de operaciones. *Academia revista latinoamericana de administración*, 7-8.
- Del Río Vásquez, J. (2017). Gestión organizacional en entornos complejos por parte de las mipymes del sector servicios de la ciudad de Sincelejo. *Tendencias: Revista de la facultad de ciencias económicas y administrativas.*, 45-57.
- Distribuidora Grupo 86 S.A. (s.f). *Grupo 86*. Obtenido de <http://d86group.com/quienes-somos/>
- Felicísimo, A. (s.f). *uniovi*. Obtenido de http://www6.uniovi.es/~feli/CursoMDT/Tema_1.pdf
- Francés, A. (2006). *Estrategia y planes para la empresa: con el cuadro de mando integral*. México: Pearson Educación.
- Gaytán, J. (2014). Indicadores financieros y económicos. *Mercados y negocios*, 171-182.
- Hrenbiniak, L. (2007). *Asegúrese de que la estrategia funcione: cómo liderar la ejecución y el cambio eficaces*. Norma.
- Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. (1998). *IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications*. New York: USA: IEEE.
- ISOTools. (3 de marzo de 2015). Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/03/03/los-modelos-de-gestion-y-el-enfoque-basado-en-procesos/>

- IsoTools. (28 de Mayo de 2015). *Isotools excellence*. Obtenido de <https://www.isotools.org/2015/05/28/la-relacion-entre-calidad-y-mejora-continua/>
- Krajewski, L., Malhotra, M., & Ritzman, L. (2016). *Operations Management, Processes and Supply Chains*. Harlow: Pearson Education Limited.
- Maradiaga, F. (2020). *Lean Manufacturing, exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias mediante procesos discretos*. Los Angeles: Creative Commons.
- Mecanizados inter2000 SLU. (9 de julio de 2020). *Inter2000 mecanizados*. Obtenido de <https://www.inter2000mecanizados.com/post/que-es-la-metalmechanica>
- Medina, A. (2005). *Gestión por procesos y creación de valor público: un enfoque analítico*. República Dominicana: INTEC.
- Minitab. (2019). *Soporte de Minitab*. Obtenido de <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/19/help-and-how-to/modeling-statistics/anova/supporting-topics/basics/what-is-anova/>
- Monterroso, E. (2016). Competitividad y Estrategia: Conceptos, Fundamentos y Relaciones. *Revista del Departamento de Ciencias Sociales*, 4-26.
- Muñoz, D. (2009). *Administración de operaciones. Enfoque de administración de procesos de negocios*. México, D.F: Cengage Learning Editores.
- Oficina Internacional del Trabajo. (1996). *Introducción al Estudio del Trabajo*. Ginebra.
- OPS. (27 de Julio de 2019). <https://www.paho.org>. Obtenido de https://www.paho.org/arg/index.php?option=com_content&view=article&id=833:tercer-concurso-iberoamericano-buenas-practicas-promocion-salud-escuela&Itemid=227
- Osburn Joe, C. G. (2011). The Concept of “Best Practice”: A brief overview of its meanings. *International Journal of Disability, Development and Education*, 213-222.
- Procomer. (28 de Octubre de 2010). *Procomer*. Obtenido de <https://www.procomer.com/uploads/downloads/86b21c1cf7737c42b7eece50aa6436d6c6b717a9.pdf>
- Real Academia Española. (2018). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/?id=PTk5Wkl>
- Real Academia Española. (2020). *Real Academia Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/planificaci%C3%B3n>
- Rey, F. (2003). *Técnicas de resolución de problemas*. España: FC.
- Rojas, E., & Vallejos, G. (2018). *Diseño de un sistema de gestión de las operaciones del Cedi XYZ*.
- Russo, P. (2011). *Gestión documental en las organizaciones*. Barcelona: Editorial UOC.
- Santoyo, F., Murguía, D., & López-Espinoza, A. (2013). Comportamiento y organización. Implementación del sistema de gestión de la calidad 5s. *Revista Diversitas: perspectivas en psicología*, 361-371.

Socconini, L. (2019). *Lean Company. Más allá de la manufactura*. Marge Books.

Tarí, J. (2000). *Calidad total: fuente de ventaja competitiva*. Murcia: Espagrafic.

Vilcarromero, R. (2013). *La gestión en la producción*. Biblioteca Virtual Eumed.net.

Abreviaturas y Acrónimos

ATO: Assemble to Order.

AOCS: Administración de operaciones y cadena de suministros.

BPM: Buenas prácticas de manufactura.

BPM: Business Process Management.

BPMS: Business Process Management Suite.

MGO: Modelo de Gestión de las Operaciones.

MPS: Plan maestro de producción.

OPS: Organización panamericana de la salud.

SRS: Software requirements specification.

Glosario

Capacidad: conjunto de recursos y aptitudes que se tienen para desempeñar una determinada tarea.

Competitividad: es cuando las empresas por sí mismas, incrementen su eficiencia, productividad, calidad con la finalidad de obtener un grado de desempeño superior al de sus competidores (Monterroso, 2016).

Gestión: es realizar diligencias, las cuales abarca recursos y personas que re direccionan sus esfuerzos hacia un mismo rumbo, es decir, conducir al logro de objetivos (Del Río Vásquez, 2017).

Mejora continua: es un proceso que se basa en el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar y actuar) o ciclo de Deming que pretende mejorar los productos, servicios y procesos de una organización, la cual configura la base para asegurar una continua detección de errores o área de mejora (IsoTools, 2015).

Metalmecánica: industria dinámica encargada de surtir a los demás eslabones de la cadena productiva con maquinaria, bienes de consumo y herramientas de carácter metálico hechas a la medida (Mecanizados inter2000 SLU, 2020).

Modelo: arquetipo o punto de referencia para seguir, imitar o reproducir, es decir, un conjunto de objetos realizados con arreglo a un mismo diseño (Real Academia Española, 2018).

Plan de operaciones: también conocido como plan agregado da información a las actividades de manufactura, logística y planeación de servicios (Chase & Jacobs, 2014).

Planificación: plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado (Real Academia Española, 2020).

Proceso: conjunto de actividades, material o flujo de información que transforma un conjunto de entradas en salidas previamente definidas (Socconini, 2019).

Anexos

Anexo 1. Ventas 2018-2019 Tectram S.A

En la Tabla 27 se muestran las ventas 2018-2019 de Tectram S.A.

Tabla 28. Línea, porcentaje por línea, categoría y porcentaje de participación por categoría de las ventas 2018-2019 Tectram S.A.

Línea	% Participación por línea	Categoría	% Participación por categoría
Metalmecánica	93,8%	Play	61,2%
		Juego	15,2%
		Accesorio	7,2%
		C. Canino	5,6%
		Ejercicio	4,6%
Maderas	6,2%	Mueble	6,2%
Total	100%	Total	100%

Fuente: Tectram S.A.

Asimismo, los datos anteriores se muestran gráficamente en la Figura 45.

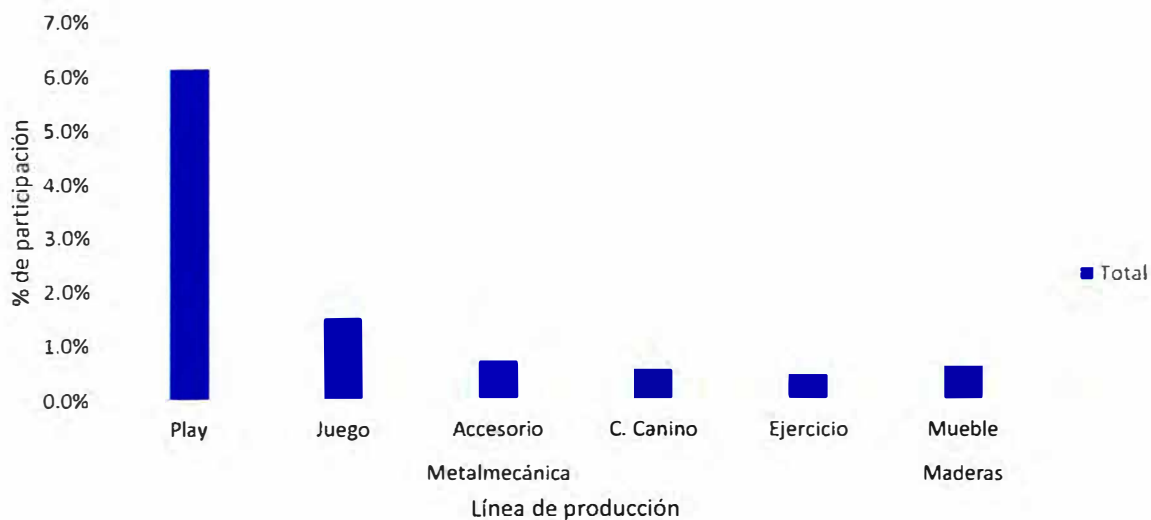


Figura 44. Ventas 2018-2019 Tectram S.A.

Fuente: Tectram S.A.

Anexo 2. Boletas de requisición de materia prima

A continuación, se muestran en las Figuras 46, 47 y 48 las boletas de requisición de materia prima.

COLABORADOR ENCARGADO: <i>Froilan Lobo S</i>		ORDEN DE PRODUCCIÓN (MATERIALES)			
FECHA	Descripción	MATERIALES	MEDIDA INICIAL	MEDIDA FINAL	PARTE / PIEZA
17/01	tubo HN 25 ϕ x 1,2	✓	6000	200	6 unids de 965
18/01	tubo HN 25 ϕ x 1,2	✓	9000	200	9 unids de 965
18/01	Lamina HN 1/8	sobrante 1220x800	700x1170		varias escalador
18/01	tuercas inox M10	42 unids	14 x escalador		✓
	Remache M10	30 unids	10 x escalador		✓

Figura 45. Boleta de requisición proyecto 309, 310 y 297.

Fuente: Tectram S.A.

COLABORADOR ENCARGADO: <i>Oswaldo</i>		ORDEN DE PRODUCCIÓN (MATERIALES)			
FECHA	Descripción	MATERIALES	MEDIDA INICIAL	MEDIDA FINAL	PARTE / PIEZA
11/2/19	Herraje # 1	✓	61		
"	" # 2	✓	10		
"	" # 3	✓	5		
"	Mezote Acero ϕ mm	✓	15392 mm	1589 mm	

Figura 46. Boleta de requisición proyecto 297_1.

Fuente: Tectram S.A.

COLABORADOR ENCARGADO: <i>Oswaldo</i>		ORDEN DE PRODUCCIÓN (MATERIALES)			
FECHA	Descripción	MATERIALES	MEDIDA INICIAL	MEDIDA FINAL	PARTE / PIEZA
11/2/19	Herraje # 1	✓	11		
"	" # 2	✓	12		
"	" # 3	✓	8		
"	" # 4	✓	11		
"	Mezote Acero ϕ 16 mm	✓	22832 mm	22.84 mm	

Figura 47. Boleta de requisición proyecto 297_2.

Fuente: Tectram S.A.

Anexo 3. Licitaciones participadas 2018-2019

En la Tabla 28 es posible visualizar el análisis sobre las licitaciones en las cuales la empresa ha participado en 2018-2019.

Tabla 29. Resultado, cantidad y porcentaje de licitaciones participadas 2018-2019.

Resultado	Cantidad	Porcentaje
Ganada	22	34,4%
Perdida	39	60,9%
Ganada Parcialmente	3	4,7%
Total	64	100,0%

Fuente: Tectram S.A.

Este análisis es posible visualizarlo gráficamente en la Figura 38.

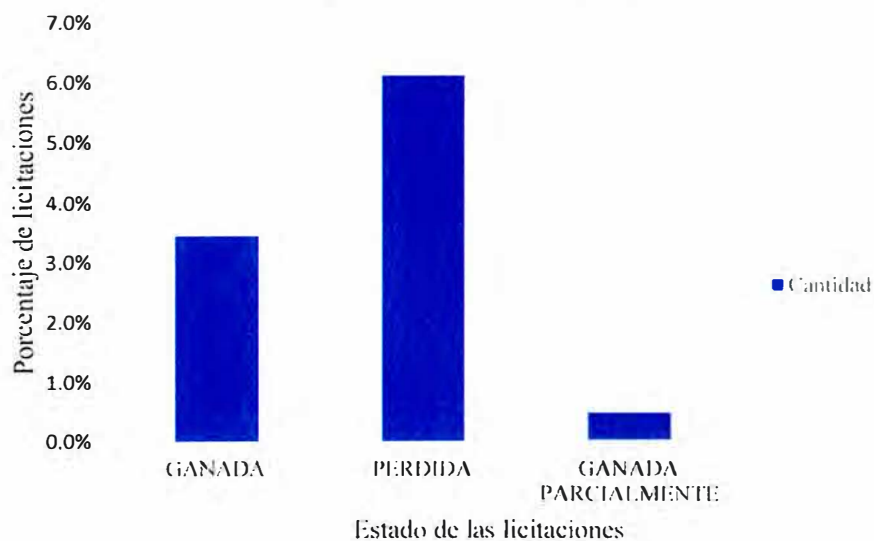


Figura 48. Licitaciones participadas 2018-2019.

Fuente: Tectram S.A.

Anexo 4. Factores de evaluación de las licitaciones participadas 2018-2019 por Tectram S.A

Se realiza un análisis de los factores de evaluación de las licitaciones participadas por Tectram S.A. en el periodo 2018-2019, el mismo se muestra en la Tabla 29.

Tabla 30. Resultado, promedio de dimensiones a evaluar de las licitaciones participadas 2018-2019 por Tectram S.A.

Resultado	Promedio de dimensiones de evaluación		
	Precio	Experiencia	Plazo Entrega
Ganada	90,68%	5%	4,31%
Perdida	97,8%	1,7%	0,5%
Ganada Parcialmente	81,7%	15,0%	3,3%
Total	94,8%	3,9%	2,0%

Fuente: Tectram S.A.

Los resultados mostrados anteriormente se muestran gráficamente en la Figura 50.

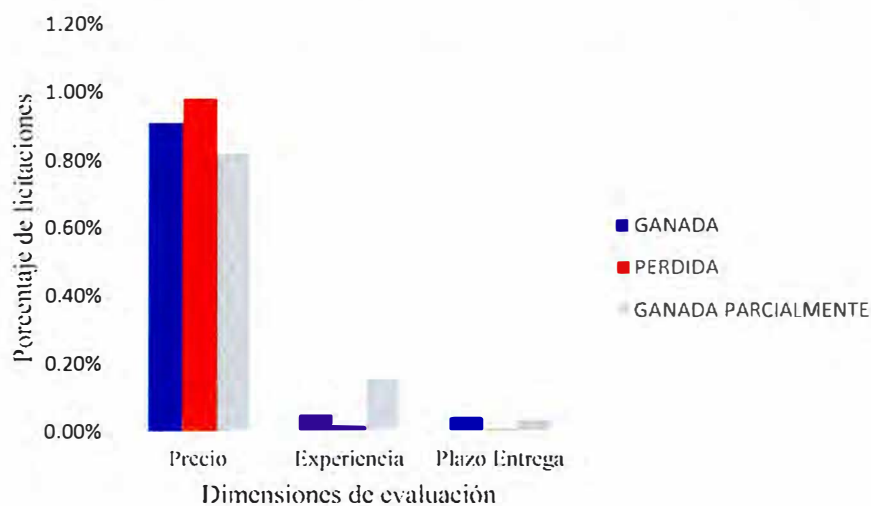


Figura 49. Factores de evaluación de las licitaciones participadas 2018-2019 por Tectram S.A.

Fuente: Tectram S.A.

Anexo 5. Horas extras entre octubre 2018 y marzo 2019

Se realiza un análisis de las horas extras trabajadas por los operarios en el periodo entre octubre 2018 y marzo 2019, este se observa en la Tabla 30.

Tabla 31. Mes, cantidad de colaboradores, total horas ordinarias, total de horas extras, horas totales, porcentaje de ordinarias y porcentaje de extras entre octubre 2018 y marzo 2019.

Mes	Cantidad de Colaboradores	Total Horas Ordinarias	Total Horas Extras	Horas Totales	Porcentaje Ordinarias	Porcentaje Extras
Octubre 2018	26	5.491,42	348,01	5.839,43	94,0%	6,0%
Noviembre 2018	25	4.375,42	545,33	4.920,75	88,9%	11,1%
Diciembre 2018	25	4.113,67	395,22	4.508,89	91,2%	8,8%
Enero 2019	25	5.013,17	533,18	5.546,35	90,4%	9,6%
Febrero 2019	27	4.181,42	451,72	4.633,14	90,3%	9,7%
Marzo 2019	28	4.610,92	486,42	5.097,34	90,5%	9,5%
Total		27.786,02	2.759,88	30.545,90	91,0%	9,0%

Fuente: Tectram S.A.

Estos resultados se muestran gráficamente en la Figura 51.

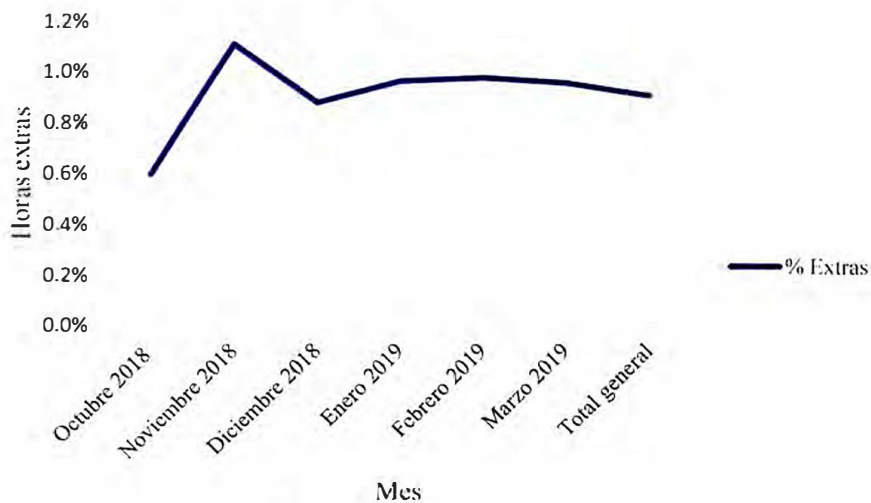


Figura 50. Horas extra entre octubre 2018 y marzo 2019.

Fuente: Tectram S.A.

Apéndices

Apéndice 1. Mapa de procesos de Tectram S.A

A continuación, en la Figura 52 se muestra el mapa de procesos de Tectram S.A.

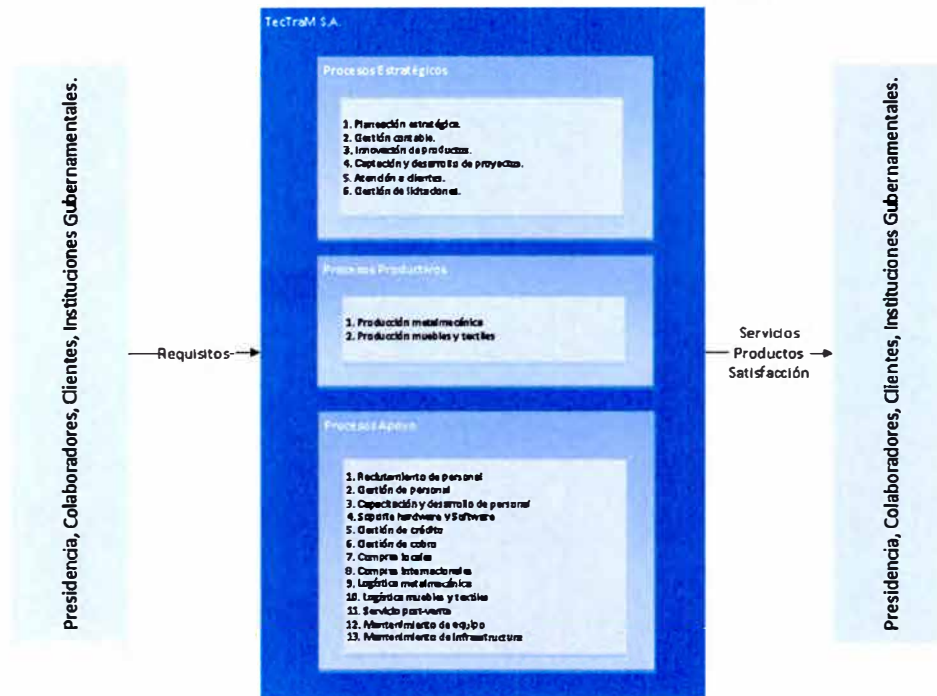


Figura 51. Mapa de procesos de Tectram S.A.

Apéndice 2. Diagramas SIPOC

A continuación, se muestran desde la Figura 53 a la Figura 61 los diagramas SIPOC elaborados para los distintos procesos de la organización.

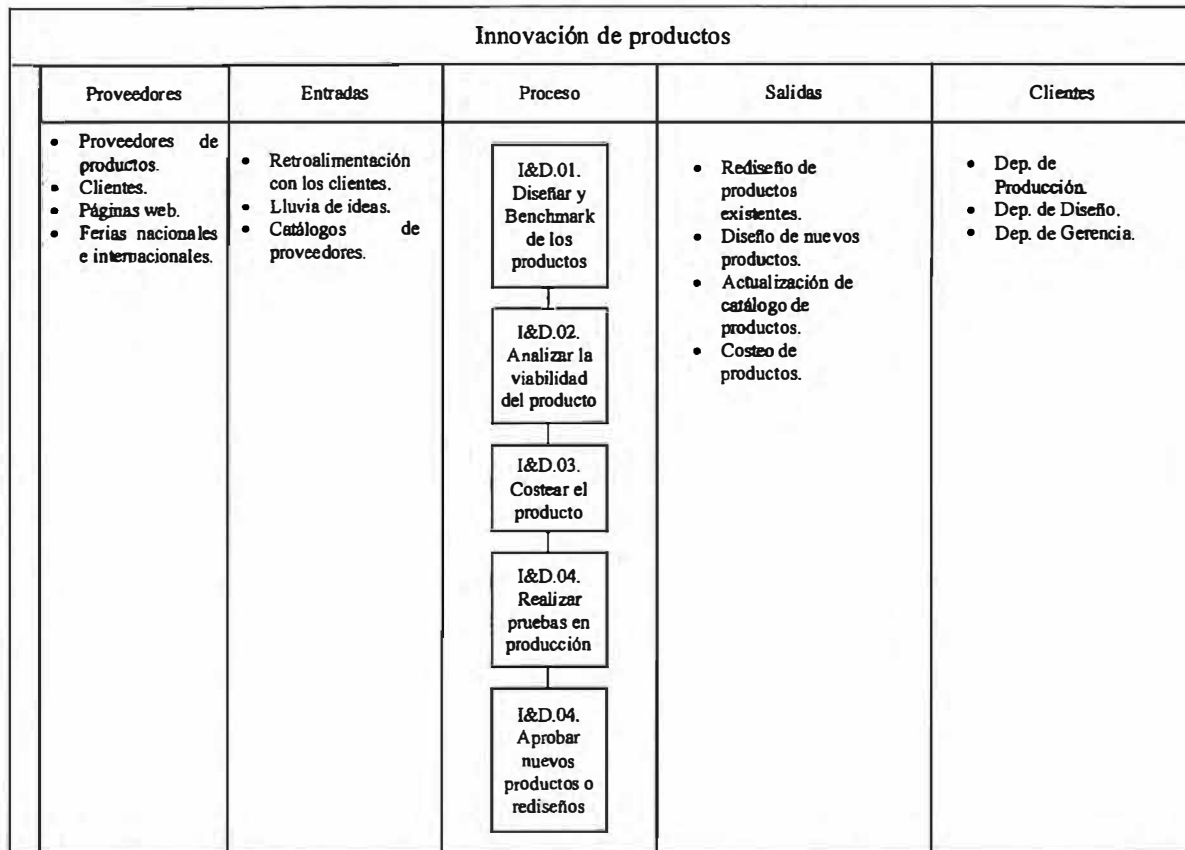


Figura 52. Diagrama SIPOC para el proceso de innovación de productos.

