

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
TRAMPA DE SÓLIDOS Y GRASAS PARA INCREMENTAR EL NIVEL
DE SERVICIO EN LA EMPRESA S&E INOXI S. A. C.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Maria Jose Risko Llontop

ASESOR

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2023

**LEAN MANUFACTURING EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE
TRAMPA DE SÓLIDOS Y GRASAS PARA INCREMENTAR EL NIVEL
DE SERVICIO EN LA EMPRESA S&E INOXI S. A. C.**

PRESENTADA POR
Maria Jose Risko Llontop

A la Facultad de Ingeniería de
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Joselito Sánchez Pérez
PRESIDENTE

Oscar Kelly Vásquez Gervasi
SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
VOCAL

Dedicatoria

A Dios, por ser mi fortaleza para no rendirme ante cualquier obstáculo y permitirme llegar a culminar esta investigación.

A mi padres y hermanas, por su amor, formación humana y apoyo incondicional durante todos los años de mi vida.

Agradecimientos

A mis padres, por permitirme y ayudarme a culminar mis estudios superiores.

A la empresa S&E INOXI S.A.C., por brindarme la posibilidad de desarrollar la presente investigación y por su apoyo constante.

A mi asesor de tesis, por todo su apoyo académico y guía brindada para el desarrollo de este proyecto.

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

9%

2

tesis.usat.edu.pe

Fuente de Internet

7%

3

Submitted to Universidad Católica Santo
Toribio de Mogrovejo

Trabajo del estudiante

1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

gcee.aven.es

Fuente de Internet

<1%

6

repositorio.unjfsc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1%

8

Submitted to Universidad ESAN -- Escuela de
Administración de Negocios para Graduados

Trabajo del estudiante

<1%

Índice

Resumen	10
Abstract	11
I. Introducción	12
II. Marco teórico	14
2.1. Antecedentes	14
2.2. Bases teóricas	16
2.2.1. Sistemas de producción	16
2.2.2. Industria metal-mecánica	17
2.2.3. Merma	17
2.2.4. Productividad	17
2.2.5. Capacidad	17
2.2.6. Nivel de servicio	18
2.2.7. % Entregas a tiempo	18
2.2.8. Diagrama de Análisis de procesos	18
2.2.9. Cursograma analítico	19
2.2.10. Determinación del número de mediciones de una operación	20
2.2.11. Metodología 5W	21
2.2.12. Estudio de métodos de trabajo	22
2.2.13. Estudio de tiempos	24
2.2.14. Método de Guerchet	25
2.2.15. Método S.L.P	26
2.2.16. Planificación de los Requerimientos de Materiales (MRP)	27
III. Resultados	28
3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	28
3.1.1. La empresa	28
3.2. Descripción del sistema de producción	31
3.2.1. Productos	31
3.2.2. Materiales e insumos	35
3.2.3. Proceso de producción	38
3.2.4. Sistema de Producción	43
3.2.5. Análisis para el Proceso de Producción	44
3.3. Indicadores Actuales de Producción y Productividad	52
3.3.1. Indicadores de Nivel de Servicio	52
3.3.2. Indicadores de producción	56
3.1.1. Indicadores de capacidad	59
3.1.2. Indicadores de productividad	61
3.4. Análisis de Información	63
3.4.1. Problema principal y sus causas	64
3.5. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas	67
3.5.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	67
3.5.2. Determinación de métodos y herramientas de mejora	67
3.6. Desarrollo de propuesta de mejoras en el sistema de producción	72
3.6.1. Propuesta N°1: Trazado para la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm para reducir mermas y pérdidas monetarias	72
3.6.2. Propuesta N°2: Adaptación de cajones en las mesas de trabajo buscando eliminar tiempos que no agregan valor	74
3.6.3. Propuesta N°3: Determinación del tiempo estándar mediante el tiempo promedio y la adición de suplementos	77

3.6.4.	Propuesta N°4: Evaluación de desempeño y capacitación al personal para el desarrollo de diversas actividades	83
3.1.3.	Propuesta N°5: Redistribución empleando los métodos de Guerchet y SLP113	
3.1.4.	Propuesta N°6: Diagrama OT para la reducción de tiempos ociosos	121
3.1.5.	Propuesta N°7: Planificación de requerimientos de material	125
3.7.	Nuevos indicadores	133
3.8.	Análisis costo beneficio de la propuesta	135
3.8.1.	Beneficio de la propuesta.....	135
3.8.2.	Egresos de la propuesta.....	136
IV.	Conclusiones	139
V.	Recomendaciones.....	141
VI.	Referencias	142
VII.	Anexos.....	144

Lista de tablas

Tabla 1. Simbología de las actividades	19
Tabla 2. Tabla de Mundel para la determinación del número de observaciones	21
Tabla 3. Etapas del estudio y mejora de métodos	24
Tabla 4. Tabla de tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar.....	25
Tabla 5. Código de letras.....	26
Tabla 6. Datos generales de la empresa	28
Tabla 7. Ingresos de la empresa durante el año 2018.....	31
Tabla 8. Ingresos por fabricación y venta de muebles en acero inoxidable durante el año 2018	32
Tabla 9. Unidades vendidas y utilidades percibidas durante el año 2018.....	33
Tabla 10. Descripción de la Trampa de sólidos y grasas	34
Tabla 11. Cantidad de desechos generados durante el año 2018	35
Tabla 12. Materiales directos para la fabricación de la trampa de sólidos y grasas.....	36
Tabla 13. Materiales indirectos de trampa de sólidos y grasas	36
Tabla 14. Maquinarias, equipos o herramientas para el proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas.....	37
Tabla 15. Formación profesional de los operarios	38
Tabla 16. Requerimiento de materia prima en el año 2018	44
Tabla 17. Tiempo y distancia promedio del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas	46
Tabla 18. Resumen de actividades	49
Tabla 19. Cursograma analítico del armado y soldado 1	51
Tabla 20. Cursograma analítico del trazado 1	52
Tabla 21. Entregas a tiempo durante el año 2018	53
Tabla 22. Unidades entregadas fuera de la fecha acordada durante el año 2018.....	54
Tabla 23. Penalizaciones mensuales durante el año 2018.....	55
Tabla 24. Pérdidas económicas por retazos de plancha durante el año 2018.....	56
Tabla 25. Producción de trampas de sólidos y grasas durante 2016-2018.....	56
Tabla 26. Tiempos ociosos de la situación actual para lote de 3 unidades	59
Tabla 27. Eficiencia física de la materia prima	60
Tabla 28. Ingresos y costos durante el 2018	61
Tabla 29. Resumen de indicadores.....	63
Tabla 30. Análisis mediante la metodología 5W	65
Tabla 31. Análisis mediante metodología 5WH	66
Tabla 32. Problema general, causas y propuestas de solución.....	67
Tabla 33. Escala de calificación.....	68
Tabla 34. Matriz de enfrentamiento	69
Tabla 35. Calificación obtenida en base al ranking de asignación.....	70
Tabla 36. Calificación obtenida en base al ranking de asignación.....	71
Tabla 37. Propuesta de disminución de merma de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm en el año 2108	73
Tabla 38. Cursograma analítico propuesto del armado y soldado 1	76
Tabla 39. Cursograma analítico propuesto del trazado 1	76
Tabla 40. Tiempo promedio de la propuesta del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas.....	77
Tabla 41. Factor de calificación de desempeño	78
Tabla 42. Tiempo normal de la propuesta del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas	79
Tabla 43. Factor de suplemento o tolerancias de las actividades del proceso	81

Tabla 44. Tiempo estándar del proceso.....	82
Tabla 45. Perfil de puesto Operario encargado de máquinas y herramientas manuales	84
Tabla 46. Evaluación de desempeño Operario 1.....	85
Tabla 47. Evaluación de desempeño Operario 2.....	91
Tabla 48. Evaluación de desempeño Operario 3.....	97
Tabla 49. Evaluación de desempeño Operario 4.....	103
Tabla 50. Resultados de evaluación de desempeño 2	109
Tabla 51. Evaluación de desempeño	109
Tabla 52. Temas para las capacitaciones de los operarios	110
Tabla 53. Cronograma de las capacitaciones de los operarios	111
Tabla 54. Costo de capacitaciones de los operarios	112
Tabla 55. Equipos para la producción	113
Tabla 56. Dimensiones de Equipos para la producción	113
Tabla 57. Área estática de las maquinarias	114
Tabla 58. Área o superficie gravitacional del local.....	114
Tabla 59. Altura promedio de las máquinas.....	115
Tabla 60. Superficie de gravitación del local	115
Tabla 61. Superficie total del local.....	116
Tabla 62. Código de letras.....	116
Tabla 63. Propuesta del tiempo promedio del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas	120
Tabla 64. Tiempos ociosos de la situación propuesta para lote de 3 unidades	122
Tabla 65. Eficiencia física de la materia prima	123
Tabla 66. Proyección de la demanda (2019-2020).....	126
Tabla 67. Plan de producción mensual durante agosto 2019 – agosto 2020.....	127
Tabla 68. Plan de producción semanal durante agosto 2019 – agosto 2020.....	128
Tabla 69. Plan de producción semanal durante agosto 2019 – agosto 2020 (continuación)..	129
Tabla 70. Requerimiento de materiales durante agosto 2019- agosto 2020.....	131
Tabla 71. Requerimiento de materiales para el año 2019 (continuación).....	132
Tabla 72. Entregas a tiempo durante agosto 2019 – agosto 2020	133
Tabla 73. Cuadro comparativo de indicadores	134
Tabla 74. Ingresos por cantidad de pedidos incrementados entregados a tiempo durante agosto 2019 – agosto 2020	135
Tabla 75. Inversión Inicial	136
Tabla 76. Costos de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación de la propuesta	137
Tabla 77. Flujo de caja para agosto 2019- agosto 2020	138
Tabla 78. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos	145
Tabla 79. Determinar número de observaciones	146
Tabla 80. Tiempo promedio de las actividades.....	147
Tabla 81. Tiempo promedio de las actividades (continuación)	148
Tabla 82. Porcentaje trimestral de la demanda histórica de las trampas de sólidos y grasas.	150

Lista de figuras

Figura 1. Local de la empresa	28
Figura 2. Organigrama de la empresa	29
Figura 3. Distribución de planta de la empresa S&E INOXI S. A. C.	30
Figura 4. Trazado de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	39
Figura 5. Trazado de plancha de acero inoxidable de 1,2mm.....	39
Figura 6. Taladro vertical con sierra copa.....	40
Figura 7. Imagen referencial de laterales de la base del producto	41
Figura 8. Soldado y armado de trampa de sólidos y grasas	42
Figura 9. Amoladora con rueda asaflap	43
Figura 10. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas ...	45
Figura 11. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas	47
Figura 12. Diagrama de recorrido del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas	48
Figura 13. Diagrama OT de la situación actual.....	58
Figura 14. Diagrama OT de la situación actual (continuación)	58
Figura 15. Diagrama OT de la situación actual (continuación)	58
Figura 16. Propuesta de trazado de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm.....	72
Figura 17. Adaptaciones para la mesa de trabajo A	74
Figura 18. Adaptaciones para la mesa de trabajo B y C	75
Figura 19. Matriz triangular relacional de actividades.....	118
Figura 20. Desarrollo del diagrama relacional de actividad.....	118
Figura 21. Propuesta de redistribución de planta y diagrama de recorrido de la empresa S&E INOXI S,A,C.....	119
Figura 22. Diagrama OT de la situación propuesta.....	121
Figura 23. Diagrama OT de la situación propuesta (continuación)	121
Figura 24. Línea de tendencia de la demanda histórica trimestral de la trampa de sólidos y grasas (2016-2018).....	125
Figura 25. Línea de tendencia anual de la demanda histórica de la trampa de sólidos y grasas (2016-2018).....	125
Figura 26. Lista de materiales para la fabricación de una trampa de sólidos y grasas.....	130
Figura 27. Calificación del Sistema Westinghouse.....	149

Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo incrementar el nivel de servicio en la empresa S&E INOXI S. A. C., la cual se dedica a fabricación y venta de muebles en acero inoxidable y brindar servicios de mantenimiento, ya que se encontraba en un escenario de pérdidas económicas equivalente a S/.28 470,00, debido a la penalización del 5% por incumplimiento de la fecha de entrega. Asimismo, existían pérdidas por materia prima de S/. 96 905,03. El presente trabajo propone una mejora del sistema productivo mediante la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing para incrementar su nivel de servicio.

Esto se logró mediante la ejecución de un diagnóstico de la situación actual del proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas, evaluación y determinación de los métodos y/o herramientas de ingeniería, seguidamente se elaboraron propuestas de mejora del proceso que contribuyeran a incrementar el nivel de servicio y finalmente se realizó el análisis costo-beneficio del proyecto.

Como resultado de la investigación se obtuvo un incremento del 23,1% en el nivel de servicio, se redujo la pérdida de materia prima en un 84,13%, esto mediante el incremento del 23,51% de la eficiencia física y se logró una disminución del 51,87% de la distancia recorrida. Además, se redujo el cuello de botella en un 10,64% y el tiempo de flujo del proceso en un 9,88%. También mediante las capacitaciones y el diagrama OT se consiguió la polivalencia del operario, consiguiendo la reducción de un 67,41% del tiempo ocioso para un lote de 3 unidades.

Palabras Claves: Metalmecánica, lean manufacturing, nivel de servicio.

Abstract

The objective of this study was to increase the level of service in the company S & E INOXI S. A. C., which is dedicated to manufacturing and selling stainless steel furniture and provide maintenance services, since it was in a scenario of economic losses equivalent to S/. 28 470,00, due to the penalty of 5% for breach of the delivery date. Likewise, there were losses by raw material of S/. 96 905,03. The present work proposes an improvement of the productive system through the implementation of Lean Manufacturing tools to increase its level of service.

This was achieved through the execution of a diagnosis of the current situation of the manufacturing process of solids and grease traps, evaluation and determination of the methods and / or engineering tools, followed by proposals for improvement of the process that would contribute to increase the level of service and finally the cost-benefit analysis of the project was carried out.

As a result of the research, an increase of 23,1% in the level of service was obtained, the loss of raw material was reduced by 84,13%, this by means of the increase of 23,51% of the physical efficiency and it was achieved a decrease of 5,87% of the distance traveled. In addition, the bottleneck was reduced by 10,64% and the process flow time by 9,88%. Also through the trainings and the OT diagram, the polyvalence of the operator was achieved, achieving a reduction of 67,41% of idle time for a batch of 3 units.

Keywords: Metalworking, lean Manufacturing, service level.

I. Introducción

En la actualidad, las compañías deben mantener un elevado estándar de atención al cliente para asegurar su presencia en el mercado global. Esto implica una mejora constante en sus operaciones para evitar retrasos en la entrega de pedidos. Esta necesidad de estar a la vanguardia es aún más crucial en las industrias manufactureras, que se enfrentan a mercados cada vez más exigentes. Satisfacer estas demandas es esencial para obtener beneficios y mantener la rentabilidad en un entorno comercial altamente competitivo.

S&E INOXI S.A.C. es una pequeña empresa perteneciente al rubro de metalmecánica y enfoca principalmente en la producción y venta de muebles en acero inoxidable. En la actualidad trabaja con un sistema de producción intermitente, es decir se produce pequeños lotes de diferentes productos, los cual son: trampas de sólidos y grasas, lavaderos, mesas de trabajo, andamios, entre otros. Siendo su producto más representativo la trampa de sólidos y grasas, en la cual se enfocará la presente investigación.

En la empresa metalmecánica el incumplimiento en las fechas de entrega de sus pedidos se ha convertido en su problema principal, debido a la inadecuada planificación de materia prima, incorrecta distribución de las áreas de trabajo y métodos de trabajo ineficiente por parte de los operarios, por lo que la empresa ha tenido pérdidas monetarias debido a la penalidad existente del 5%, siendo un total durante el año 2018 de S/. 28 470.

Ante esta situación, surgió la siguiente interrogante ¿En qué medida la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas en la empresa S&E INOXI S.A.C. incrementará el nivel de servicio? por lo cual, el presente trabajo de investigación tuvo como por objetivo general, proponer implementar las herramientas de Lean Manufacturing en el proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas en la empresa S&E INOXI S. A. C. para incrementar el nivel de servicio, para ello se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, posteriormente se evaluó y se determinó los métodos y/o herramientas de ingeniería, seguidamente se propuso una mejora en el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas que contribuya en la disminución de incumplimiento de las fechas de entrega y para finalizar se realizó un análisis costo – beneficio de la mejora.

De este modo, la presente investigación tuvo como finalidad mejorar el proceso de fabricación y lograr un aumento en el cumplimiento de los pedidos, obteniéndose un incremento en el indicador del nivel de servicio.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes

Para el presente estudio se han considerado las siguientes investigaciones:

En la investigación llevada a cabo por A. Sayid et al. [1] titulada **“Application of Lean Tools for the Improvement of Process Cycle Efficiency of Moccasin Shoe Production Line”**, se aborda la aplicación de los principios de Lean en una empresa dedicada a la fabricación de calzado Moccasin. El objetivo principal de esta investigación es evaluar tanto la eficiencia del ciclo de producción actual (PCE) como los tiempos de entrega. Además, se concentra en la optimización de las operaciones al eliminar los períodos de tiempo que no aportan valor (NVD), reducir los tiempos de entrega y mejorar el PCE utilizando herramientas como el Mapeo de Flujo de Valor (VSM), el Análisis de Pareto, la metodología 5S y la producción Just in Time (JIT).

En el estado inicial, el PCE se situaba en un 12,20%, pero tras la implementación de las herramientas Lean, este valor se incrementaría significativamente hasta alcanzar un 26,91%. Además, se espera una reducción del tiempo de entrega en un 54,64%, según las conclusiones obtenidas a través del Análisis de Pareto y el mapeo del flujo de valor.

Según lo mencionado por J. Vargas, G. Muratalla y M. Jiménez [2], en su estudio **“Lean Manufacturing: una herramienta de mejora de un sistema de producción”**, tuvo como objetivo demostrar las consecuencias de la implementación de la herramienta Lean Manufacturing en la mejora continua y la optimización de un sistema de producción, así como lo logrado en distintas empresas mediante un instrumento relacionado a la filosofía Lean Manufacturing. Para que esto se lleve a cabo primero se realizó una revisión literaria, seguido de la recolección de datos y el análisis documental de los casos de éxito de las empresas, obteniendo como resultado una disminución del 20% de los costos de compras, 40% costos de producción y un aumento en un 50% del área utilizada, además se obtiene una reducción del 25% de lead time.

De acuerdo M. Singh y H. Yadav [3], en su investigación denominado **“Improvement in Process Industries by Using Work Study Methods: A Case Study”**, primero examinaron el proceso mediante el método de trabajo, estudio de tiempos y diseño óptimo de planta, a la vez se hicieron los diagramas de análisis de proceso y de flujo. Con la ayuda de la observación

y la discusión con el gerente de la empresa, se sugirió la realización de un diagrama mejorado de proceso y flujo de proceso y nuevos dispositivos, obteniendo con ello reducir el tiempo de cuello de botella del pegado, aumentando la producción de placas al día de 5 400 unidades a 12 000 unidades al día, además en el área de acabado se logró la disminución de los operarios de 7 a 2 trabajadores logrando reducir el tiempo de procesamiento. Mediante lo mencionado es que esta pequeña industria consiguió disminuir el tiempo de proceso y los costos de mano de obra y producción.

L. Sillero, L. Iglesias y L. Leal [4], en su artículo denominado **“Incremento del indicador Entregas a Tiempo en una Empresa Metal Mecánica”**, se analiza la problemática de una empresa en el sector metalmecánico que busca mejorar su competitividad a través de la optimización de los tiempos de entrega. Este proyecto se inició a raíz de una revisión del plan estratégico de la empresa, que reveló que el indicador de entregas a tiempo para la familia de compresores AIR era del 71%, un porcentaje inferior al de otras familias de productos.

Para abordar esta cuestión, se aplicó la metodología Lean - Six Sigma. En primer lugar, se llevó a cabo un análisis de la cadena de valor (Value Stream Map VSM) que reveló un tiempo de proceso (Lead Time) de 22 días, mientras que el tiempo de procesamiento (processing time) fue de 10 minutos. Se identificaron varios problemas que contribuían a esta disparidad, incluyendo un flujo ineficiente de materiales, un control inadecuado de inventarios tanto de materia prima como en el proceso de fabricación, y una programación deficiente en la gestión de pedidos "make to order" y "make to stock".

Para abordar estos problemas, se implementaron tres soluciones. La primera consistió en la reorganización de la producción a través de celdas de trabajo. Luego, se rediseñó el proceso de fabricación, teniendo en cuenta el punto de desacople, y se implementó un sistema de producción basado en Kanban. Gracias a estas medidas, se logró reducir el Lead Time en un 55%, superando el objetivo inicial del 40%. Además, el inventario se redujo en un 50%, y el indicador de entregas a tiempo aumentó del 71% al 85%.

Tejada [5] en su artículo **“Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos”**, Propone obtener notables mejoras en la eficiencia de los sistemas de producción de una empresa dedicada a la fabricación de licores en República Dominicana, mediante la implementación de los principios del Lean Manufacturing. En una primera etapa, se llevó a cabo el análisis de los procesos con el fin de identificar áreas con potencial de

mejora. Históricamente, las organizaciones que han adoptado la filosofía del Lean Manufacturing han experimentado reducciones significativas en aspectos como los tiempos de entrega, los costos, la retrabajo, los tiempos de preparación, el material en proceso, y al mismo tiempo, han logrado aumentar su productividad, su flexibilidad, la calidad de los productos, la optimización de la mano de obra, así como una mejor utilización del espacio y los equipos. Este enfoque ha demostrado un incremento promedio anual del 30% en la productividad, una disminución del 20% en la tasa de defectos anual, un aumento de más del 10% en la utilización de la fuerza laboral directa, y una mejora del 30% en la utilización de los espacios y maquinaria.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Sistemas de producción

Según J. Krajewski y P. Ritzman [6], el sistema de producción se compone de un conjunto de elementos que abarcan insumos, procesos, productos y el flujo de información, todos los cuales están interconectados con los clientes y el entorno externo. En lo que respecta a los insumos, estos engloban los recursos humanos, que comprenden tanto a los trabajadores como a los gerentes, el capital, que abarca el equipo y las instalaciones, los materiales y servicios adquiridos, la tierra y la energía.

Además, de acuerdo con las investigaciones de D.Muñoz [7], se pueden identificar distintos tipos de sistemas de producción según la naturaleza de los procesos involucrados:

- *Producción de flujo continuo:* En este enfoque, se manufacturan grandes cantidades de productos de manera ininterrumpida, ya que detener el proceso conlleva costos significativos de reinicio.
- *Producción en masa:* se producen unidades en grandes cantidades con un alto grado de estandarización. Normalmente, se automatiza el proceso debido a su rentabilidad económica, lo que permite alcanzar niveles elevados de producción a costos bajos.
- *Producción por lotes:* En este caso, se fabrican lotes de diferentes modelos del mismo producto. Sin embargo, este enfoque conlleva costos debido a la necesidad de reconfigurar las instalaciones para producir otro lote.
- *Producción tipo taller:* Este sistema se utiliza para permitir una producción flexible.

Se enfoca en la producción de lotes de artículos con características específicas, adaptándose a las necesidades y demandas del cliente, que pueden ser únicas o altamente variables.

2.2.2. Industria metal-mecánica

De acuerdo a J. Cortés [8] la industria metal-mecánica se dedica a transformar piezas en bruto, modificando sus formas y/o propiedades a través de una variedad de métodos o procesos de conformación, con el fin de obtener piezas acabadas.

2.2.3. Merma

Para Análisis tributario, Asesoramiento y Análisis Laborales [9] la merma es “una pérdida o reducción de volumen, peso o cantidad de las existencias ocasionadas por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo que genera pérdida monetaria. Técnicamente es una pérdida de utilidades en término físico”.

2.2.4. Productividad

La productividad se refiere a la eficiencia de la producción en términos de la cantidad de unidades producidas en un período de tiempo determinado y bajo las mismas condiciones de calidad de producción.

Para su medición se tienen las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned}
 \text{Productividad de materia prima} &= \frac{MP \text{ que sale}}{MP \text{ que ingresa}} \\
 \text{Productividad del recurso humano} &= \frac{\text{Producción actual}}{\text{Número de operarios}} \\
 \text{Productividad económica} &= \frac{\text{Producción actual}}{\text{Inversión en materiales}} \\
 &= \frac{MP \text{ que sale}}{(MO \times \text{costo}) + (MP \text{ que ingresa} \times \text{costo}) + (\text{insumo} \times \text{costo})} \\
 \text{Variación de productividad} &= \frac{P \text{ propuesta} - P \text{ actual}}{P \text{ actual}} \times 100
 \end{aligned}$$

2.2.5. Capacidad

La capacidad es el número de unidades que puede tener una instalación en un determinado periodo de tiempo. De ello se clasifican en:

- *Capacidad diseñada*: Es la salida teórica máxima de un sistema en un tiempo determinado.
- *Capacidad efectiva*: Capacidad que se espera alcanzar dadas las restricciones de operación existentes, la cual por lo general es menor a la diseñada, entre diversos factores, debido a que las instalaciones se diseñaron para procesar diferentes al producido en ese momento.
- *Capacidad real*: Capacidad demostrada en dicho momento, suele ser menor a la capacidad diseñada y es lo que se espera lograr teniendo en cuenta las restricciones de operación existentes.

2.2.6. Nivel de servicio

S. Schalit y J. Vermorel [10] se refiere a la posibilidad de cumplir con las solicitudes de los clientes sin generar órdenes pendientes o pérdida de ventas. Este indicador se determina utilizando la fórmula siguiente:

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Producción atendida}}{\text{Demanda total}}$$

2.2.7. % Entregas a tiempo

Evalúa el grado en el cual la compañía cumple con la entrega de unidades en la fecha o período previamente acordado con el cliente. La fórmula para calcular este indicador se presenta de la siguiente manera:

$$\% \text{Entregas a tiempo} = \frac{\text{Unidades entregadas en el plazo establecido}}{\text{Número total de unidades solicitadas}}$$

2.2.8. Diagrama de Análisis de procesos

Tal como lo expresa Meyers [11], el Diagrama de análisis de procesos es la combinación del diagrama de operaciones y de proceso. Este diagrama es el más completo de todas las técnicas y es físico “la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un procedimiento. Comprende la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida”. Se emplea la siguiente simbología mostrada en la tabla 1:

Tabla 1. Simbología de las actividades

Actividad	Símbolo	Descripción
Operación		Muestra las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
Transporte		Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
Inspección		Muestra la inspección de la calidad y/o verificación de la cantidad.
Espera		Indica demora en el desarrollo de los hechos, como puede ser trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
Almacenamiento		Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
Actividad combinada		Cuando se desea indicar que varias actividades son ejecutadas al mismo tiempo o por el mismo operario en un mismo lugar de trabajo, se combinan los símbolos de tales actividades.

Fuente: Meyers [11]

2.2.9. Cursograma analítico

J. Domínguez Machuca, S. García, A. Ruiz y M. Álvarez, [16] definen al Cursograma analítico como:

Un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos mediante el símbolo que corresponda.

- Cursograma analítico de operación: diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.
- *Cursograma analítico de material*: diagrama en donde se registra como se manipula o trata el material.

- *Cursograma analítico de equipo*: diagrama en donde se registra como se usa el equipo.

2.2.10. Determinación del número de mediciones de una operación

M. García [12], luego de definir claramente el inicio y fin de cada operación, el analista debe calcular el tiempo normal de cada operación con un grado específico de precisión utilizando la Metodología de Mundel. Para llevar a cabo este proceso, se deben seguir los siguientes pasos:

1. Tomar de 5 a 10 muestras iniciales para cada operación.
2. Determinar el valor más alto y el valor más bajo entre estas muestras y etiquetarlos como A y B, respectivamente. Luego, calcular el valor de $(A - B) / (A + B)$.
3. Con este último valor, se consulta una tabla de Mundel para determinar el número de observaciones necesarias. La elección de la columna en la tabla (5 o 10) dependerá del número de la serie inicial de observaciones.

Este proceso permite calcular el tiempo normal de cada operación con una precisión determinada, lo que es esencial para la gestión eficiente de los tiempos en un proceso o producción.

Tabla 2. Tabla de Mundel para la determinación del número de observaciones

(A-B)/(A+B)	Datos de muestra de		(A-B)/(A+B)	Datos de muestra de	
	5	10		5	10
0,05	3	1	0,28	93	53
0,06	4	2	0,29	100	57
0,07	6	3	0,3	107	61
0,08	8	4	0,31	114	65
0,09	10	5	0,32	121	69
0,1	12	7	0,33	129	74
0,11	14	8	0,34	137	78
0,12	17	10	0,35	145	83
0,13	20	11	0,36	154	88
0,14	23	13	0,37	162	93
0,15	27	15	0,38	171	98
0,16	30	17	0,39	180	103
0,17	34	20	0,4	190	108
0,18	38	22	0,41	200	114
0,19	43	24	0,42	210	120
0,2	47	27	0,43	220	126
0,21	52	30	0,44	230	132
0,22	57	33	0,45	240	138
0,23	63	36	0,46	250	144
0,24	68	39	0,47	262	150
0,25	74	42	0,48	273	156
0,26	80	46	0,49	285	163
0,27	86	49	0,5	296	170

Fuente: M. García [12]

2.2.11. Metodología 5W

Según lo indicado por R. Cabrera [13], se trata de una herramienta de análisis cualitativo cuyo objetivo es identificar la causa fundamental de un problema. Cuando se enfrenta una situación problemática concreta, es necesario buscar respuestas a dos interrogantes fundamentales:

- ¿Cuál es la causa raíz del problema? (Base para la Corrección)
- ¿Cuál es la causa por la que no se pudo prever? (Base para la Prevención)

Cuando evaluamos el síntoma de un problema, debemos cuestionar el "por qué" de forma sucesiva hasta que la causa fundamental se torne clara. No necesariamente se deben realizar exactamente cinco preguntas; el número puede variar, pero, en promedio, con aproximadamente cinco rondas de cuestionamientos, se suele llegar al meollo o causa raíz del problema.

Procedimiento básico:

1. Sesión de lluvia de ideas.
2. Una vez identificada la causa más probable, empezar a preguntar: ¿Por qué sucede esto?
3. Continuar preguntando “Por qué” al menos cinco veces.
4. Ocasionalmente se superan los cinco “por qué” para poder obtener la causa principal cuando el problema es muy complejo.
5. En la mayoría de ocasiones NO se busca preguntar el “quien”. ya que el grupo solo está interesado en el proceso y solo ocasionalmente en el personal involucrado.

A. 5W1H

R. Cabrera [13] define al 5W1H como:

Las preguntas esenciales que deben abordarse para obtener una descripción completa de un evento son: ¿qué, cuándo, dónde, quién, por qué y cómo? (what, when, where, who, why y how?). Al enfrentar un problema, es aconsejable formular estas preguntas para asegurar una comprensión exhaustiva de los hechos, sin dejar lugar a omisiones.

¿Qué problema se tiene? ¿Cuándo ocurre? ¿Dónde ocurre? ¿Quién es responsable? ¿Por qué ocurre? ¿Cómo ocurre?

2.2.12. Estudio de métodos de trabajo

Siguiendo lo planteado por R. Castaño y C. Hayek. [14], la ingeniería de métodos se define como "el examen sistemático de los enfoques utilizados en las actividades con el objetivo de optimizar la eficiencia en la utilización de los recursos y de establecer estándares en los procedimientos". Además de esto, su aplicación tiene como finalidad mejorar los procesos, procedimientos y el diseño de la fábrica, taller o lugar de trabajo. Además, contribuye a la optimización del esfuerzo humano y el uso eficiente de

materiales, maquinaria y mano de obra. En última instancia, facilita la ejecución del trabajo, haciéndolo más ágil, rápido, sencillo y seguro.

A. Objetivos del estudio de métodos de trabajo

Su propósito radica en analizar cómo se ejecutan las labores en la compañía con el fin de alterar o simplificar el proceso de producción, lo que resulta en la disminución del esfuerzo superfluo y la utilización ineficiente de los recursos, al mismo tiempo que establece el tiempo estándar para la realización de tareas en el lugar de trabajo.

B. Etapas del estudio y mejora de métodos

En la tabla 3 se exponen las etapas del estudio y mejora de métodos:

Tabla 3. Etapas del estudio y mejora de métodos

<i>Selección de la tarea</i>	Se debe centrar el objeto de estudio teniendo en cuenta todos los aspectos técnicos, humanos y económicos.
<i>Registro del método actual</i>	Consiste en recolectar los datos más importantes a cerca de la tarea seleccionada, utilizando para ello las técnicas más convenientes: -Hojas de procesos: Es una representación muy general de los datos de la empresa. -Diagramas de procesos: Describir con palabras el objeto de trabajo. Existen diferentes diagramas.
<i>Examen del método actual</i>	Se basa en la detección de cuantos errores se puedan encontrar en la aplicación del método. Hay que aplicar al máximo el espíritu crítico.
<i>El desarrollo del nuevo método</i>	Encontrar una nueva forma de realización de las actividades y se guíe por el criterio económico.
<i>La evaluación de los resultados obtenidos con el nuevo método</i>	Comparar las ventajas del anterior método con las del nuevo método.
<i>Definir el nuevo método y el tiempo correspondiente</i>	Se trata de concretar y certificar este nuevo método tanto en forma, contenido, tiempo y presentarlo a todos los interesados como empleados.
<i>Implantación del nuevo método</i>	Informar al personal en la que se lleva a cabo la aplicación práctica de las nuevas maneras y procedimiento de las tareas formando al personal en caso necesario.
<i>Control y seguimiento del nuevo método</i>	Detectar las deficiencias, fallos y desviaciones y comprar los resultados obtenidos con los objetivos que se propusieron con la aplicación del nuevo método.

Fuente: Cruelles [15]

2.2.13. Estudio de tiempos

Empleada para determinar con la mayor exactitud posible, el tiempo requerido para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. [11]

Tabla 4. Tabla de tiempo promedio, tiempo normal y tiempo estándar

<i>Tiempo promedio</i>	El procedimiento para determinar el número de ciclos que se debe cronometrar es realizar un estudio de tiempos de 10 ciclos para trabajos que tengan menos de 2 min de duración, y cinco ciclos para trabajos que duren más de 2 min. $\text{Tiempo de ciclo observado} = \frac{\text{Suma de tiempo observados}}{\text{numero de ciclos observado}}$
<i>Tiempo normal</i>	Se realiza la calificación del operario (valoración), se obtiene el factor de calificación (FC) y se calcula el tiempo normal.
<i>Tiempo estándar</i>	Se determina la tolerancia (% Tol) y se calcula el tiempo estándar.

Fuente: Meyers [11]

2.2.14. Método de Guerchet

Según Domínguez [16], el método para determinar las superficies o espacios requeridos. Para la aplicación y desarrollo de este método se debe conocer:

- Área estática (Ss): Esto se refiere a la superficie física ocupada por la maquinaria, el mobiliario y otras instalaciones relacionadas con la producción. Se calcula multiplicando el largo (L) por el ancho (A) según la siguiente fórmula:

$$Ss = \text{Largo}(L) \times \text{Ancho}(A)$$

- Área de gravitación (Sg): Esta área engloba la superficie utilizada por los operarios que están trabajando y por los materiales que se están procesando en un puesto de trabajo. Para calcularla, se multiplica la superficie estática por el número de lados (N) de la misma que deben estar operativos. En otras palabras, se toma en cuenta la parte de la superficie que será utilizada por el equipo productivo. La fórmula es la siguiente:

$$Sg = Ss \times N$$

- Área de evolución (Sev): Esta área considera el espacio necesario entre diferentes puestos de trabajo para permitir el movimiento del personal, el material y los medios de transporte. Se obtiene sumando la superficie estática y

la de gravitación, y luego se ajusta por un coeficiente K. El valor de este coeficiente varía en función de la proporción entre el volumen del material, el personal y los equipos de manejo que se mueven entre los puestos de trabajo, en relación con el tamaño de las máquinas, equipos e instalaciones productivas de dichos puestos. El área de evolución se determina mediante la siguiente fórmula:

$$Sev = (Ss + Sg) \times k$$

Este método es útil para calcular y planificar las áreas necesarias en un entorno de producción, teniendo en cuenta tanto la superficie ocupada por la maquinaria y los operarios como el espacio requerido para el movimiento y la evolución entre los diferentes puestos de trabajo.

2.2.15. Método S.L.P

Según la afirmación de D. De la Fuente [17], El enfoque S.L.P se caracteriza por su estructura organizada para llevar a cabo la planificación de una distribución. Consta de cuatro etapas, junto con una serie de procedimientos y convenciones de símbolos destinados a identificar, evaluar y representar gráficamente los elementos y áreas involucrados en dicha planificación. Esta metodología es versátil y puede ser aplicada tanto en entornos de oficina, laboratorios, áreas de servicio, almacenes como en operaciones de manufactura. Además, es igualmente adecuada para adaptarse a reubicaciones mayores o menores, así como para su implementación en nuevos edificios o en nuevos sitios de planta planificados

Tabla 5. Código de letras

Código	Valor de proximidad
A	Absolutamente necesaria
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	Sin importancia
X	No deseable

Fuente: De la Fuente, David [17]

2.2.16. Planificación de los Requerimientos de Materiales (MRP)

Para R. Chase y R. Jacobs [18], este sistema se enfoca en la programación temporal de los requisitos de los materiales necesarios para las operaciones finales de producción que están delineadas en el programa maestro de producción. Sus metas incluyen:

- Garantizar la disponibilidad de los materiales para la producción y de los productos para su entrega a los clientes.
- Minimizar los niveles de inventario de materiales y productos terminados tan pronto como sea posible.
- Planificar las actividades de fabricación, las órdenes de entrega y las adquisiciones necesarias.

III. Resultados

3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

3.1.1. La empresa

S&E INOXI S.A.C. es una pequeña empresa perteneciente al rubro de metalmecánica y se dedica a la fabricación y venta de muebles en acero inoxidable, además brinda servicio de mantenimiento a maquinaria. La empresa se encuentra ubicada en la ciudad de Chiclayo, cuenta con un local de 280 m^2 y su horario de trabajo es de lunes a viernes de 8:00 a.m. a 1:00 p.m. y de 3:00 p.m. a 7:00 p.m. y sábados de 8:00 a.m. a 3:00 p.m. En la tabla 6 se detalla la información de la empresa

Tabla 6. Datos generales de la empresa

Información General	
Gerente General	Luis Alberto Fudimoto Agurto
RUC	20600937694
Inicio	15/01/2016
Dirección	Ca. Lora y Lora N° Mz.13 LT.08B Urb. Cruz de Chalpón

Fuente: S&E INOXI S.A.C.



Figura 1. Local de la empresa

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

A continuación, en la siguiente figura se presenta el organigrama de la empresa.

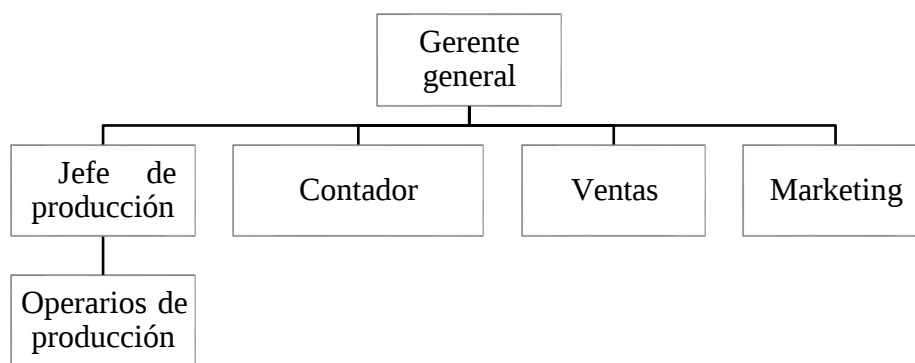


Figura 2. Organigrama de la empresa

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

- **Gerente General:** Lo ejerce el dueño de la empresa, se encarga de controlar los ingresos, egresos y realizar el pago al personal.
- **Jefe de producción:** Se encarga de recepcionar los pedidos, realizar las compras de materia prima e interviene en el proceso de fabricación.
- **Operarios de producción:** La empresa cuenta con 4 operarios.
- **Contador:** Brinda reportes al Gerente sobre el estado financiero de la empresa y realiza la declaración de compras y ventas mensualmente.
- **Ventas:** Realiza las cotizaciones y contratos para el cliente.
- **Marketing:** La persona encargada actualiza constantemente las redes sociales de la empresa.

La empresa cuenta con un área principal, en el cual se realiza todo el proceso de fabricación, asimismo cuenta con un almacén de materia prima y otro de producto terminado, en donde el producto espera para ser recogido por el cliente o llevado al lugar donde será instalado por la empresa. A continuación, se muestra la distribución de planta de la empresa S&E INOXI S.A.C. (Ver figura 3).

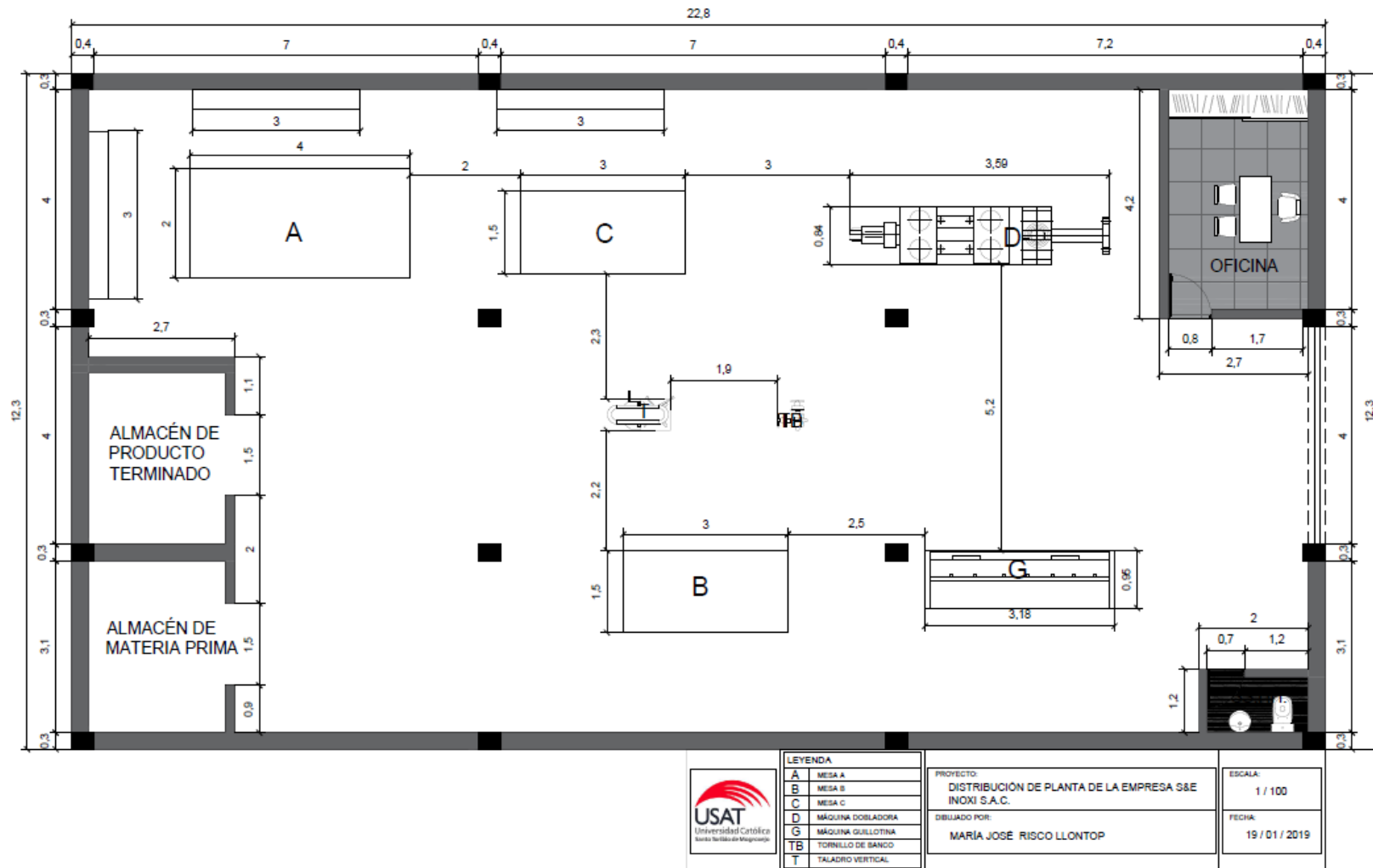


Figura 3. Distribución de planta de la empresa S&E INOXI S.A.C.

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

3.2.Descripción del sistema de producción

3.2.1. Productos

Actualmente la empresa metalmecánica S&E INOXI S.A.C cuenta con una produccióna pedido donde se fabrica una gran variedad de productos con volúmenes pequeños. Se ha identificado que aproximadamente son 17 artículos diferentes, de los cuales se puede hacer mención a las trampas de sólidos y grasas, lavaderos, cocinas industriales, hornos, campanas extractoras, repisas, andamios, etc. Además, la empresa brinda servicios de mantenimiento a maquinaria.

Durante el año 2018 la empresa ha registrado un ingreso de S/. 1 751 259,00 cómo se observa a continuación en la tabla 7, por concepto de servicios de mantenimiento a maquinaria y fabricación y venta de muebles en acero inoxidable.

Tabla 7. Ingresos de la empresa durante el año 2018

Mes	Ingresos mensuales
Enero	S/. 145 354,50
Febrero	S/. 171 623,38
Marzo	S/. 22 766,37
Abril	S/. 161 115,83
Mayo	S/. 143 603,24
Junio	S/. 136 598,20
Julio	S/. 140 100,72
Agosto	S/. 199 643,53
Setiembre	S/. 157 613,31
Octubre	S/. 162 867,09
Noviembre	S/. 148 857,02
Diciembre	S/. 161 115,83
Total	S/. 1 751 259,00

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

De lo cual se puede decir que el 98,8% equivalente a S/. 1 730 259,00 de los ingresos corresponde a la fabricación y venta de muebles en acero inoxidable. Dentro de ellos el producto que ha generado mayor ingreso es la trampa de sólidos y grasas con S/. 1 072 500,00 lo que representa a un 61,98% de los ingresos en la fabricación y venta de muebles en acero inoxidable. (Ver tabla 8)

Tabla 8. Ingresos por fabricación y venta de muebles en acero inoxidable durante el año 2018

Producto	Ingresos	Porcentaje
Trampas de sólidos y grasas	S/. 1 072 500,00	61,98%
Cámaras de congelación, refrigeración y conservación	S/. 372 400,00	21,52%
Mesas de trabajo	S/. 82 345,00	4,76%
Lavaderos	S/. 34 000,00	1,97%
Baño maría	S/. 25 000,00	1,44%
Cocinas Industriales	S/. 24 520,00	1,42%
Licadoras industriales	S/. 23 114,00	1,34%
Horno para pollos	S/. 22 000,00	1,27%
Barandas	S/. 15 320,00	0,89%
Escurrederos y repisas	S/. 11 230,00	0,65%
Módulo neutro	S/. 9 020,00	0,52%
Campana extractora	S/. 8 540,00	0,49%
Ductería cuadrada	S/. 8 450,00	0,49%
Freidora de papas	S/. 8 200,00	0,47%
Tachos de basura	S/. 7 340,00	0,42%
Bandejas gastronómicas	S/. 6 200,00	0,36%
Adaptador de amoladora	S/. 80,00	0,00%
Total	S/. 1 730 259,00	100,00%

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

Asimismo, la empresa S&E INOXI S.A.C. ha tenido las siguientes unidades vendidas y utilidades percibidas de los productos como se muestra a continuación en tabla 9.