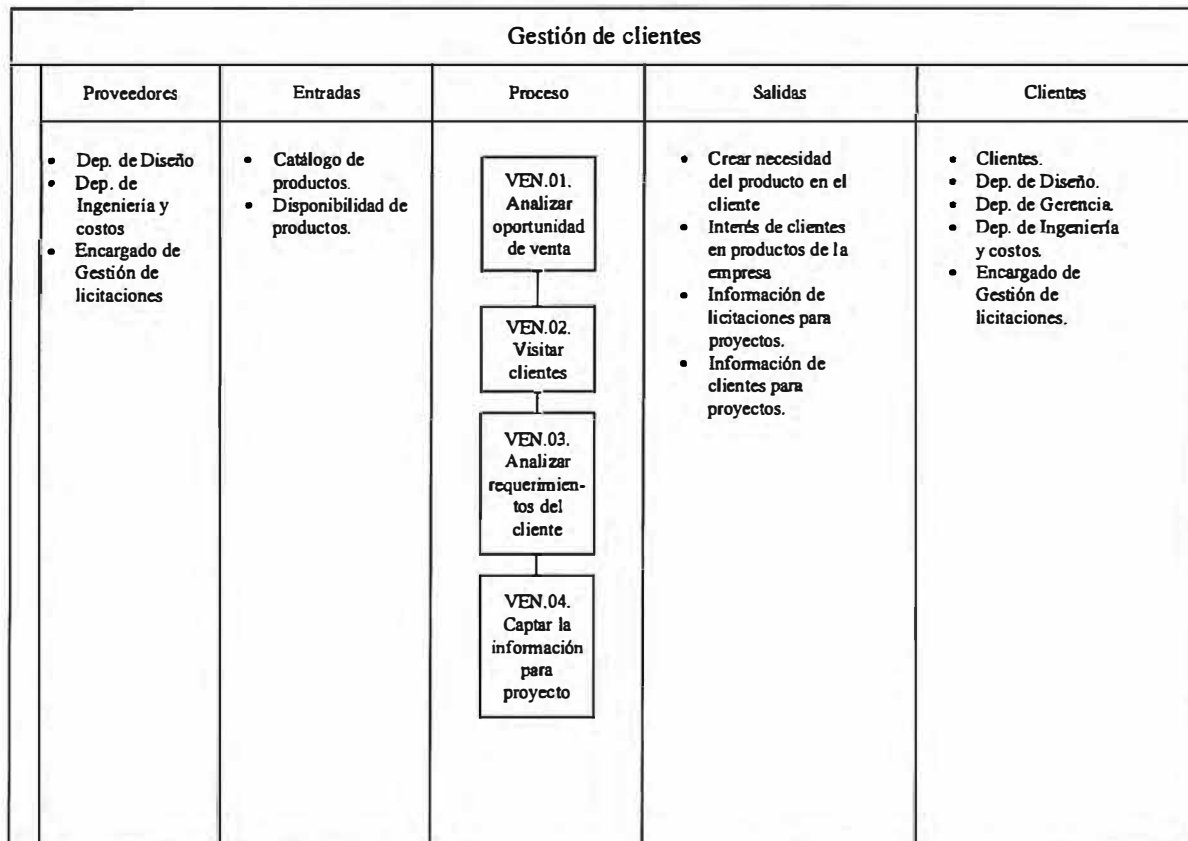


Figura 53. Diagrama SIPOC para el proceso de gestión de clientes.

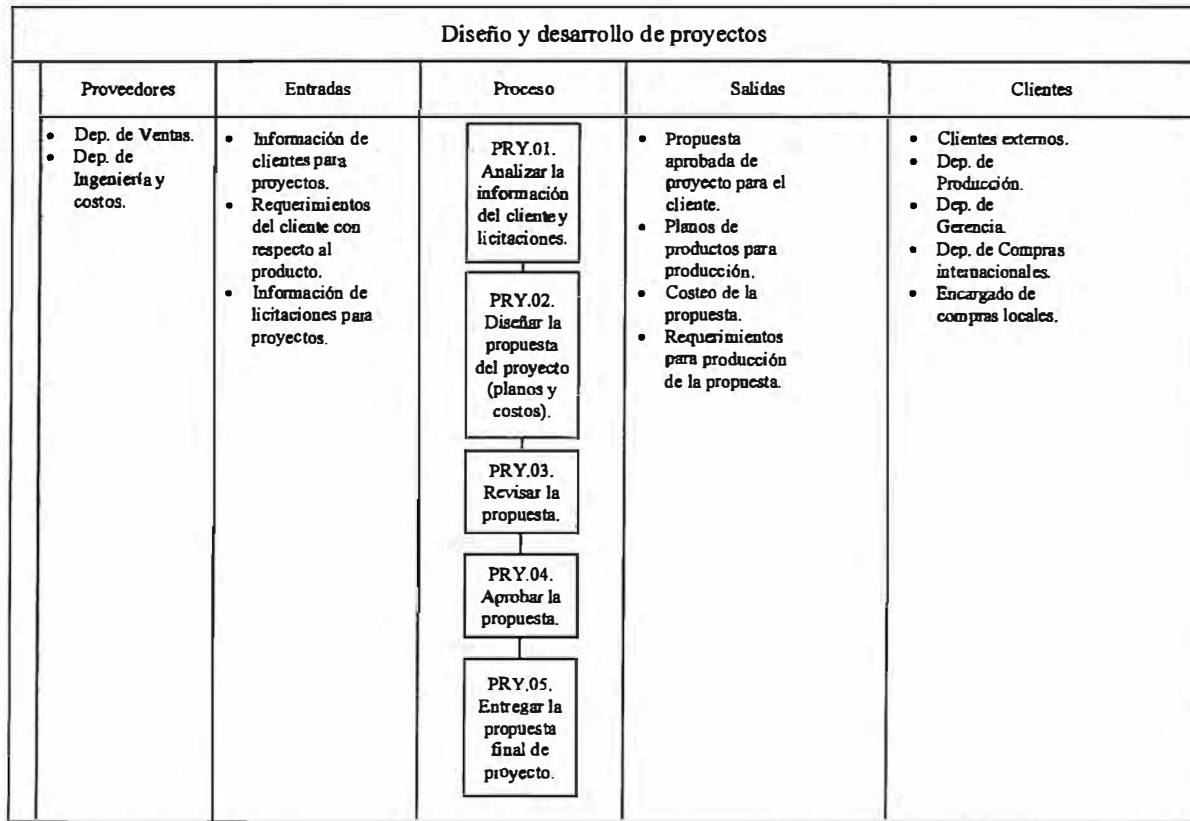


Figura 54. Diagrama SIPOC para el proceso de diseño y desarrollo de proyectos.

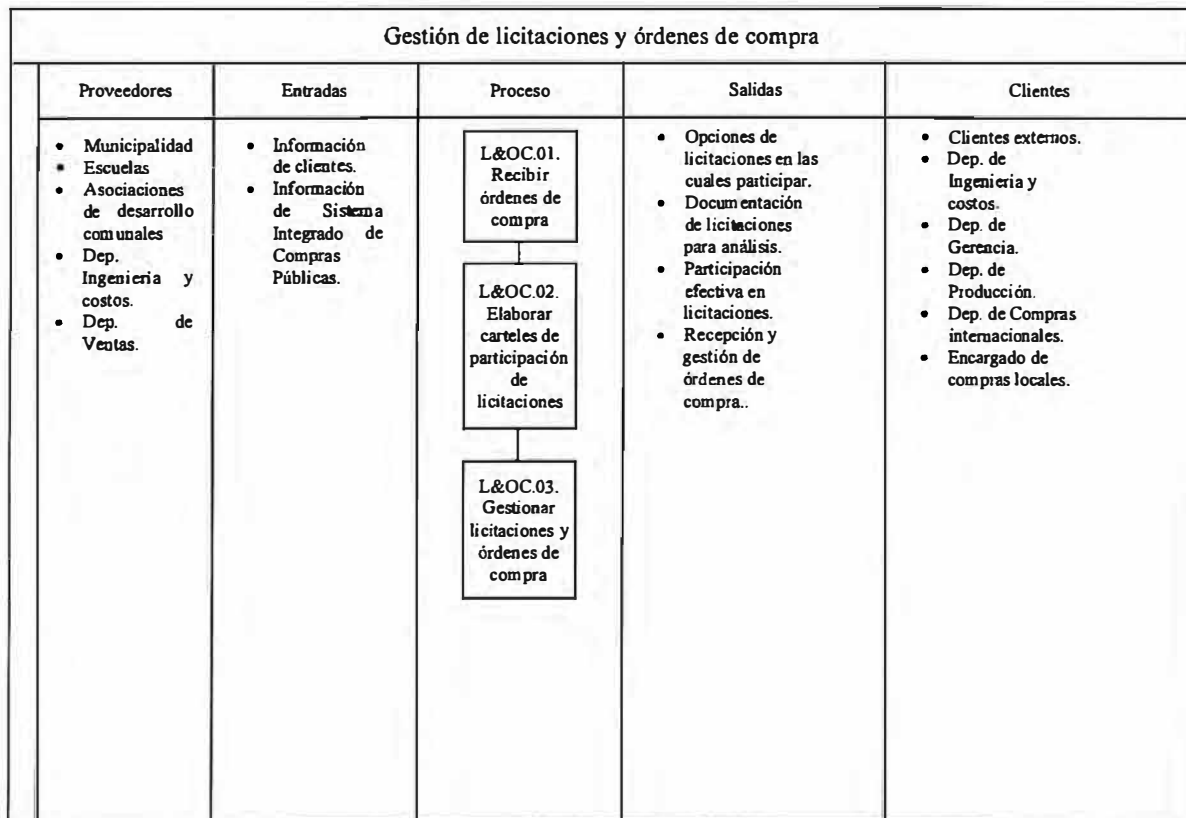


Figura 55. Diagrama SIPOC para el proceso de gestión de licitaciones y órdenes de compra.

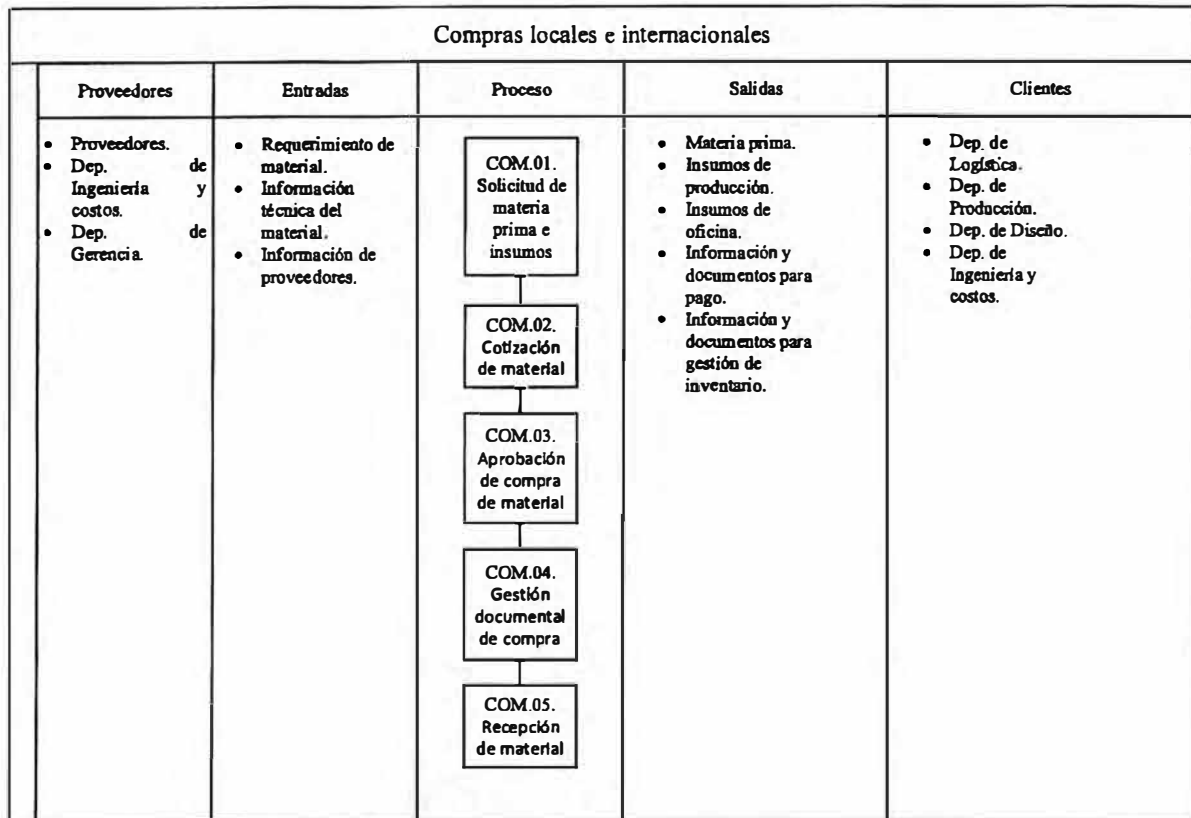


Figura 56. Diagrama SIPOC para el proceso de compras locales e internacionales.

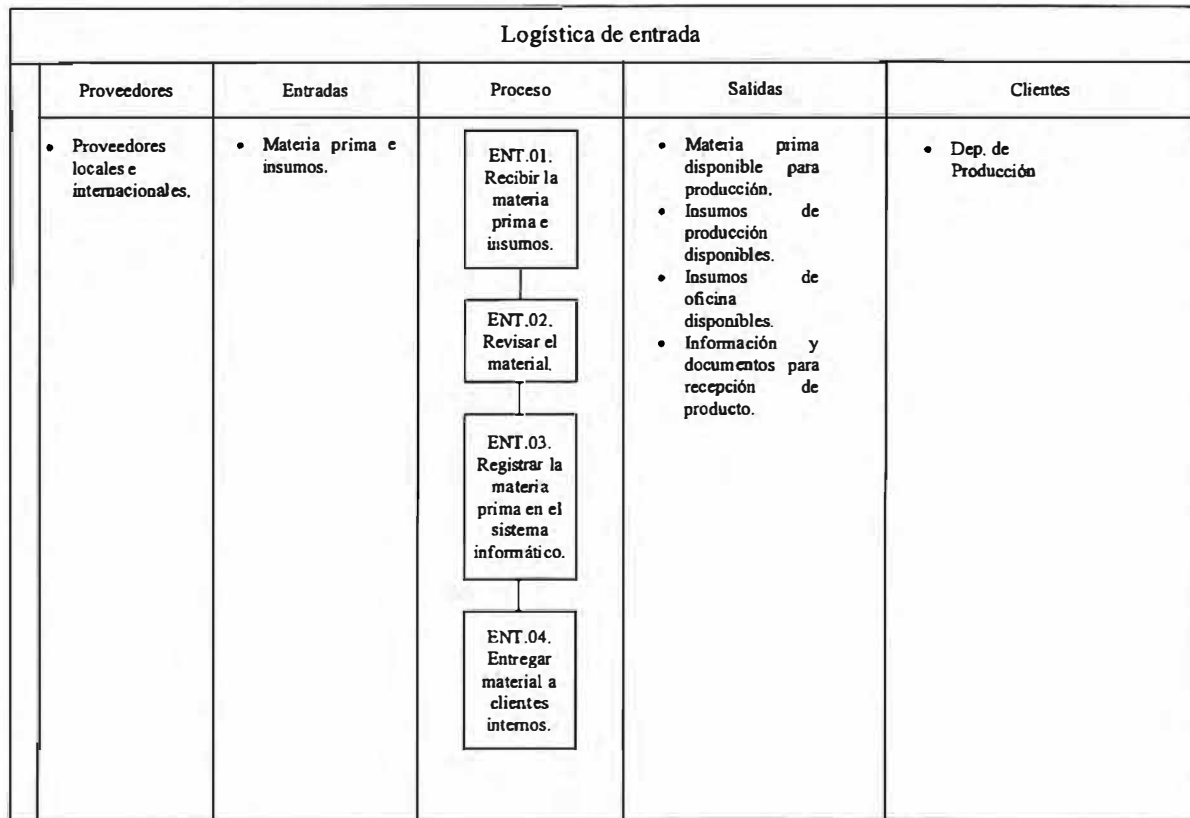


Figura 57. Diagrama SIPOC para el proceso de logística de entrada.

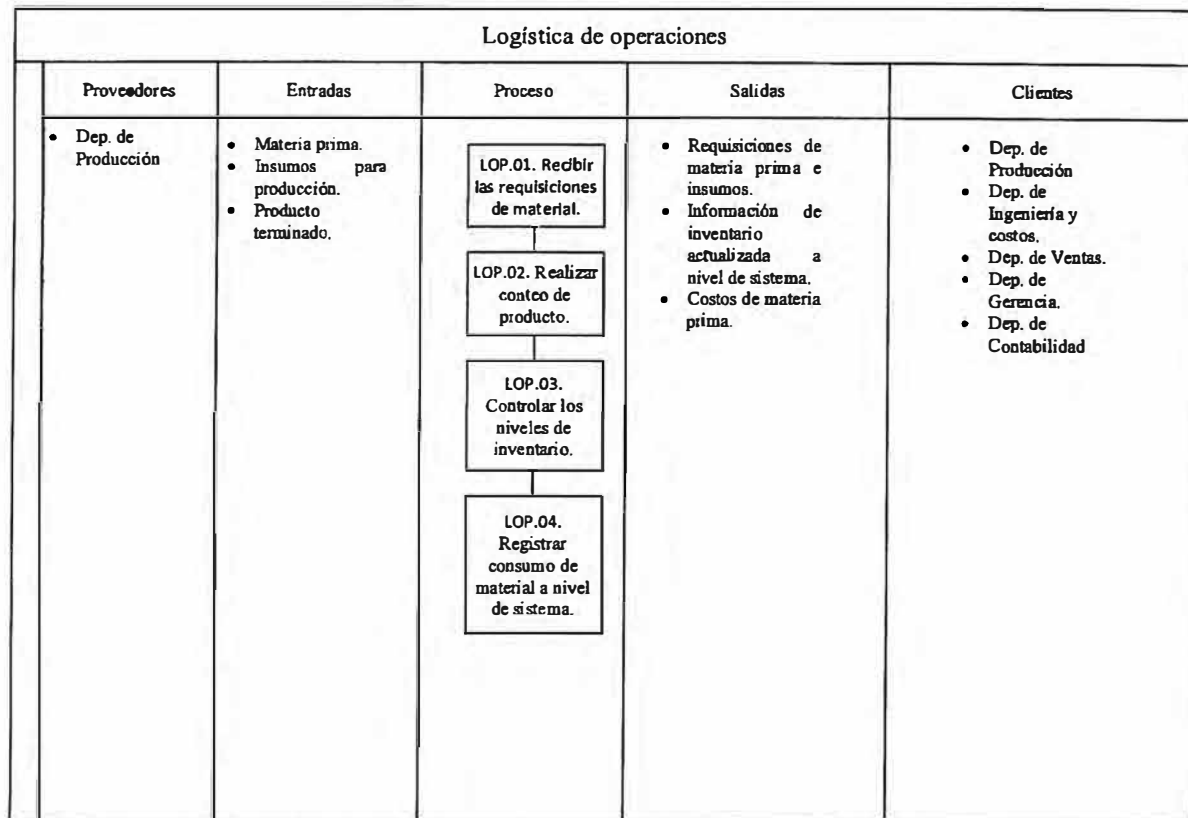


Figura 58. Diagrama SIPOC para el proceso de logística de operaciones.

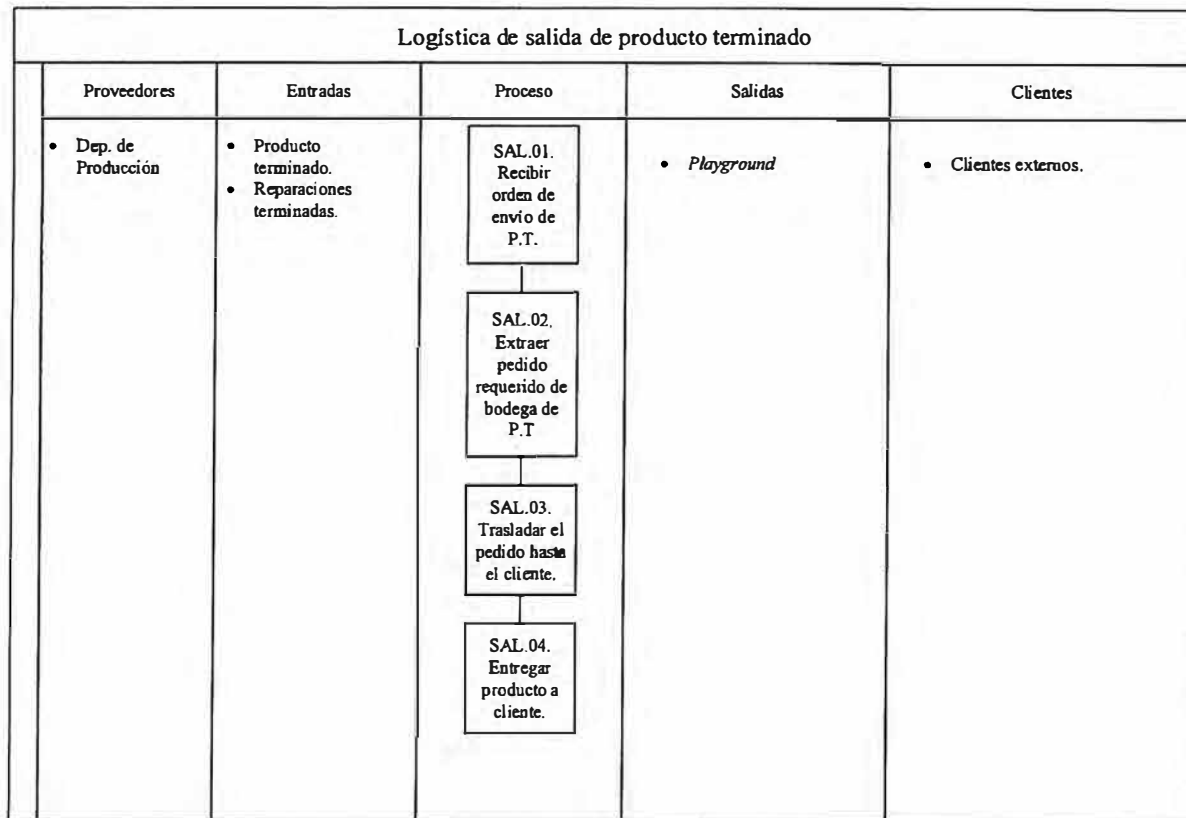


Figura 59. Diagrama SIPOC para el proceso de logística de salida de producto terminado.