Tabla 9. Unidades vendidas y utilidades percibidas durante el año 2018

Producto	Cantidad	Utilidad
Trampas de sólidos y grasas	825	S/. 429 000,00
Cámaras de congelación, refrigeración y conservación	24	S/. 148 960,00
Mesas de trabajo	20	S/. 32 938,00
Lavaderos	10	S/. 13 600,00
Baño maría	5	S/. 10 000,00
Cocinas Industriales	5	S/. 9 808,00
Licadoras industriales	6	S/. 9 245,60
Horno para pollos	3	S/. 8 800,00
Barandas	11	S/. 6 128,00
Escurrideros y repisas	8	S/. 4 492,00
Módulo neutro	2	S/. 3 608,00
Campana extractora	4	S/. 3 416,00
Ductería cuadrada	22	S/. 3 380,00
Freidora de papas	3	S/. 3 280,00
Tachos de basura	15	S/. 2 936,00
Bandejas gastronómicas	36	S/. 2 480,00
Adaptador de amoladora	2	S/. 32,00
Total	1001	S/. 692 103,60

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

Como se observa el producto con mayores unidades vendidas es la trampa de sólidos y grasas con 825 unidades durante el año 2018 y con la mayor cantidad de utilidades percibidas, equivalente a S/. 429 000,00. Así, los aspectos a explorar en el estudio en curso tendrán como fundamento el procedimiento de producción de trampas de sólidos y grasas.

a. Descripción del producto

Se tiene como producto principal a la trampa de sólidos y grasas, el cual es un dispositivo diseñado para evitar el paso de sólidos y grasas de los efluentes eliminados por restaurantes, casas o locales hacia los desagües, logrando evitar la obstrucción de los drenajes. La trampa de sólidos y grasas tiene las siguientes características que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Descripción de la Trampa de sólidos y grasas

Descripción del Producto	
	Base fabricada en acero inoxidable (C304) con espesor de 1,2 mm
	Tapa superior fabricada en acero inoxidable (C304) con espesor de 1,2 mm
	3 divisiones con plancha de acero inoxidable (C304) con espesor de 1,2 mm
	Bandeja de plancha perforada de acero inoxidable de 1,5 mm con agujeros de 2,5 mm
	1 unión simple Ø 2" (C304)
	6 guías fabricadas en acero inoxidable (C304) con espesor de 1,2 mm
	5 agarraderas de varilla de acero inoxidable de 3/16" C304
	10 pernos y tuercas
	Dimensiones: Largo: 70 cm , ancho: 35 cm y altura: 40 cm
	Costo del producto: S/.780,00
	Precio de venta: S/. 1 300,00

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

b. Sub productos

No existen subproductos en el proceso productivo.

c. Desechos

Retazos medianos de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm, plancha perforada C304 de 1,5 mm y varilla de acero inoxidable 3/16" C304 que son reutilizados en otros productos para su proceso de fabricación.

d. Desperdicios

- Retazos de acero inoxidable C304 de 1,2 mm con un tamaño despreciable. Durante el año 2018 se tuvo 7 224,53 kg de retazos de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm en el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas.

Tabla 11. Cantidad de desechos generados durante el año 2018

Mes	Retazos de Plancha (kg)
Enero	560,49
Febrero	630,50
Marzo	700,56
Abril	455,36
Mayo	709,32
Junio	437,85
Julio	770,62
Agosto	551,69
Setiembre	455,36
Octubre	700,56
Noviembre	665,53
Diciembre	586,72
Total	7 224,53

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

- Recubrimiento plástico del acero inoxidable.
- Residuo de electrodos de tungsteno.

3.2.2. Materiales e insumos

A. Materiales directos

Los materiales directos empleados para la fabricación de la trampa de sólidos y grasastienen un costo total de S/. 552,80 como se muestra a continuación en la tabla 12.

Tabla 12. Materiales directos para la fabricación de la trampa de sólidos y grasas

N°	Descripción	Cantidad	Costo
1	Plancha de acero inoxidable C304 1,2 mm de 2,44 m x 1,22 m.	1	S/. 380,00
2	Plancha perforada de acero inoxidable C304 1,5 mm, agujeros de 6 mm de 2,44 m x 1,22 m.	1/12	S/. 60,00
3	Varilla de acero inoxidable de 3/16'' C304 de 6 m de longitud	5/17	S/. 21,00
4	Unión simple Ø 2'' (C304)	1	S/.24,00
5	Pernos SOCKET de 6 mm x 25 mm	10	S/. 15,00
Total			S/. 500,00

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

B. Materiales indirectos

Los materiales indirectos empleados tienen un costo total de S/.52, 80. (Ver tabla 13)

Tabla 13. Materiales indirectos de trampa de sólidos y grasas

N°	Descripción	Cantidad	Costo
1	Gel decapante	1/5	S/.4,00
2	Thinner acrílico 3L	1/5	S/. 3,60
3	Esponja Industrial	1/2	S/.6,00
6	Strech Film	1/10	S/. 2,20
7	Varilla TIG 308 L 3/16	1/2	S/. 21,00
8	Aporte Electrodo Tungsteno 2% cerio	1/2	S/. 16,00
Total			S/.52,80

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

C. Máquinas, equipos o herramientas

Las maquinarias, equipos o herramientas utilizados para el proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas son las siguientes:

Tabla 14. Maquinarias, equipos o herramientas para el proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas

Maquinarias, Equipos O Herramientas	Cantidad	Actividad	Uso
Soldadora TIG	3	Armado y soldado	Se utiliza para la unión de piezas de acero inoxidable, el cual es la materia prima empleada para la trampa de sólidos y grasas. Cabe resaltar que la empresa emplea argón para la protección del arco en esta soldadura.
Taladro	2	Taladrado	Se emplea para realizar los agujeros de la tapa, en el cual una vez instalado el producto se colocarán los Pernos SOCKET de 6 mm x 25 mm
Taladro vertical	1	Taladrado	También conocido como taladro de banco, es utilizado junto a la sierra copa para generar un orificio en la pieza de trabajo (laterales de la trampa de sólidos y grasas), sin que para ello sea necesario cortar el material base.
Amoladora	2	Pulido, desbaste y corte	Para realizarlo se utiliza disco de corte, mil hojas y rueda asaflap. Los discos pueden ser cambiados.
Dobladora manual	1	Doblado	Se encarga de hacer los pliegues a las piezas de acero ya cortadas. Este tipo de máquina es de fácil operación y requieren muy poco mantenimiento.
Guillotina hidráulica	1	Corte	Utilizada para el corte de las planchas trazadas. Esta máquina tiene la capacidad de cortar hasta 6 mm
Cizalla manual	1	Corte	Se utiliza para realizar cortes pequeños, rápidos y poco espesor. Los operarios lo utilizan para cortar las esquinas de algunos pedazos ya cortados de las planchas.
Tornillo de banco	1	Doblado	Se utiliza para sostener una pieza de trabajo estacionaria, la cual es la varilla de acero inoxidable que será posteriormente doblada.
Rueda asaflap	1	Pulido	Son ruedas abrasivas de óxido de aluminio premium, empleadas para la limpieza de las partes soldadas.
Discos de corte o avance	1	Corte	Son discos empleados para cortar diferentes piezas y materiales.
Disco mil hojas	1	Desbaste	Utilizado para la preparación de las superficies antes del pulido. Se encarga de la eliminación de rebabas o rebabas y cordones desoldadura, así como para la limpieza y des-oxidado de piezas.
Sierra copa	1	Taladrado	Se emplea para realizar agujeros a planchas de acero, se ensambla con el taladro vertical.
Rayadores	4	Trazado	Son lápices de metal empleados para trazar
Reglas	3	Trazado	Empleadas para realizar el trazado.
Wincha	5	Trazado	Cinta métrica empleada para realizar las mediciones.

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

D. Mano de obra

Para el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas intervienen un total de 4 operarios. La tabla 15 muestra el tipo de formación y las etapas en las que interviene cada uno de ellos.

Tabla 15. Formación profesional de los operarios

Operario	Formación Profesional	Tiempo De Servicio
Operario 1	Técnico	4 años
Operario 2	Secundaria Completa (Empírico)	3 años y 2 meses
Operario 3	Secundaria Completa (Empírico)	4 años y 5 meses
Operario 4	Secundaria Completa (Empírico)	3 años

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

En la tabla anterior encontramos que uno de los operarios cuenta con estudios técnicos y los tres restantes son empíricos, es decir según la experiencia que han adquirido durante sus años de trabajo.

3.2.3. Proceso de producción

- *Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm*

A) Trazado 1: El proceso inicia con el traslado de materia prima a la mesa A y se procede a trazar en la plancha de acero inoxidable de 1,2mm con la ayuda de una regla, plumón indeleble o rayadores (Ver figura 4). El principal problema es que el operario que se encuentre desarrollando la actividad usualmente comete errores en los cálculos de las medidas, por lo cual se debe repetir las actividades anteriormente mencionadas.



Figura 4. Trazado de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm

Fuente: S&E INOXI S.A.C

En esta etapa se obtienen trazadas las siguientes partes como se muestra a continuación en la figura 5.

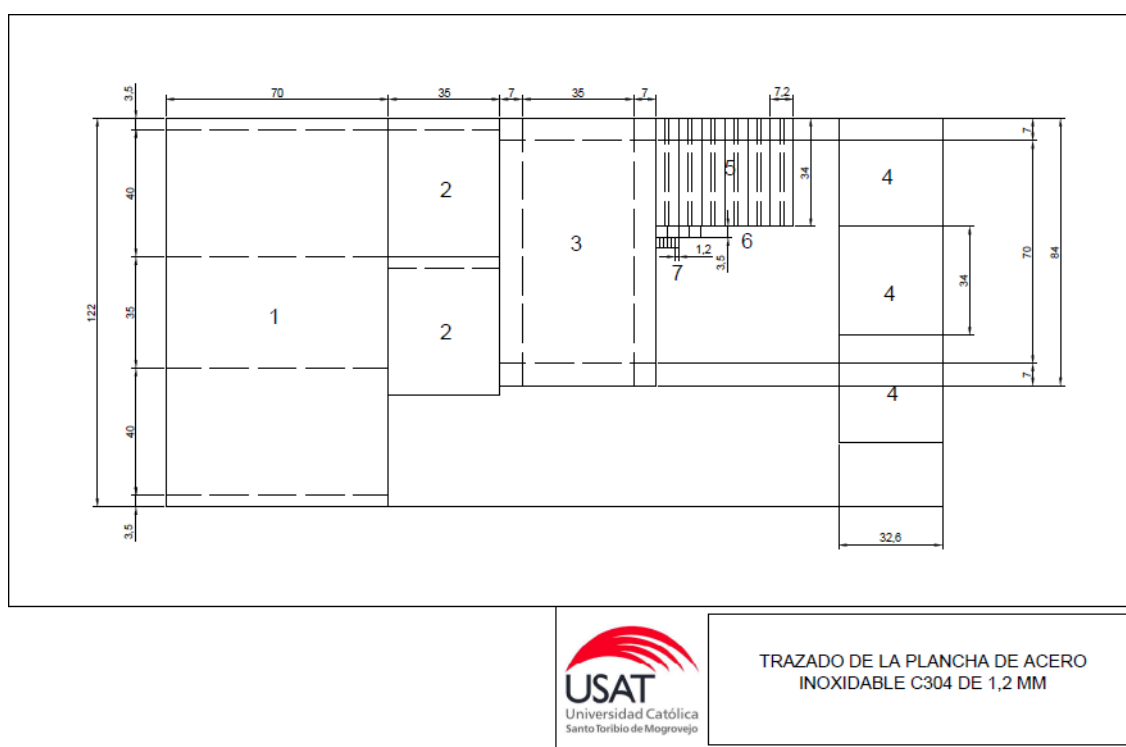


Figura 5. Trazado de plancha de acero inoxidable de 1,2mm

Fuente: S&E INOXI S.A.C

- 1- *Base del producto*
- 2- *Laterales de la base del producto*
- (2)3- *Tapa*
- 4- *Divisiones (3)*
- 5- *Guías (6)*
- 6- *Esquinas de la base del producto*
- (4)7- *Tapas inferiores de guías (6)*

- B) Cortado 1:** Seguidamente las piezas trazadas en la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm son llevadas por el operario a la máquina de corte llamada guillotina hidráulica para obtener las piezas ya mencionadas, en esta parte se requiere bastante cuidado y exactitud en los cortes.
- C) Desbaste 1:** Posteriormente, el operario traslada las piezas a la mesa A para eliminarlos filos cortantes que queden tras los cortes realizados. Esta operación se realiza con la máquina amoladora y un disco de avance.
- D) Trazado 2:** Una vez cortadas y realizado el desbaste a los filos de las piezas, estas vuelven a ser trazadas. El operario se encarga de realizar los trazos que son para las pestañas de la trampa de sólidos y grasas, las cuales sirven de apoyo para la tapa. Además, se realizan los trazos para los dobleces que se requieren para cada parte.
- E) Taladrado 1:** El operario realiza los agujeros laterales con un taladro vertical o de banco (figura 6) para el cual le ensambla una sierra copa al taladro. En el cual se obtiene las dos bases laterales del producto perforadas (ver figura 7).



Figura 6. Taladro vertical con sierra copa

Fuente: S&E INOXI S.A.C

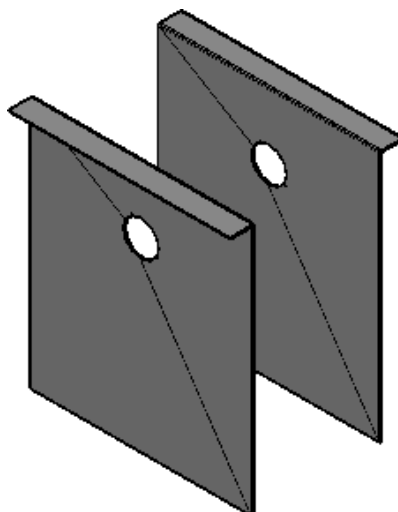


Figura 7. Imagen referencial de laterales de la base del producto

Fuente: S&E INOXI S.A.C

F) Doblado 1: El operario traslada las piezas ya trazadas a la máquina dobladora manual para realizar los pliegues. En esta etapa el operario debe colocar y doblar las piezas correctamente debido a que posteriormente en la etapa de armado y soldado 1 en caso los dobleces no encajen con las otras partes, se tendrán que rehacer, generando pérdidas para la empresa.

- **Varilla de 3/16''**

G) Trazado 3: El operario traslada la materia prima desde el almacén a la mesa A para realizar los trazos en la varilla de 3/16'' de acuerdo a las medidas, para ello utiliza una wincha y rayadores.

H) Cortado 2: Posteriormente el operario emplea una amoladora para realizar el corte, para ello utiliza disco de corte.

I) Doblado 2: Las varillas ya cortadas son trasladadas al sujetador de banco, son colocadas y se proceden a doblar manualmente obteniendo las agarraderas para las divisiones y la bandeja interior del producto.

- **Plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm**

J) Trazado 4: Se traza en la plancha perforada de acero inoxidable de 1,5mm con la ayuda de una regla y plumón indeleble, esta pieza trazada es la bandeja que irá dentro del producto.

- K) Cortado 3:** Seguidamente la pieza trazada de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm es llevada por el operario a la máquina de corte llamada guillotina hidráulica, en esta parte se requiere bastante cuidado y exactitud en los cortes.
- L) Desbaste 2:** Posteriormente, el operario debe eliminar los filos cortantes que queden tras los cortes realizados. Esta operación se realiza con la máquina amoladora y el disco de avance.
- M) Trazado 5:** Una vez cortadas la pieza y desbastados los filos cortantes, estas vuelven a ser trazadas. El operario se encarga de realizar los trazos que son para las pestañas de la bandeja.
- N) Doblado 3:** El operario traslada la pieza ya trazada a la máquina dobladora manual para realizar los pliegues. En esta etapa el operario debe colocar y doblar la pieza correctamente.
- *Unión simple $\varnothing$ 2"*
- O) Trazado 6:** La materia prima es llevada desde el almacén a la mesa A en donde se le realiza los trazos de acuerdo a las medidas, para ello se emplea wincha y rayador.
- P) Cortado 4:** Luego el operario ejecuta el corte mediante una amoladora con discos de corte, se obtendrá finalmente dos partes los cuales serán puestos uno en cada lateral de la trampa de sólidos y grasas, estos irán conectados con las tuberías en el lugar que sea instalado.
- Q) Armado y soldado 1:** El operario procede a apuntalar y soldar todas las piezas obtenidas de los anteriores procesos con una soldadora TIG.



Figura 8. Soldado y armado de trampa de sólidos y grasas

Fuente: S&E INOXI S.A.C

- R) Pulido:** Para esta operación se emplea amoladora con disco de desbaste y rueda asaflap, para quitar asperezas o grumos existentes en el material de acero después de ser soldadas.



Figura 9. Amoladora con rueda asaflap

Fuente: S&E INOXI S.A.C

- S) Taladrado 2:** El operario emplea un taladro para realizar los 10 agujeros en la parte superior del producto en el cual se pondrán las tuercas y pernos.
- T) Limpieza:** Se busca desaparecer la coloración oscura ocasionada por la soldadura, para ello se usa el gel decapante, el cual se encarga de blanquear las manchas impregnadas en la plancha.
- U) Acabado:** Consiste en dar una limpieza final al producto, para ello se retira el plástico blanco que se encuentra cubriendo la plancha y luego mediante el uso del thinner y waype se eliminan aquellas marcas de grasa. Asimismo, en caso la planchapresentara ralladuras se emplea una esponja industrial para atenuarlas.
- V) Embalaje:** Una vez acabado el producto se procede a colocar los pernos y embalar con un film, el cual es colocado en todo el producto terminado.

3.2.4. Sistema de Producción

El sistema de producción es intermitente o también conocido como producción por talleren el cual se fabrican lotes pequeños de productos y las máquinas se encuentran agrupadaspor procesos similares, los cuales no tienen un sistema secuencial entre ellos. Este tipo desistema presenta un alto grado de complejidad y dificultades, por las propias características.

El sistema de producción de la empresa S&E INOXI S.A.C ha tenido entregas fuera de la fecha acordada con el cliente, siendo una de las causas la falta de materia prima de la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm como se muestra a continuación en la tabla 16, donde se puede observar que faltaron 155 planchas, lo cual generó entregas a destiempo durante el año 2018. Cabe resaltar que la empresa realiza la compra de materia prima en la ciudad de Lima y esta se demora dos días en llegar a la ciudad de Chiclayo.

Tabla 16. Requerimiento de materia prima en el año 2018

Mes	Compra de Materia Prima	Total Requerido	Faltante
Enero	64	50	14
Febrero	72	50	22
Marzo	80	52	28
Abril	52	40	12
Mayo	81	53	28
Junio	50	30	20
Julio	88	70	18
Agosto	63	46	17
Setiembre	52	52	---
Octubre	80	80	---
Noviembre	76	50	26
Diciembre	67	60	7
Total			155

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.2.5. Análisis para el Proceso de Producción

3.2.5.1. Diagrama de bloques

En la figura siguiente se muestra el diagrama de bloques del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas, en la cual se emplea como materia prima la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm, plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm, varilla de acero inoxidable 3/16" C304 y unión simple de Ø 2". Cabe resaltar que el procesamiento de cada materia prima es simultáneamente

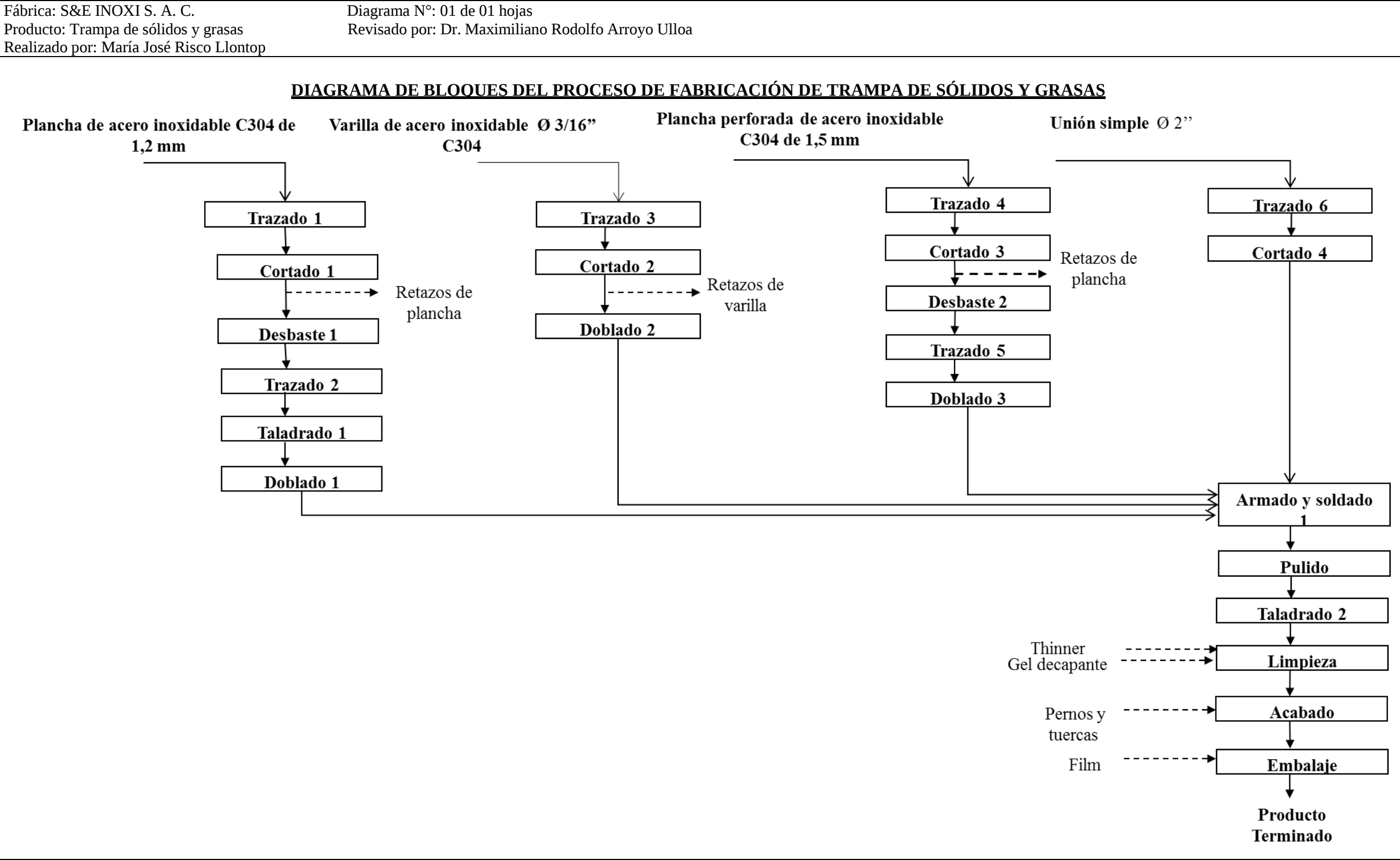


Figura 10. Diagrama de bloques del proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Para determinar el tiempo promedio de las actividades se empleó el método de Mundel con el cual se halló el número de observaciones necesarias (Ver Anexo 1), las cuales se tomaron en base al tiempo de producción de una unidad. El tiempo promedio de las actividades y la distancia recorrida se presenta a continuación en la tabla 17

Tabla 17. Tiempo y distancia promedio del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas

Elementos	Tiempo Promedio (min)	Distancia Total (m)
Almacenamiento 1 de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	---	---
Traslado de MP a mesa A	0,17	8
Trazado 1 de plancha de acero inoxidable de 1,2 mm	12,65	---
Traslado a máquina de corte	0,24	11
Cortado 1	10,92	---
Traslado a mesa A	0,27	11
Desbaste 1	2,35	---
Trazado 2	3,64	---
Traslado a taladro vertical	0,09	5
Taladrado 1	2,84	---
Traslado a máquina dobladora	0,14	7
Doblado 1	7,88	---
Traslado a mesa C	0,06	3,5
Almacenamiento 2 de varilla de 3/16"	---	---
Traslado a mesa A	0,15	8
Trazado 3 de varilla de 3/16"	2,78	---
Cortado 2	4,31	---
Traslado a TB	0,15	8
Doblado 2	4,22	---
Traslado a mesa C	0,07	3,5
Espera 1	29,57	---
Almacenamiento 3 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm	---	---
Traslado a mesa A	0,18	8
Trazado 4 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm	3,01	---
Traslado a máquina cortadora	0,25	11
Cortado 3	6,11	---
Traslado a mesa A	0,22	11
Desbaste 2	2,82	---
Trazado 5	4,08	---
Traslado a máquina dobladora	0,16	9
Doblado 3	3,86	---
Traslado a mesa C	0,09	3,5
Espera 2	20,47	---
Almacenamiento de unión simple de 2 NPT	---	---
Traslado a mesa A	0,12	8
Trazado 6 unión simple de 2 NPT	1,51	---
Cortado 4	2,37	---
Traslado a mesa C	0,06	3,5
Espera 3	37,25	---
Armado y soldado 1	21,05	---
Pulido	5,15	---
Traslado a mesa B	0,15	6
Taladrado 2	2,39	---
Limpieza	5,13	---
Acabado	2,88	---
Embalaje	0,93	---
Traslado a área de producto terminado	0,15	8
Almacenamiento del producto final	---	---
Total	202,89	133

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Como se puede observar en la tabla mostradas se tiene un tiempo total de 202,89 minutos y 133 metros recorridos.