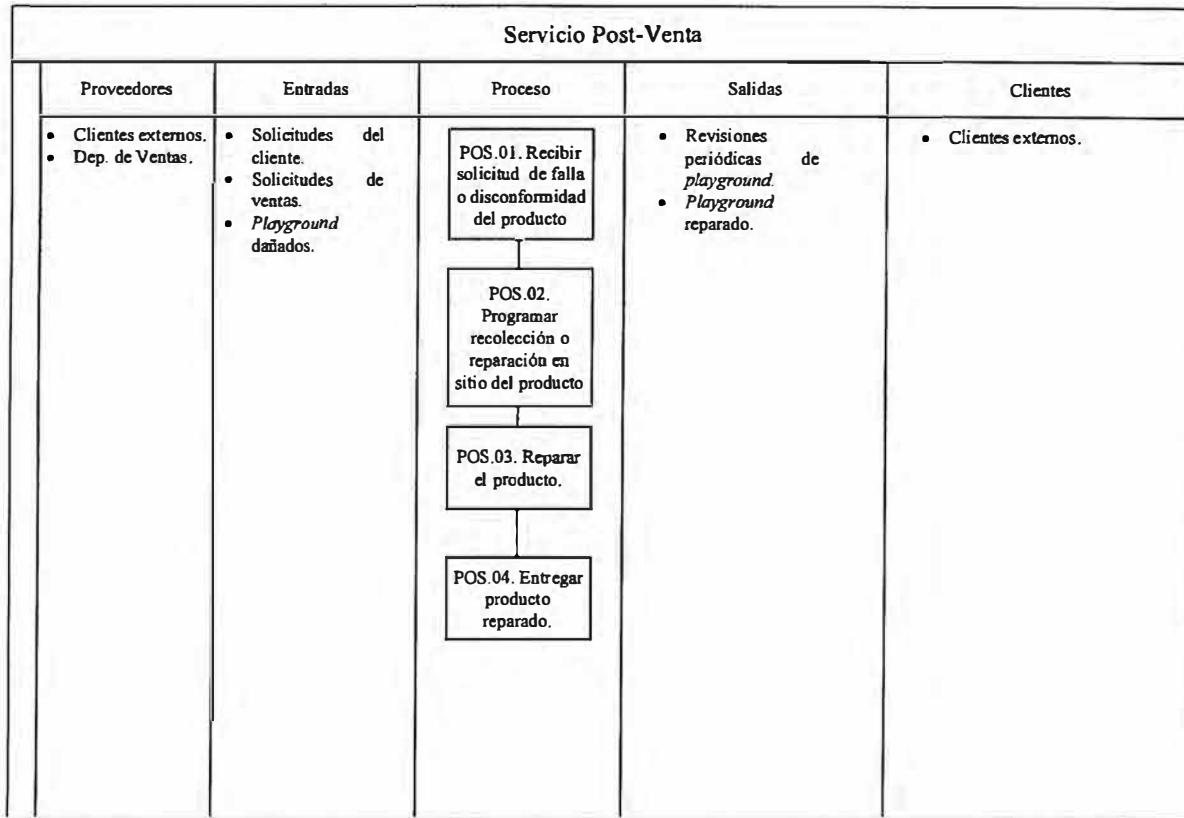


Figura 60. Diagrama SIPOC para el proceso de servicio de post-venta.

Es importante mencionar que, el departamento de mantenimiento de la organización es el encargado del servicio de post-venta, es decir, mantenimiento abarca todas las actividades que corresponden a reparar y dar mantenimiento al juego infantil para patio o playgrounds, además de reparar los equipos de manera correctiva ya que no se cuenta con un programa de mantenimiento ni predictivo ni preventivo.

Apéndice 3. Diagramas de procesos de producción

Seguidamente, se muestran los diagramas de procesos de producción de la Figura 62 a la Figura 70.

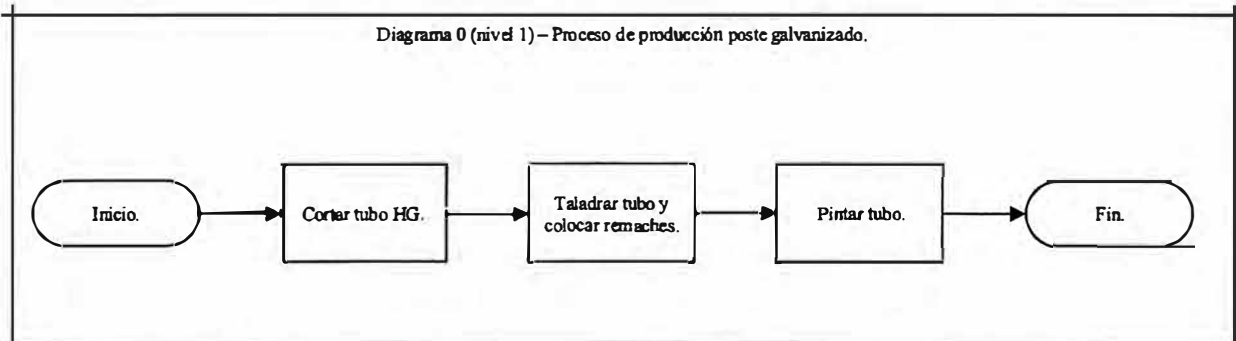


Figura 61. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción poste galvanizado.

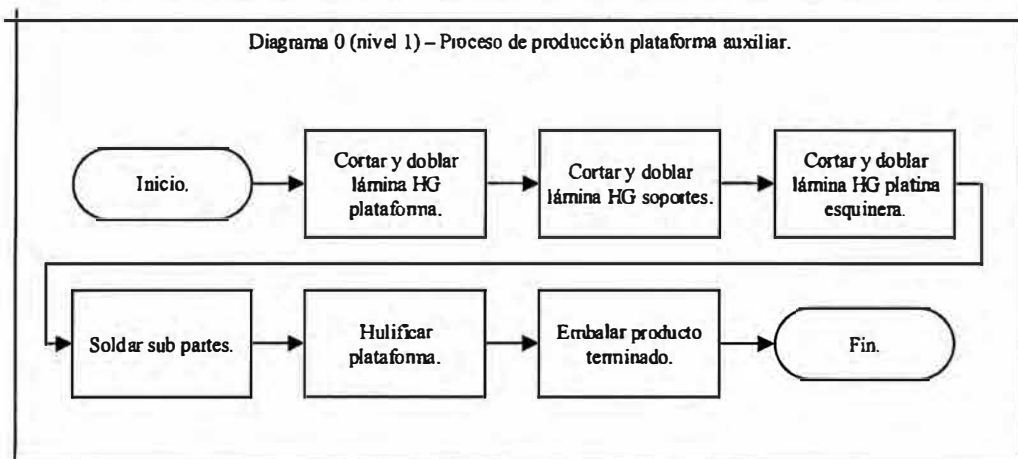


Figura 62. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción plataforma auxiliar.

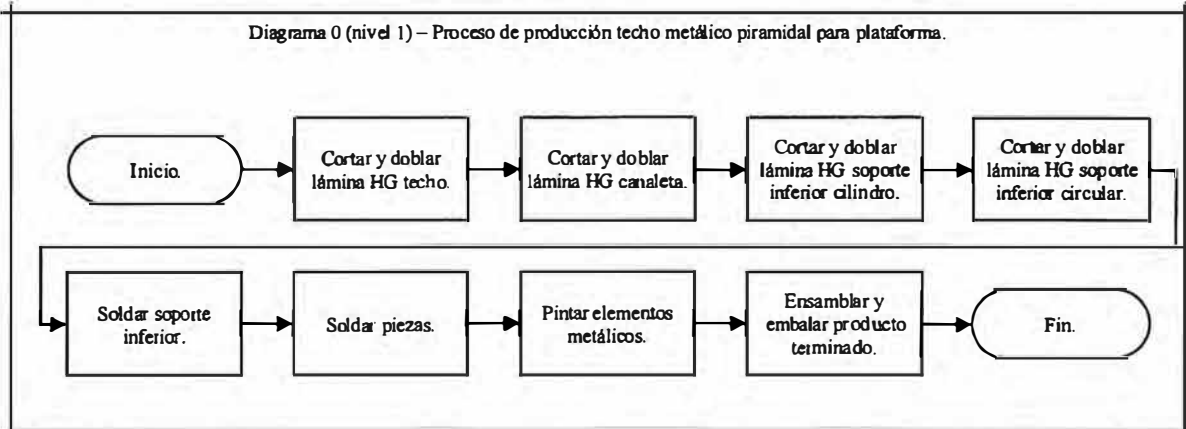


Figura 63. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción techo metálico piramidal para plataforma.

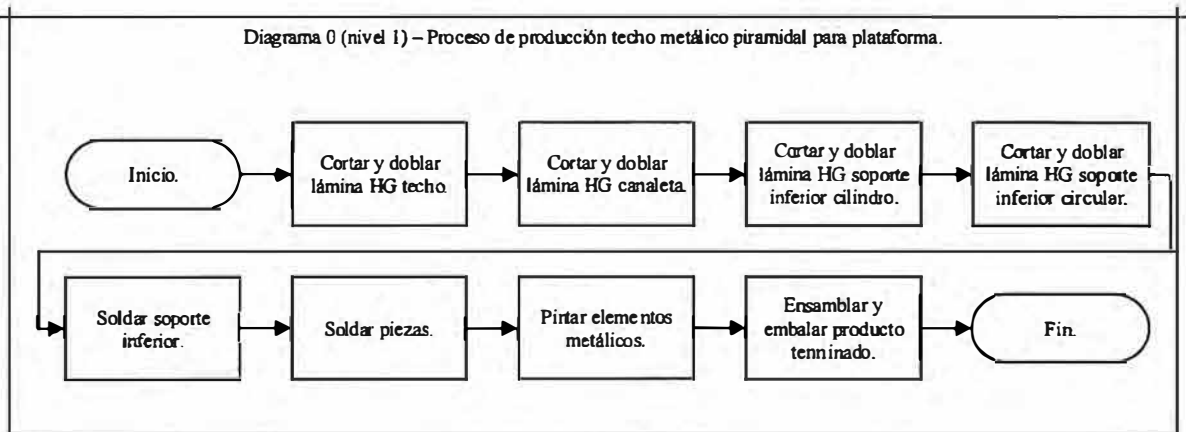


Figura 64. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción escalera metálica de acceso de 5 gradas.

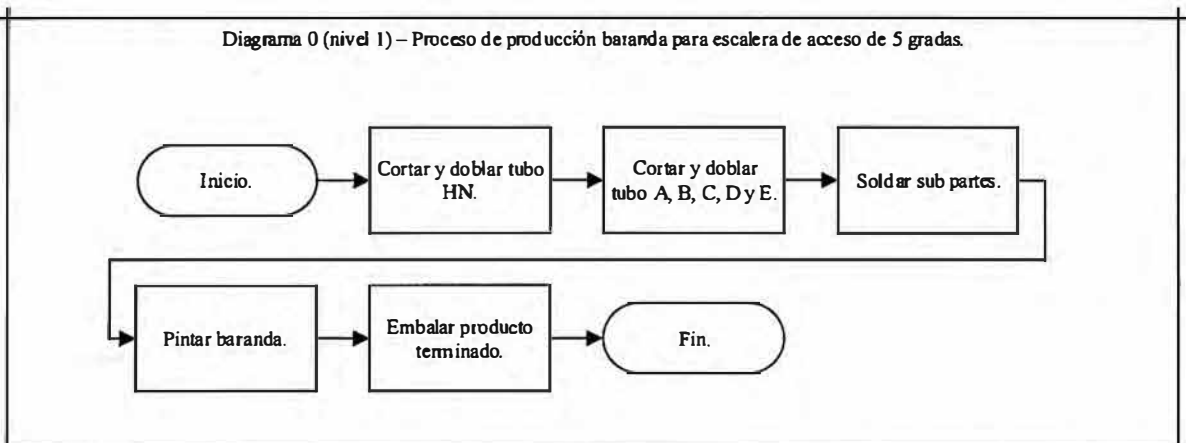


Figura 65. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción baranda para escalera de acceso de 5 gradas.

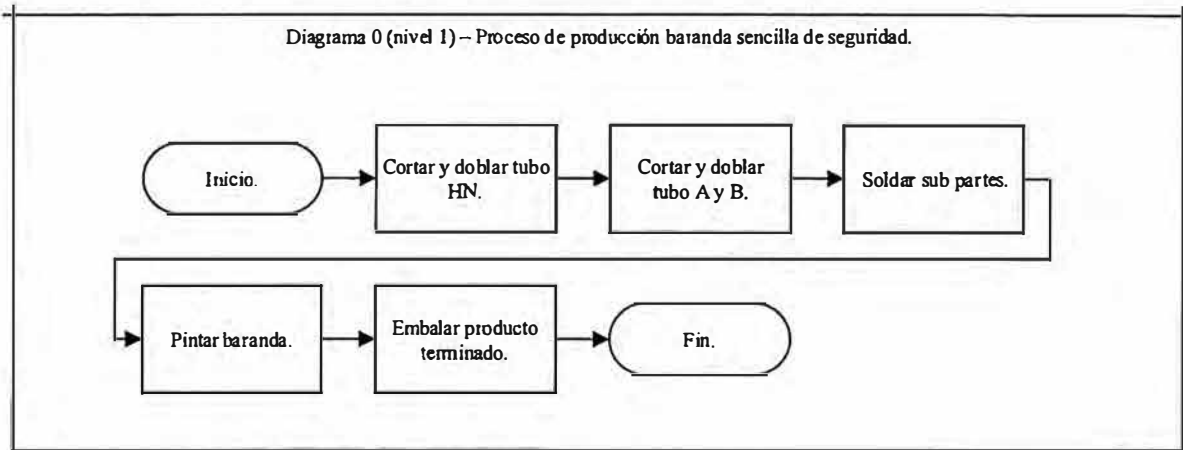


Figura 66. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción baranda sencilla de seguridad.

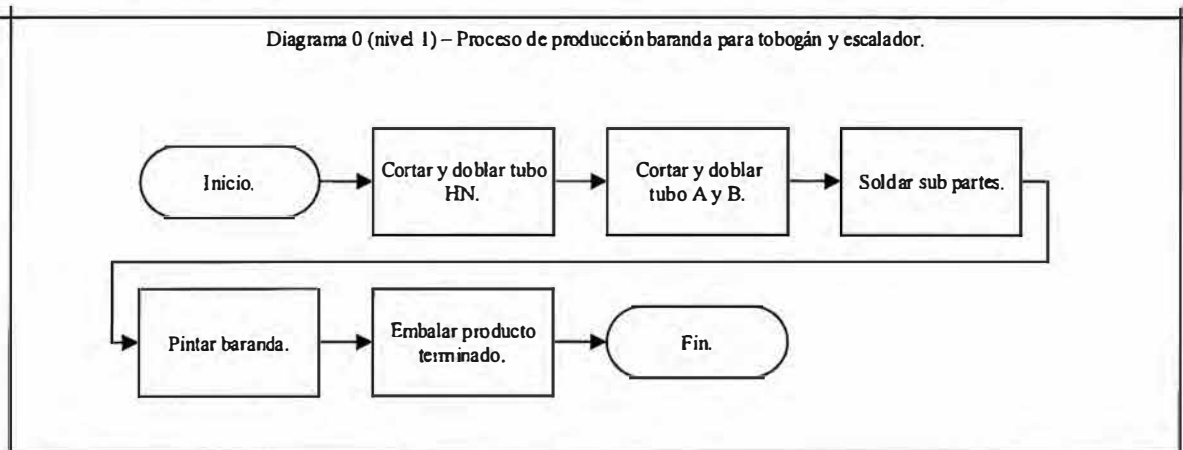


Figura 67. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción Barandas para tobogán de caracol.

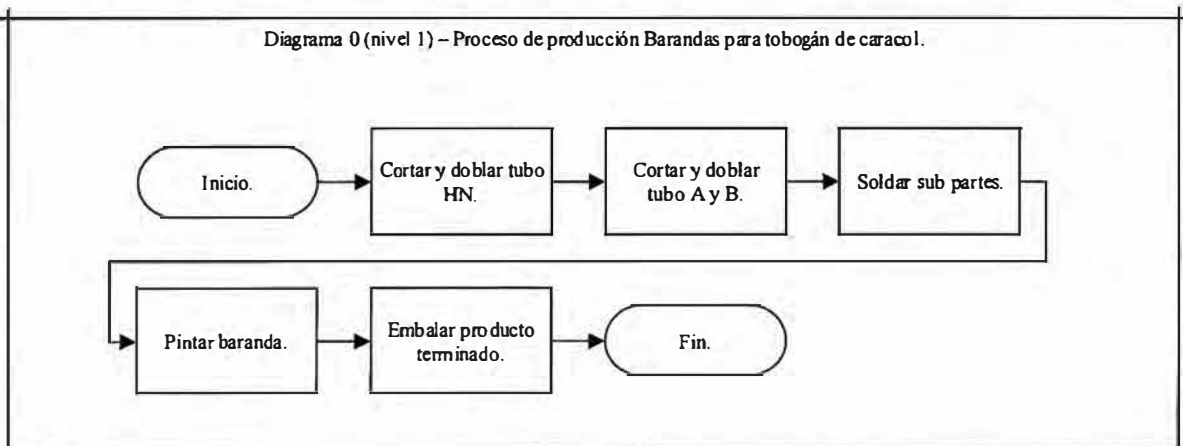


Figura 68. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción Barandas para tobogán de caracol.

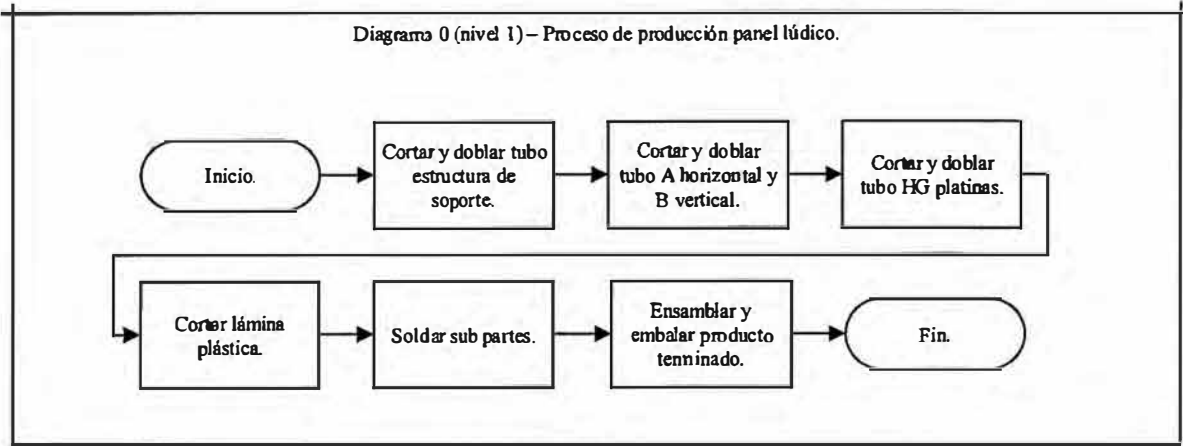


Figura 69. Diagrama 0 (nivel 1) – Proceso de producción panel lúdico.

Apéndice 4. Definición de suplementos fijos y variables

Para el cálculo de suplementos fijos, tanto el set up por componente como los tiempos muertos fueron medidos durante la toma de tiempos, mientras que las necesidades personales y las contingencias son definidas según la Oficina Internacional del Trabajo (1996). En el caso del tiempo de alimentación, este lo define el horario de los operarios. Estos suplementos afectarán la cantidad de tiempo disponible para la producción de cada uno de los componentes. Se presenta a continuación en la Tabla 31 los resultados obtenidos por componente.

Tabla 32. Suplementos fijos por componente.

Suplemento fijo	Componente									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Setup	5,1%	3,2%	2,4%	5,3%	7,8%	3,1%	9,7%	5,6%	4,2%	6,9%
Tiempo muerto	5,8%	1,7%	1,9%	4,4%	1,5%	1,1%	2,5%	2,3%	2,7%	3,6%
Transporte	1,1%	0,6%	2,0%	3,3%	1,5%	0,5%	2,6%	1,3%	1,3%	1,5%
Necesidades personales	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
Contingencias	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
Tiempo de alimentación	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%	12,5%
Total suplemento por componente	33,5%	27,0%	27,8%	34,6%	32,2%	26,1%	36,3%	30,7%	29,7%	33,6%

Por otra parte, el porcentaje de suplementos variables fueron calculados en función de las características particulares observadas de cada uno de los procesos. Cada una de las operaciones del respectivo proceso se le asignará el suplemento correspondiente, esto se muestra en la Tabla 32.

Tabla 33. Suplementos fijos por proceso.

Proceso	Esfuerzo medio	Esfuerzo Alto	De pie	Uso de herramientas	Ventilación	Temperatura (23 a 32 °C)	Total suplementos variables
Corte, doblado, taladrado y alisto de componentes	2%		3%	4%			9%
Armado y soldadura	2%		3%	4%			9%
Pintura		4%	3%	4%	2%	2%	15%
Hulificado		4%	3%	3%	4%	4%	18%
Armado final y embalado		4%	3%	4%	2%	2%	15%

Apéndice 5. Análisis rango de precios de las licitaciones

Cómo es posible observar en el Anexo 4. Factores de evaluación de las licitaciones participadas 2018-2019 por Tectram S.A. un 97% de las licitaciones perdidas se debe al factor precio y dado que la estrategia de la empresa para el año 2020 es aumentar en un 30% las ventas, lo cual significa ganar más licitaciones se realiza un análisis previo del rango de los precios con los cuales se participó en las licitaciones no ganadas durante el 2018-2019.

A continuación, se muestra el estudio realizado en la Figura 71 y en la Figura 72.