3.2.5.2.Diagrama de análisis del proceso

Seguidamente se muestra el diagrama de análisis del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas.

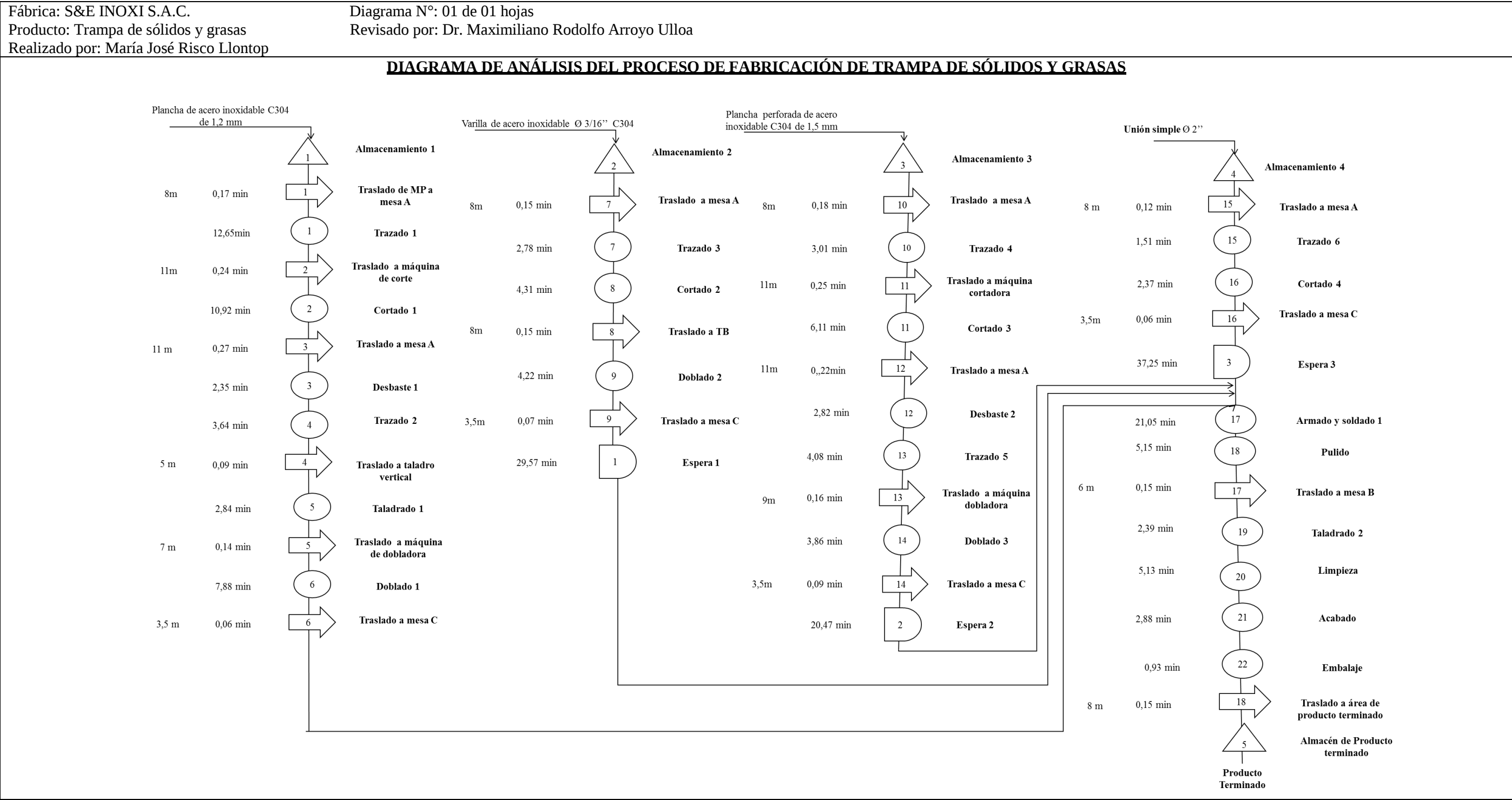


Figura 11. Diagrama de análisis del proceso de fabricación de trampa de sólidos y grasas

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.2.5.3. Diagrama de recorrido

A continuación, en la figura 12 se observa los movimientos para el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas, la cual inicia en el área de almacén de materia prima, posteriormente es transportada a las estaciones de trabajo existentes y finalmente llevado al almacén de producto terminado.

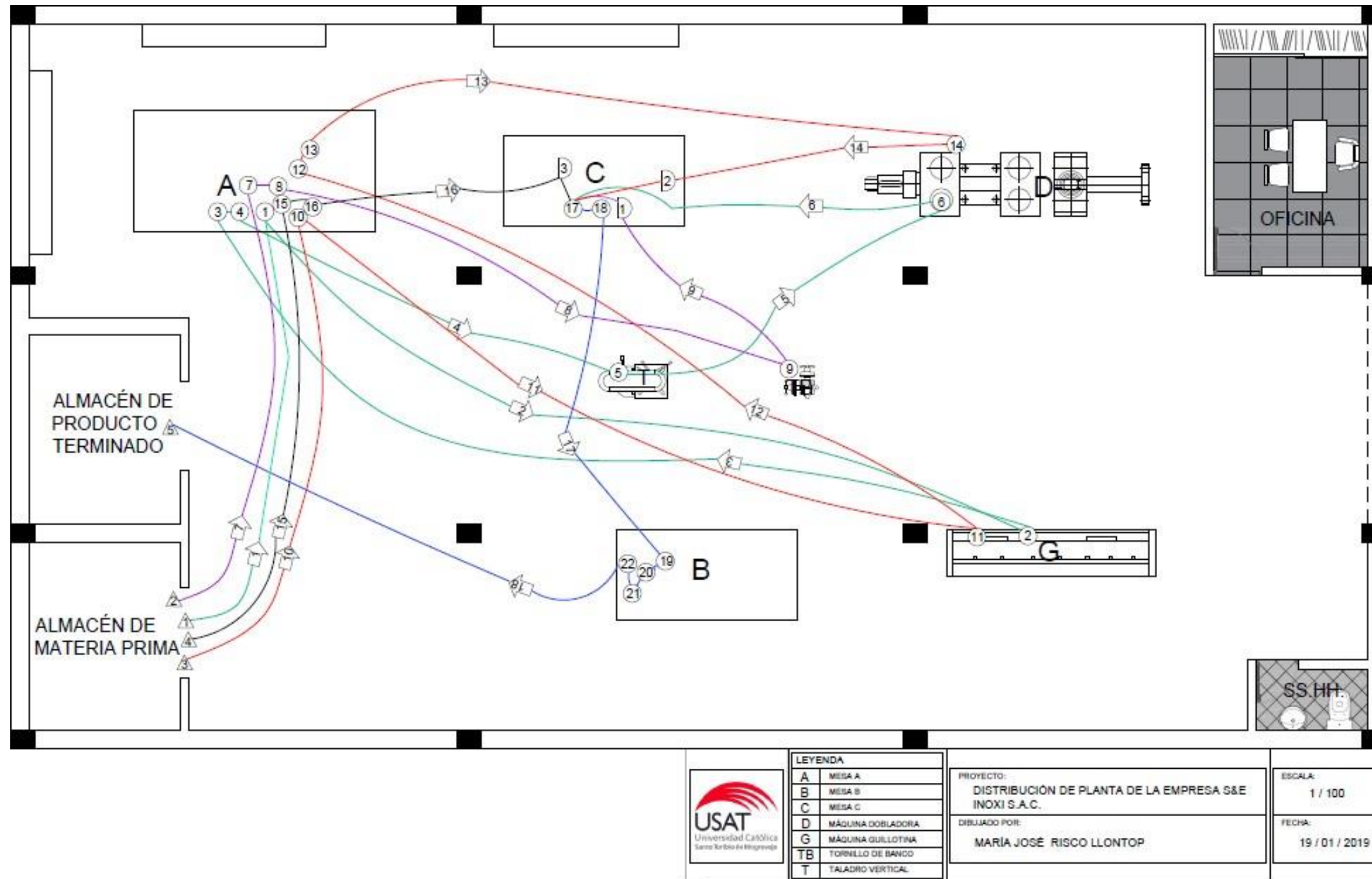


Figura 12. Diagrama de recorrido del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas

Fuente: S&E INOXI S.A.C.

De lo anterior obtenemos la tabla 18 que muestra el resumen de actividades:

Tabla 18. Resumen de actividades

Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	22	112,88
Inspección	-	-
Combinada	-	-
Transporte	18	2,72
Almacén	5	-
Demora	3	87,29
Total	48	202,89

Fuente: S&E INOXI S.A.C

En la tabla 18 se observa que se tienen 22 actividades operativas con un tiempo de 112,88 minutos, 18 actividades de transporte con un tiempo de 2,72 minutos y finalmente se tienen 3 actividades de demora con un tiempo de 87,29 minutos. Obteniendo un tiempo total de 202,89 minutos para la producción de una unidad.

De lo anterior se puede obtener el porcentaje de actividades productivas e improductivas, de la siguiente manera:

$$\text{Actividades productivas} = \frac{\sum [\text{●} \text{■} \text{■}]}{\sum [\text{●} \text{■} \text{■} \text{→} \text{■} \text{▼}]} \times 100$$

Actividades productivas

$$= \frac{112,88 + 0 + 0}{112,88 + 0 + 0 + 2,72 + 87,29} \times 100$$

Actividades productivas = 55,64%

Como resultado del cálculo anterior se ha obtenido que el porcentaje de actividades productivas del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas es de 55,64 %.

$$\text{Actividades improductivas} = \frac{\sum [\text{D} \rightarrow \nabla]}{\sum [\text{●} \square \text{●} \rightarrow \text{D} \nabla]} \times 100$$

$$\text{Actividades improductivas} = \frac{87,29+2,72+0}{112,88+0+0+2,72+87,29} \times 100$$

$$\text{Actividades improductivas} = 44,36\%$$

Como resultado del cálculo anterior se ha obtenido que el porcentaje de actividades improductivas del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas es de 44,364%.

3.2.5.4. Cursograma analítico del proceso de fabricación

El cursograma permite analizar mejor los elementos para detectar errores o mejoras, por lo que se elaboró el cursograma analítico del elemento que tiene un mayor tiempo promedio durante el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas el cual es el armado y soldado 1, posteriormente se realizó el del trazado 1 que es la segunda actividad con mayor tiempo. A continuación, se presentan los cursogramas analíticos en base al proceso actual.

Tabla 19. Cursograma analítico del armado y soldado 1

Nº	Movimientos	○	◻	➡	◐	◻	▽	Tiempo (min)	V.A.	N.V.A.
1	Colocar las piezas conjuntamente	●						0,36	0,36	-
2	Traslado hacia donde se encuentra la máquina de soldar			●				0,09	-	0,09
3	Tomar y trasladarse hacia la zona designada para el trabajo			●				0,24	-	0,24
4	Realizar la conexión de la máquina de soldar	●						0,16	-	0,16
5	Búsqueda de material de aporte y herramientas			●				2,24	-	,24
6	Mover la base lateral al lado derecho y dos esquinas de la base del producto			●				0,17	-	0,17
7	Armar y soldar	●						3,21	3,21	-
8	Mover la base lateral al lado izquierdo y dos esquinas de la base del producto			●				0,21	-	0,21
9	Armar y soldar	●						3,01	3,01	-
10	Mover la base del área			●				0,09	-	0,09
11	Mover la tapa para soldar			●				0,06	-	0,06
12	Soldar tapa	●						4,12	4,12	-
13	Mover tapa del área			●				0,08	-	0,08
14	Mover guías y tapas inferiores de guías			●				0,18	-	0,18
15	Mover base			●				0,09	-	0,09
16	Armar y soldar	●						4,01	4,01	-
17	Mover producto soldado			●				0,05	-	0,05
18	Mover divisiones y agarraderas			●				0,04	-	0,04
19	Armar y soldar	●						1,21	1,21	-
20	Mover del área divisiones			●				0,06	-	0,06
21	Mover bandeja			●				0,04	-	0,04
22	Armar y soldar	●						1,33	1,33	-
Total								21,05	17,25	3,80

Fuente: S&E INOXI S. A. C.

Tabla 20. Cursograma analítico del trazado 1

Nº	Movimientos	○	◻	➡		◐	◻	▽	Tiempo (min)	V.A.	N.V.A.
1	Colocar la plancha de acero inoxidable encima de la mesa	●							0,15	0,15	-
2	Búsqueda de herramientas para realizar el trazado			●					3,83	-	3,83
3	Trazado 1	●							5,66	5,66	-
4	Inspección en caso el trazado haya sido realizado con las medidas incorrectas						●		3,01		3,01
Total									12,65	5,81	6,84

Fuente: S&E INOXI S.A.C

De la tabla 19, se observa que en la actividad de armado y soldado 1 existen 22 movimientos con un tiempo total de 21,05 minutos de los cuales 3,80 minutos son de movimientos que no agregan valor. Asimismo, en la actividad de trazado 1 se puede observar que tiene un tiempo total de 12,65 minutos de los cuales 5,81 son actividades que agregan valor y 6,84 minutos que no agregan valor.

3.3. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

Parte del diagnóstico realizado a la empresa S&E INOXI S.A.C. se toman en cuenta algunos indicadores cuyos resultados dan un enfoque de los problemas existentes en la empresa metalmecánica.

3.3.1. Indicadores de Nivel de Servicio

% Entregas a tiempo: En la tabla 21 se observa la demanda y unidades entregadas a tiempo mensualmente durante el año 2018.

La fórmula está dada de la siguiente manera:

% Entregas a tiempo

$$= \frac{\text{Unidades entregadas en el plazo establecido}}{\text{Número total de unidades solicitadas (demanda)}}$$

Tabla 21. Entregas a tiempo durante el año 2018

Mes	Demanda	Unidades a Tiempo	% Entregas a Tiempo
Enero	64	50	78,13%
Febrero	72	50	69,44%
Marzo	80	52	65,00%
Abril	52	40	76,92%
Mayo	81	53	65,43%
Junio	50	30	60,00%
Julio	88	70	79,55%
Agosto	63	46	73,02%
Setiembre	52	52	100%
Octubre	80	80	100%
Noviembre	76	50	65,79%
Diciembre	67	60	89,55%
Total	825	633	76,90%

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Como se observa el mes con mayor demanda fue julio con 88 unidades y el de menor demanda fue el mes de junio ambos con 50 unidades. Finalmente se obtuvo que la empresa en promedio cumplió con la entrega del 76,90% de sus pedidos durante el año 2018.

Las causas por lo cual no se cumplió con la fecha de entrega fueron: métodos de trabajo no estandarizados, inadecuada planificación de materia prima y mala distribución de máquinas.

Promedio de días de retraso: En la tabla 22 se muestran las unidades y días de retraso mensualmente, a continuación, se determinó el número promedio de días de retraso que hubo durante el año 2018.

Tabla 22. Unidades entregadas fuera de la fecha acordada durante el año 2018

Mes	Unidades Retrasadas	Días de Retraso
Enero	14	2
Febrero	10	3
	12	1
Marzo	28	4
Abril	12	2
Mayo	10	1
	18	2
Junio	7	1
	7	3
	6	5
Julio	9	1
	9	1
Agosto	17	3
Noviembre	26	2
Diciembre	7	1
Total		32

Fuente: S&E INOXI S.A.C

La fórmula está dada de la siguiente manera:

$$\text{Promedio días de retraso} = \frac{\text{Número total de días}}{\text{Número total de pedidos}}$$

$$\text{Promedio días de retraso} = \frac{32}{12}$$

$$\text{Promedio días de retraso} = \frac{32}{12} = 2,13 \cong 3 \text{ días}$$

Se tiene un promedio de 3 días de retraso en cada pedido.

Costo de Penalización: La empresa cuenta con una penalización del 5% del total pordía de retraso. En la tabla 23 se muestran las penalizaciones por mes durante el año 2018. Cabe resaltar que el precio de venta del producto es de S/. 1 300,00.

Tabla 23. Penalizaciones mensuales durante el año 2018

Mes	Unidades retrasadas	Precio de venta	Días de retraso	Penalización por día (5%)	Penalización total
Enero	14	S/. 18 200	2	S/. 910	S/. 1 820
Febrero	10	S/. 13 000	3	S/. 650	S/. 1 950
	12	S/. 15 600	1	S/. 780	S/. 780
Marzo	28	S/. 36 400	4	S/. 1 820	S/. 7 280
Abril	12	S/. 15 600	2	S/. 780	S/. 1 560
Mayo	10	S/. 13 000	1	S/. 650	S/. 650
	18	S/. 23 400	2	S/. 1 170	S/. 2 340
Junio	7	S/. 9 100	1	S/. 455	S/. 455
	7	S/. 9 100	3	S/. 455	S/. 1 365
	6	S/. 7 800	5	S/. 390	S/. 1 950
Julio	9	S/. 11 700	1	S/. 585	S/. 585
	9	S/. 11 700	1	S/. 585	S/. 585
Agosto	17	S/. 22 100	3	S/. 1 105	S/. 3 315
Noviembre	26	S/. 33 800	2	S/. 1 690	S/. 3 380
Diciembre	7	S/. 9 100	1	S/. 455	S/. 455
Total					S/. 28 470,0

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Pérdida de materia prima: Debido al mal trazado existente de la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm, la empresa perdió durante el año 2018 un total de 7 224,53 kg como se muestra a continuación en la tabla 24. Cabe señalar que cada plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm tiene un peso de 28,33 kg y un costo de S/. 380,00, es decir por 1 kg se pierden S/. 13,41, obteniendo un total durante el año 2018 la pérdida de S/. 96 905,03.

Tabla 24. Pérdidas económicas por retazos de plancha durante el año 2018

Mes	Retazos de Plancha (kg)	Pérdida Monetaria
Enero	560,45	S/. 7 517,48
Febrero	630,50	S/. 8 457,17
Marzo	700,56	S/. 9 396,85
Abril	455,36	S/. 6 107,95
Mayo	709,32	S/. 9 514,31
Junio	437,85	S/. 5 873,03
Julio	770,62	S/. 10 336,54
Agosto	551,69	S/. 7 400,02
Setiembre	455,36	S/. 6 107,95
Octubre	700,56	S/. 9 396,85
Noviembre	665,53	S/. 8 927,01
Diciembre	586,72	S/. 7 869,86
Total	7 224,53	S/. 96 905,03

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.3.2. Indicadores de producción

Producción: La producción de trampas de sólidos y grasas durante enero 2016 adiciembre 2018 se muestra a continuación:

Tabla 25. Producción de trampas de sólidos y grasas durante 2016-2018

Mes	Año 2016	Año 2017	Año 2018
Enero	42	58	64
Febrero	63	69	72
Marzo	60	84	80
Abril	34	78	52
Mayo	57	57	81
Junio	86	69	50
Julio	57	95	88
Agosto	75	66	63
Septiembre	53	46	52
Octubre	66	50	80
Noviembre	70	64	76
Diciembre	63	54	67
Total anual	726	790	825

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Estará determinado por el cuello de botella de 21,05 minutos por unidad y determinado en un tiempo disponible de $44 \frac{\text{horas}}{\text{mes}}$

$$\text{Producción} = \frac{44 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{21,05 \frac{\text{min}}{\text{und}}} = 125,41 = 125 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

La empresa produce $125 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$.

Tiempo de flujo del proceso: El tiempo del proceso de la trampa de sólidos y grasas es de 202,89 minutos por unidad de producción.

$$\text{Tiempo de flujo del proceso} = 202,89 \frac{\text{minutos}}{\text{und}}$$

Cuello de Botella: A partir del cálculo del tiempo promedio de los elementos del proceso de fabricación, observados en la tabla 17 se determinó que el cuello de botella es el armado y soldado 1 con un tiempo total de 21,05 minutos.

Tiempos ociosos: Para lograr visualizar los tiempos ociosos del proceso de fabricación, se ha plasmado cada actividad en un Diagrama OT, en el cual intervienen 4 operarios y se ha considerado un lote de 3 unidades, debido a que la producción máxima durante los años 2017-2019 fue de $95 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$ y se obtuvo que diariamente la producción es aproximadamente de $3,95 \frac{\text{und}}{\text{día}}$ es decir de $3 \frac{\text{und}}{\text{día}}$, para visualizar el tiempo ocioso del proceso, como se muestra a continuación en las siguientes figuras:

En la situación actual el tiempo que determina la velocidad de producción es de $21,05 \frac{\text{min}}{\text{und}}$, tiempo de flujo del proceso es de $202,89 \frac{\text{min}}{\text{und}}$ y el tiempo ocioso es de $87,29 \frac{\text{min}}{\text{und}}$. Asimismo, el tiempo para fabricar un lote de 3 unidades es de 237,24 minutos.

Operario 1	12,82						11,16						2,62	3,64	2,93	8,08						21,05										5,15	2,54	5,13	2,88	1,08
Operario 2	2,93	4,31	4,44			2,93	4,31	4,44			2,93	4,31	4,44																							
Operario 3	3,19		6,36			3,04	4,08	4,11			3,19	6,36			3,04	4,08	4,11			3,19	6,36			3,04	4,08	4,11										
Operario 4	1,63	2,43	1,63	2,43	1,63	2,43																														

Figura 13. Diagrama OT de la situación actual

Fuente: S&E INOXI S. A. C.

Operario 1	12,82						11,16						2,62	3,64	2,93	8,08						21,05										5,15	2,54	5,13	2,88	1,08
Operario 2																																				
Operario 3																																				
Operario 4																																				

Figura 14. Diagrama OT de la situación actual (continuación)

Fuente: S&E INOXI S. A. C.

Operario 1	12,82						11,16						2,62	3,64	2,93	8,08						21,05										5,15	2,54	5,13	2,88	1,08
Operario 2																																				
Operario 3																																				
Operario 4																																				

Figura 15. Diagrama OT de la situación actual (continuación)

Fuente: S&E INOXI S. A. C.