IDENTIFICACION DE LA LICITACION	PRECIO INICIAL	PRECIO FINAL	PRECIO DE LA LICITACION GANADORA	PRECIO DE LA LICITACION PERDIDA	PRECIO DE LA LICITACION PERDIDA	PRECIO DE LA LICITACION PERDIDA
2018CD-000068-0016800001	€ 5,636,830.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€12,370,000.00	€ 4,726,008.00	€ 7,643,992.00 € 6,733,170.00
2018CD-000206-0012300001	€ 2,500,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 4,203,000.00	€ 3,853,000.00	€ 350,000.00 € 1,703,000.00
2018CD-000948-0015499999	€ 3,111,111.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 2,970,000.00	€ 2,319,300.00	€ 650,700.00 -€ 141,111.00
2018CD-000952-0015499999	€ 1,966,100.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 1,765,000.00	€ 1,390,753.00	€ 374,247.00 -€ 201,100.00
2018CD-000109-0003300001	€17,284,387.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€16,705,000.00	€ 8,450,000.00	€ 8,255,000.00 -€ 579,387.00
2018CD-000018-0019400001	€11,504,595.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 9,804,000.00	€ 7,847,000.00	€ 1,957,000.00 -€ 1,700,595.00
2018CD-001445-0015499999	€ 5,260,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 5,038,600.00	€ 4,445,650.00	€ 592,950.00 -€ 221,400.00
2018CD-001271-0015499999	€ 6,693,435.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 5,925,000.00	€ 4,365,000.00	€ 1,560,000.00 -€ 768,435.00
2018CD-001431-0015499999	€21,270,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€21,700,000.00	€17,739,400.00	€ 3,960,600.00 € 430,000.00
2018CD-000009-0002400001	€15,000,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 7,060,000.00	€ 5,487,100.00	€ 1,572,900.00 -€ 7,940,000.00
2018CD-000041-0003000001	€11,494,333.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€10,350,000.00	€ 8,580,180.00	€ 1,769,820.00 -€ 1,144,333.00
2018CD-001619-0015499999	€11,660,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€10,660,000.00	€ 8,672,000.00	€ 1,988,000.00 -€ 1,000,000.00
1		DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 5,755,000.00	€ 6,757,959.20	-€ 1,002,959.20 € 5,755,000.00
2	€ 4,825,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 6,900,000.00	€ 6,350,000.00	€ 550,000.00 € 2,075,000.00

Figura 70. Análisis de rangos de precios en licitaciones.

PROYECTO DE INVERSIÓN	VALOR PRESUPUESTADO	OFERTANTE	VALOR OFERTA	VALOR OFERTA	VALOR OFERTA	VALOR OFERTA		
2018CD-000062-0012000001	€21,447,167.25	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€24,407,000.00	€19,993,500.00	€ 4,413,500.00	€ 2,959,832.75	
2018CD-000099-0004700001	€13,000,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€12,198,000.00	€11,235,007.50	€ 962,992.50	€ 802,000.00	
2018CD-000098-0004700001	€10,000,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 10,369.35		€ 10,369.35	€ 9,989,630.65	
1	€ 365,000.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 350,000.00	€ 342,960.00	€ 7,040.00	€ 15,000.00	
2	€ 505,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 495,000.00	€ 449,100.00	€ 45,900.00	€ 10,000.00	
3	€ 625,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 750,000.00	€ 649,200.00	€ 100,800.00	€ 125,000.00	
4	€ 435,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 435,000.00	€ 388,200.00	€ 46,800.00	€ -	
6	€ 455,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 435,000.00	€ 379,500.00	€ 55,500.00	€ 20,000.00	
7	€ 525,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 425,000.00	€ 405,600.00	€ 19,400.00	€ 100,000.00	
9	€ 1,408,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 1,300,000.00	€ 884,920.00	€ 415,080.00	€ 108,000.00	
10	€ 420,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 420,000.00	€ 301,200.00	€ 118,800.00	€ -	
11	€ 1,200,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 1,000,000.00	€ 945,820.00	€ 54,180.00	€ 200,000.00	
12	€ 2,700,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 2,600,000.00	€ 2,177,000.00	€ 423,000.00	€ 100,000.00	
13	€ 3,450,000.00		LICITANTE GANADOR	€ 3,400,000.00	€ 2,774,000.00	€ 626,000.00	€ 50,000.00	
2018LA-000003-0002800001	€20,580,000.00		DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR			€ -	€ 20,580,000.00
3	€ 1,300,000.00		DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€ 1,180,000.00	€ 975,000.00	€ 205,000.00	€ 120,000.00
4	€ 1,300,000.00	LICITANTE GANADOR		€ 1,180,000.00	€ 975,000.00	€ 205,000.00	€ 120,000.00	
5	€ 7,100,000.00	LICITANTE GANADOR		€ 5,270,000.00	€ 4,150,000.00	€ 1,120,000.00	€ 1,830,000.00	
7	€ 50,000.00	LICITANTE GANADOR		€ 100,000.00	€ 40,000.00	€ 60,000.00	€ 50,000.00	
2018CD-000912-0015499999	€38,027,906.00	DISTRIBUIDORA OCHENTA Y SEIS SOCIEDAD ANONIMA	LICITANTE GANADOR	€37,580,000.00	€33,800,000.00	€ 3,780,000.00	€ 447,906.00	

Figura 71. Continuación análisis de rangos de precios en licitaciones.

En las imágenes anteriores se observa como los montos de las licitaciones varían según el proyecto donde es importante recalcar que la diferencia en precio con la competencia incide desde €7.040 hasta €8.255.000. Además, cabe mencionar que un 22% de las veces el monto con el que se participa en la licitación está por encima del presupuesto con el que cuenta la entidad para desarrollar el proyecto. Sin embargo, a pesar de que 78% de las veces está por debajo, en todas las ocasiones se encuentra un oferente que participa con un precio menor.

Por ejemplo, en la licitación 2018CD-000912-0015499999, a pesar de que Distribuidora 86 S.A participó con un monto de €37.580.000, es decir €447.906 por debajo del presupuesto del ente, el oferente ganador compitió con un monto de €33.800.000; €3.780.000 menos que Tectram S.A.

En el caso de la licitación número 2018CD-000109-0003300001 Distribuidora 86 S.A ofreció €16.705.000 y su competencia €8.450.000, lo cual significa que este último participó con un 50% menos que la oferta de Tectram S. A.

Apéndice 6. Diagramas de funciones cruzadas para procesos de producción

Seguidamente, se muestran los diagramas de funciones cruzadas para procesos de producción de la Figura 73 a la Figura 79:

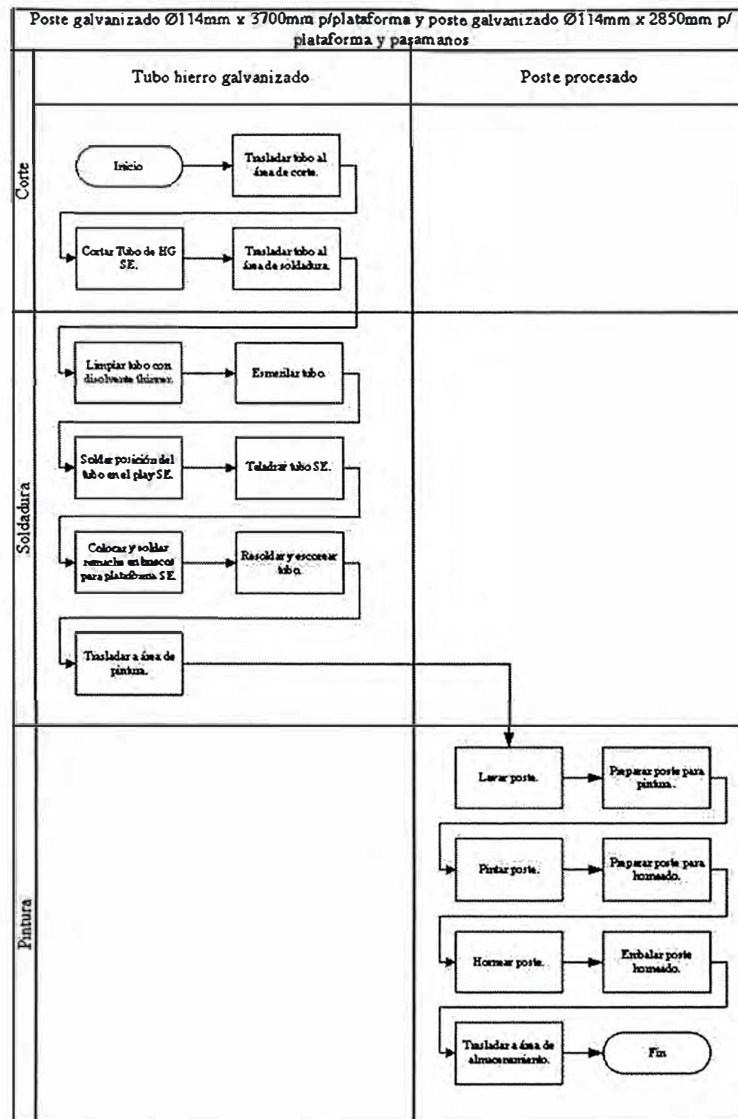


Figura 72. Diagrama de funciones cruzadas de postes galvanizados.

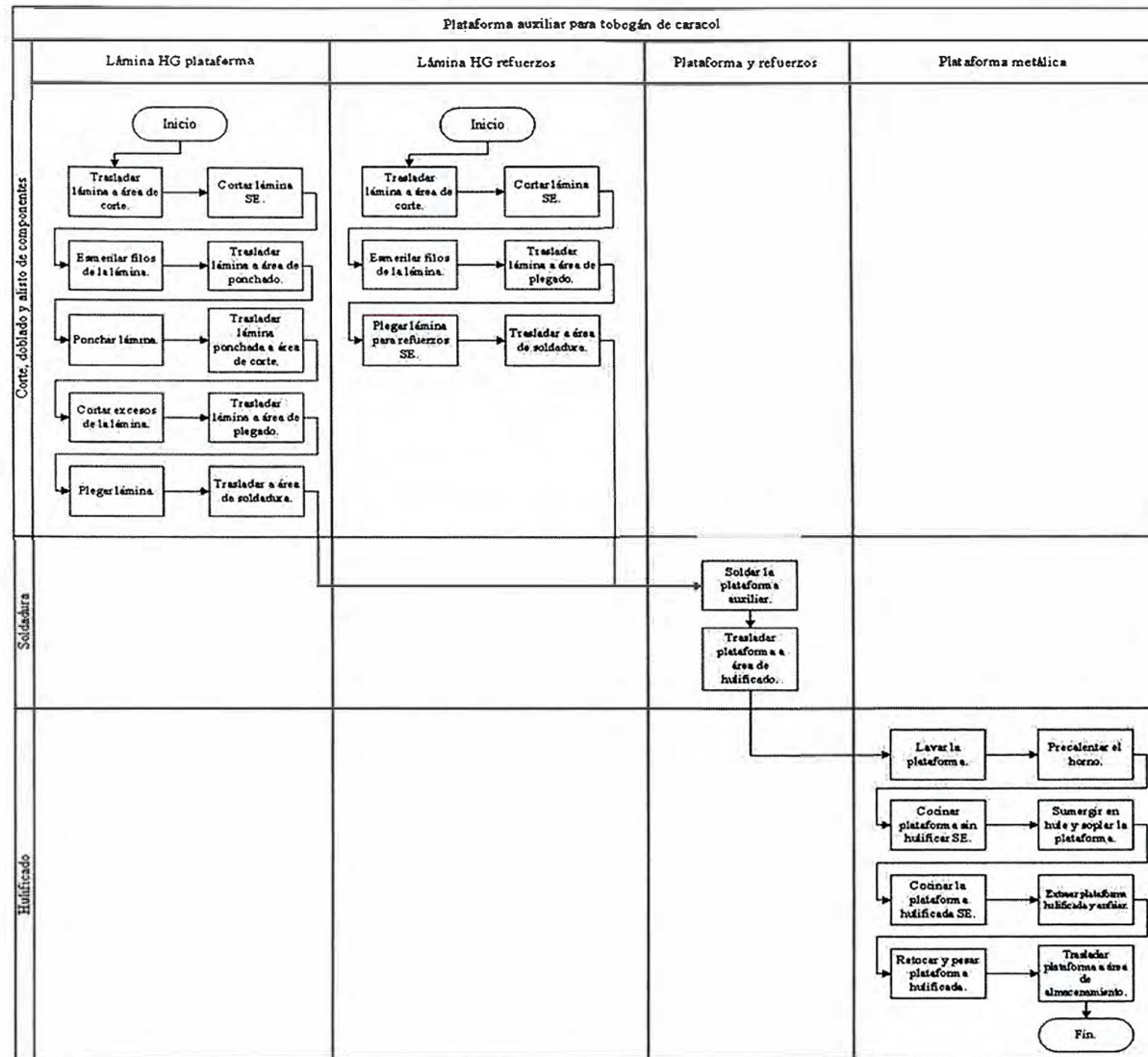


Figura 73. Diagrama de funciones cruzadas de plataforma auxiliar.

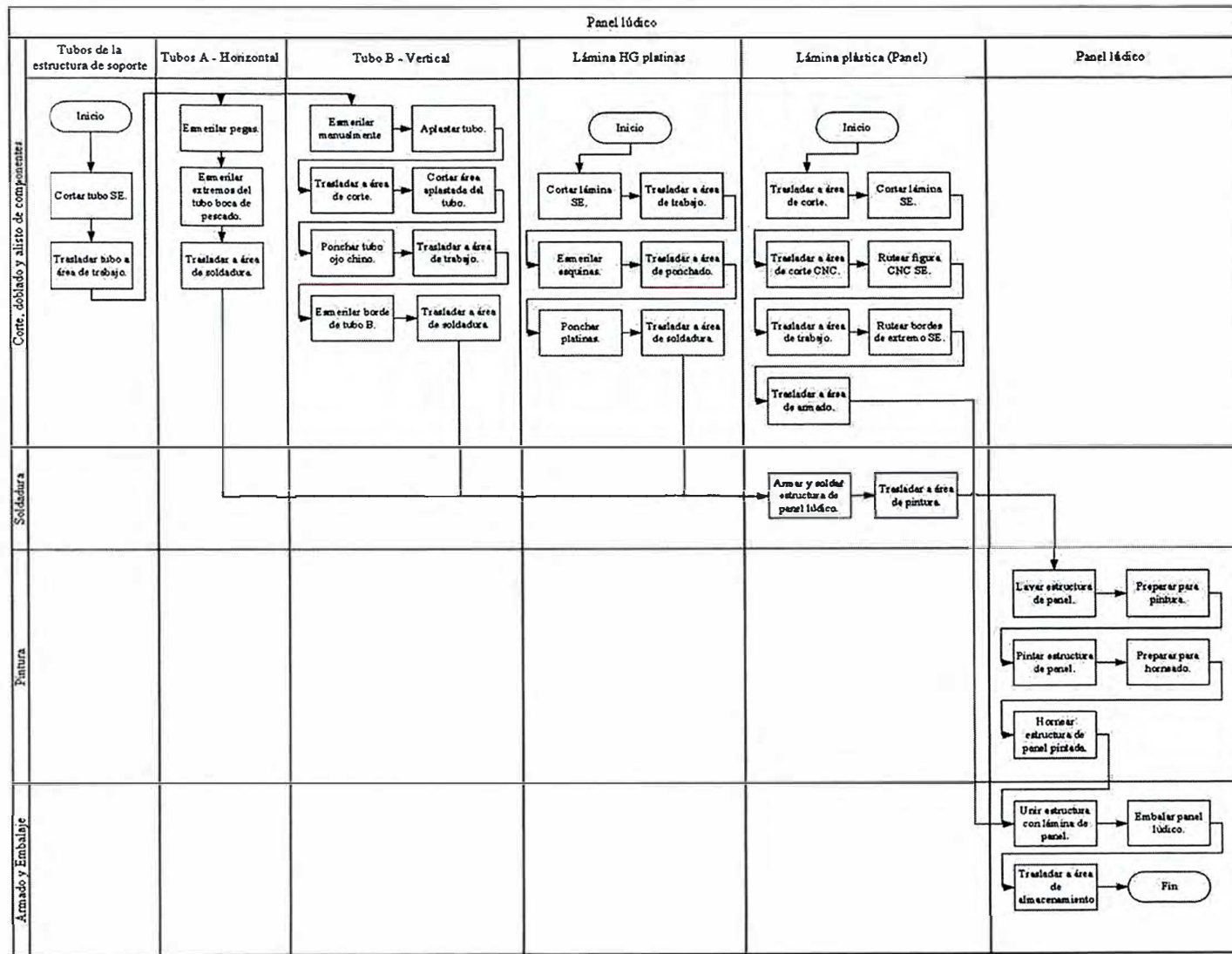


Figura 74. Diagrama de funciones cruzadas de panel lúdico.

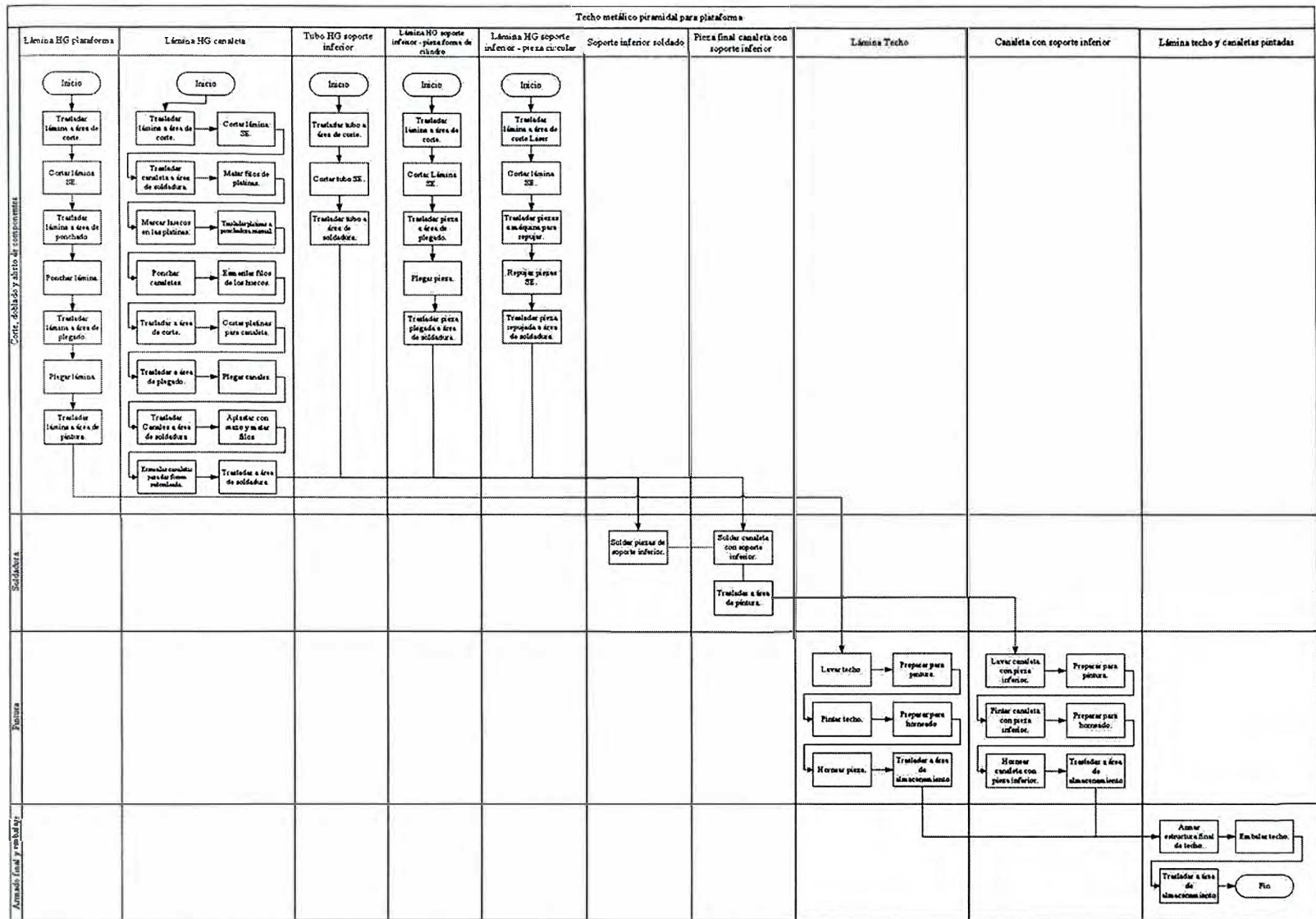


Figura 75. Diagrama de funciones cruzadas de techo metálico.

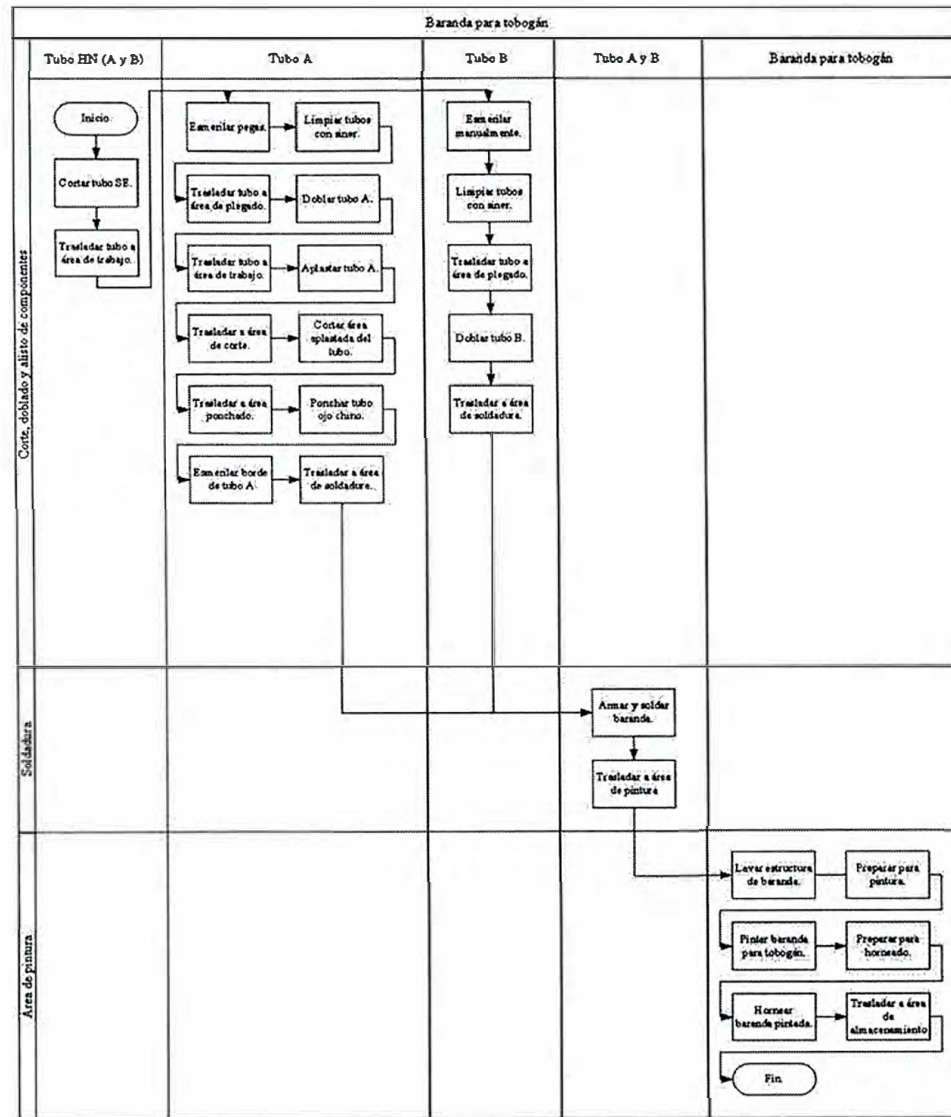


Figura 76. Diagrama de funciones cruzadas de barandas para tobogán.

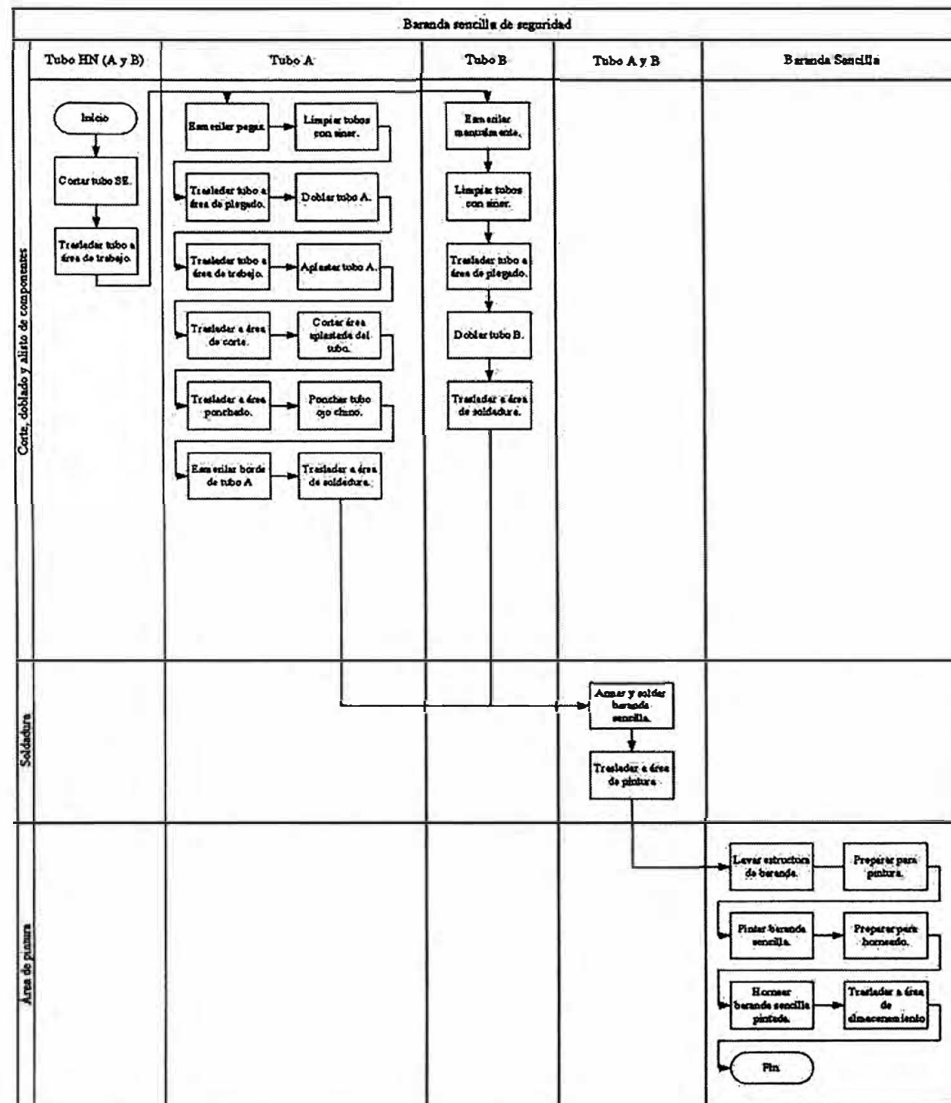


Figura 77. Diagrama de funciones cruzadas de baranda sencilla.

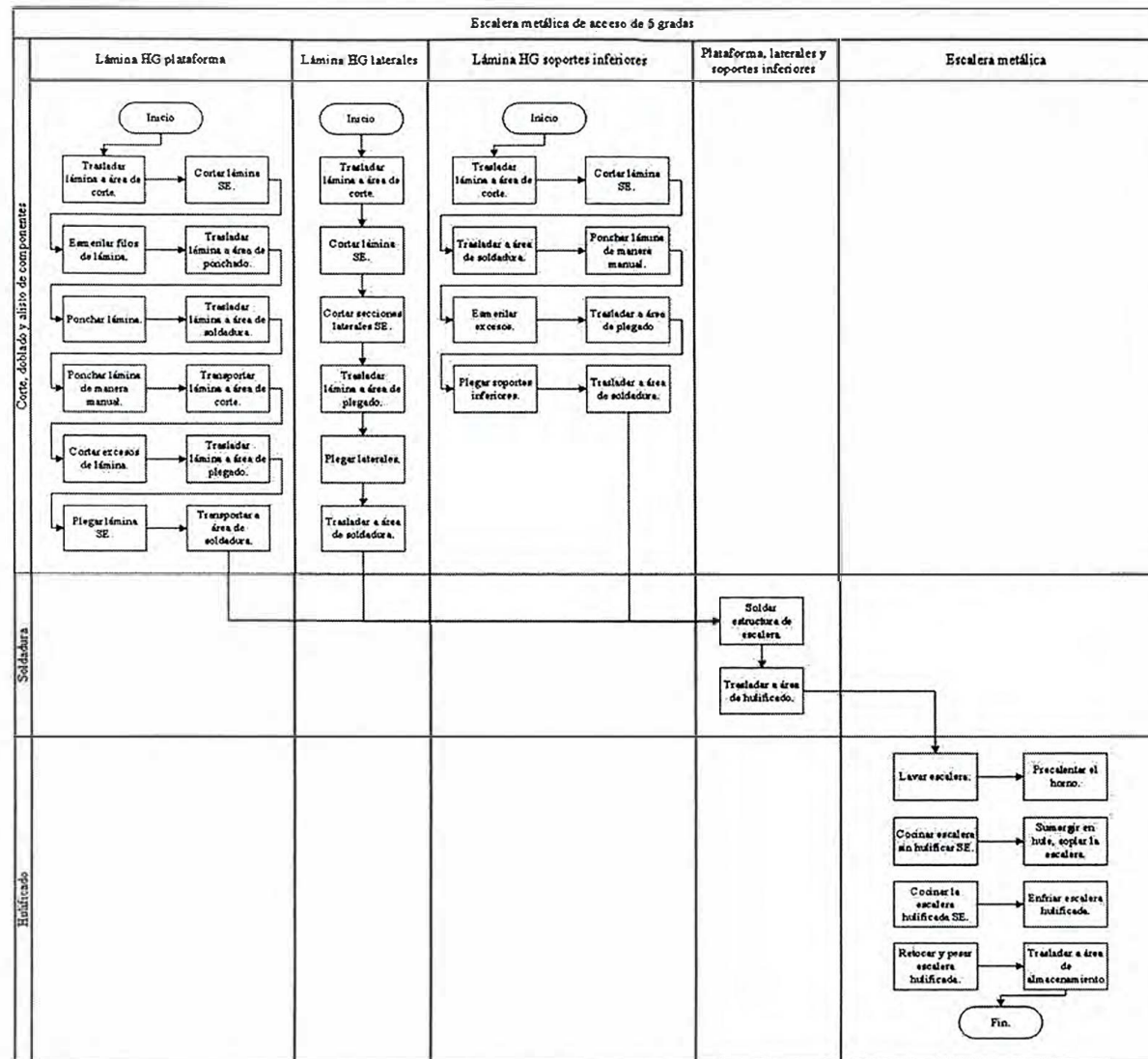


Figura 78. Diagrama de funciones cruzadas de escalera metálica de acceso de 5 gradas.

Apéndice 7. Manual de usuario de la herramienta de registro de información de actividades

Seguidamente, de la Figura 80 a la Figura 91 se presentan imágenes mostrando el manual de usuario elaborado para un adecuado uso de la herramienta.

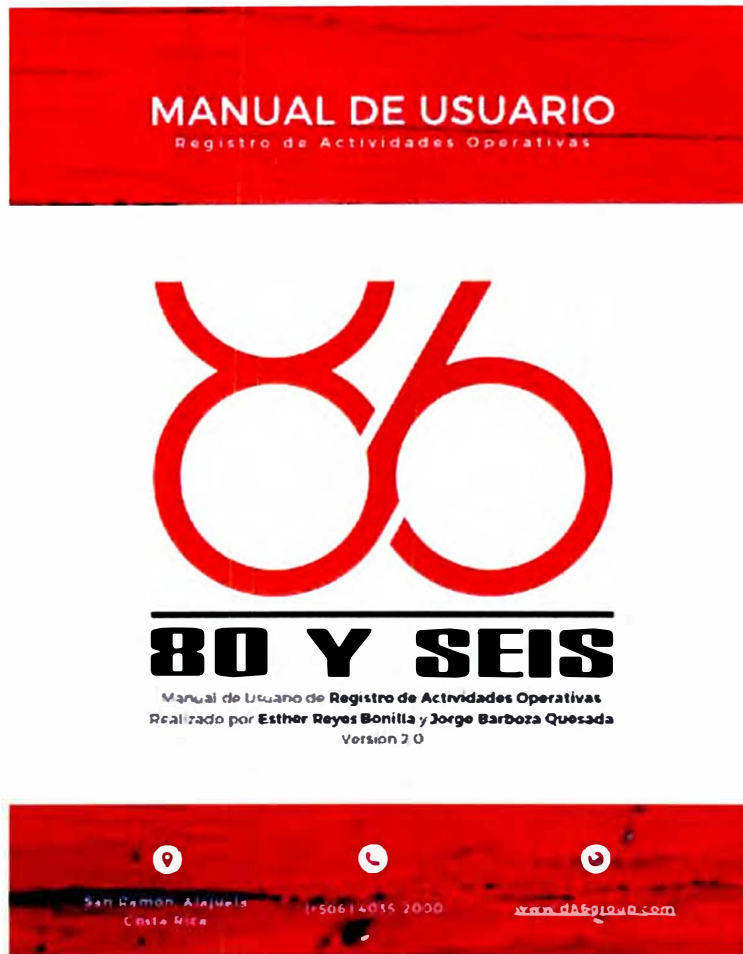
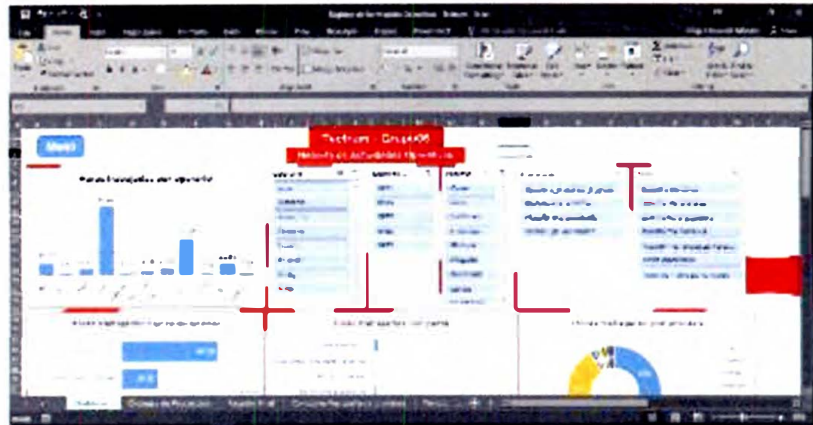


Figura 79. Portada del manual de usuario de la herramienta.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



1 **Menú:** al iniciar la herramienta en la hoja **Dashboard** encontrará el botón de **Menú** el cual desplegará la ventana flotante "Menu principal"

Donde tendrá las opciones de visualizar las **Órdenes de Producción**, modificar, eliminar o agregar **Operarios**, **Registrar actividad operativa** y **Analizar datos** con el Dashboard

Además el usuario podrá abandonar el menú con el botón **Cerrar** en la esquina superior derecha



Figura 80. Menú de la herramienta, manual de usuario.

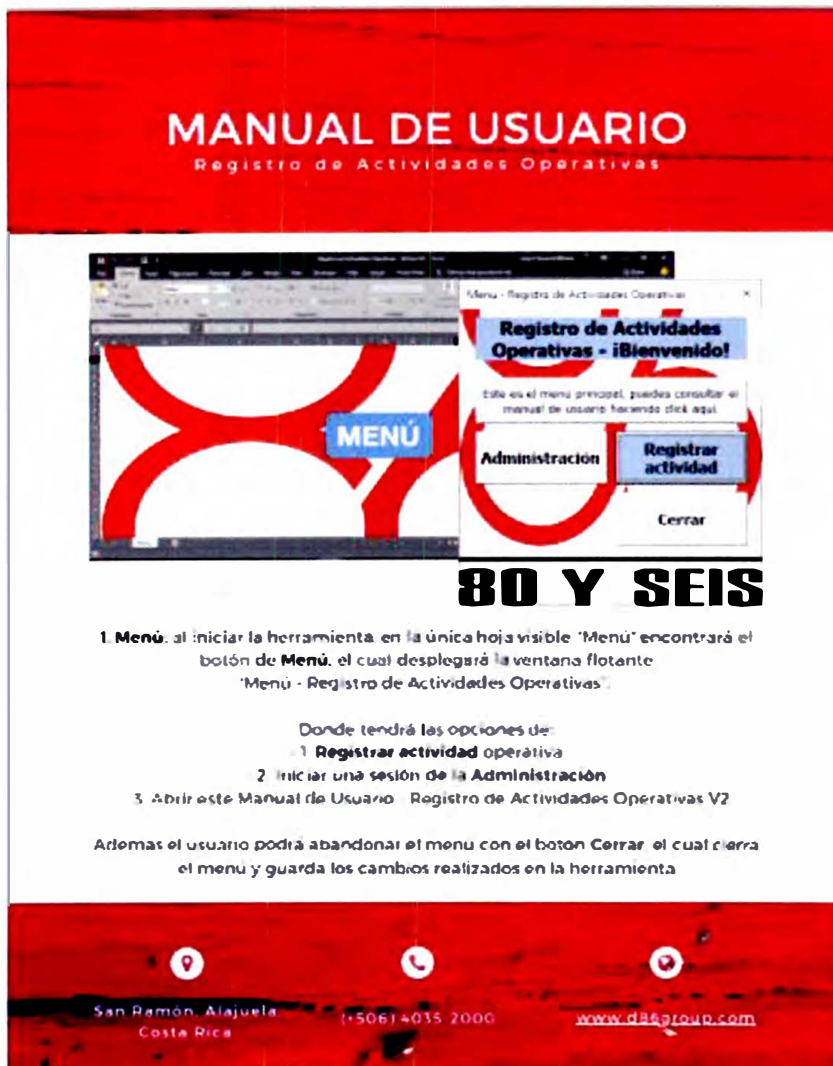
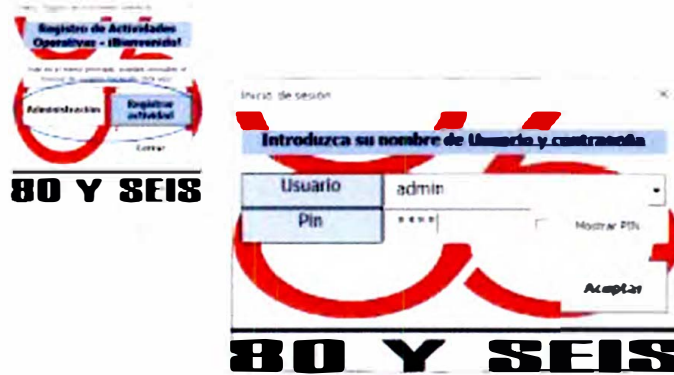


Figura 81. Menú principal de la herramienta, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



Tanto para **Registrar** actividad como para iniciar una sesión de **Administración** es necesario digitar su nombre de Usuario y su Pin de acceso. Además el usuario podrá **Mostrar PIN** seleccionando la casilla correspondiente.



Figura 82. Acceso de seguridad para ingreso de la herramienta, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas

Registro de Actividades Operativas

Introduzca los datos de la actividad

Operario*	Operario
Número de OPR*	
Compañía*	
País*	
Operador*	
Hora de Inicio*	HH:MM
Hora de Finalización*	HH:MM
Forma de Pago*	
Llave de Acceso	

Guardar Confirmar registro Cancelar registro

80 Y SEIS

Luego de iniciar sesión el botón **Registrar actividad** desplegará la ventana "Registrar actividades operativas - Tectram", donde los operarios podrán:

- 1.2 Introducir los datos de la actividad.
- 1.2 **Guardar** el registro para finalizarlo posteriormente o:
- 1.3 **Confirmar registro** para proceder a una nueva actividad.

Además si un usuario de tipo "admin" inicia el botón **Registrar actividad** automáticamente iniciará una sesión **Administrativa** lo que significa que podrá modificar, guardar o confirmar registros de cualquiera de los operarios.



Figura 83. Registro de actividades, manual de usuario.



Figura 84. Menú administrativo, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



21 **Analizar datos.** permite visualizar la hoja "Dashboard" donde el usuario encontrará las gráficas y los filtros.

Es importante recalcar que los filtros se pueden limpiar en el botón de la esquina superior derecha, y en el botón de al lado, se activa la **selección multiple**.

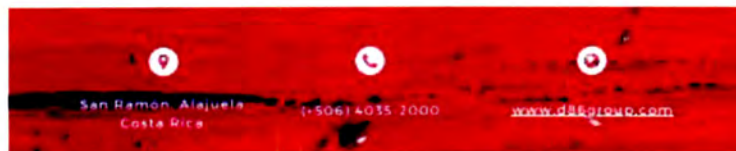
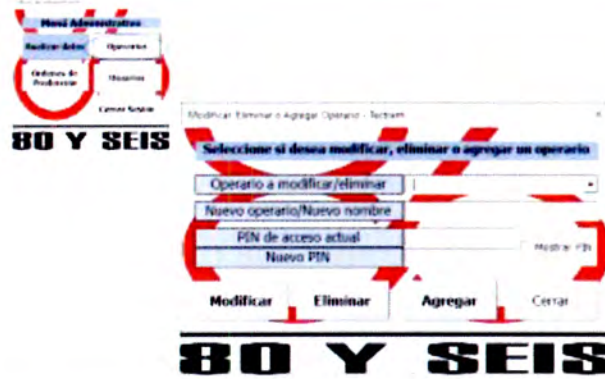


Figura 85. Pizarra de análisis de datos, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



2.2 **Operarios**, permite **Modificar**, **Eliminar** o **Agregar** operarios con su **PIN** de acceso al sistema.

Además el usuario podrá volver al **Menú Administrativo** con el botón **Cerrar**.



Figura 86. Operarios, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



2.3 **Órdenes de Producción**, permite visualizar la hoja **Órdenes de Producción** para actualizar el estado de estas o agregar nuevas.

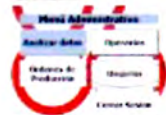
Además el usuario podrá volver al **Menú Administrativo** con el botón **Menú Administración** en la esquina superior izquierda



Figura 87. Órdenes de producción, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



80 Y SEIS



2.4 **Usuarios** permite visualizar la hoja "Usuarios" se pueden editar los nombres de usuario, el tipo y la contraseña

Nota: para agregar, eliminar o modificar **Operarios** se debe hacer como se explica en la sección 2.2

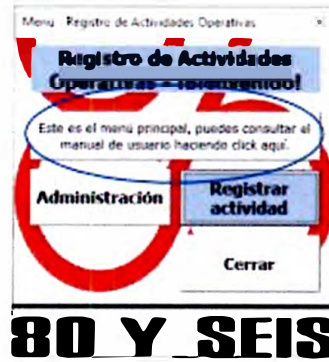
Además el usuario podrá volver al **Menu Administrativo** con el botón **Menú Administración** en la esquina superior derecha.



Figura 88. Control de usuarios, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



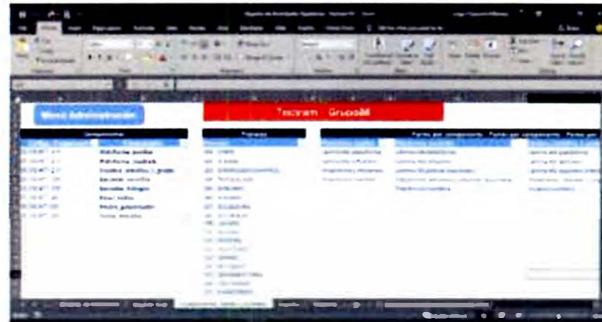
3 Manual de Usuario. Este manual lo puede acceder haciendo click en en la leyenda de la parte superior.



Figura 89. Acceso al manual de usuario desde el menú, manual de usuario.

MANUAL DE USUARIO

Registro de Actividades Operativas



En la hoja "Componentes, partes y procesos" el usuario puede modificar la tabla de **Componentes** y las tablas de **Procesos** y **Partes**.

Además el usuario podrá volver al **Menú Administrativo** con el botón **Menú Administración** en la esquina superior izquierda



Figura 90. Información sobre componentes, proceso, partes, manual de usuario.

Apéndice 8 – Listas de componentes metodología 5s

A continuación, en la Tabla 33, 34 y 35 se presentan las listas de elementos que deben estar en la estación de soldadura y en la Tabla 36 y 37 en la estación de pintura según lo definido para la implementación de la metodología 5s.

Tabla 34. Herramienta o consumible y cantidad necesaria en la estación de soldadura.

Herramienta o consumible	Cantidad
Esmeriladora pequeña	1
Esmeriladora grande	1
Discos para esmeriladora	5
Taladro	1
Brocas para taladro	5
Extensión 4 metros	1
Manguera de aire a presión	3
Cepillo para metal	1
Set de herramientas (desatornilladores, alicates, llaves)	1
Martillo	1
Mazo metálico	1
Mazo hule	1
Lapiz para marcar metal	1
Prensas	4
Cutter	1
Grasa	1
Soldadura TIG (rollo)	1
Soldadura electrodo (paquete)	1
Cinta para medir	1
Set reglas para medicion (metro, escuadra, etc)	1
Set moldes de usos varios	1

Tabla 35. Elemento de protección personal y cantidad necesaria en la estación de soldadura.

Elemento de protección personal	Cantidad
Guantes	1
Lentes	1
Delantal	1
Careta	1
Mascara de soldar	1
Casco	1
Mascara anti polvo para cortar metal	1

Tabla 36. Elemento de limpieza y cantidad necesaria en la estación de soldadura y pintura.

Elemento de limpieza	Cantidad
Escoba	1
Pala para recoger basura	1
Trapo seco	2
Trapo húmedo	2
Atomizador con desinfectante	1

Tabla 37. Herramienta o consumible y cantidad necesaria en la estación de pintura.

Herramienta o consumible	Cantidad
Pulidoras de aire	5
Set de herramientas (martillo, espátula, desatornilladores)	5
Material para embalaje	1
Extensión 4 metros	2
Manguera de aire a presión	4
Cepillo para metal	1
Mazo metálico	2
Mazo hule	2
Set de ganchos para guindar partes a pintar	1
Cúter	3
Cinta para medir	1

Tabla 38: Elemento de protección personal y cantidad necesaria en la estación de pintura.