Tabla 26. Tiempos ociosos de la situación actual para lote de 3 unidades

Tiempo Ocioso	
Operario	Tiempo Ocioso
Operario 1	---
Operario 2	88,71 minutos
Operario 3	61,41 minutos
Operario 4	111,75 minutos
Total	261,87 minutos

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.1.1. Indicadores de capacidad

Capacidad de diseño: La capacidad de diseño es la máxima capacidad teórica que puede alcanzar en un periodo bajo condiciones ideales.

$$Capacidad\ de\ diseño = \frac{Tiempo\ base}{ciclo}$$

$$Capacidad\ de\ diseño = \frac{44 \frac{horas}{mes} \times 60 \frac{min}{hora}}{21,05 \frac{min}{und}} = 125,41 = 125 \frac{und}{mes}$$

Capacidad Real: La capacidad real de una empresa es la cantidad de producto terminado que la empresa logra en el presente según las producciones del año 2019 la producción máxima de unidades fue de $88 \frac{und}{mes}$

Utilización: La utilización es el cociente entre la capacidad real y la capacidad diseñada, representando la capacidad que se utiliza de la planta.

$$Utilización = \frac{Capacidad\ Real}{Capacidad\ Diseñada} \times 100$$

$$Utilización = \frac{88}{125} \times 100$$

$$Utilización = 0,704\% \text{ } <> \text{ } 70,4\%$$

Capacidad Ociosa: La capacidad ociosa viene dada por la diferencia entre la capacidad de diseño y la capacidad utilizada.

$$Capacidad\ ociosa = 125 \frac{und}{mes} - 88 \frac{und}{mes}$$

$$Capacidad\ ociosa = 37 \frac{und}{mes}$$

Eficiencia física: Para determinar la eficiencia física se tomará en cuenta las materias primas que ingresan, como son la plancha perforada de acero inoxidable de 1,5mm, plancha de acero inoxidable de 1,2 mm y varilla de 3/16'' y su relación con el área del producto empleado para cada parte. En la tabla 27 se puede observar los datos necesarios para el cálculo:

Tabla 27. Eficiencia física de la materia prima

Materia Prima	Unidad	Entrada	Salida	Eficiencia
Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	m^2	2,98	2,06	69%
Varilla de acero inoxidable de 3/16'' C304	m	6	5,7	95,11%
Plancha perforada de acero inoxidable C304 1,5 mm,	m^2	2,98	2,62	88,04%

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Eficiencia económica: Para determinar la eficiencia económica se requiere conocer los datos tales como los costos de producción y los ingresos por la venta del producto. En la tabla 28 se observa los valores de cada mes durante el año 2018 de la trampa de sólidos y grasas.

Cabe resaltar que el costo del producto es de S/. 780,00, debido a que los costos de la materia prima directa e indirecta que interviene en el producto tiene un costo total de S/.552,80, asimismo la empresa considera que los costos de mano de obra y suministro eléctrico por unidad es de S/. 227,20, debido a que el costo total está basado en el 60% del precio de venta del producto el cual es de S/. 1 300,00.

Tabla 28. Ingresos y costos durante el 2018

Mes	Producción	Costos	Ingresos
Enero	64	S/. 49 920,00	S/. 83 200,00
Febrero	72	S/. 56 160,00	S/. 93 600,00
Marzo	80	S/. 62 400,00	S/. 104 000,00
Abril	52	S/. 40 560,00	S/. 67 600,00
Mayo	81	S/. 63 180,00	S/. 105 300,00
Junio	50	S/. 39 000,00	S/. 65 000,00
Julio	88	S/. 68 640,00	S/. 114 400,00
Agosto	63	S/. 49 140,00	S/. 81 900,00
Septiembre	52	S/. 40 560,00	S/. 67 600,00
Octubre	80	S/. 62 400,00	S/. 104 000,00
Noviembre	76	S/. 59 280,00	S/. 98 800,00
Diciembre	67	S/. 52 260,00	S/. 87 100,00
Total	825	S/. 643 500,00	S/. 1 072 500,00

Fuente: S&E INOXI S.A.C

$$Eficiencia Económica = \frac{Ingresos}{Costos}$$

$$Eficiencia Económica = \frac{S/. 1 072 500,00}{S/. 643 500,00}$$

$$Eficiencia Económica = 1,67$$

Esto quiere decir que, por cada sol invertido en el producto en el año 2018, se obtiene un beneficio de 1,67 soles.

3.1.2. Indicadores de productividad

Productividad de Mano de Obra: Para obtener la productividad de la mano de obra se tomó como base una producción de 88 $\frac{und}{mes}$ y que para el proceso se requieren de 4 operarios.

$$Productividad de M.O. = \frac{88 \frac{und}{mes}}{4 \frac{operario}{mes}}$$

$$Productividad de M.O. = 22 \frac{und}{operario}$$

Este indicador nos permite determinar que se producen 22 $\frac{und}{operario}$ al mes.

Productividad de materia prima

- *Plancha de acero inoxidable C 304 de 1,2 mm*

Se emplea una plancha de acero inoxidable C 304 de 1,2 mm por cada trampa de sólidos y grasas, cabe resaltar que la plancha tiene un área de $2,9768 \text{ m}^2$.

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materia prima} &= \frac{1 \text{ und}}{2,9768 \text{ m}^2} \\ &= 0,33 \frac{\text{und}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

- *Plancha perforada de acero inoxidable C 304 de 1,5 mm*

Se realiza la compra de una plancha perforada de acero inoxidable C 304 de 1,5 mm cada 12 trampas de sólidos y grasas.

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materia prima} &= \frac{1 \text{ und}}{0,218 \text{ m}^2} \\ &= 4,58 \frac{\text{und}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

- *Varilla de acero inoxidable de 3/16'' C304 de 6m de longitud*

De cada varilla de 6 m de longitud se obtienen 17 varillas, de lo cual para cada trampa de sólidos y grasas se emplean 5 unidades.

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materia prima} &= \frac{1 \text{ und}}{0,3476 \text{ m}} \\ &= 2,88 \frac{\text{und}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Productividad de Capital: Los costos de producción ascienden a S/. 780 como ya se había mencionado, de lo cual se puede obtener una productividad de capital de:

$$\text{Productividad de capital} = \frac{825 \frac{\text{und}}{\text{año}}}{643\,500 \frac{\text{soles}}{\text{año}}} = 0,0012 \frac{\text{und}}{\text{soles}}$$

Este indicador nos permite determinar que por cada sol invertido se obtienen 0,001 unidades.

Tabla 29. Resumen de indicadores

Indicador	Resultado
Promedio del % entregas a tiempo	76,90%
Promedio de días de retraso	3
Penalización	S/. 28 470,00
Pérdida de materia prima	S/. 96 905,03
Eficiencia física	69%, 95,11% y 88,04%
Producción	$125 \frac{und}{mes}$
Cuello de Botella	21,05 minutos
Tiempo de Ciclo	$202,89 \frac{min}{und}$
Tiempo ocioso (lote 3 unidades)	261,87 minutos
Capacidad Diseñada	$125 \frac{und}{mes}$
Capacidad Real	$88 \frac{und}{mes}$
Capacidad ociosa	$37 \frac{und}{mes}$
Utilización	70,4%
Eficiencia económica	1,66
Productividad de materia prima	$0,33 \frac{und}{m^2}$, $4,58 \frac{und}{m^2}$, y $2,88 \frac{und}{m}$,
Productividad de mano de obra	$22 \frac{und}{operario}$
Productividad de capital	$0,001 \frac{und}{soles}$
Distancia recorrida	133 m

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.4. Análisis de Información

La empresa S&E INOXI S.A.C tiene un bajo nivel de servicio que se ve reflejada en las unidades no entregadas en la fecha acordada con el cliente, ya que durante el año 2018 solo cumplió con el 76,90% de estas. Esto se debe a que la empresa no cuenta con métodos de trabajo que ayuden a la ejecución de las operaciones, es decir la falta de estandarización en sus operaciones, que se reduce en lo observado respecto a los tiempos que demoran cada una de las operaciones de fabricación, siendo estos muy dispersos (ver anexo 1), también es causado por los tiempos ociosos de los operarios debido a la incorrecta asignación de tareas

y que no se cuenta con operarios polivalentes, lo cual no permite el aprovechamiento de los tiempos.

Asimismo, existe una inadecuada planificación de la materia prima debido a que existió durante el año 2018 un faltante de 155 planchas de acero inoxidable C304 de 1,2 mm que fueron solicitadas después y generó retrasos en las fechas de entrega (Ver tabla 16). Respecto a las estaciones de trabajo, este presenta una ineficiente distribución de maquinarias, ya que provoca desplazamientos innecesarios, eso es equivalente a 133 metros de recorrido (Ver tabla 17). Finalmente existe una pérdida de materia prima de 7 224,53 kg durante el año 2018 debido al trazo inadecuado de las partes mostradas en la figura 5. Debido a lo anteriormente mencionado la empresa actualmente ha venido generando pérdidas económicas durante el año 2018 lo cual asciende a un total de S/. 28 470,00 debido a la penalización existente del 5% del total por día de retraso.

Cabe resaltar que los operarios no cuentan con la capacidad técnica para ejecutar algún trabajo distinto al que normalmente le corresponde.

3.4.1. Problema principal y sus causas

Para analizar de forma más detallada los problemas, se empleó la metodología 5WH para obtener una idea más clara de las causas del bajo nivel de servicio. En ella conoceremos qué problema hay, por qué ocurre, quién lo realiza, dónde ocurre, cuándo ocurre y cómo, tal y como se muestra a continuación.

En la tabla 30 se puede observar el análisis mediante la metodología 5W, en la cual se realizará la pregunta ¿por qué? 5 veces y estará expresado por W1, W2, W3, W4 y W5 para hallar la causa inicial del problema, posteriormente se analizará mediante 5WH respondiendo a las preguntas ¿Qué problema se tiene? ¿Cuándo ocurre? ¿Dónde ocurre? ¿Quién es responsable? ¿Por qué ocurre? ¿Cómo ocurre?

Tabla 30. Análisis mediante la metodología 5W

Problema	W1	W2	W3	W4	W5	Resultado del análisis
Bajo nivel de servicio	Productos entregados a destiempo	Operarios no realizan otra actividad que no les corresponde	Operarios no capacitados			Evaluación de desempeño
			Incorrecta asignación de tareas generando gran cantidad de tiempo ocioso por operario (figura 13, 14,15)			Capacitación de los operarios
						Perfiles de puestos no establecidos
		No cuentan con materia prima en stock	El jefe de producción realiza una inadecuada planificación de los materiales (MRP) (tabla 16)			Asignación de tareas mediante el uso del diagrama OT
		Desperdicio de materia prima (plancha de acero inoxidable 1,2 mm)	El operario 2 realiza un trazado inadecuado	El operario no tiene establecido el método de trabajo en el proceso de trazado 1 (tabla 20)	No se ha realizado un estudio de métodos de trabajo	Planificación de los materiales (MRP)
		Actividades improductivas	Gran cantidad de distancia recorrida para el proceso de fabricación (tabla 17)	Inadecuada distribución de la maquinaria		Evaluación de desempeño
		Variación en los tiempos de las actividades	Los operarios realizan movimientos que no agregan valor	Los operarios no tienen establecido los métodos de trabajo y tiempos estándar para cada actividad (tabla 17, 19 y 20)	No se ha realizado un estudio de métodos de trabajo	Estudio de métodos de trabajo
					No se ha realizado un estudio de tiempos	Estudio de tiempos

Tabla 31. Análisis mediante metodología 5WH

¿Qué problema se tiene?	¿Cuándo ocurre?	¿Dónde ocurre?	¿Quién es el responsable?	¿Por qué ocurre?	¿Cómo ocurre?
Operarios no realizan otra actividad que no les corresponde	Proceso de fabricación	Área de producción	Operarios	Perfiles de puesto no establecidos Operarios sin evaluación de desempeño ni capacitaciones Incorrecta asignación de tareas	Los operarios realizan solo las actividades que les corresponden debido a la incorrecta distribución de cargas y responsabilidades. Además, la empresa no ha realizado capacitaciones a ningún operario.
No cuentan con materia prima en stock	Proceso de fabricación	Área de producción	Jefe de producción	Realiza una inadecuada planificación de requerimiento de material (MRP)	El jefe de producción realiza la compra de la materia prima sin realizar una proyección futura.
Desperdicio de materia prima (plancha de acero inoxidable 1,2 mm)	El operario realiza el trazado 1	Área de producción Etapa de trazado	Operario 1	No se ha realizado un estudio de métodos de trabajo	El operario 1 realiza el trazado de la materia prima sin un bosquejo previo lo cual genera merma.
Actividades improductivas	Proceso de fabricación	Área de producción	Operarios: operario 1, operario 2, operario 3 y operario 4	Inadecuada distribución de la maquinaria	Los operarios se desplazan a cada estación de trabajo de acuerdo con la ubicación de las maquinarias.
Variación en los tiempos de las actividades	Proceso de fabricación	Área de producción	Operario: operario 1 y operario 2	No se ha realizado un estudio de métodos de trabajo y estudio de tiempos	Los operarios realizan movimientos que no agregan valor.

Fuente: S&E INOXI S.A.C

Como se puede observar a través del análisis anterior, los operarios no han recibido capacitaciones, no tienen conocimiento sobre otra actividad que no sea las mencionadas y se ha realizado una inadecuada asignación de actividades. Otros problemas con los que cuenta la empresa es que no realiza una planificación de sus materiales especialmente de la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm. Asimismo, existe una distribución inadecuada de la maquinaria, lo cual ha generado una gran cantidad de distancia recorrida por los operarios en el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas, también existen desperdicios de materia prima ya que no se ha realizado un estudio de métodos de trabajo que conlleve a un aprovechamiento de esta y finalmente existe variación en los tiempos de fabricación porque no se ha elaborado un estudio de métodos de trabajo y tiempos.

3.5. Identificación de problemas en el sistema de producción y sus causas

3.5.1. Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción

Tabla 32. Problema general, causas y propuestas de solución

Problema General	Causas	Propuestas de Solución
Bajo nivel de servicio	Operarios no realizan otra actividad que no les corresponde y no cuentan con perfiles de puestos establecidos (fig. 13,14 y 15)	Elaborar el perfil de puestos junto con la evaluación de desempeño para ejecutar la capacitación a los operarios Diagrama OT
	No se cuenta con materia prima en stock (Ver tabla 16)	Realizar una planificación de requerimiento de material.
	Ineficiente distribución de maquinaria (Ver tabla 17)	Redistribución de las máquinas y zonas de trabajo utilizando los métodos de Guerchet y SLP.
	Variación en los tiempos de las actividades (Anexo 1)	Realizar un estudio de métodos de trabajo y un estudio de tiempos.
	Desperdicio de materia prima (plancha de acero inoxidable 1,2 mm) (Ver tabla 24)	Se realizará un estudio de métodos de trabajo, en lo cual se hará un adecuado trazado sobre la plancha de acero inoxidable de 1,2 mm

Fuente: S&E INOXI S.A.C

3.5.2. Determinación de métodos y herramientas de mejora

Para determinar el orden de desarrollo de las propuestas de solución mostradas en la tabla 32 se empleará la matriz de priorización, con la cual se obtendrá la prioridad de cada propuesta, en base a la ponderación de opciones y aplicación de criterios.

Los factores de priorización son:

- Personal no capacitado
- Inadecuada asignación de tareas
- Inadecuada planificación

- Ineficiente distribución de maquinaria
- Métodos de trabajo no estandarizados
- Pérdida de materia prima

Posteriormente se utilizará la matriz de enfrentamiento con los factores mencionados para obtener una calificación ponderada por cada uno. Finalmente, luego de que la calificación ponderada haya sido obtenida, se establecerá una escala de valores para relacionar las propuestas de solución con los factores seleccionados.

En la tabla 33 que se muestra a continuación, se observa la escala de calificación la cual está dada por excelente, muy bueno, regular y deficiente con sus respectivos valores.

Tabla 33. Escala de calificación

Asignación de la Calificación	
Valoración	Escala
Excelente	10
Muy Bueno	8
Bueno	6
Regular	4
Deficiente	2

Tabla 34. Matriz de enfrentamiento

Factores de Priorización	Diagrama OT	Evaluación de desempeño y Capacitaciones	Inadecuada Planificación	Ineficiente Distribución De Maquinaria	Métodos De Trabajo No Estandarizados	Pérdida De Materia Prima	Conteo	Porcentaje
Inadecuada asignación de tareas		1	0	0	0	0	1	7,7%
Personal no capacitado	1		0	0,5	1	0,5	3,0	23,1%
Inadecuada planificación	0	0,5		0	0,5	1	2,0	15,4%
Ineficiente distribución de maquinaria	0	0	0		1	0	1	7,7%
Métodos de trabajo no estandarizados	0	1	0,5	1		1	3,5	26,9%
Pérdida de materia prima	0	0,5	1	0	1		2,5	19,2%
Total							13,0	100 %

En la tabla 34 se puede observar que la calificación más alta según el análisis le corresponde a métodos de trabajo no estandarizados con un 26,9%, seguido de personal no capacitado con 23,1% y pérdida de materia prima con 19,2%, posteriormente la inadecuada planificación con 15,4%, ineficiente distribución de maquinaria con 7,7% e inadecuada asignación de tareas 7,7%.

Los porcentajes se hallaron dividiendo el total del conteo por cada factor entre la sumatoria del conteo de todos los factores.

Posteriormente en la tabla 35, se colocó la escala de valores de la tabla 34, según corresponda, es decir según la importancia que tenga cada propuesta con los factores seleccionados. Cada propuesta se relacionó con los factores y se le colocó una puntuación y finalmente se hizo un sumatorio total de manera vertical por cada propuesta.

Tabla 35. Calificación obtenida en base al ranking de asignación

Factores de Priorización	Porcentaje	Diagrama OT	Evaluación de desempeño y	MRP	Estudio del Trabajo	Estudio de Tiempos	SLPY Guerchet
Inadecuada asignación de tareas	7,7%	10	8	0	0	0	0
Personal no capacitado	23,1%	8	10	0	8	8	0
Inadecuada planificación	15,4%	0	0	10	0	0	0
Ineficiente distribución de maquinaria	7,7%	0	0	0	2	2	10
Métodos de trabajo no estandarizados	26,9%	0	6	0	10	10	6
Pérdida de materia prima	19,2%	0	4	2	8	0	0
Total	100 %	18	28	12	28	20	16

Mientras que en la tabla 36, se multiplicó la ponderación dada por cada factor y la calificación obtenida en la tabla 35 para todas las propuestas. Luego, se procedió a sumar de manera vertical y se obtuvo una puntuación para cada propuesta. El porcentaje de prioridad de cada propuesta se halló dividiendo la sumatoria entre el total de todas las propuestas.

Tabla 36. Calificación obtenida en base al ranking de asignación

Factores de Priorización	Porcentaje	Diagrama OT	Evaluación de desempeño y Capacitaciones	MRP	Estudio del Trabajo	Estudio de Tiempos	SLP Y Guerchet
Inadecuada asignación de tareas	6,25%	0,77	0,62	0,00	0,00	0,00	0,00
Personal no capacitado	21,87%	1,85	2,31	0,00	1,85	1,85	0,00
Inadecuada planificación	9,37%	0,00	0,00	1,54	0,00	0,00	0,00
Ineficiente distribución de maquinaria	6,25%	0,00	0,00	0,00	0,15	0,15	0,77
Métodos de trabajo no estandarizados	28,13%	0,00	1,61	0,00	2,69	2,69	1,61
Pérdida de materia prima	15,63%	0,00	0,77	0,38	1,54	0,00	0,00
Total	100 %	11,31%	22,92%	8,31%	26,90%	20,26%	10,30%

Como se muestra en la tabla 36, el estudio de trabajo es la principal solución con un 26,90%, seguido por capacitaciones con 22,92%, estudio de tiempos con 20,26%, diagrama OT con 11,31%, finalmente, SLP y GUERCHET con 10,3% y MRP con 8,31%,.

Por ende, las propuestas se realizarán en el siguiente orden:

- Estudio de trabajo
- Evaluación de desempeño y capacitaciones
- Estudio de tiempos
- Diagrama OT
- SLP y Guerchet
- MRP

3.6.Desarrollo de propuesta de mejoras en el sistema de producción

3.6.1. Propuesta N°1: Trazado para la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm para reducir mermas y pérdidas monetarias

Problema 1: Pérdida de materia prima en la etapa de trazado 1, lo cual es generado por el inadecuado trazado, es decir no cuentan con un bosquejo establecido con las medidas y distribución de las partes en la plancha de acero inoxidable de 1,2 mm, lo cual se evidenció en la tabla 24 con una pérdida monetaria anual de S/.96 905,03 en merma, Asimismo, esto se logra evidenciar en el indicador de eficiencia física el cual es de 69%, es decir que el 31% es considerado merma,

Propuesta 1: Realizar un bosquejo previo para el trazado en la plancha de acero inoxidable de 1,2 mm maximizando el ahorro de esta, Lo cual generará la disminución de pérdidas económicas por merma de materia prima,

A continuación, se puede observar la propuesta de trazado de la plancha de acero inoxidable de 1,2 mm:

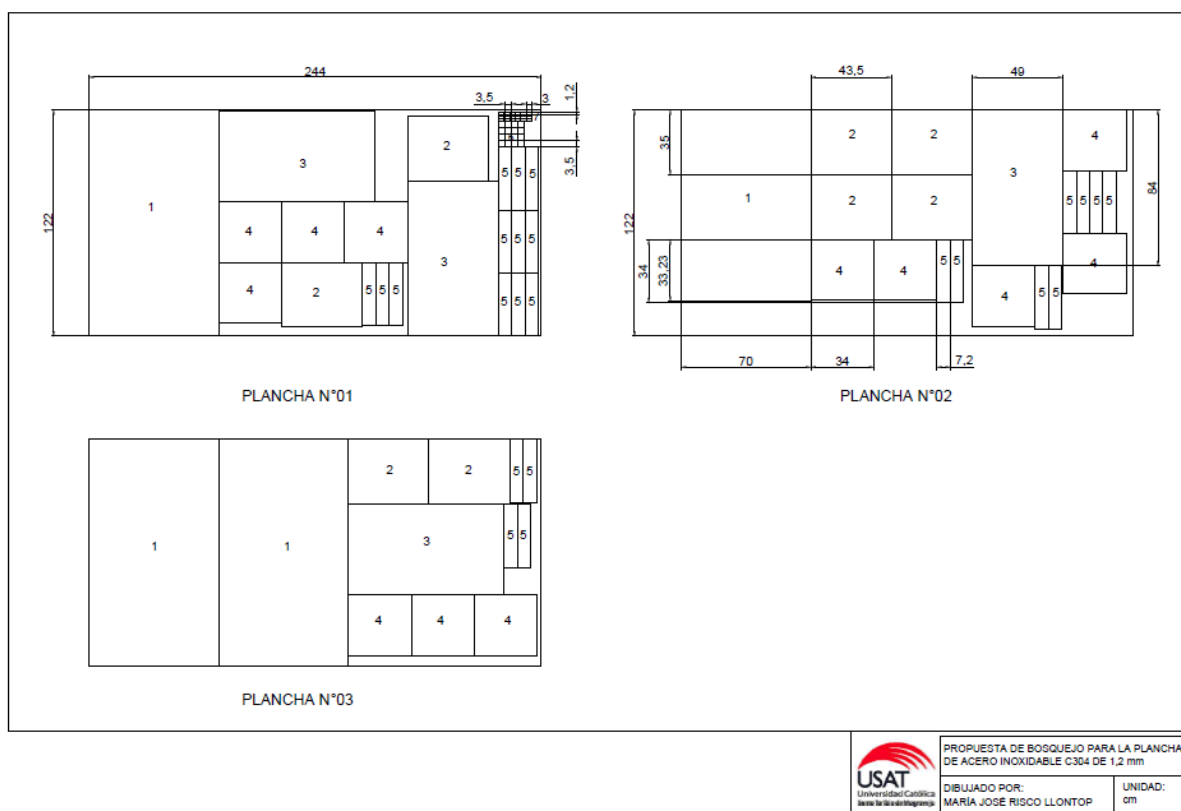


Figura 16. Propuesta de trazado de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm

- 1- Base del producto
- 2- Laterales de la base del producto (2)
- 3- Tapa

- 4- Divisiones (3)
- 5- Guías (6)
- 6- Esquinas de la base del producto (4)
- 7- Tapas inferiores de guías (6)

Resultado 1: Finalmente, después de la propuesta del bosquejo previo brindado al operario encargado se obtuvo una menor pérdida de materia prima por plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm, Considerando que 1 kg tiene un costo equivalente a S/. 13,41, la plancha N°1 tiene un peso de merma de 2,9 kg equivalente económicamente a S/. 38,89, plancha N°2 tiene un peso de merma de 3,35 kg equivalente a S/. 44,92 y la plancha N°3 un peso de 1,16 kg equivalente a S/. 15,56 teniendo en total una pérdida de 7,41 kg para la fabricación de cuatro trampas de acero inoxidable, Asimismo, con ello se ha logrado el ahorro de una plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm para la fabricación de cuatro trampas de sólidos y grasas, es decir para la fabricación de cuatro unidades se requieren tres planchas de acero inoxidable, Cabe resaltar, que para la realización de una trampa de sólidos y grasas se requerirá una unidad de plancha de acero inoxidable.