Elemento de protección personal	Cantidad
Guantes	4
Lentes	4
Delantal	4
Careta	4
Mascara de pintar	4
Casco	4
Equipo protección para pintar completo	2
Pintura (cajas por color)	8
Botas de hule pares	4
Mascara anti polvo para cortar metal	1

Apéndice 9 – Evaluación de auditoría 5s

A continuación, de la Figura 92 a la Figura 98 se presentan las hojas de evaluación de 5s para las distintas áreas.

TECTRAM Herramienta evaluación 5s

5S	Elemento a evaluar - Estación soldadura	1	2	3	4
Seiri: Seleccionar	En los puestos de trabajo se cuenta solamente con los elementos necesarios	X			
	Cuenta la estación de trabajo con todos los componentes necesarios para ejecutar las tareas (herramientas, accesorios, etc.)			X	
	Los componentes de gran tamaño como mesa, soldadora, basureros y carritos de transporte se encuentran colocados adecuadamente.		X		
Seiton: Organizar	Los pasillos de la estación están libres de obstáculos.	X			
	Existe un lugar específico para herramientas marcado visualmente	X			
	Los lugares para producto defectuoso son fáciles de reconocer	X			
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa	X			
	Se vuelven a colocar las herramientas en sus lugar después de usarlas			X	
	Los materiales y repuestos están ubicados en un lugar conveniente y etiquetados para su fácil acceso	X			
	El producto en proceso está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	El producto terminado está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	El producto defectuoso está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	Las instalaciones y tuberías están distribuidos de forma segura y ordenada				X
	Las bandejas y carros están limpios y ubicados en lugares diseñados para su uso	X			
	Las mesas de trabajo están organizadas de manera conveniente				X
	Los dispositivos de seguridad y las salidas de emergencias están localizados convenientemente para su uso y tienen un buen mantenimiento				X
Los desechos se disponen de forma correcta, y en recipientes adecuados	X				

Figura 91. Herramienta para evaluación 5s, estación de soldadura.

Seiso: Limpiar	Las mesas de trabajo permanecen limpias y se emplea el equipo adecuado para este tal fin				X
	Es fácil localizar los materiales de limpieza	X			
	Los horarios y medidas de limpieza son fácilmente visibles	X			
	La maquinaria y el equipo están limpios, seguros, con buen mantenimiento y son convenientes para su uso				X
	El piso de la estación está limpio y libre de objetos que obstaculicen el movimiento	X			
	La iluminación y ventilación es adecuada para llevar a cabo una operación eficiente	X			
	La vestimenta del trabajador debe estar en condiciones aceptables de limpieza y no debe tener agujeros.		X		
	Las instalaciones tiene una buena apariencia y una atmósfera que propicia la creatividad	X			

Figura 92. Herramienta para evaluación 5s, estación de soldadura (Continuación).

TECTRAM Herramienta evaluación 5s

5S	Elemento a evaluar - Estación soldadura	1	2	3	4
Seiketsu: Estandarizar	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria para la elaboración de productos, cerca de su puesto de trabajo.	X			
	Se cuenta con ayudas visuales que ayuden a definir donde va cada cosa.	X			
	Se ha respetado el cronograma de limpieza	X			
Shitsuke: Seguimiento	La organización y el orden son regularmente observados				X
	Las reglas de seguridad y limpieza son observadas				X
	Se lleva a cabo la respectiva auditoria de evaluación de 5s según programa				X

Figura 93. Herramienta para evaluación 5s, estación de soldadura (Continuación).



Herramienta evaluación 5s

SS	Elemento a evaluar - Estación pintura	1	2	3	4
Seiri: Selección	En los puestos de trabajo se cuenta solamente con los elementos necesarios	X			
	Cuenta la estación de trabajo con todos los componentes necesarios para ejecutar las tareas (herramientas, accesorios, etc.)				X
	Los componentes de gran tamaño como mesas, elementos de transporte, escaleras, bancos, entre otros, se encuentran colocados de tal forma que no estorben para ejecutar operaciones	X			
Seiton: Organizar	Los pasillos de la estación están libres de obstáculos.	X			
	Existe un lugar específico para herramientas marcado visualmente	X			
	Los lugares para producto defectuoso son fáciles de reconocer	X			
	Es fácil reconocer el lugar para cada cosa	X			
	Se vuelven a colocar las herramientas en sus lugar después de usarlas				X
	Los materiales y repuestos están ubioados en un lugar conveniente y etiquetados para su fácil acceso	X			
	El producto en proceso está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	El producto terminado está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	El producto defectuoso está ubicado en un lugar destinado para este fin.	X			
	Las instalaciones y tuberías están distribuidos de forma segura y ordenada				X
	Las bandejas y carros están limpios y ubioados en lugares diseñados para su uso	X			
	Las mesas de trabajo están organizadas de manera conveniente				X
	Los dispositivos de seguridad y las salidas de emergencias están localizados convenientemente para su uso y tienen un buen mantenimiento				X
Los desechos se disponen de forma coorrecta, y en recipientes adecuados	X				

Figura 94. Herramienta para evaluación 5s, estación de pintura.

Seiso: Limpiar	Las mesas de trabajo permaneces limpias y se emplea el equipo adecuado para este tal fin				X
	Es fácil localizar los materiales de limpieza	X			
	Los horarios y medidas de limpieza son fácilmente visibles	X			
	La maquinaria y el equipo están limpios, seguros, con buen mantenimiento y son convenientes para su uso				X
	El piso de la estación está limpio y libre de objetos que obstaculioen el movimiento	X			
	La iluminación y ventilación es adecuada para llevar a cabo una operación eficiente	X			
	La vestimenta del trabajador debe estar en condiciones aceptables de limpieza y no debe tener agujeros.				X
	Las instalaciones tiene una buena apariencia y una atmósfera que propicia la creatividad	X			

Figura 95. Herramienta para evaluación 5s, estación de pintura (Continuación).



Herramienta evaluación 5s

SS	Elemento a evaluar - Estación pintura	1	2	3	4
Seiketsu: Estandariza r	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria para la elaboración de productos, cerca de su puesto de trabajo.	X			
	Se cuenta con ayudas visuales que ayuden a definir donde va oada cosa.	X			
	Se ha respetado el cronograma de limpieza	X			
Shitsuke: Seguimient o	La organización y el orden son regularmente observados				X
	Las reglas de seguridad y limpieza son observadas				X
	Se lleva a cabo la respectiva auditoria de evaluación de 5s según programa				X

Figura 96. Herramienta para evaluación 5s, estación de pintura (Continuación).

5S	Elemento a evaluar - Área administrativa	1	2	3	4
Seiri: Seleccionar	En los puestos de trabajo se cuenta solamente con los elementos necesarios				X
	Los componentes que no se utilicen diariamente se encuentran almacenados.				X
	El monitor, mouse, teclado, teléfono y laptop (desktop si aplica), se encuentran colocados en los lugares destinados para ellos.				X
	Los pasillos del área administrativa libres de obstáculos.				X
Seiton: Organizar	Existe un lugar específico para cada componente en la estación.				X
	Después de la jornada laboral, la estación está ordenada y limpia.				X
	Los desechos se disponen de forma correcta, y en recipientes adecuados.				X
	No hay componentes ajenos a las operaciones realizadas en la estación.				X
Seiso: Limpiar	Las mesa de trabajo permaneces limpias y se emplea el equipo adecuado para este tal fin				X
	Es fácil localizar los materiales de limpieza para la estación.	X			
	Los horarios y medidas de limpieza son fácilmente visibles.	X			
	El piso de la estación está limpio y libre de objetos que obstaculicen el movimiento				X
	La iluminación y ventilación es adecuada para llevar a cabo una operación eficiente				X
Seiketsu: Estandarizar	Las instalaciones tiene una buena apariencia y una atmósfera que propicia la creatividad				X
	Los trabajadores disponen de toda la información necesaria para la elaboración de productos, cerca de su puesto de trabajo.				X
	Se cuenta con ayudas visuales que ayuden a definir donde va cada cosa.	X			
	Se ha respetado el cronograma de limpieza	X			
Shitsuke: Seguimiento	La organización y el orden son regularmente observados				X
	Las reglas de seguridad y limpieza son observadas	X			
	Se han llevado a cabo las auditorías internas de evaluación de 5s según periodicidad	X			

Figura 97. Herramienta para evaluación 5s, área administrativa.

A continuación, se definen los criterios para definir el nivel de cumplimiento del elemento evaluado:

- 1: no se cumple en su totalidad el elemento a evaluar.
- 2: el elemento a evaluar se cumple de forma parcial.
- 3: el elemento a evaluar se cumple, pero presenta oportunidades de mejora.
- 4: el elemento a evaluar es cumplido completamente.

En el momento que se encuentren disconformidades de nivel 1 o 2, se deben tomar acciones para revertir estas disconformidades. Se presenta a continuación, en la Figura 99 la plantilla de seguimiento de acciones por hallazgos en auditoría 5s.

Seguimiento acciones - hallazgos auditoría 5s					
Problema encontrado	Acciones propuestas	5s	Responsable	Inicio	Finalización

Figura 98. Planilla seguimiento de acciones por hallazgos en auditoría de 5s.

Apéndice 10. SRS: Software Requirements Specifications

10.1 Introducción

10.1.1 Propósito

El presente apéndice describe la especificación de requerimientos de software para el modelo de la gestión de las operaciones. El propósito de este SRS es mostrar una descripción detallada del funcionamiento global del software, la cual será utilizada como guía y documentación para el diseño y desarrollo de la herramienta por parte de los autores o para ser replicada o modificada por la contraparte.

10.1.2 Alcance

La herramienta llamada modelo de gestión de las operaciones facilitará la planificación y control de la producción del área de metalmecánica de la empresa Tectram S.A., la cual considera únicamente a los componentes de los productos bajo estudio en el presente proyecto. Actualmente, la organización cuenta con el software Exactus, sin embargo, este no se centra en el departamento de producción con lo cual se pretende que el software en desarrollo se encuentre ligado a este.

A pesar de que el software se enfoca en el área de producción tendrá una relación directa con los departamentos de ventas, compras, logística y gerencia, pues la misma se alimentará de la información de estos departamentos. Lo anterior es indispensable para la organización, ya que es necesario optimizar la planificación de la producción y mejorar la comunicación entre departamentos con el fin de mejorar la capacidad de respuesta de la empresa en cuanto al cumplimiento de pedidos y de producción.

10.1.3 Descripción general

El SRS consta de 3 partes, la primera sección se encuentra relacionada con la introducción en la cual es posible determinar tanto el propósito como el alcance de este apéndice. La segunda sección hace referencia a la descripción de los factores generales que afectan el producto final, es decir, el software; por lo tanto, se encuentra dividida en subsecciones que abarcan la perspectiva, funciones, restricciones, suposiciones y dependencias del producto, así como las características del usuario.

Finalmente, la tercera y última sección contempla todos los requisitos de software a un nivel detallado con la finalidad de permitir desarrollar el sistema. Cabe mencionar, que estos requisitos incluyen como tanto una entrada en el sistema como una salida o respuesta del mismo.

10.2 Descripción general

Como ya se mencionó con anterioridad, esta sección describe los factores generales que afectan el producto, los mismos se muestran a continuación:

10.2.1 Perspectiva del producto

La herramienta ayudará a la organización a determinar la cantidad de producto que debe producir diariamente para satisfacer las necesidades del mercado y considera la estrategia de la empresa de aumentar su competitividad. Se contará con una ventana de inicio de sesión del usuario; a continuación, se mostrará una página de bienvenida con un menú principal donde se podrán observar las opciones para dirigirse a los distintos módulos:

- La herramienta contará con una interfaz de ingreso para usuarios. Los usuarios podrán gestionar desde el módulo de administración de la herramienta.

- El primer módulo será el referente a la administración de la herramienta, el cual cuenta con dos submódulos
 - Uno de administración de usuarios donde se podrán agregar, editar y eliminar usuarios.
 - El otro submódulo permitirá definir los parámetros generales del sistema, donde se podrán ingresar nuevos productos terminados, materia prima, secuencias de producción predeterminadas, tipos de recurso humano y sus características, requerimientos de materiales por proceso y todos los parámetros generales para que el sistema funcione adecuadamente.
- El segundo módulo permitirá hacer la gestión de los recursos de la herramienta, se define por recurso todo aquello que alimente a la planificación de la producción y la pueda limitar hasta cierto punto, como lo son el inventario tanto de materia prima como de producto terminado, la cantidad y tipo de personal disponible, demanda requerida ya sea por componente o por play terminado por proyecto, los cuales se administrarán en submódulos.
- El tercer módulo permitirá programación de la producción respectivamente; cabe mencionar que mostrará así mismo los indicadores claves de desempeño.

10.2.2 Funciones del producto

El software busca solventar las deficiencias en cuanto a la planificación y control de la producción encontradas en el área de metalmecánica de la empresa Tectram S.A., para esto se diseñarán 3 modalidades, sus funciones las siguientes:

- Realizará un análisis de la demanda del mercado de acuerdo a las licitaciones ganadas en un tiempo específico en conjunto con la capacidad de los recursos disponibles en la planta de producción con la finalidad de obtener un MPS.
- Contabilizará los componentes que se encuentran como producto terminado y producto en proceso para así en conjunto con el punto anterior elaborar el MPS.
- Se alimentará de los datos generados por el software Exactus con respecto a inventarios de materia prima, control de proveedores para determinar el momento en que se debe reforzar el inventario.
- Con la información de los puntos anteriores el software será capaz de elaborar un MPS y MRP robusto que se adapte a las condiciones de la organización en procura de la demanda.
- Controlará las operaciones del área de producción por medio de indicadores claves de desempeño.

10.2.3 Características del usuario

Para el uso de este software el usuario debe contar con el conocimiento básico sobre el uso de Microsoft Excel, así como la terminología y módulos con la que cuenta la herramienta para evitar errores con el manejo de la información y el análisis de resultados generados por la herramienta.

10.2.4 Restricciones

No se cuentan con restricciones que afecten el desarrollo de la herramienta.

10.2.5 Suposiciones y dependencias

Como se ha mencionado anteriormente una parte de la información del sistema depende del software ya existente en la organización, lo cual propicia una limitación para el desarrollo de la herramienta ya que

en conjunto con el área de tecnología de información se deben de ligar ambos sistemas para un adecuado funcionamiento.

10.2.6 Distribución de requisitos

De los requerimientos a detallarse en la siguiente etapa no se identifica alguno que pueda retrasarse hasta futuras versiones del sistema.

10.3 Requerimientos Específicos

10.3.1 Requerimientos externos de interfaz

10.3.1.1 Interfaz de usuario

El sistema debe mostrar un menú principal cuyas opciones de navegación sean las siguientes:

- Administración del sistema
 - Gestión de usuarios.
 - Parámetros de producción.
- Gestión de recursos y demanda
 - Gestión de demanda por proyecto.
 - Gestión de materia prima y producto terminado.
 - Gestión de recurso humano.
- Planeación de la producción
 - MRP.
 - MPS.
 - Gestión de indicadores.

10.3.1.2 Interfaz de hardware

El software requerido para el uso de la herramienta es Microsoft Excel, por lo que el hardware debe utilizado debe ser una computadora de escritorio o laptop ser capaz de soportar este software, con los siguientes requerimientos mínimos:

- Procesador requerido
 - Procesador a 1 gigahercio (Ghz) o más rápido, x86 o x64 bits con conjunto de instrucciones SSE2
- Sistema operativo requerido
 - Windows 8.1, Windows 8, Windows 7, Windows Server 2008 R2 o Windows Server 2012; Mac OS X 10.6 or later
- Memoria requerida
 - 1 GB RAM (32 bits); 2 GB de RAM (64 bits)
- Espacio libre requerido en disco duro
 - 3.0 GB de espacio disponibles
- Requisitos de pantalla
 - Para poder usar la aceleración por hardware de gráficos se necesita una tarjeta gráfica compatible con DirectX 10 y resolución de 1024 x 576
- Versión de .NET requerida
 - 3.5, 4.0 o 4.5

10.3.1.3 Interfaz de comunicación

El sistema debe presentarse en idioma español.

Para que el software sea legible para todos los usuarios la letra de la interfaz debe ser de tipo Arial, con un tamaño de 16 para el menú de navegación, 14 para los títulos y subtítulos, 12 para los demás cuadros de texto.

El sistema debe mostrar en la interfaz gráfica las siguientes leyendas: fecha y hora del servidor, además de las opciones para minimizar, restaurar y cerrar la ventana. El formato de la fecha debe ser DD/MM//AA donde DD corresponde a día, MM a mes, y AA a año.

El sistema debe mostrar el formato de la hora de la siguiente manera: hh:mm tt, donde hh corresponde a la hora, mm a los minutos, y tt corresponde a am o pm.

10.3.2 Características del Sistema

10.3.2.1 Administración de la herramienta

10.3.2.1.1 Descripción

El trabajador debe realizar un inicio de sesión de usuario para acceder a la herramienta, esto con la finalidad de obtener una visibilidad y trazabilidad del uso de la información. Es de prioridad 5 (siendo esta la máxima prioridad). Por otra parte, el usuario podrá gestionar los usuarios del sistema, para poder crear, editar o eliminar usuarios.

Además, el usuario podrá editar parámetros generales del sistema, como lo son las caracterizaciones de los productos terminados, materia prima, además de secuencias de proceso predeterminadas con sus respectivos requerimientos de materiales y tiempos; finalmente, los tipos de recurso humano disponible y sus características.

10.3.2.1.2 Secuencia de estímulo / Respuesta

Se presenta a continuación en la Tabla 38, Tabla 39 las secuencias de estímulo / respuesta de los submódulos Gestión de usuarios y Parámetros de producción respectivamente.

Tabla 39. Función, estímulo y respuesta del submódulo gestión de usuarios.

Función	Estímulo	Respuesta
1.1 - Autenticación usuarios	• Ingreso al sistema	• Mostrar ventana de autenticación de usuarios
	• Ingreso de datos de usuario	• Autenticación de usuario
	• Clic botón entrar	
1.2 - Edición usuarios	• Ingreso al módulo	• Mostrar opciones de módulo
	• Clic en ingreso creación de usuario	• Mostrar ventana usuario nuevo
	• Ingreso de datos de usuario nuevo	• Verificación de datos
	• Clic en ingreso edición de usuario	• Mostrar usuarios creados
	• Clic en usuario	• Mostrar ventana de edición de usuario
	• Ingreso de datos edición de usuario	• Verificación de datos
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
	• Clic botón Cancelar	• Verificación de salir de módulo

Tabla 40. Función, estímulo y respuesta del submódulo parámetros de producción.

Función	Estímulo	Respuesta
2.1 - Creación de códigos productos	• Ingreso al módulo	• Mostrar opciones de módulo
	• Clic en ingreso a módulo de crear o importar códigos	• Mostrar ventana de crear o importar códigos
	• Ingresar códigos según opciones disponibles	• Verificar ingreso de información
	• Clic en ingreso a módulo editar códigos	• Mostrar ventana de editar códigos
	• Seleccionar códigos y editar según opciones disponibles	• Verificar ingreso de información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
2.2 - Centros de trabajo	• Ingreso al módulo	• Mostrar opciones de módulo
	• Clic en ingreso a módulo de crear centro de trabajo	• Mostrar ventana de crear centros de trabajo
	• Ingresar información requerida centros de trabajo	• Verificar ingreso de información
	• Clic en ingreso a módulo editar centros de trabajo	• Mostrar ventana de editar códigos
	• Seleccionar centro de trabajo y editar según opciones disponibles	• Verificar ingreso de información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos

Tabla 41. Función, estímulo y respuesta del submódulo parámetros de producción (continuación).

Función	Estímulo	Respuesta
2.3 - Tiempos de ciclo	• Ingreso al módulo	• Mostrar opciones de módulo
	• Clic en ingreso a módulo de crear tiempos de ciclo	• Mostrar ventana de crear tiempos de ciclo
	• Ingresar información requerida tiempos de ciclo	• Verificar ingreso de información
	• Clic en ingreso a módulo editar tiempos de ciclo	• Mostrar ventana de editar códigos
	• Seleccionar tiempos de ciclo y editar según opciones disponibles	• Verificar ingreso de información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
2.4 - Ruta de producción	• Ingreso al módulo	• Mostrar opciones de módulo
	• Clic en ingreso a módulo de crear ruta de producción	• Mostrar ventana de crear ruta de producción
	• Ingresar información requerida ruta de producción	• Verificar ingreso de información
	• Clic en ingreso a módulo editar ruta de producción	• Mostrar ventana de editar códigos
	• Seleccionar ruta de producción y editar según opciones disponibles	• Verificar ingreso de información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
2.5 - Relación ordenes de producción	• Ingreso al módulo	• Mostrar ventana para relacionar ordenes de producción a órdenes y materia prima
	• Relacionar manualmente o importar relación de materia primas rutas de producción	• Verificar información y relacionar materia prima con rutas de producción
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
2.6 - Explosión de materiales por producto terminado	• Ingreso al módulo	• Mostrar ventana asignar un consumo de material a rutas de producción asignadas a materia prima
	• Asignar manualmente o importar explosión de materiales por ruta de producción a producto terminado	• Verificar información y asignar explosión de materiales a producto terminado
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos

10.3.2.1.3 Requisitos funcionales asociados

1. El sistema debe autenticar los usuarios activos antes de iniciar la aplicación con los atributos de usuario y contraseña.
2. El sistema debe registrar, modificar y eliminar usuarios con los atributos: código, nombre, primer apellido, segundo apellido, estado [activo | inactivo], fecha de registro, fecha de último acceso, puesto de trabajo, correo electrónico, número de teléfono y contraseña para ser verificada.
3. El sistema debe registrar, modificar y eliminar productos con los siguientes atributos: código, nombre, familia, y tipo (materia prima, subensamble o Producto terminado).
4. El sistema debe ser capaz de registrar, modificar y eliminar centros de trabajo bajo los siguientes atributos: nombre, tiempo estándar en minutos por producto manufacturado en el centro de trabajo, lista de productos manufacturados por el centro de trabajo, cantidad de operarios requeridos en centro de trabajo.
5. El sistema debe registrar, modificar y eliminar los tiempos ciclo para cada producto con los siguientes atributos: producto, ruta de producción.
6. El sistema debe registrar, modificar y eliminar la ruta de producción para cada producto con los siguientes atributos: nombre del centro de trabajo, código del producto, nombre del producto.
7. El sistema debe de relacionar cada orden de producción con la ruta de producción para el producto requerido.
8. El sistema debe registrar, modificar y eliminar explosión de materiales que componen un producto que contenga los siguientes atributos (código único, nombre del material, código del producto al que pertenece, nombre del producto al que pertenece, unidad de medida de referencia, cantidad).

10.3.2.2 Gestión de recursos y demanda

10.3.2.2.1 Descripción

Dada la naturaleza de la organización, el trabajador podrá ingresar la demanda de productos necesario a producir en un plazo de tiempo específico, las ventas históricas de los productos, elegir la cantidad de recurso humano disponible y con la información base necesaria se realizará un plan maestro de producción.

10.3.2.2.2 Secuencia de estímulo/ respuesta

Se presenta a continuación en la Tabla 40, Tabla 41 y Tabla 42 las secuencias de estímulo / respuesta de los submódulos gestión de demanda por proyecto, gestión de materia prima y producto terminado y gestión de recurso humano respectivamente.

Tabla 40. Función, estímulo y respuesta del submódulo gestión de demanda por proyecto.

Función	Estímulo	Respuesta
3.1 - Gestión de proveedores	• Ingreso al módulo	• Mostrar proveedores actuales
	• Ingresar a agregar proveedores	• Mostrar opción de agregar proveedores
	• Ingresar información de proveedores	• Verificar información
	• Ingresar a editar proveedores	• Mostrar opción de editar proveedores
	• Ingresar información de proveedores	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
3.2 - Gestión de clientes	• Ingreso al módulo	• Mostrar clientes actuales
	• Ingresar a agregar clientes	• Mostrar opción de agregar clientes
	• Ingresar información de clientes	• Verificar información
	• Ingresar a editar clientes	• Mostrar opción de editar clientes
	• Ingresar información de clientes	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
3.3 - Ingreso de demanda	• Ingreso al módulo	• Mostrar demanda actual
	• Ingreso manualmente o importar demanda	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
3.4 - Ingreso de ventas	• Ingreso al módulo	• Mostrar ventas actuales
	• Ingresar ventas o importar demanda	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos

Tabla 41. Función, estímulo y respuesta del submódulo gestión de materia prima y producto terminado.

Función	Estímulo	Respuesta
4.1 - Ingreso de cantidad materia prima	• Ingreso al módulo	• Mostrar inventario de materia prima actual
	• Ingresar ventas o importar inventario de materia prima	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos
4.2 - Inventario producto terminado	• Ingreso al módulo	• Mostrar inventario de producto terminado actual
	• Ingresar ventas o importar inventario de producto terminado	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos

Tabla 42. Función, estímulo y respuesta del submódulo gestión de recurso humano.

Función	Estímulo	Respuesta
5.1 - Ingreso de tipos de operario y caracterización	• Ingreso al módulo	• Mostrar tipos de operarios actuales
	• Ingresar a agregar tipos de operarios	• Mostrar opción de agregar tipos de operarios
	• Ingresar información de tipos de operarios	• Verificar información
	• Ingresar a editar tipos de operarios	• Mostrar opción de editar tipos de operarios
	• Ingresar información de tipos de operarios	• Verificar información
	• Clic botón Salvar	• Verificación de salvar información ingresada • Actualizar base de datos

10.3.2.2.3 Requisitos funcionales asociados

9. El sistema debe registrar, modificar y eliminar proveedores con los siguientes atributos: código, nombre, correo electrónico, número de teléfono, ubicación y tiempo de entrega.
10. El sistema debe registrar, modificar y eliminar clientes con los siguientes atributos: código, nombre, número de teléfono, correo electrónico, dirección.
11. El sistema debe registrar la demanda de productos bajo los siguientes atributos: nombre del producto, cantidad, fecha de solicitud, fecha de entrega y cliente.
12. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la demanda de producto que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de demanda de producto”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (producto, cantidad, fecha de solicitud, fecha de entrega y cliente), que se pueda filtrar por (producto, rango de fechas de solicitud y rango de fechas de entrega).

13. El sistema debe registrar las ventas realizadas con los siguientes atributos: nombre de producto, unidad de medida, cantidad vendida, cliente, fecha de venta, número de factura, precio de venta, y faltantes por demanda insatisfecha.
14. El sistema debe registrar, modificar y eliminar materias primas que contenga los siguientes elementos (código único, nombre, estado [activo | inactivo], unidad de medida de referencia y cantidad actual).
15. El sistema debe registrar el inventario de producto terminado en el centro de trabajo con los siguientes atributos: producto, cantidad, nombre del centro de trabajo, fecha de finalización y orden de producción.
16. El sistema debe registrar, modificar y eliminar los tipos de operarios que contengan los siguientes elementos (tipo de operario, cantidad de operarios disponibles, costo por hora por tipo de operario, operaciones asignables).

10.3.2.3 Planeación de la producción

10.3.2.3.1 Descripción

El módulo de planeación de la producción incluye los submódulos relacionados al MRP, MPS y la gestión de reportes e indicadores. El buen funcionamiento de este módulo es dependiente que la información proporcionada en los módulos de administración del sistema y gestión de recursos y demanda sea la adecuada.

10.3.2.3.2 Secuencia de estímulo/ respuesta

Se presenta a continuación las secuencias de estímulo / respuesta de los submódulos, donde en la Tabla 43 se observa los del MRP, en las Tablas 44 el MPS y en la Tabla 45 la gestión de reportes e indicadores.

Tabla 43. Función, estímulo y respuesta del submódulo MRP.

Función	Estímulo	Respuesta
6.1 - Ajustes de inventario	• Ingreso al módulo	• Mostrar inventario actual de producto terminado y materia prima
	• Ingresar ajuste requerido	• Verificar si ajuste es posible y mostrar información del ajuste al usuario
	• Aceptar hacer ajuste	• Ajustar inventario según información obtenida, generar reporte de ajuste • Actualizar base de datos
6.2 - Requerimientos de material	• Ingreso al módulo	• Mostrar ordenes de producción activas
	• Seleccionar ordenes de producción	• Mostrar ruta de proceso y requerimiento de material por producto terminado y por centro de trabajo.
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
6.3 - Bloqueo de materia prima en producción	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de materia prima bloqueada en producción
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
6.4 - Cálculo horas y horas extras	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de órdenes de producción
	• Seleccionar orden de producción	• Mostrar cantidad de horas extra por orden de producción para finalizarla en el tiempo estimado
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
6.5 - Costo de mantener el inventario	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de inventario disponible y opciones de cálculo
	• Seleccionar materia prima para cálculo y parámetros	• Mostrar cálculo de mantener el inventario según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
6.6 - Rotación de inventario	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de inventario disponible y opciones de cálculo
	• Seleccionar materia prima para cálculo y parámetros	• Mostrar cálculo de mantener el inventario según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
6.7 - Rotura de inventario	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de inventario disponible y opciones de cálculo
	• Seleccionar materia prima para cálculo y parámetros	• Mostrar cálculo de mantener el inventario según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo

Tabla 44. Función, estímulo y respuesta del submódulo MPS.

Función	Estímulo	Respuesta
7.1 - Administración de órdenes de trabajo	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de órdenes de trabajo, filtradas según requerimiento
	• Seleccionar crear nueva orden de trabajo	• Mostrar opciones para creación de órdenes de trabajo
	• Ingresar información de nueva orden de trabajo	• Verificar información ingresada
	• Salvar nueva orden de trabajo	• Verificar información ingresada • Actualizar base de datos
	• Seleccionar editar nueva orden de trabajo	• Mostrar orden de trabajo
	• Seleccionar orden a editar	• Mostrar orden seleccionada
	• Ingresar información de edición de orden de trabajo	• Verificar información ingresada
	• Salvar nueva orden de trabajo	• Verificar información ingresada • Actualizar base de datos
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
	7.2 - Balance de capacidad CRP	• Ingreso a módulo
• Seleccionar parámetros para cálculo de capacidad		• Calcular balance capacidad y mostrarlo
• Clic botón salir del módulo		• Salir del módulo
7.3 - Secuenciación ordenes de trabajo	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de órdenes de producción
	• Seleccionar realizar cálculo de secuencia	• Mostrar secuencia de órdenes seleccionadas
	• Editar secuencia mostrada	• Mostrar secuencia según edición manual
	• Salvar secuencia	• Verificar información ingresada • Actualizar base de datos
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
7.4 - Programar ordenes de trabajo	• Ingreso a módulo	• Mostrar lista de órdenes de trabajo activas secuenciadas según MSP
	• Priorización de órdenes de producción	• Verificar información ingresada • Actualizar base de datos
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
7.5 - Cálculo del MPS	• Ingreso a módulo	• Mostrar opciones de cálculo de MPS
	• Seleccionar "realizar cálculo"	• Mostrar reporte según especificaciones solicitadas
	• Seleccionar exportar resultado del MPS	• Exportar datos según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo

Tabla 44. Función, estímulo y respuesta del submódulo MPS (Continuación).

Función	Estímulo	Respuesta
7.6 - Cálculo productividad	• Ingreso a módulo	• Mostrar opciones de cálculo de productividad
	• Seleccionar "realizar cálculo"	• Mostrar reporte según especificaciones solicitadas
	• Seleccionar exportar resultado de productividad	• Exportar datos según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
7.7 - Cálculo eficiencia	• Ingreso a módulo	• Mostrar opciones de cálculo de eficiencia
	• Seleccionar "realizar cálculo"	• Mostrar reporte según especificaciones solicitadas
	• Seleccionar exportar resultado de eficiencia	• Exportar datos según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo
7.8 - Cálculo órdenes a tiempo	• Ingreso a módulo	• Mostrar opciones de cálculo de eficiencia
	• Seleccionar "realizar cálculo"	• Mostrar reporte según especificaciones solicitadas
	• Seleccionar exportar resultado de órdenes a tiempo	• Exportar datos según parámetros
	• Clic botón salir del módulo	• Salir del módulo

Tabla 45. Función, estímulo y respuesta del submódulo gestión de reportes e indicadores.

Función	Estímulo	Respuesta
8 - Reportería	• Ingreso al reporte • Definir parámetros de reporte y exportar reporte	• Mostrar opciones del reporte • Extraer información solicitud y exportarla

10.3.2.3.3 Requisitos funcionales asociados

17. El sistema debe registrar y anular los ajustes de inventario con los siguientes atributos: producto, cantidad de unidades de más o menos y fecha.
18. El sistema debe calcular los requerimientos de materiales (MRP) para cada materia prima con los siguientes atributos: inventario inicial, plan de producción, desperdicio, disponible, requerimiento, inventario final.
19. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de materia prima requerida por producción que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de MRP", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (materia prima, cantidad requerida, fecha de producción), que se pueda filtrar por (materia prima, rango de fecha de producción).
20. El sistema debe registrar, inactivar las salidas de materia prima que contenga los siguientes atributos: materia prima, proveedor, cantidad de salida, unidad de medida y fecha de salida.

21. El sistema debe calcular de acuerdo con la programación de la producción la cantidad de horas extras que contenga los siguientes atributos (nombre del trabajador, fecha, cantidad de horas extras, monto por hora, monto por orden de producción y orden de producción).
22. El sistema debe calcular el costo de mantener el inventario que contenga los siguientes atributos (código de producto, producto, cantidad, costo del producto, valor anual del producto y porcentaje del costo anual del producto).
23. El sistema debe de calcular la rotación de inventario que contenga los siguientes atributos (nombre del producto, ventas, promedio de la cantidad de unidades).
24. El sistema debe de calcular la rotura del stock que contenga los siguientes atributos (código del producto, nombre del producto, cantidad pedida, cantidad entregada).
25. El sistema debe registrar, modificar y eliminar la orden de producción con los siguientes atributos: número de orden, producto, cantidad requerida, fecha de ingreso de orden, fecha de realización de la orden, fecha de entrega de la orden.
26. El sistema debe calcular el balance de capacidad (CRP) de todos los centros de trabajo para cada producto y en cada semana del periodo de planificación, con los siguientes atributos: tiempo estándar ajustado por centro de operación, recursos requeridos (operarios o maquinaria).
27. El sistema debe secuenciar las órdenes de trabajo utilizando el método de Campbell, esto para todos los grupos de órdenes.
28. El sistema debe programar las órdenes de trabajo de acuerdo la secuencia por semana con los siguientes atributos: tiempo de producción diario disponible, horas requeridas por orden de trabajo, programación.
29. El sistema debe calcular el plan maestro de producción (MPS) para cada producto de acuerdo con las demandas, utilizando el método de perseguir la demanda, con los siguientes atributos: inventario inicial, porcentaje de desperdicio, disponible, despacho, inventario final y pedidos.
30. El sistema debe de calcular la productividad que contenga los siguientes atributos (nombre del producto, centro de trabajo, orden de producción, tiempo disponible para entregar la orden, tiempo de producción, cantidad de unidades producidas y cantidad de unidades planificadas).
31. El sistema debe calcular la eficiencia de la planta de producción que contenga los siguientes atributos (orden de producción, centro de trabajo, tiempo esperado, tiempo invertido).
32. El sistema debe de calcular el porcentaje de entregas a tiempo que contenga los siguientes atributos (nombre del producto, orden de producción, centro de trabajo, fecha de inicio, fecha de finalización, fecha de finalización según programación).
33. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de usuarios que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de Usuarios", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos del usuario (código, nombre, primer apellido, segundo apellido, estado [activo | inactivo], fecha de registro, fecha de último acceso, puesto de trabajo, correo electrónico, número de teléfono y contraseña), que se pueda filtrar por (código, nombre, puesto, rango de fechas de último acceso).
34. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de productos que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de productos", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos del producto (código, nombre, familia, tipo), que se pueda filtrar por (Código, nombre, tipo).
35. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de los centros de trabajo dentro de la línea que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de centros de trabajo",

- fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre, tiempo estándar en minutos por producto manufacturado en el centro de trabajo, lista de productos manufacturados por el centro de trabajo, cantidad de operarios requeridos en centro de trabajo), que se pueda filtrar por (nombre, productos, cantidad de operarios requeridos, tiempo estándar).
36. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, tiempos ciclo, que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Tiempos ciclo registrados”, y fecha de emisión.) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (producto, ruta de producción, tiempo ciclo), que se pueda filtrar por (producto).
 37. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la ruta de producción para cada producto que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de ruta de producción”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre del centro de trabajo, código del producto, nombre del producto), que se pueda filtrar por (código de producto, nombre de producto, nombre del centro de trabajo).
 38. El sistema debe generar un reporte en formato en Excel, de la explosión de materiales que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reportes de explosión de materiales”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código único, nombre del material, código del producto al que pertenece, nombre del producto al que pertenece, unidad de medida de referencia, cantidad), que se pueda filtrar por (código, nombre, producto y unidad de medida).
 39. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de proveedores que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de proveedores”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos de los proveedores (código, nombre, correo electrónico, número de teléfono, ubicación y tiempo de entrega), que se pueda filtrar por (Código, nombre, ubicación y tiempo de entrega).
 40. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de clientes que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de clientes”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos del cliente (código, nombre, número de teléfono, correo electrónico, dirección), que se pueda filtrar por (Código y nombre).
 41. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de las ventas realizadas que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de ventas”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código de producto, nombre de producto, unidad de medida, cantidad vendida, cliente, fecha de venta, número de factura, precio de venta, y faltantes por demanda insatisfecha), que se pueda filtrar por (código de producto, nombre de producto, nombre de cliente, rango de fechas de venta).
 42. El sistema debe generar un reporte en formato en Excel, de materias primas que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reportes de materia prima”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código único, nombre, estado [activo | inactivo], unidad de medida de referencia y cantidad actual), que se pueda filtrar por (código, nombre y unidad de medida).
 43. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, del inventario de producto terminado en el centro de trabajo que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de inventario de producto terminado por centro de trabajo”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código del producto, nombre del producto, cantidad,

- nombre del centro de trabajo fecha de finalización y orden de producción), que se pueda filtrar por (código del producto, nombre del producto, cantidad, nombre del centro de trabajo).
44. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, con los tipos de operarios que contenga los siguientes elementos (Título "Reporte de operarios", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (tipo de operario, cantidad de operarios disponibles, costo por hora por tipo de operario, operaciones asignables por usuario)
 45. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de los ajustes de inventario que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de ajustes de inventario", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (producto, cantidad de unidades faltantes o excedentes y fecha), que se pueda filtrar por (producto, rango de fechas).
 46. El sistema debe generar un reporte en formato Excel de las salidas de materia prima que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reportes de salida de materia prima", fecha de emisión) y en el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (materia prima, proveedor, cantidad de salida, unidad de medida y fecha de salida), que se pueda filtrar por (materia prima, proveedor y rango de fecha de salidas).
 47. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de las horas extras realizadas que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de horas extras", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre del trabajador, cantidad de horas extras, monto por hora, monto por orden de producción y orden de producción), que se pueda filtrar por (nombre del trabajador, fecha).
 48. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, del costo de mantener el inventario que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte del costo de mantener el inventario", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código de producto, producto, cantidad, costo del producto, valor anual del producto y porcentaje del costo anual del producto), que se pueda filtrar por (producto, costo).
 49. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la rotación de inventario que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de la rotación de inventario", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre del producto, ventas, promedio de la cantidad de unidades), que se pueda filtrar por (producto).
 50. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la rotura del stock que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Reporte de la rotura del stock", fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (código del producto, nombre del producto, cantidad pedida, cantidad entregada), que se pueda filtrar por (producto).
 51. El sistema debe generar un reporte en formato Excel para la orden de producción que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Orden de producción", fecha de emisión) y el cuerpo debe contener los siguientes elementos (número de orden, código de producto, nombre de producto, cantidad requerida, fecha de ingreso de orden, fecha de realización de la orden, fecha de entrega de la orden), que se pueda filtrar por (código de producto, nombre de producto y rango de fechas).
 52. El sistema debe generar un reporte en formato Excel para el CRP que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título "Balance de capacidad", fecha de emisión) y el cuerpo debe contener los siguientes elementos (producto, centro de operación, tiempo estándar ajustado por centro de operación, recursos requeridos), que se pueda filtrar por (producto, centro de operación, recursos).

53. El sistema debe generar un reporte en formato Excel la secuencia de las órdenes de trabajo que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Secuencia de órdenes de trabajo”, fecha de emisión) y el cuerpo debe contener los siguientes elementos (orden de trabajo, makespan), que se pueda filtrar por (producto y rango de fechas).
54. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, programación de órdenes de trabajo, que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de programación de órdenes de trabajo”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (tiempo de producción diario disponible, horas requeridas por orden de trabajo, programación), que se pueda filtrar por (programación).
55. El sistema debe generar un reporte en formato Excel del plan de producción semanal elegido para cada producto que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Plan de producción semanal”, fecha de emisión) y el cuerpo debe contener los siguientes elementos (producto, plan de producción, fecha), que se pueda filtrar por (producto y rango de fechas).
56. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la productividad de la planta que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte productividad”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre del producto, centro de trabajo, orden de producción, tiempo disponible para entregar la orden, tiempo de producción, cantidad de unidades producidas y cantidad de unidades planificadas), que se pueda filtrar por (producto, centro de trabajo).
57. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, de la eficiencia de la planta que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte de eficiencia”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (orden de producción, centro de trabajo, tiempo esperado, tiempo invertido), que se pueda filtrar por (producto, centro de trabajo).
58. El sistema debe generar un reporte en formato Excel, del porcentaje de entregas a tiempo que contenga los siguientes elementos en el encabezado (Título “Reporte del porcentaje de entregas a tiempo”, fecha de emisión) y el cuerpo del reporte debe contener los siguientes elementos (nombre del producto, orden de producción, centro de trabajo, fecha de inicio, fecha de finalización, fecha de finalización según programación), que se pueda filtrar por (producto, centro de trabajo y rango de fechas).

Apéndice 11. Plan de implementación

A continuación, en la Tabla 46 se muestra el detalle del plan de implementación en el cual se observan las etapas, fase de implementación, actividad a realizar para la implementación, el responsable y la herramienta de metodología a usar.

Tabla 46. Fases de implementación, actividad, responsable y herramientas de metodología a usar para plan de implementación.


Fases de implementación		Actividad	Responsable	Herramientas de metodología a usar
#	Fase			
1	Introducción al nuevo modelo de gestión de operaciones	Reunión preliminar para planificación de implementación de nuevo modelo de gestión	Jefatura de planta	Sesiones de trabajo con líderes del proceso
		Definir responsables y líderes para implementación de proyecto análisis de procesos		
		Definir responsables y líderes para implementación de proyecto implementación metodologías de mejora continua		
		Definir formato estándar de la documentación de mapeo de procesos y metodologías de mejora continua	Líderes de proyecto	
2	Definición de estándares, métodos de trabajo y análisis de información	Reunión general para divulgación de nuevo modelo de gestión de operaciones	Líderes de proyecto	Talleres de inducción e implementación Herramienta de toma de datos Lista de verificación 5s Hoja de seguimiento de conformidades 5s Diagramas de proceso productivo
		Inducción a los trabajadores en el uso de la herramienta de toma de datos	Líderes de proyecto	
		Inducción a los trabajadores en la implementación de la metodología 5s	Líderes de proyecto	
		Implementación uso de herramienta de toma de datos	Líderes de proyecto	
		Implementación metodología 5s	Líderes de proyecto	
		Recolección y análisis de datos obtenidos del proceso mediante herramienta	Responsable asignado	
		Realización de auditorías internas para implementación de metodología 5s	Responsable asignado	
		Reuniones de seguimiento de estado de implementaciones y planeación de siguientes pasos a seguir	Responsable asignado	






Tabla 46. Fases de implementación, actividad, responsable y herramientas de metodología a usar para plan de implementación (continuación).

Fases de implementación		Actividad	Responsable	Herramientas de metodología a usar
#	Fase			
3	Rediseño y estandarización de procesos	Definir responsables y líderes para rediseño y estandarización de procesos productivos	Jefatura de planta	Herramienta de toma de datos Mapeo de procesos Hojas de trabajo estándar Sesiones de trabajo con líderes del proceso
		Mapeo de procesos	Responsable asignado	
		Rediseño de procesos según oportunidades de mejora encontradas	Responsable asignado	
		Cálculo de cargas de trabajo	Responsable asignado	
		Estandarización de procesos	Responsable asignado	
4	Automatización de planificación de producción	Definir equipo para implementación de automatización de métodos de planificación	Jefatura de planta	Herramienta de planificación de demanda y requerimientos Sesiones de trabajo con líderes del proceso
		Evaluación de estado actual de los métodos de planificación y rediseño de los mismos	Líderes de proyecto	
		Implementación de métodos avanzados de programación mediante el uso de tecnología	Responsable asignado	
		Seguimiento a implementación de nuevos métodos de trabajo	Líderes de proyecto	
5	Implementación de metodologías lean	Definir equipo para implementación de herramientas enfocadas en calidad y mejora continua	Jefatura de planta	Herramientas metodología Manufactura esbelta Sesiones de trabajo con líderes del proceso
		Divulgación e implementación de nueva metodología de trabajo y herramientas seleccionadas	Líderes de proyecto	
		Implementación de herramientas enfocadas en calidad y mejora continua	Responsable asignado	
		Seguimiento a implementación de nuevas herramientas y metodologías de trabajo implementas	Líderes de proyecto	

Apéndice 12. Bitácoras de validación

A continuación, de la Figura 100 a la Figura 107 se muestran las bitácoras de validación de las propuestas y capacitaciones realizadas por el grupo de trabajo.