Tabla 37. Propuesta de disminución de merma de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm en el año 2108

Mes	Unidades Producidas	Retazos de Plancha (kg)	Pérdida Económica
Enero	64	88,92	S/. 1 192,71
Febrero	72	100,04	S/. 1 341,80
Marzo	80	111,15	S/. 1 490,89
Abril	52	72,25	S/. 969,08
Mayo	81	116,71	S/. 1 565,44
Junio	50	66,69	S/. 894,54
Julio	88	122,27	S/. 1 639,98
Agosto	63	88,92	S/. 1 192,71
Setiembre	52	72,25	S/. 969,08
Octubre	80	111,15	S/. 1 490,89
Noviembre	76	105,59	S/. 1 416,35
Diciembre	67	90,77	S/. 1 217,56
Total		1 146,70	S/. 15 381,05

De la tabla 37 se observa que después de la propuesta de mejora la cantidad de materia prima mermada es de 1 146,70 kg, lo que representa una disminución del 84,13% con respecto a la cantidad de materia prima mermada con el método actual,

Asimismo, debido a la propuesta se ha logrado que por cada plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm se obtenga $0,235m^2$ de merma lo que ha generado un aumento de 23,11% en la eficiencia física es decir, de 69% a un 92,11%,

$$Eficiencia\ física = \frac{2,74\ m^2}{2,98\ m^2} \times 100 = 92,11\%$$

3.6.2. Propuesta N°2: Adaptación de cajones en las mesas de trabajo buscando eliminar tiempos que no agregan valor

Problema 2: Pérdida de tiempo en la búsqueda de las herramientas empleadas para los procesos de trazado 1 y armado y soldado 1, las cuales tienen un tiempo total que no agrega valor de 6,84 y 3,80 minutos respectivamente, esto es ocasionado a que no se cuenta con un lugar fijo para guardarlas y muchas veces se desconoce la ubicación exacta de estas,

Propuesta 2: Clasificar las herramientas empleadas y reubicarlos más cerca de donde se realiza la operación, Para esto se plantea la adaptación de cajones debajo de las mesas de trabajo que permitirán un fácil acceso a estos y a su vez un ahorro del tiempo,

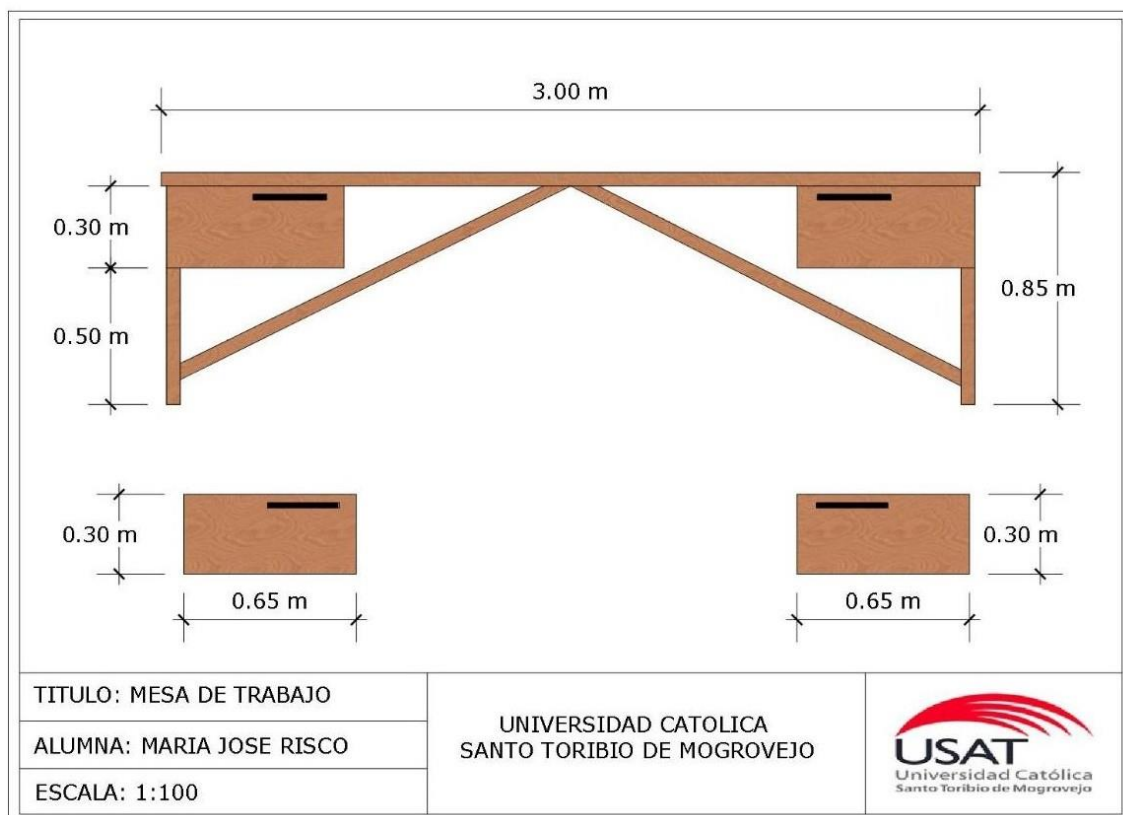


Figura 17. Adaptaciones para la mesa de trabajo A

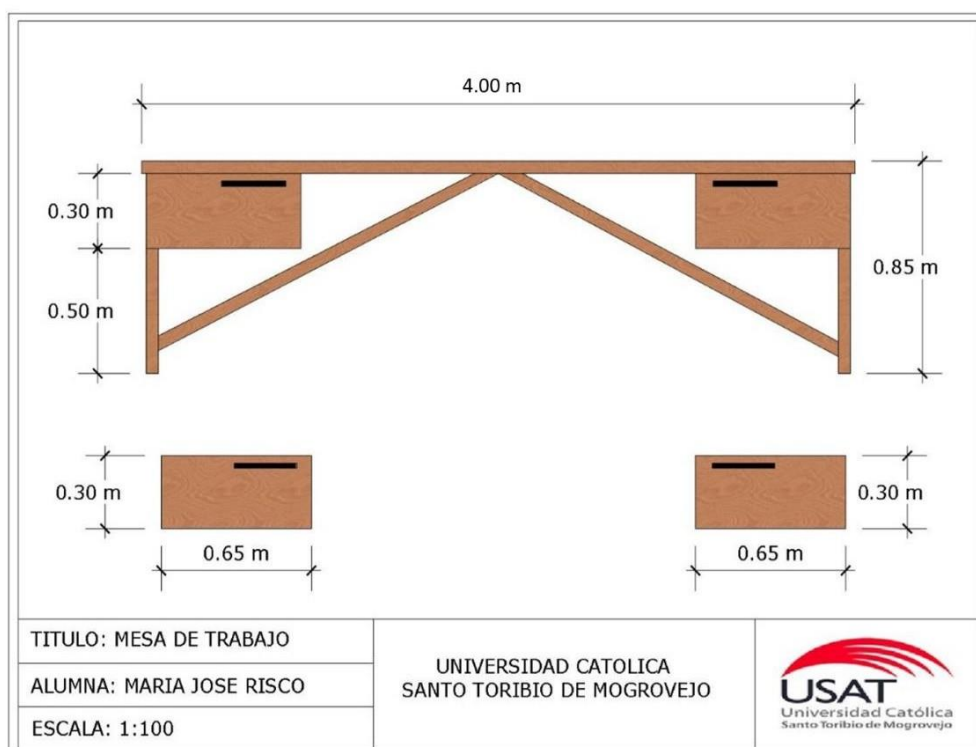


Figura 18. Adaptaciones para la mesa de trabajo B y C

Resultado 2: Eliminación del tiempo de búsqueda, debido a que las herramientas se ubicarán clasificadas de acuerdo a la operación en la mesa de trabajo, Los movimientos a eliminar son los siguientes:

- Búsqueda de herramientas para realizar el trazado, la cual tiene un tiempo total de 6,84 minutos,
- Búsqueda de material de aporte, tiene un tiempo de 3,80 minutos,

A continuación, se muestra los cursogramas propuestos de las siguientes actividades:

Tabla 38. Cursograma analítico propuesto del armado y soldado 1

Nº	Movimientos	○	◻	⇒	⊐	□	▽	Tiempo (min)	V.A.	N.V.A.
1	Colocar las piezas conjuntamente	●						0,36	0,36	-
2	Traslado hacia donde se encuentra la máquina de soldar			●				0,09	-	0,09
3	Tomar y trasladarse hacia la zona designada para el trabajo			●				0,24	-	0,24
4	Realizar la conexión de la máquina de soldar	●						0,16	-	0,16
5	Mover la base lateral al lado derecho y dos esquinas de la base del producto			●				0,17	-	0,17
6	Armar y soldar	●						3,21	3,21	-
7	Mover la base lateral al lado izquierdo y dos esquinas de la base del producto			●				0,21	-	0,21
8	Armar y soldar	●						3,01	3,01	-
9	Mover la base del área			●				0,09	-	0,09
10	Mover la tapa para soldar			●				0,06	-	0,06
11	Soldar tapa	●						4,12	4,12	-
12	Mover tapa del área			●				0,08	-	0,08
13	Mover guías y tapas inferiores de guías			●				0,18	-	0,18
14	Mover base			●				0,09	-	0,09
15	Armar y soldar	●						4,01	4,01	-
16	Mover producto soldado			●				0,05	-	0,05
17	Mover divisiones y agarraderas			●				0,04	-	0,04
18	Armar y soldar	●						1,21	1,21	-
19	Mover del área divisiones			●				0,06	-	0,06
20	Mover bandeja			●				0,04	-	0,04
21	Armar y soldar	●						1,33	1,33	-
Total								18,81	17,25	1,56

Tabla 39. Cursograma analítico propuesto del trazado 1

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL TRAZADO 1											
Nº	MOVIMIENTOS	○	◻	⇒	⊐	□	▽	OBSERVACIONES	TIEMPO (MIN)	V.A.	N.V.A.
1	Colocar la plancha de acero inoxidable encima de la mesa	●							0,15	0,15	-
2	Trazado 1	●							5,66	5,66	-
3	Inspección en caso el trazado haya sido realizado con las medidas incorrectas					●			3,01		3,01
TOTAL									8,82	5,81	3,01

En el cursograma analítico propuesto del armado y soldado 1 se logró disminuir de 3,80 a 1,56 minutos de N.V.A., es decir se ha disminuido en un 58,95% el tiempo de N.V.A, además se logró una disminución de 6,84 minutos a 3,01 minutos en la etapa del trazado 1, es decir una reducción del 55,99% de N.V.A.

3.6.3. Propuesta N°3: Determinación del tiempo estándar mediante el tiempo promedio y la adición de suplementos

a. Tiempo promedio de la propuesta

En la tabla 40 se muestra el tiempo promedio propuesto de las actividades del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas, los cuales se obtuvieron mediante el método de Mundel (anexo 1).

Tabla 40. Tiempo promedio de la propuesta del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas

Actividades	Tiempo Promedio (min)
Trazado 1	8,82
Cortado 1	10,92
Desbaste 1	2,35
Trazado 2	3,64
Taladrado 1	2,84
Doblado 1	7,88
Trazado 3	2,78
Cortado 2	4,31
Doblado 2	4,22
Trazado 4	3,01
Cortado 3	6,11
Desbaste 2	2,82
Trazado 5	4,08
Doblado 3	3,86
Trazado 6	1,51
Cortado 4	2,37
Armado y soldado 1	18,81
Pulido	5,15
Taladrado 2	2,39
Limpieza	5,13
Acabado	2,88
Embalaje	0,93

b. Tiempo normal de la propuesta

El tiempo normal está dado por el tiempo que un operario demora trabajando en condiciones normales en producir una unidad, La fórmula está dada por:

$$\text{Tiempo Normal} = TCP \times FC$$

En donde:

TCP = Tiempo de ciclo promedio

FC = Factor de calificación de desempeño

Para determinar el factor de calificación, se empleó el método de Porcentaje de calificación de la actuación del Sistema Westinghouse, el cual muestra los diversos factores para hallar las calificaciones a la habilidad, esfuerzo, condiciones de trabajo y consistencia.

Tabla 41. Factor de calificación de desempeño

Actividades	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor de Calificación
Trazado 1	0,03	0,02	-0,03	0,00	1,02
Cortado 1	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
Desbaste 1	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
Trazado 2	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11
Taladrado 1	0,08	0,05	-0,03	-0,02	1,08
Doblado 1	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
Trazado 3	0,08	0,05	0,02	0,01	1,16
Cortado 2	0,06	0,02	0,02	0,01	1,11
Doblado 2	0,08	0,05	0,02	0,00	1,15
Trazado 4	0,08	0,05	-0,03	0,01	1,11
Cortado 3	0,08	0,05	0,02	0,01	1,16
Desbaste 2	0,08	0,05	0,02	0,01	1,16
Trazado 5	0,06	0,05	0,02	0,00	1,13
Doblado 3	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11
Trazado 6	0,03	0,02	0,02	0,01	1,08
Cortado 4	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
Armado y soldado 1	0,03	0,05	0,02	0,00	1,10
Pulido	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11
Taladrado 2	0,06	0,05	0,02	0,00	1,13
Limpieza	0,03	0,05	0,02	0,01	1,11
Acabado	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14
Embalaje	0,06	0,05	0,02	0,01	1,14

En la tabla 41, se observa la valoración que se proporcionó para los cuatro factores de calificación de desempeño la cual se estimó según lo observado en el diagnóstico, Los valores tomados son en base al sistema Westinghouse (ver anexo 2), se suman y se les adiciona una unidad tal y como se aprecia en la tabla, Una vez obtenido el factor de calificación de desempeño para cada actividad, este es multiplicado por el tiempo promedio mejora que se obtuvo después de las propuestas de mejora y obtiene el tiempo normal como se puede observar en la tabla 42.

Tabla 42. Tiempo normal de la propuesta del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas

Actividades	Tiempo Promedio (min)	Factor De Calificación	Tiempo Normal (min)
Trazado 1	8,82	1,02	9,00
Cortado 1	10,92	1,14	12,45
Desbaste 1	2,35	1,14	2,68
Trazado 2	3,64	1,11	4,04
Taladrado 1	2,84	1,08	3,07
Doblado 1	7,88	1,14	8,98
Trazado 3	2,78	1,16	3,22
Cortado 2	4,31	1,11	4,78
Doblado 2	4,22	1,15	4,85
Trazado 4	3,01	1,11	3,34
Cortado 3	6,11	1,16	7,09
Desbaste 2	2,82	1,16	3,27
Trazado 5	4,08	1,13	4,61
Doblado 3	3,86	1,11	4,28
Trazado 6	1,51	1,08	1,63
Cortado 4	2,37	1,14	2,70
Armado y soldado 1	18,81	1,10	20,69
Pulido	5,15	1,11	5,72
Taladrado 2	2,39	1,13	2,70
Limpieza	5,13	1,11	5,69
Acabado	2,88	1,14	3,28
Embalaje	0,93	1,02	0,95

c. Tiempo estándar de la propuesta

Obtenido el tiempo normal, se calculará el tiempo estándar, el cual es el tiempo requerido para un operario que posee la habilidad requerida, desarrollando la actividad a una velocidad normal que puede mantener todos los días sin mostrar síntomas de fatiga, El cálculo del tiempo estándar se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Tiempo estándar} = \frac{\text{Tiempo normal}}{(1 - \text{Factor de suplemento})}$$

La empresa no maneja suplementos ni tolerancias, es decir no toman en cuenta los suplementos y tolerancias los cuales se deben considerar debido a que son retrasos en el proceso, Para el cálculo se tomó en cuenta la tabla de suplementos por descanso proporcionadas por la Organización Internacional del trabajo (OIT),

En la tabla 43 se detallan las tolerancias de las actividades del proceso, de las cuales se consideraron las constantes son obligatorias y representan un 9%, Además, en las actividades se agregó un 2% debido a que estas actividades se realizan de pie, a 17 actividades se le agrego un 2% por posición incómoda debido a que se realiza con cuerpo inclinado y por último se le agrego 1% y 3% para el uso de fuerza,

Tabla 43. Factor de suplemento o tolerancias de las actividades del proceso

Actividades del Proceso/Tolerancias	Constantes	Estar de Pie	Postura	Fuerza	Total
Trazado 1	9%	2%	2%	0%	13%
Cortado 1	9%	2%	0%	3%	14%
Desbaste 1	9%	2%	2%	0%	13%
Trazado 2	9%	2%	2%	0%	14%
Taladrado 1	9%	2%	0%	0%	11%
Doblado 1	9%	2%	0%	1%	12%
Trazado 3	9%	2%	2%	3%	16%
Cortado 2	9%	2%	0%	3%	14%
Doblado 2	9%	2%	2%	1%	14%
Trazado 4	9%	2%	2%	3%	16%
Cortado 3	9%	2%	2%	0%	13%
Desbaste 2	9%	2%	2%	0%	13%
Trazado 5	9%	2%	2%	0%	13%
Doblado 3	9%	2%	2%	1%	14%
Trazado 6	9%	2%	2%	0%	13%
Cortado 4	9%	2%	0%	0%	11%
Armado y soldado 1	9%	2%	2%	0%	13%
Pulido	9%	2%	2%	0%	13%
Taladrado 2	9%	2%	0%	0%	11%
Limpieza	9%	2%	2%	0%	13%
Acabado	9%	2%	2%	0%	13%
Embalaje	9%	2%	2%	3%	16%

Finalmente, una vez obtenido el factor de suplemento o tolerancias obtenemos el tiempo estándar mediante la fórmula. En la tabla 44 se detallan los tiempos estándar de las actividades.

Tabla 44. Tiempo estándar del proceso

Actividades del Proceso	Tiempo Normal	Tolerancia	Tiempo Estándar
Trazado 1	9,00	13%	10,34
Cortado 1	12,45	14%	14,48
Desbaste 1	2,68	13%	3,08
Trazado 2	4,04	14%	4,70
Taladrado 1	3,07	11%	3,45
Doblado 1	8,98	12%	10,21
Trazado 3	3,22	16%	3,84
Cortado 2	4,78	14%	5,56
Doblado 2	4,85	14%	5,64
Trazado 4	3,34	16%	3,98
Cortado 3	7,09	13%	8,15
Desbaste 2	3,27	13%	3,76
Trazado 5	4,61	13%	5,30
Doblado 3	4,28	14%	4,98
Trazado 6	1,63	13%	1,87
Cortado 4	2,70	11%	3,04
Armado y soldado 1	20,69	13%	23,78
Pulido	5,72	13%	6,57
Taladrado 2	2,70	11%	3,03
Limpieza	5,69	13%	6,55
Acabado	3,28	13%	3,77
Embalaje	0,95	16%	1,13
Total			137,20

Como se observa en la tabla 44 el tiempo estándar total del proceso es de 137,20 minutos para la fabricación de una trampa de sólidos y grasas.

3.6.4. Propuesta N°4: Evaluación de desempeño y capacitación al personal para el desarrollo de diversas actividades

Problema 4: Personal no capacitado para realizar otras actividades.

Propuesta 4: Establecer un plan de capacitación.

- *Capacitación sobre las operaciones del proceso de fabricación de la trampa de sólidos y grasas*

DESCRIPCIÓN

Se identificó que los operarios no realizan otra función diferente a la propia en la actualidad y por ende tiene tiempos ociosos mostrados en el diagrama OT (figura 13,14 y 15). La empresa no cuenta con un perfil de operario, la propuesta de mejora se basa en tener un operario que sea capaz de realizar cualquier función o etapa del proceso para poder aumentar la eficiencia y distribuir adecuadamente la carga laboral entre los mismos. A su vez, esta propuesta permitirá en caso se tenga la ausencia de alguno de los operarios se pueda continuar sin inconvenientes la producción de las piezas.

Por ello el puesto se denominará: *“Operario soldador TIG/MIG y encargado de máquinas, herramientas manuales”*. Se puede ver las funciones generales y características técnicas en la tabla 45.

Posteriormente se realizará una evaluación de desempeño de competencias generales y la polivalencia de los 4 operarios, en base a ello se verificará la necesidad de capacitaciones para poder establecer el plan de capacitaciones.

Tabla 45. Perfil de puesto Operario encargado de máquinas y herramientas manuales

Puesto de trabajo: Operario soldador TIG/MIG y encargado de máquinas, herramientas manuales	
I. Información general del puesto:	Área a la que pertenece: Área de Producción
II. Coordinaciones del puesto:	1. Supervisado por: Jefe de producción 2. Supervisión directa: No tiene personal a su cargo 3. Eventualmente sustituye a: Entre operarios del mismo perfil. 4. Eventualmente sustituido por: Cualquier operario del mismo perfil
III. Funciones de operario:	1. Responsable de verificar durante los procesos sus productos que fabriquen, para que cumplan las especificaciones técnicas requeridas, 2. Cumplir con la programación de trabajo asignada, 3. Verificar antes de iniciar su labor, la condición y estado de su máquina y herramientas 4. Responsable de realizar mantenimiento quincenal a su área, la cual consiste en limpiar los líquidos de desengrase, ácidos, etc.
IV. Alcance y tipo de decisiones:	Resuelve todo tipo de dificultades y dudas referentes al área de producción y proyecto realizado
V. Accesorios:	1.1. Máquinas y/o Equipo utilizados: Soldadora TIG/MIG, amoladora, taladro de banco, taladro manual, guillotina y dobladora 1.2. Equipo de protección personal: Guantes, casco, lentes protectores, mascarilla, botas en cuero, tapones y mameluco
VI. Perfil de puesto:	Profesional técnico o egresado de las carreras de mecánica de mantenimiento, producción. Edad: 20 – 35 años Sexo: Masculino. Competencias técnicas: Conocimiento de lectura de planos y normas de dibujo técnico básico y metrología. Uso de calibradores, micrómetros, otros instrumentos. Competencias generales: Trabajo en equipo, liderazgo, comunicativo, con iniciativa.

A continuación, se observa en las tablas 46, 47, 48,49 lo obtenido de la evaluación de desempeño realizada a los 4 operarios que intervienen en el proceso, competencias cardinales y específicas que debe tener cualquier trabajador del rubro.

Tabla 46. Evaluación de desempeño Operario 1

I. DATOS DEL COLABORADOR EVALUADO

Nombres y Apellidos: Operario 1.