Proyecto Final de Graduación: Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Tectam S.A.					
BITÁCORAS DE SEGUIMIENTO #1					
ASISTENCIA					
Nombre	Asistencia Sesiones a cargo	De	Hora de inicio	Hora de finalización	
Steven Fallas		Presentación del modelo de gestión de las operaciones	Lunes 22 de junio de 2020.	3:00 pm	4:00 pm
Juan Echeverri Rodríguez					
Jorge Barahona					
Ester Reyes					
ACUERDOS TOMADOS					
1. Ajuste del modelo de gestión de operaciones.					
2. Cambio de contraparte					
OBSERVACIONES					
1.					
2.					
APROBACIÓN CONTRAPARTE					
Nombre	Puesto	Firma	Fecha		
Juan Gabriel Rodríguez	Jefe de Operaciones		22/6/2020		





Figura 99. Bitácora 1. Presentación del modelo de gestión de las operaciones.



Proyecto Final de Graduación Dando de un modelo de gestión de las operaciones de
Tadram S.A

SITIO DE REUNIMIENTO # 2

ASISTENCIA					
Nombre	Forma	Acción	Día	Hora de Inicio	Hora de Finalización
Juan Daniel Rodríguez	<i>[Handwritten signature]</i>	Presentación de las citaciones de trabajo diseñadas mediante metodología 5s por planta forma 800m	Miércoles 24 de Junio 2020	9:00 am	9:30 am
Jorge Barreto	<i>[Handwritten signature]</i>				
Einer Rueda	<i>[Handwritten signature]</i>				
ACUERDOS TOMADOS					
1.					
2.					
OBSERVACIONES					
1.					
2.					
APROBACIÓN CONTRAPARTE					
Nombre	Puesto	Firma	Fecha		
Juan Gabriel Rodríguez	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>	29/7/2020		





Figura 100. Bitácora 2. Presentación de las estaciones de trabajo diseñadas metodología 5s.



Proyecto Final de Graduación Dando de un modelo de gestión de las operaciones de
Tadram S.A

SITIO DE REUNIMIENTO # 3

ASISTENCIA					
Nombre	Forma	Acción	Día	Hora de Inicio	Hora de Finalización
Maurgen Chávez	<i>[Handwritten signature]</i>	Presentación de las citaciones de trabajo diseñadas mediante metodología 5s.	Miércoles 24 de Agosto 2020	9:00 am	12:00 pm
Einer Rueda	<i>[Handwritten signature]</i>				
ACUERDOS TOMADOS					
1. Ajustes en las citaciones de trabajo diseñadas.					
2.					
OBSERVACIONES					
1.					
2.					
APROBACIÓN CONTRAPARTE					
Nombre	Puesto	Firma	Fecha		
Juan Gabriel Rodríguez	<i>[Handwritten signature]</i>	<i>[Handwritten signature]</i>	8/8/2020		

[Handwritten signature]

Figura 101. Bitácora 3. Seguimiento presentación estaciones de trabajo 5s.

INSTITUTO VECIUM

Proyecto Final de Graduación: Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Tectra S.A.

SITUACIÓN DE REQUIMIENTO # 4

ASISTENCIA					
Nombre	Firma	Actividad Realizada a cargo	Día	Hora de inicio	Hora de finalización
Luis Gómez	<i>[Firma]</i>	1. Implementación registro de actividades	Viernes 4 de febrero de 2020	11:30 am	10:00 pm
Jorge Guezo	<i>[Firma]</i>	2. Hoja de trabajo estándar			
Esther Reyes	<i>[Firma]</i>	3. Implementación SI			

ACUERDOS TOMADOS

- Ajustes en herramienta de registro de actividades.
- Implementación de la herramienta de registro de actividades en planta de producción.

OBSERVACIONES

-
-

APROBACIÓN CONTRAPARTE

Nombre	Puesto	Firma	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	JE de Operación	<i>[Firma]</i>	11/1/2020

Figura 102. Bitácora 4. Herramienta de registro de actividades.

INSTITUTO VECIUM

Proyecto Final de Graduación: Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Tectra S.A.

SITUACIÓN DE REQUIMIENTO # 5

ASISTENCIA					
Nombre	Firma	Actividad Realizada a cargo	Día	Hora de inicio	Hora de finalización
Maureen Cruz	<i>[Firma]</i>	1. Presentación modelo de gestión de calidad SI a directivos	Viernes 11 de febrero de 2020	2:00 pm	3:30 pm
Esther Reyes	<i>[Firma]</i>	2. Sesión documental y análisis de procesos (sesión de trabajo)			
Jorge Guezo	<i>[Firma]</i>				

ACUERDOS TOMADOS

- Diseño de estuantes de trabajo aprobados.
- Capacitación a colaboradores sobre metodología SI.

OBSERVACIONES

-
-

APROBACIÓN CONTRAPARTE

Nombre	Puesto	Firma	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	JE de Operación	<i>[Firma]</i>	11/1/2020

Figura 103. Bitácora 5. Capacitación de análisis de proceso.



Proyecto Final de Graduación: Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Tacheros S.A

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO #

ASISTENCIA					
Nombre	Firma	Actividades llevadas a cabo	Día	Hora de Inicio	Hora de Finalización
Dorivaldo Mendive	<i>[Firma]</i>	Capacitación	Jueves		
Angel Moran	<i>[Firma]</i>	Introducción	13 de Septiembre	4:00 pm	5:00 pm
José Dur	<i>[Firma]</i>				
Marcos Salcedo	<i>[Firma]</i>	Operación a las 6s			
Diego Salcedo	<i>[Firma]</i>				
Yara Darys Umazo	<i>[Firma]</i>				
Franco Lobo	<i>[Firma]</i>				
Juan José Amador	<i>[Firma]</i>				

ACUERDOS TOMADOS

- Se le operaron de soldadura introducidos a 6s.
- Se recibe retroalimentación de operarios.

OBSERVACIONES

-
-

APROBACIÓN CONTRAPARTE

Nombre	Firma	Firma	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	9/16/2020

Figura 104. Bitácora 6. Capacitación a personal de soldadura sobre metodología 6s.



Proyecto Final de Graduación: Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Tacheros S.A

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO #

ASISTENCIA					
Nombre	Firma	Actividades llevadas a cabo	Día	Hora de Inicio	Hora de Finalización
Luis Quinis	<i>[Firma]</i>	Validación	Jueves		
Maryn. Rumbia	<i>[Firma]</i>	Herramienta de fomento de datos.	24 de Septiembre	8:30 am	4:00 pm
Esther Reyes	<i>[Firma]</i>				

ACUERDOS TOMADOS

-
-

OBSERVACIONES

-
-

APROBACIÓN CONTRAPARTE

Nombre	Firma	Firma	Fecha
Juan Gabriel Rodríguez	<i>[Firma]</i>	<i>[Firma]</i>	24/9/2020

Figura 105. Bitácora 7. Capacitación a personal e implementación de herramienta de registro de actividades.



Proyecto Final de Graduación Diseño de un modelo de gestión de las operaciones de Yedra S.A

BITÁCORA DE SEGUIMIENTO 8

ASISTENCIA

Nombre	Función	ACREDITACIÓN Inscripción a cargo	Día	Hora de inicio	Hora de finalización
Roberto Soto Vidal Castro Cristian Rodríguez Miguel Martínez Pablo Ríos José Enrique Vega José Barboza	Operario Operario Operario Operario Operario Operario Operario	Capacitación de 5s	Viernes 25 de Septiembre del 2020	4 pm	5 pm

ACUERDOS TOMADOS

1. Se capacitan en 5s Colaboradores de pintura y mecánica
2. Se realiza retroalimentación de operarios

OBSERVACIONES

- 1.
- 2.

APROBACIÓN CONTRAPARTE

Nombre	Función	Fecha	Función
Juan Gabriel Rodríguez	Jefe de Operaciones	25/9/2020	

Figura 106. Bitácora 8. Capacitación a personal de soldadura sobre metodología 5s.

Apéndice 13. Material de capacitación hojas de trabajo estándar


Seguidamente, se muestra en la Figura 108 el material utilizado para realizar la capacitación sobre las hojas de trabajo estándar.

"Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectra m.S.A."

Hojas de trabajo estándar.

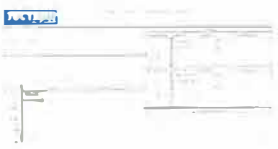
JORGE ALBERTO BARBOZA QUE SADA
ESTHER REYES BONILLA

Hojas de trabajo estándar – Producción



- Es específica para el área de producción.
- Es específica para el proceso y sus variantes.
- Muestra los pasos más importantes según el ciclo de vida para ser seguidos por operarios nuevos en el momento.
- Es visual y fácil de usar.
- Permite implementar mejoras en los procesos.

Hojas de trabajo estándar – Administrativos



- Es específica de cada puesto de trabajo.
- Representa el procedimiento que se debe seguir al dar soporte a los clientes de forma eficiente, oportuna y estable.
- Muestra los pasos más importantes según el ciclo de vida para ser seguidos por operarios nuevos en el momento.
- Es visual y fácil de usar.
- Permite implementar mejoras en los procesos.

"Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectra m.S.A."

Hojas de trabajo estándar.

JORGE ALBERTO BARBOZA QUE SADA
ESTHER REYES BONILLA

Figura 107. Material utilizado para capacitación de hojas de trabajo estándar.

Apéndice 14. Material de capacitación análisis de procesos

Seguidamente, se muestra en la Figura 109 y 110 el material utilizado para realizar la capacitación sobre el análisis de procesos y gestión documental.

"Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectram S.A."

Análisis de procesos.

JORGE ALBERTO BARBOZA QUESADA
ESTHER REYES BONILLA

1

Objetivo

Identificar por medio de diagramas y documentación todos los elementos que pertenecen al proceso con la finalidad de obtener una mayor visibilidad del proceso y orientar y definir los principales elementos del proceso para la reinversión del mismo.

2

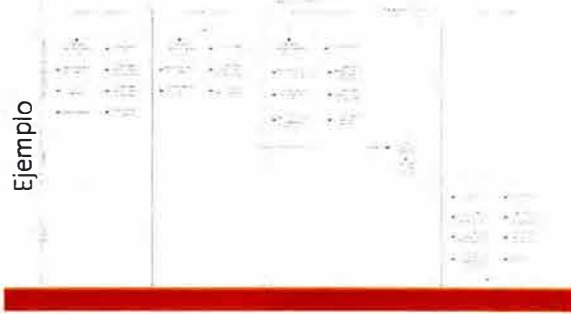
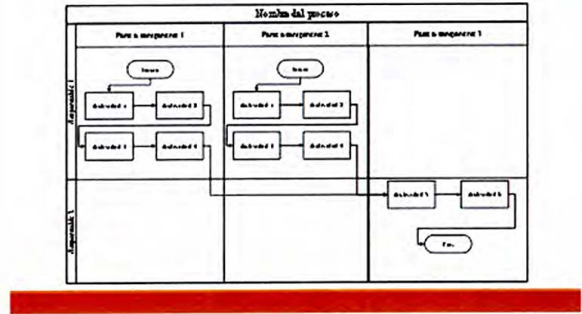


Figura 108. Material utilizado para capacitación de análisis de procesos.

Gestión Documental

CONTROL DE DOCUMENTOS TECTRAM S.A.							
Código de documentos	Nombre de documentos	Estado	Número	Fecha de actualización	Fecha de revisión	Responsable	Urb.
MP-PR-01	Manejo de procesos de producción de planchales	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-02	Manejo de procesos de producción de planchales con hilos	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-03	Manejo de procesos de producción de bandejas para colchón	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-04	Manejo de procesos de producción de bandejas para colchón	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-05	Manejo de procesos de producción de control de 5 pines	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-06	Manejo de procesos de producción de panel 100x100	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-07	Manejo de procesos de producción de malla	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes
MP-PR-08	Manejo de procesos de producción de cable	Realizado	1	11 de marzo 2020	11 de marzo 2020	Jorge Barboza Quesada	Reyes

"Diseño de un modelo de gestión de las operaciones para Tectram S.A."

Análisis de procesos.

JORGE ALBERTO BARBOZA QUESADA
ESTHER REYES BONILLA

Figura 109. Material utilizado para capacitación de análisis de procesos (continuación).

Apéndice 15. Material de capacitaciones implementación de metodología 5s

A continuación, se muestra de la Figura 111 a la Figura 114 el material utilizado para realizar las capacitaciones al personal sobre la implementación de la metodología 5s.

Capacitación metodología 5s.

Tectram SA.

JORGE ALBERTO BARBOZA QUESADA
ESTHER REYES BONILLA

Agenda

- Introducción a la metodología: ¿qué es la metodología?
- Requisitos para implementar 5s
- Beneficios: ¿vale la pena invertir en 5s?
- Definición y explicación de cada etapa de 5s
- Preguntas y respuestas

¿Qué son las 5s y para qué sirven?

- Técnica de gestión.
- Metodología de mejora continua.
- Ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia.

Requisitos para implementar 5s

- Compromiso
- Liderazgo
- Planificación
- Seguimiento
- Medición

• Alta dirección

- Gerencias
- Jefaturas
- Mandos medios

Se deben tener en cuenta las personas, procesos, recursos, plazos, prioridades.

Figura 110. Material utilizado en capacitación de implementación 5s.

Beneficios de las 5s en la organización

- Reducir**
 - Tiempos
 - Riesgos
 - Consumos de material
- Hacer más simple**
 - Operaciones
- Aumentar**
 - Eficiencia en los procesos

Definición de las 5s

5s	Significado	Objetivo
Seiwa	Ordenar	Eliminar el desperdicio de espacio y tiempo
Seiton	Ordenar	Eliminar el desperdicio de tiempo
Seisaku	Ordenar	Eliminar el desperdicio de espacio
Seiketsu	Ordenar	Eliminar el desperdicio de tiempo
Shitsuke	Ordenar	Eliminar el desperdicio de espacio

Definición de las 5s

Separar

- Eliminar de sus áreas, artículos innecesarios
- Eliminar artículos en los niveles más altos
- Eliminar artículos que obstruyen el flujo de trabajo

Ordenar

- Que cada cosa tenga su lugar
- Etiquetar cada cosa, incluyendo, desde herramientas hasta equipos
- Etiquetar desde los ingredientes

Definición de las 5s

• Ejercicio: ¿qué podríamos "Separar"?

Figura 111. Material utilizado en capacitación de implementación 5s (Continuación).

Definición de las 5s

Limpieza **Estandarizar**

- Limpieza, ordenar y limpiar es una tarea.
- Limpieza regular por niveles, no deben estar sucios desde su último uso.
- Mantener la limpieza siempre y por siempre.
- Saben hacer indicaciones.
- En el momento de la limpieza, tener indicaciones de lugares de almacenamiento.
- Cada persona de trabajo debe presentar la limpieza a los demás.



9

Definición de las 5s

• Ejercicio: ¿qué podemos "Estandarizar"?



10

Definición de las 5s

Mantener

- Etapa más difícil: mantener el orden.
- Respetar lo acordado.
- Revisiones periódicas.



Estación modelo Soldadura



Figura 112. Material utilizado en capacitación de implementación 5s (Continuación).

Definición de las 5s

Preguntas y respuestas

Capacitación metodología 5s.

Tectram SA.

JORGE ALBERTO BARROZA QUESADA
ESTHER REYES BONILLA

Figura 113. Material utilizado en capacitación de implementación 5s (Continuación).

Apéndice 16. Análisis de licitaciones participadas con modelo de gestión de las operaciones

Como es posible observar en el Apéndice 5. Análisis rango de precios de las licitaciones se realizó un análisis previo sobre el rango de los precios con los cuales se participó en la licitaciones no ganadas durante el periodo 2018-2019, siendo así que una vez determinado el porcentaje de mejora con relación a la eficiencia de las operaciones de la organización, se dispone nuevamente de estas licitaciones y así se procede a calcular el impacto que tendría el modelo de gestión de las operaciones en la participación de las licitaciones y por lo tanto del mercado competitivo.

Inicialmente, se muestran en la Figura 115 y 116 las licitaciones perdidas, el presupuesto de la licitación, el precio con el que ofertaría Grupo D86 de haberse implementado el modelo de gestión de las

operaciones y el precio del licitador ganador. Con esto es posible determinar si la licitación se hubiera ganado o perdido y la diferencia con el oferente.

NÚMERO DE CONTRATACIÓN	PRESUPUESTO	PRECIO OFERTADO CON MGO	PRECIO OFERENTE	DIFERENCIA OFERENTE
2018CD-000068-0016800001	€ 5,636,830.00	€ 10,572,649.57	€ 4,726,008.00	€ 5,846,641.57
2018CD-000206-0012300001	€ 2,500,000.00	€ 3,592,307.69	€ 3,853,000.00	€ 260,692.31
2018CD-000948-0015499999	€ 3,111,111.00	€ 2,538,461.54	€ 2,319,300.00	€ 219,161.54
2018CD-000952-0015499999	€ 1,966,100.00	€ 1,508,547.01	€ 1,390,753.00	€ 117,794.01
2018CD-000109-0003300001	€ 17,284,387.00	€ 14,277,777.78	€ 8,450,000.00	€ 5,827,777.78
2018CD-000018-0019400001	€ 11,504,595.00	€ 8,379,487.18	€ 7,847,000.00	€ 532,487.18
2018CD-001445-0015499999	€ 5,260,000.00	€ 4,306,495.73	€ 4,445,650.00	€ 139,154.27
2018CD-001271-0015499999	€ 6,693,435.00	€ 5,064,102.56	€ 4,365,000.00	€ 699,102.56
2018CD-001431-0015499999	€ 21,270,000.00	€ 18,547,008.55	€ 17,739,400.00	€ 807,608.55
2018CD-000009-0002400001	€ 15,000,000.00	€ 6,034,188.03	€ 5,487,100.00	€ 547,088.03
2018CD-000041-0003000001	€ 11,494,333.00	€ 8,846,153.85	€ 8,580,180.00	€ 265,973.85
2018CD-001619-0015499999	€ 11,660,000.00	€ 9,111,111.11	€ 8,672,000.00	€ 439,111.11
2	€ 4,825,000.00	€ 5,897,435.90	€ 6,350,000.00	€ 452,564.10
2018CD-000062-0012000001	€ 21,447,167.25	€ 20,860,683.76	€ 19,993,500.00	€ 867,183.76
2018CD-000099-0004700001	€ 13,000,000.00	€ 10,423,641.03	€ 11,235,007.50	€ 809,366.47
2018CD-000098-0004700001	€ 10,000,000.00	€ 8,862.69		€ 8,862.69
1	€ 365,000.00	€ 299,145.30	€ 342,960.00	€ 43,814.70
2	€ 505,000.00	€ 423,076.92	€ 449,100.00	€ 26,023.08

Figura 114. Análisis de rangos de precios en licitaciones con modelo de gestión de las operaciones.

NÚMERO DE CONTRATACIÓN	PRESUPUESTO	PRECIO OFERTADO CON MGO	PRECIO OFERENTE	DIFERENCIA OFERENTE
3	€ 625,000.00	€ 641,025.64	€ 649,200.00	€ 8,174.36
4	€ 435,000.00	€ 371,794.87	€ 388,200.00	€ 16,405.13
6	€ 455,000.00	€ 371,794.87	€ 379,500.00	€ 7,705.13
7	€ 525,000.00	€ 363,247.86	€ 405,600.00	€ 42,352.14
9	€ 1,408,000.00	€ 1,111,111.11	€ 884,920.00	€ 226,191.11
10	€ 420,000.00	€ 358,974.36	€ 301,200.00	€ 57,774.36
11	€ 1,200,000.00	€ 854,700.85	€ 945,820.00	€ 91,119.15
12	€ 2,700,000.00	€ 2,222,222.22	€ 2,177,000.00	€ 45,222.22
13	€ 3,450,000.00	€ 2,905,982.91	€ 2,774,000.00	€ 131,982.91
2018f.A-000003-0002800001	€ 20,580,000.00	€ -		
3	€ 1,300,000.00	€ 1,008,547.01	€ 975,000.00	€ 33,547.01
4	€ 1,300,000.00	€ 1,008,547.01	€ 975,000.00	€ 33,547.01
5	€ 7,100,000.00	€ 4,504,273.50	€ 4,150,000.00	€ 354,273.50
7	€ 50,000.00	€ 85,470.09	€ 40,000.00	€ 45,470.09
2018CD-000912-0015499999	€ 38,027,906.00	€ 32,119,658.12	€ 33,800,000.00	€ 1,680,341.88

Figura 115. Análisis de rangos de precios en licitaciones con modelo de gestión de las operaciones (continuación).

Con los datos anteriores es posible determinar que con la mejora del 17% de la eficiencia de las operaciones de Tectram S.A. se ve impactada de forma positiva la competitividad en el mercado ya que con análisis de precios se observa que implementando el modelo se ganarían un 46% de las licitaciones que durante el periodo 2018-2019 se perdieron, obteniendo los resultados que se muestran en la Tabla 47.

Tabla 47. Resultado, cantidad y porcentaje de las licitaciones participadas en 2018-2019 con modelo de gestión de las operaciones.

Resultado	Cantidad	Porcentaje
GANADA	42	65,6%
PERDIDA	19	29,7%
GANADA PARCIALMENTE	3	4,7%
TOTAL	64	100,0%

En la tabla anterior se observa que se ganaría un 65,6% de las licitaciones participadas y se perdería un 29,7% del mercado. Lo anterior es posible visualizarlo en la Figura 117:

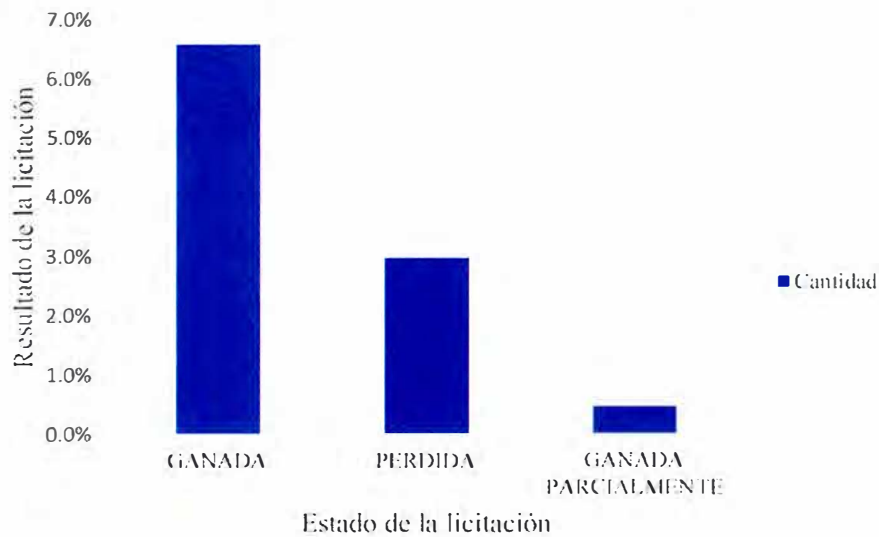


Figura 116. Resultados de las licitaciones participadas con el modelo de gestión de las operaciones.