Cargo que desempeña: Operario soldador TIG/MIG

Antigüedad en el cargo: 4 años

Tipo de Evaluación Anual Provisional: Menos de un año

Evaluador: Ing. María Jose Risco Llontop

II. GRADOS

A	SOBRESALIENTE	100%
B	SATISFACTORIO	75%
C	NECESITA MEJORAR	50%
D	NO SATISFACTORIO	25%
E	NULO	0%

III. COMPETENCIAS CARDINALES

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	ORIENTACIÓN AL CLIENTE INTERNO Y EXTERNO: Implica actuar con sensibilidad ante las necesidades de un cliente o un grupo de clientes potenciales o actuales, vocación del servicio permanente al cliente interno y externo.	A	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.		X			
		B	Se anticipa a los pedidos de los clientes internos y externos y busca la forma de resolver sus necesidades.			X		
		C	Actúa orientado a la satisfacción del cliente interno y externo			X		
		D	Interpreta algunas de las demandas del cliente interno y externo.		X			

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	COMPROMISO CON LA RENTABILIDAD: Capacidad para sentir como propios los objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido de la organización. Capacidad para orientar sus propias acciones y las de sus colaboradores al logro de la estrategia organizacional, racionalizar las actividades y fomentar el uso adecuado de los recursos, a fin de generar un resultado óptimo	A	Determina objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido y diseña políticas y procedimientos alcanzables.				X	
		B	Define objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en su área de trabajo acorde con la estrategia organizacional.				X	
		C	Se identifica con objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en la empresa			X		
		D	Cumple medianamente con los objetivos de rentabilidad fijados para su puesto de trabajo.		X			
III. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS								
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	LIDERAZGO: Capacidad para generar compromiso y lograr el respaldo de sus superiores con vistas a enfrentar con éxito los desafíos de la organización. Capacidad para asegurar una adecuada conducción de personas, desarrollar el talento, y lograr y mantener un clima organizacional armónico y desafiante.	A	Diseña estrategias y métodos de trabajo con el propósito de asegurar una exitosa conducción de personas, y desarrollar su talento			X		
		B	Diseña procedimientos, cursos de acción y métodos de trabajo, con el objetivo de realizar una adecuada conducción y desarrollar su talento				X	
		C	Propone estrategias para lograr el compromiso y el apoyo de sus superiores para enfrentar				X	
		D	Garantiza un el buen desarrollo del talento de los colaboradores.				X	

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	CAPACIDAD DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN: Capacidad para determinar eficazmente metas y prioridades de su tarea, área y especificar las etapas, acciones, plazos y recursos requeridos para el logro de los objetivos.	A	Dirige varios proyectos simultáneamente, sin perder el control y fija apropiadamente objetivos a largo plazo relevantes para la organización, considerando que éstos sean medibles y realistas y estipula las acciones necesarias para cumplir con los mismos.				X	
		B	Establece objetivos parciales y puntos importantes de control, cuyo cumplimiento verifica a medida que avanzan los proyectos			X		
		C	Conoce muy bien las responsabilidades y objetivos de su puesto y organiza el trabajo y distribuye adecuadamente los tiempos para las actividades diarias.			X		
		D	Formula objetivos racionales para los plazos determinados y Establece fechas de seguimiento, teniendo en cuenta los plazos finales.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
3	TRABAJO EN EQUIPO: Capacidad para colaborar con los demás, formar parte de un grupo y trabajar con otras áreas de la organización con el propósito de alcanzar en conjunto la estrategia organizacional.	A	Identifica claramente los objetivos del equipo y orienta su trabajo y el de los colaboradores a la consecución de los mismos y antepone los intereses organizacionales a los intereses particulares.			X		
		B	Expresa satisfacción por los éxitos de los demás colaboradores, perteneciente o no a su área de trabajo.			X		
		C	Fomenta el espíritu de colaboración dentro de su área.			X		
		D	En ocasiones coopera con personas de otros sectores de la organización con el propósito de alcanzar los objetivos planteados.				X	
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
4	DESARROLLO Y AUTODEsarrollo DEL TALENTO: Habilidad para facilitar el crecimiento de los talentos propios y de los demás y para utilizar apropiadamente una variedad de tecnologías, herramientas y medios. Esto significa aprendizaje continuo, mantenerse actualizado e incorporar nuevos conocimientos a su área de trabajo para lograr mejores resultados comerciales.	A	Instrumenta métodos de trabajo para la identificación permanente de las oportunidades de crecimiento y desarrollo del talento			X		
		B	Identifica oportunidades de desarrollo en conocimientos y competencias tanto para sí mismo como para los demás integrantes del equipo de trabajo.				X	
		C	Identifica oportunidades de crecimiento del talento para sí mismo y para los demás.				X	
		D	Reconoce oportunidades de mejora para sí mismo y para sus colaboradores más directos, tanto en cuanto a conocimientos como en competencias.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
5	PROFUNDIDAD EN EL CONOCIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS: Capacidad para conocer los productos y servicios de la empresa y evaluar la posibilidad de su adaptación a los requerimientos, preferencias y necesidades de los clientes, así mismo tener la capacidad para relacionar las ventajas de los productos o servicios que se ofrecen con las necesidades de los clientes, y presentar propuestas de valor.	A	Conoce en profundidad cada uno de los productos y servicios de la empresa y relaciona con las necesidades del cliente		X			
		B	Conoce todos los productos y servicios de la organización.			X		
		C	Conoce adecuadamente los productos y servicios de la empresa.			X		
		D	Conoce los productos y servicios que se manejan en su área o de especialidad.		X			
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
6	INICIATIVA Y AUTONOMÍA: Capacidad para promover y utilizar las aplicaciones tecnológicas, herramientas y recursos cuando sea pertinente.	A	En su desempeño diario actúa atinadamente, frente a problemas cotidianos, evitando demoras y agravamientos de los mismos.			X		
		B	Siempre está predispuesto a hacer frente a situaciones cotidianas			X		
		C	Resuelve en tiempo y forma problemas diarios.		X			
		D	Se paraliza ante cualquier tipo de inconveniente que se presente.					X

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
7	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS: Capacidad para poseer, mantener actualizados y demostrar todos aquellos conocimientos y experiencias específicas que se requieran para el ejercicio de la función a cargo, aumentar el interés por aprender y compartir con otros los conocimientos y experiencias propios.	A	Renueva de manera constante su interés y curiosidad por aprender.			X		
		B	Es un referente dentro de la organización por sus conocimientos técnicos relativos a los procesos a su cargo.			X		
		C	Mantiene un perseverante interés por aprender			X		
		D	Se interesa por aprender solo cuando se le indica				X	
8	POLIVALENCIA: Capacidad para realizar diversas actividades de proceso, utilizar diversas herramientas y máquinas.	A	Conocimiento sobre actividades diferente a las asignadas actualmente				X	
		B	Conocimiento sobre más de 1 máquina y/o herramientas diferentes a las asignadas actualmente.				X	
		C	Disposición de aprendizaje de todas las actividades del proceso			X		
		D	En el trabajo diario reemplaza a otro operario de un área o proceso diferente al propio.					X

Tabla 47. Evaluación de desempeño Operario 2

I. DATOS DEL COLABORADOR EVALUADO

Nombres y Apellidos: Operario 2.

Cargo que desempeña: Operario encargado de máquinas y herramientas manuales

Antigüedad en el cargo: 3 años y 2 meses

Tipo de Evaluación Anual Provisional: Menos de un año

Evaluador: Ing. María Jose Risco Llontop

II. GRADOS

A	SOBRESALIENTE	100%
B	SATISFACTORIO	75%
C	NECESITA MEJORAR	50%
D	NO SATISFACTORIO	25%
E	NULO	0%

III. COMPETENCIAS CARDINALES

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	ORIENTACIÓN AL CLIENTE INTERNO Y EXTERNO: Implica actuar con sensibilidad ante las necesidades de un cliente o un grupo de clientes potenciales o actuales, vocación del servicio permanente al cliente interno y externo.	A	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		B	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		C	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		D	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.				X	

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	COMPROMISO CON LA RENTABILIDAD: Capacidad para sentir como propios los objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido de la organización. Capacidad para orientar sus propias acciones y las de sus colaboradores al logro de la estrategia organizacional, racionalizar las actividades y fomentar el uso adecuado de los recursos, a fin de generar un resultado óptimo	A	Determina objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido y diseña políticas y procedimientos alcanzables.			X		
		B	Define objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en su área de trabajo acorde con la estrategia organizacional.				X	
		C	Se identifica con objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en la empresa			X		
		D	Cumple medianamente con los objetivos de rentabilidad fijados para su puesto de trabajo.			X		
III. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS								
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	LIDERAZGO: Capacidad para generar compromiso y lograr el respaldo de sus superiores con vistas a enfrentar con éxito los desafíos de la organización. Capacidad para asegurar una adecuada conducción de personas, desarrollar el talento, y lograr y mantener un clima organizacional armónico y desafiante.	A	Diseña estrategias y métodos de trabajo con el propósito de asegurar una exitosa conducción de personas, y desarrollar su talento				X	
		B	Diseña procedimientos, cursos de acción y métodos de trabajo, con el objetivo de realizar una adecuada conducción y desarrollar su talento				X	
		C	Propone estrategias para lograr el compromiso y el apoyo de sus superiores para enfrentar			X		
		D	Garantiza un el buen desarrollo del talento de los colaboradores.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	CAPACIDAD DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN: Capacidad para determinar eficazmente metas y prioridades de su tarea, área y especificar las etapas, acciones, plazos y recursos requeridos para el logro de los objetivos.	A	Dirige varios proyectos simultáneamente, sin perder el control y fija apropiadamente objetivos a largo plazo relevantes para la organización, considerando que éstos sean medibles y realistas y estipula las acciones necesarias para cumplir con los mismos.			X		
		B	Establece objetivos parciales y puntos importantes de control, cuyo cumplimiento verifica a medida que avanzan los proyectos				X	
		C	Conoce muy bien las responsabilidades y objetivos de su puesto y organiza el trabajo y distribuye adecuadamente los tiempos para las actividades diarias.			X		
		D	Formula objetivos racionales para los plazos determinados y Establece fechas de seguimiento, teniendo en cuenta los plazos finales.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
3	TRABAJO EN EQUIPO: Capacidad para colaborar con los demás, formar parte de un grupo y trabajar con otras áreas de la organización con el propósito de alcanzar en conjunto la estrategia organizacional.	A	Identifica claramente los objetivos del equipo y orienta su trabajo y el de los colaboradores a la consecución de los mismos y antepone los intereses organizacionales a los intereses particulares.				X	
		B	Expresa satisfacción por los éxitos de los demás colaboradores, perteneciente o no a su área de trabajo.			X		
		C	Fomenta el espíritu de colaboración dentro de su área.				X	
		D	En ocasiones coopera con personas de otros sectores de la organización con el propósito de alcanzar los objetivos planteados.				X	
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
4	DESARROLLO Y AUTODESARROLLO DEL TALENTO: Habilidad para facilitar el crecimiento de los talentos propios y de los demás y para utilizar apropiadamente una variedad de tecnologías, herramientas y medios. Esto significa aprendizaje continuo, mantenerse actualizado e incorporar nuevos conocimientos a su área de trabajo para lograr mejores resultados comerciales.	A	Instrumenta métodos de trabajo para la identificación permanente de las oportunidades de crecimiento y desarrollo del talento				X	
		B	Identifica oportunidades de desarrollo en conocimientos y competencias tanto para sí mismo como para los demás integrantes del equipo de trabajo.				X	
		C	Identifica oportunidades de crecimiento del talento para sí mismo y para los demás.			X		
		D	Reconoce oportunidades de mejora para sí mismo y para sus colaboradores más directos, tanto en cuanto a conocimientos como en competencias.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
5	PROFUNDIDAD EN EL CONOCIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS: Capacidad para conocer los productos y servicios de la empresa y evaluar la posibilidad de su adaptación a los requerimientos, preferencias y necesidades de los clientes, así mismo tener la capacidad para relacionar las ventajas de los productos o servicios que se ofrecen con las necesidades de los clientes, y presentar propuestas de valor.	A	Conoce en profundidad cada uno de los productos y servicios de la empresa y relaciona con las necesidades del cliente			X		
		B	Conoce todos los productos y servicios de la organización.			X		
		C	Conoce adecuadamente los productos y servicios de la empresa.				X	
		D	Conoce los productos y servicios que se manejan en su área o de especialidad.			X		
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
6	INICIATIVA Y AUTONOMÍA: Capacidad para promover y utilizar las aplicaciones tecnológicas, herramientas y recursos cuando sea pertinente.	A	En su desempeño diario actúa atinadamente, frente a problemas cotidianos, evitando demoras y agravamientos de los mismos.			X		
		B	Siempre está predispuesto a hacer frente a situaciones cotidianas			X		
		C	Resuelve en tiempo y forma problemas diarios.			X		
		D	Se paraliza ante cualquier tipo de inconveniente que se presente.					X

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
7	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS: Capacidad para poseer, mantener actualizados y demostrar todos aquellos conocimientos y experiencias específicas que se requieran para el ejercicio de la función a cargo, aumentar el interés por aprender y compartir con otros los conocimientos y experiencias propios.	A	Renueva de manera constante su interés y curiosidad por aprender.			X		
		B	Es un referente dentro de la organización por sus conocimientos técnicos relativos a los procesos a su cargo.			X		
		C	Mantiene un perseverante interés por aprender			X		
		D	Se interesa por aprender solo cuando se le indica				X	
8	POLIVALENCIA: Capacidad para realizar diversas actividades de proceso, utilizar diversas herramientas y máquinas.	A	Conocimiento sobre actividades diferente a las asignadas actualmente				X	
		B	Conocimiento sobre más de 1 máquina y/o herramientas diferentes a las asignadas actualmente.				X	
		C	Disposición de aprendizaje de todas las actividades del proceso			X		
		D	En el trabajo diario reemplaza a otro operario de un área o proceso diferente al propio.					X

Tabla 48. Evaluación de desempeño Operario 3

I. DATOS DEL COLABORADOR EVALUADO

Nombres y Apellidos: Operario 3.

Cargo que desempeña: Operario encargado de máquinas y herramientas manuales

Antigüedad en el cargo: 4 años y 5 meses

Tipo de Evaluación Anual Provisional: Menos de un año

Evaluador: Ing. María Jose Risco Llontop

II. GRADOS

A	SOBRESALIENTE	100%
B	SATISFACTORIO	75%
C	NECESITA MEJORAR	50%
D	NO SATISFACTORIO	25%
E	NULO	0%

III. COMPETENCIAS CARDINALES

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	ORIENTACIÓN AL CLIENTE INTERNO Y EXTERNO: Actuar con sensibilidad frente a las necesidades de un cliente y/o un grupo de clientes potenciales o actuales, vocación del servicio permanente al cliente interno y externo.	A	Genera un entorno laboral apropiado para que la empresa labore en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		B	Se adelanta a los pedidos de los clientes internos y externos y es resolutivo para las necesidades			X		
		C	Actúa orientado a la satisfacción del cliente interno y externo.			X		
		D	Interpreta algunas de las demandas del cliente interno y externo.				X	

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	COMPROMISO CON LA RENTABILIDAD: Capacidad para sentir como propios los objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido de la organización. Capacidad para orientar sus propias acciones y las de sus colaboradores al logro de la estrategia organizacional, racionalizar las actividades y fomentar el uso adecuado de los recursos, a fin de generar un resultado óptimo	A	Determina objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido y diseña políticas y procedimientos alcanzables.			X		
		B	Define objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en su área de trabajo acorde con la estrategia organizacional.				X	
		C	Se identifica con objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en la empresa				X	
		D	Cumple medianamente con los objetivos de rentabilidad fijados para su puesto de trabajo.			X		
III. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS								
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	LIDERAZGO: Capacidad para generar compromiso y lograr el respaldo de sus superiores con vistas a enfrentar con éxito los desafíos de la organización. Capacidad para asegurar una adecuada conducción de personas, desarrollar el talento, y lograr y mantener un clima organizacional armónico y desafiante.	A	Diseña estrategias y métodos de trabajo con el propósito de asegurar una exitosa conducción de personas, y desarrollar su talento				X	
		B	Diseña procedimientos, cursos de acción y métodos de trabajo, con el objetivo de realizar una adecuada conducción y desarrollar su talento				X	
		C	Propone estrategias para lograr el compromiso y el apoyo de sus superiores para enfrentar				X	
		D	Garantiza un el buen desarrollo del talento de los colaboradores.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	CAPACIDAD DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN: Capacidad para determinar eficazmente metas y prioridades de su tarea, área y especificar las etapas, acciones, plazos y recursos requeridos para el logro de los objetivos.	A	Dirige varios proyectos simultáneamente, sin perder el control y fija apropiadamente objetivos a largo plazo relevantes para la organización, considerando que éstos sean medibles y realistas y estipula las acciones necesarias para cumplir con los mismos.			X		
		B	Establece objetivos parciales y puntos importantes de control, cuyo cumplimiento verifica a medida que avanzan los proyectos				X	
		C	Conoce muy bien las responsabilidades y objetivos de su puesto y organiza el trabajo y distribuye adecuadamente los tiempos para las actividades diarias.			X		
		D	Formula objetivos racionales para los plazos determinados y Establece fechas de seguimiento, teniendo en cuenta los plazos finales.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
3	TRABAJO EN EQUIPO: Capacidad para colaborar con los demás, formar parte de un grupo y trabajar con otras áreas de la organización con el propósito de alcanzar en conjunto la estrategia organizacional.	A	Identifica claramente los objetivos del equipo y orienta su trabajo y el de los colaboradores a la consecución de los mismos y antepone los intereses organizacionales a los intereses particulares.				X	
		B	Expresa satisfacción por los éxitos de los demás colaboradores, perteneciente o no a su área de trabajo.			X		
		C	Fomenta el espíritu de colaboración dentro de su área.			X		
		D	En ocasiones coopera con personas de otros sectores de la organización con el propósito de alcanzar los objetivos planteados.				X	
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
4	DESARROLLO Y AUTODEsarrollo DEL TALENTO: Habilidad para facilitar el crecimiento de los talentos propios y de los demás y para utilizar apropiadamente una variedad de tecnologías, herramientas y medios. Esto significa aprendizaje continuo, mantenerse actualizado e incorporar nuevos conocimientos a su área de trabajo para lograr mejores resultados comerciales.	A	Instrumenta métodos de trabajo para la identificación permanente de las oportunidades de crecimiento y desarrollo del talento				X	
		B	Identifica oportunidades de desarrollo en conocimientos y competencias tanto para sí mismo como para los demás integrantes del equipo de trabajo.				X	
		C	Identifica oportunidades de crecimiento del talento para sí mismo y para los demás.			X		
		D	Reconoce oportunidades de mejora para sí mismo y para sus colaboradores más directos, tanto en cuanto a conocimientos como en competencias.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
5	PROFUNDIDAD EN EL CONOCIMIENTO DE LOS PRODUCTOS: Capacidad para conocer los productos y servicios de la empresa y evaluar la posibilidad de su adaptación a los requerimientos, preferencias y necesidades de los clientes, así mismo tener la capacidad para relacionar las ventajas de los productos o servicios que se ofrecen con las necesidades de los clientes, y presentar propuestas de valor.	A	Conoce en profundidad cada uno de los productos y servicios de la empresa y relaciona con las necesidades del cliente			X		
		B	Conoce todos los productos y servicios de la organización.			X		
		C	Conoce adecuadamente los productos y servicios de la empresa.			X		
		D	Conoce los productos y servicios que se manejan en su área o de especialidad.			X		
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
6	INICIATIVA Y AUTONOMÍA: Capacidad para promover y utilizar las aplicaciones tecnológicas, herramientas y recursos cuando sea pertinente.	A	En su desempeño diario actúa atinadamente, frente a problemas cotidianos, evitando demoras y agravamientos de los mismos.			X		
		B	Siempre está predispuesto a hacer frente a situaciones cotidianas			X		
		C	Resuelve en tiempo y forma problemas diarios.			X		
		D	Se paraliza ante cualquier tipo de inconveniente que se presente.				X	

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
7	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS: Capacidad para poseer, mantener actualizados y demostrar todos aquellos conocimientos y experiencias específicas que se requieran para el ejercicio de la función a cargo, aumentar el interés por aprender y compartir con otros los conocimientos y experiencias propios.	A	Renueva de manera constante su interés y curiosidad por aprender.			X		
		B	Es un referente dentro de la organización por sus conocimientos técnicos relativos a los procesos a su cargo.			X		
		C	Mantiene un perseverante interés por aprender			X		
		D	Se interesa por aprender solo cuando se le indica			X		
8	POLIVALENCIA: Capacidad para realizar diversas actividades de proceso, utilizar diversas herramientas y máquinas.	A	Conocimiento sobre actividades diferente a las asignadas actualmente				X	
		B	Conocimiento sobre más de 1 máquina y/o herramientas diferentes a las asignadas actualmente.				X	
		C	Disposición de aprendizaje de todas las actividades del proceso			X		
		D	En el trabajo diario reemplaza a otro operario de un área o proceso diferente al propio.				X	

Tabla 49. Evaluación de desempeño Operario 4

I. DATOS DEL COLABORADOR EVALUADO

Nombres y Apellidos: Operario 4.

Cargo que desempeña: Operario encargado de máquinas y herramientas manuales

Antigüedad en el cargo: 3 años

Tipo de Evaluación Anual Provisional: Menos de un año

Evaluador: Ing. María Jose Risco Llontop

II. GRADOS

A	SOBRESALIENTE	100%
B	SATISFACTORIO	75%
C	NECESITA MEJORAR	50%
D	NO SATISFACTORIO	25%
E	NULO	0%

III. COMPETENCIAS CARDINALES

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	ORIENTACIÓN AL CLIENTE INTERNO Y EXTERNO: Implica actuar con sensibilidad ante las necesidades de un cliente o un grupo de clientes potenciales o actuales, vocación del servicio permanente al cliente interno y externo.	A	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		B	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		C	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		
		D	Crea un entorno laboral adecuado para que la empresa trabaje en beneficio de la satisfacción de los clientes.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	COMPROMISO CON LA RENTABILIDAD: Capacidad para sentir como propios los objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido de la organización. Capacidad para orientar sus propias acciones y las de sus colaboradores al logro de la estrategia organizacional, racionalizar las actividades y fomentar el uso adecuado de los recursos, a fin de generar un resultado óptimo	A	Determina objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido y diseña políticas y procedimientos alcanzables.			X		
		B	Define objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en su área de trabajo acorde con la estrategia organizacional.				X	
		C	Se identifica con objetivos de rentabilidad y crecimiento sostenido en la empresa				X	
		D	Cumple medianamente con los objetivos de rentabilidad fijados para su puesto de trabajo.			X		

III. COMPETENCIAS ESPECÍFICAS

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
1	LIDERAZGO: Capacidad para generar compromiso y lograr el respaldo de sus superiores con vistas a enfrentar con éxito los desafíos de la organización. Capacidad para asegurar una adecuada conducción de personas, desarrollar el talento, y lograr y mantener un clima organizacional armónico y desafiante.	A	Diseña estrategias y métodos de trabajo con el propósito de asegurar una exitosa conducción de personas, y desarrollar su talento				X	
		B	Diseña procedimientos, cursos de acción y métodos de trabajo, con el objetivo de realizar una adecuada conducción y desarrollar su talento				X	
		C	Propone estrategias para lograr el compromiso y el apoyo de sus superiores para enfrentar			X		
		D	Garantiza un el buen desarrollo del talento de los colaboradores.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
2	CAPACIDAD DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN: Capacidad para determinar eficazmente metas y prioridades de su tarea, área y especificar las etapas, acciones, plazos y recursos requeridos para el logro de los objetivos.	A	Dirige varios proyectos simultáneamente, sin perder el control y fija apropiadamente objetivos a largo plazo relevantes para la organización, considerando que éstos sean medibles y realistas y estipula las acciones necesarias para cumplir con los mismos.			X		
		B	Establece objetivos parciales y puntos importantes de control, cuyo cumplimiento verifica a medida que avanzan los proyectos			X		
		C	Conoce muy bien las responsabilidades y objetivos de su puesto y organiza el trabajo y distribuye adecuadamente los tiempos para las actividades diarias.			X		
		D	Formula objetivos racionales para los plazos determinados y Establece fechas de seguimiento, teniendo en cuenta los plazos finales.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
3	TRABAJO EN EQUIPO: Capacidad para colaborar con los demás, formar parte de un grupo y trabajar con otras áreas de la organización con el propósito de alcanzar en conjunto la estrategia organizacional.	A	Identifica claramente los objetivos del equipo y orienta su trabajo y el de los colaboradores a la consecución de los mismos y antepone los intereses organizacionales a los intereses particulares.				X	
		B	Expresa satisfacción por los éxitos de los demás colaboradores, perteneciente o no a su área de trabajo.			X		
		C	Fomenta el espíritu de colaboración dentro de su área.				X	
		D	En ocasiones coopera con personas de otros sectores de la organización con el propósito de alcanzar los objetivos planteados.			X		
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
4	DESARROLLO Y AUTODEsarrollo DEL TALENTO: Habilidad para facilitar el crecimiento de los talentos propios y de los demás y para utilizar apropiadamente una variedad de tecnologías, herramientas y medios. Esto significa aprendizaje continuo, mantenerse actualizado e incorporar nuevos conocimientos a su área de trabajo para lograr mejores resultados comerciales.	A	Instrumenta métodos de trabajo para la identificación permanente de las oportunidades de crecimiento y desarrollo del talento				X	
		B	Identifica oportunidades de desarrollo en conocimientos y competencias tanto para sí mismo como para los demás integrantes del equipo de trabajo.				X	
		C	Identifica oportunidades de crecimiento del talento para sí mismo y para los demás.			X		
		D	Reconoce oportunidades de mejora para sí mismo y para sus colaboradores más directos, tanto en cuanto a conocimientos como en competencias.			X		

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
5	PROFUNDIDAD EN EL CONOCIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS: Capacidad para conocer los productos y servicios de la empresa y evaluar la posibilidad de su adaptación a los requerimientos, preferencias y necesidades de los clientes, así mismo tener la capacidad para relacionar las ventajas de los productos o servicios que se ofrecen con las necesidades de los clientes, y presentar propuestas de valor.	A	Conoce en profundidad cada uno de los productos y servicios de la empresa y relaciona con las necesidades del cliente			X		
		B	Conoce todos los productos y servicios de la organización.			X		
		C	Conoce adecuadamente los productos y servicios de la empresa.				X	
		D	Conoce los productos y servicios que se manejan en su área o de especialidad.			X		
Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
6	INICIATIVA Y AUTONOMÍA: Capacidad para promover y utilizar las aplicaciones tecnológicas, herramientas y recursos cuando sea pertinente.	A	En su desempeño diario actúa atinadamente, frente a problemas cotidianos, evitando demoras y agravamientos de los mismos.			X		
		B	Siempre está predispuesto a hacer frente a situaciones cotidianas			X		
		C	Resuelve en tiempo y forma problemas diarios.				X	
		D	Se paraliza ante cualquier tipo de inconveniente que se presente.					X

Nº	COMPETENCIAS		COMPORTAMIENTOS	A 100%	B 75%	C 50%	D 25%	E 0%
7	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS: Capacidad para poseer, mantener actualizados y demostrar todos aquellos conocimientos y experiencias específicas que se requieran para el ejercicio de la función a cargo, aumentar el interés por aprender y compartir con otros los conocimientos y experiencias propios.	A	Renueva de manera constante su interés y curiosidad por aprender.			X		
		B	Es un referente dentro de la organización por sus conocimientos técnicos relativos a los procesos a su cargo.			X		
		C	Mantiene un perseverante interés por aprender			X		
		D	Se interesa por aprender solo cuando se le indica			X		
8	POLIVALENCIA: Capacidad para realizar diversas actividades de proceso, utilizar diversas herramientas y máquinas.	A	Conocimiento sobre actividades diferente a las asignadas actualmente			X		
		B	Conocimiento sobre más de 1 máquina y/o herramientas diferentes a las asignadas actualmente.				X	
		C	Disposición de aprendizaje de todas las actividades del proceso			X		
		D	En el trabajo diario reemplaza a otro operario de un área o proceso diferente al propio.					X

Una vez realizado la evaluación de puesto de ambos trabajadores se obtuvo el siguiente resultado:

Tabla 50. Resultados de evaluación de desempeño 2

COMPETENCIAS		OP. 1	OP. 2	OP. 3	OP. 4
COMPETENCIAS CARDINALES	ORIENTACIÓN AL CLIENTE INTERNO Y EXTERNO	62.50%	43.75%	50%	43.75%
	COMPROMISO CON LA RENTABILIDAD	44.00%	43.75%	37.50%	37.50%
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	LIDERAZGO	31.00%	37.50%	37.50%	31.25%
	CAPACIDAD DE PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN	43.75%	43.75%	50.00%	43.75%
	TRABAJO EN EQUIPO	43.75%	31.25%	37.50%	37.50%
	DESARROLLO Y AUTODESARROLLO DEL TALENTO	38.00%	37.50%	37.50%	37.50%
	PROFUNDIDAD EN EL CONOCIMIENTOS DE LOS PRODUCTOS	62.50%	37.50%	43.75%	50.00%
	INICIATIVA Y AUTONOMÍA	43.75%	37.50%	31.25%	43.75%
	CONOCIMIENTOS TÉCNICOS	43.75%	50.00%	50.00%	50.00%
	POLIVALENCIA	25.00%	20.00%	31.25%	31.25%

Respecto a los resultados obtenidos se puede decir que, de acuerdo con la tabla 51, se evidencia la necesidad a los operarios para que puedan cumplir con el perfil de operario de soldadura y operario encargado de máquinas y herramientas manuales.

Tabla 51. Evaluación de desempeño

PONDERACIÓN	RESULTADO
0%-40%	No viable
41%-74%	A capacitar
75%-100%	Competente

En base a la evaluación de desempeño se propone el siguiente plan de capacitaciones:

Tabla 52. Temas para las capacitaciones de los operarios

Tema	Objetivo	Resultados	Área/ puesto	Duración
Fundamentos preliminares del proceso de soldado TIG y MIG, Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	Aprendizaje de proceso soldadura TIG Y MIG	Operario capacitado para proceso de soldadura TIG/MIG	Soldadura	8 horas
Fundamentos preliminares de procesos de taladrado (taladro de banco), Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	Aprendizaje de proceso taladrado	Operario capacitado para proceso de taladrado	Taladrado	8horas
Fundamentos preliminares del uso de amoladora Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	Aprendizaje de maquinaria	Operario capacitado para uso de amoladora	Pulido y desbaste	8 horas
Fundamentos preliminares en el uso de taladro manual Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	Aprendizaje de maquinaria	Operario capacitado para uso de taladro manual	Taladrado manual	8 horas
Fundamentos preliminares en el uso de la máquina dobladora y guillotina	Aprendizaje de uso de maquinaria	Operario capacitado para uso de maquina dobladora y guillotina	Cortado y doblado	4 horas
Capacitación respecto a competencias blandas	Mejora de competencias blandas	Operarios con liderazgo y toma de decisiones	Producción	8 horas

Tabla 53. Cronograma de las capacitaciones de los operarios

TEMA	DURACIÓN	Semana 1						Semana 2					
		LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB	LUN	MAR	MIER	JUE	VIE	SAB
Fundamentos preliminares del proceso de soldado TIG y MIG. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas												
Fundamentos preliminares de procesos de taladrado (taladro de banco). Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas												
Fundamentos preliminares del uso de amoladora. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas												
Fundamentos preliminares en el uso de taladro manual. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas												
Fundamentos preliminares en el uso de la máquina dobladora y guillotina	4 horas												
Capacitación respecto a competencias blandas	8 horas												

Verificando diversas entidades que brindan los cursos respectivos por horas, se encontró un costo promedio que se muestra a continuación:

Tabla 54. Costo de capacitaciones de los operarios

TEMA	DURACIÓN	COSTO
Fundamentos preliminares del proceso de soldado TIG y MIG. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas	S/ 450,00
Fundamentos preliminares de procesos de taladrado (taladro de banco). Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas	S/ 450,00
Fundamentos preliminares del uso de amoladora. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas	S/ 450,00
Fundamentos preliminares en el uso de taladro manual. Práctica empleando las máquinas y/o herramientas	8 horas	S/ 450,00
Fundamentos preliminares en el uso de la máquina dobladora y guillotina	4 horas	S/ 450,00
Capacitación respecto a competencias blandas	8 horas	S/ 380,00
Total	44 horas	S/ 2 630,00

Una vez culminadas las capacitaciones los operarios deberán ser capaces de cumplir con todas las actividades del proceso, permitiendo disminuir los tiempos ociosos como se observará más adelante en los diagramas OT propuestos.

3.1.3. Propuesta N°5: Redistribución empleando los métodos de Guerchet y SLP

Se realizó el método de Guerchet para determinar el área total requerida en base a la suma de las tres superficies parciales las cuales son: área estática (Ss), área de gravitación (Sg) y área de evolución (Se).

Primero se identificaron las máquinas y equipos del área de producción como se muestra a continuación en la tabla 55.

Tabla 55. Equipos para la producción

Máquina	Cantidad
Mesa de trabajo	3
Estantería	3
Máquina dobladora	1
Guillotina	1
Taladro vertical	1
Tornillo de banco	1

Posteriormente, se necesitó saber las medidas de las máquinas largo, ancho y alto de cada uno de los equipos que intervienen en el proceso de fabricación.

Tabla 56. Dimensiones de Equipos para la producción

Máquina	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)
Mesa de trabajo 1	3,00	1,50	0,85
Mesa de trabajo 2	4,00	2,00	0,85
Estantería	3,00	0,40	1,50
Máquina dobladora	3,59	0,84	1,24
Guillotina	3,18	0,95	1,15
Taladro vertical	1,14	0,65	1,95
Tornillo de banco	0,50	0,50	0,90

El área estática es la superficie donde se colocan los objetos que no tienen movimiento, a continuación, en la tabla 57 se muestra el área estática de cada máquina de la empresa,

Tabla 57. Área estática de las maquinarias

Área Estática (m²)			
Máquina	Largo	Ancho	SS
Mesa de trabajo 1	3,00	1,50	4,50
Mesa de trabajo 2	4,00	2,00	8,00
Estantería	3,00	0,40	1,20
Máquina dobladora	3,59	0,84	3,02
Guillotina	3,18	0,95	3,02
Taladro vertical	1,14	0,65	0,74
Tornillo de banco	0,50	0,50	0,25

Posteriormente, se halló la superficie de gravitación para ello se necesitó el número de lados por el cual el operario accede a la maquinaria.

Tabla 58. Área o superficie gravitacional del local

Máquina	SS	N	SG
Mesa de trabajo 1	4,50	4,00	18,00
Mesa de trabajo 2	8,00	4,00	32,00
Estantería	1,20	1,00	1,20
Máquina dobladora	3,02	2,00	6,04
Guillotina	3,02	2,00	6,04
Taladro vertical	0,74	2,00	1,48
Tornillo de banco	0,25	2,00	0,50

Luego se determinó la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal y para la manutención, para ello se utiliza el factor K, el cual se halla de la siguiente manera:

$$k = \frac{APO}{2 * AME}$$

k: coeficiente de evolución

APO: Altura promedio de los elementos móviles

AME: Altura promedio de los elementos fijos

Para determinar APO se consideró la altura promedio de los operarios, la cual es 1,55m, Los demás elementos de la maquinaria son considerados elementos fijos,

Tabla 59. Altura promedio de las máquinas

Máquina	H	AME	APO	K
Mesa de trabajo 1	0,85	1,21	1,55	0,64
Mesa de trabajo 2	0,85			
Estantería	1,50			
Máquina dobladora	1,24			
Guillotina	1,15			
Taladro vertical	1,95			
Tornillo de banco	0,90			

Obteniendo el valor del coeficiente de gravitación, se halló la superficie de gravitación como se muestra a continuación en la tabla 60.

Tabla 60. Superficie de gravitación del local

<i>Máquina</i>	<i>SS</i>	<i>SG</i>	<i>K</i>	<i>SE</i>
Mesa de trabajo 1	4,50	18,00	0,64	14,40
Mesa de trabajo 2	8,00	32,00	0,64	25,60
Estantería	1,20	1,20	0,64	1,54
Máquina dobladora	3,02	6,04	0,64	5,80
Guillotina	3,02	6,04	0,64	5,80
Taladro vertical	0,74	1,48	0,64	1,42
Tornillo de banco	0,25	0,50	0,64	0,48

Finalmente, se obtuvo que el área necesaria es de 185,80 m² siendo esta inferior al área actual de la empresa la cual es de 280 m². Esto nos indica que, si se puede redistribuir la planta para un mejor recorrido de la producción,

Tabla 61. Superficie total del local

Área	Máquina	SS	SG	SE	ST	CANT	ST
Área 1	Mesa de trabajo 2	8,00	32,00	25,60	65,60	1	65,60
	Estantería	1,20	1,20	1,54	3,94	1	3,94
Área 2	Mesa de trabajo 1	4,50	18,00	14,40	36,90	1	36,90
	Estantería	1,20	1,20	1,54	3,94	1	3,94
Área 3	Mesa de trabajo 1	4,50	18,00	14,40	36,90	1	36,90
	Estantería	1,20	1,20	1,54	3,94	1	3,94
Área de doblado	Máquina dobladora	3,02	6,04	5,80	14,86	1	14,86
Área de corte	Guillotina	3,02	6,04	5,80	14,86	1	14,86
Área de taladrado	Taladro vertical	0,74	1,48	1,42	3,64	1	3,64
Área de doblado manual	Tornillo de banco	0,25	0,50	0,48	1,23	1	1,23
Total							185,80

La distribución se realizó mediante el método SLP para ello se tuvo en cuenta la escala de valores para la proximidad de las actividades como se muestra en la tabla 62.

Tabla 62. Código de letras

Código	Valor de proximidad	Color	Número de líneas
A	Absolutamente necesaria	Rojo	4 rectas
E	Especialmente importante	Naranja	3 rectas
I	Importante	Verde	2 rectas
O	Ordinaria	Azul	1 rectas
U	Sin importancia	----	
X	No deseable	Pardo	1 zigzag

Asimismo, se consideró los motivos de la proximidad de las distintas actividades, las cuales se colocan en la parte inferior de cada celda antes mencionada y se indican mediante una codificación numérica que se muestra junto a la tabla de restricciones,

En base a los códigos anteriores se hizo un análisis considerando el proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas y la importancia de la proximidad entre áreas. En la figura 22 se muestra la matriz triangular relacional de actividades,

1, Almacén de materia prima	1	A	2							
2, Área 1 (Mesa A)	1	U	3							
	I		U	4						
3, Área de corte	2	U		U	5					
	I		U		U	6				
4, Área 2 (Mesa B)	2	U		U		U	7			
	I		U		I		U	8		
5, Área de doblado	2	U		U	2	U		I	9	
	I		I		I		U	2	1	
6, Área 3 (Mesa C)	2	U	2	I	2	U			2	
	U		O	2	U			3		
7, Área de doblado manual		O	2	U			4			
	U	2	A		5					
8, Área de taladrado		U	3	6						
	U		7							
9, Almacén de producto terminado		8								
	9									

Figura 19. Matriz triangular relacional de actividades

- Motivos:
- 1= Suministrador de materia prima
 - 2=Secuencia de flujo de trabajo
 - 3= Producto terminado

Finalmente, luego de establecer la importancia de relación entre áreas se modela una posible distribución mediante un diagrama de redes como se muestra a continuación en la figura 23.

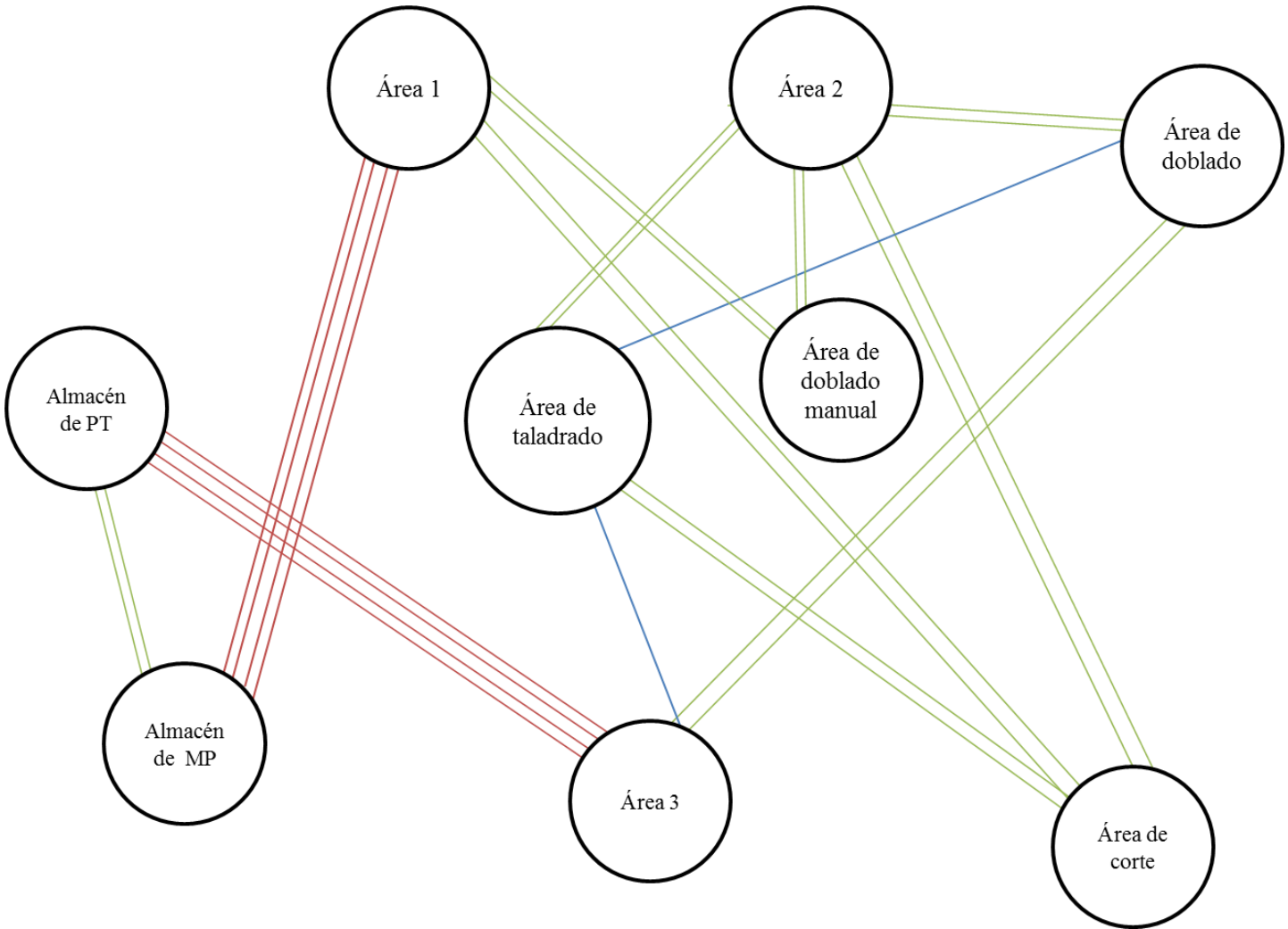


Figura 20. Desarrollo del diagrama relacional de actividad

A partir de Guerchet y SPL se realizó la nueva distribución de planta como se observa a continuación:

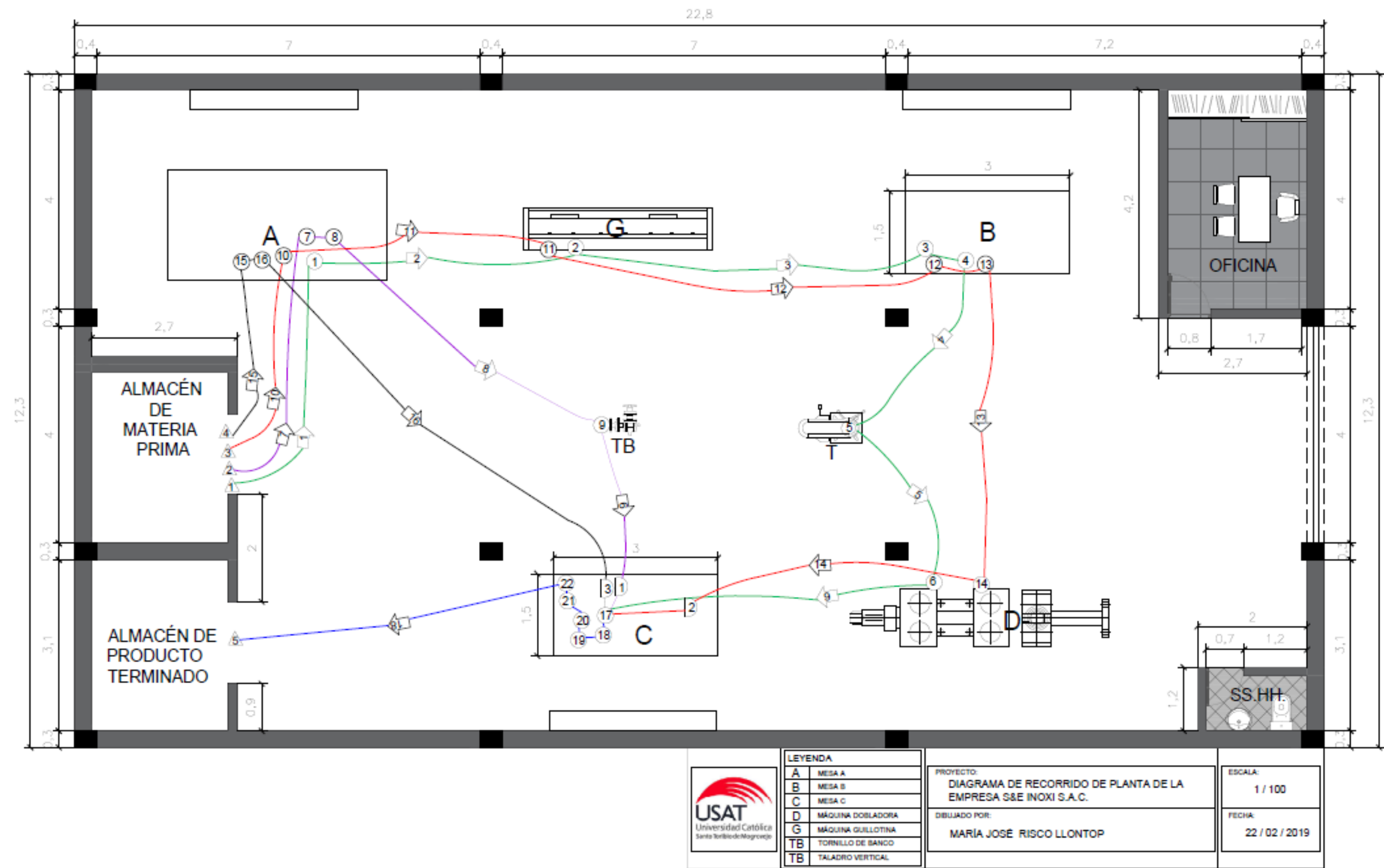


Figura 21. Propuesta de redistribución de planta y diagrama de recorrido de la empresa S&E INOXI S.A.C

Con la propuesta se logra reducir la distancia recorrida y el tiempo de transporte como se observa a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 63. Propuesta del tiempo promedio del proceso de fabricación de trampas de sólidos y grasas

	Elementos	Tiempo Promedio (min)	Distancia Total (m)
Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	Almacenamiento 1 de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	---	---
	Traslado de MP a mesa A	0,08	4
	Trazado 1 de plancha de acero inoxidable de 1,2 mm	8,82	---
	Traslado a máquina de corte	0,07	3,5
	Cortado 1	10,92	---
	Traslado a mesa B	0,07	3,5
	Desbaste 1	2,35	---
	Trazado 2	3,64	---
	Traslado a taladro vertical	0,05	2,5
	Taladrado 1	2,84	---
	Traslado a máquina dobladora	0,07	3
	Doblado 1	7,88	---
	Traslado a mesa C	0,07	3
Varilla de 3/16"	Almacenamiento 2 de varilla de 3/16"	---	---
	Traslado a mesa A	0,08	4
	Trazado 3 de varilla de 3/16"	2,78	---
	Cortado 2	4,31	---
	Traslado a TB	0,09	5
	Doblado 2	4,22	---
	Traslado a mesa C	0,06	3
	Espera 1	25,32	---
Plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm	Almacenamiento 3 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm	---	---
	Traslado a mesa A	0,07	4
	Trazado 4 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm	3,01	---
	Traslado a máquina cortadora	0,06	3,5
	Cortado 3	6,11	---
	Traslado a mesa B	0,06	3,5
	Desbaste 2	2,82	---
	Trazado 5	4,08	---
Unión simple de 2 NPT	Traslado a máquina dobladora	0,12	5,5
	Doblado 3	3,86	---
	Traslado a mesa C	0,07	3,5
	Espera 2	16,60	---
	Almacenamiento de unión simple de 2 NPT	---	---
	Traslado a mesa A	0,07	4
	Trazado 6 unión simple de 2 NPT	1,51	---
	Cortado 4	2,37	---
	Traslado a mesa C	0,06	3,5
	Espera 3	32,82	---
	Armado y soldado 1	18,81	---
	Pulido	5,15	---
	Taladrado 2	2,39	---
	Limpieza	5,13	---
	Acabado	2,88	---
	Embalaje	0,93	---
	Traslado a área de producto terminado	0,10	5
	Almacenamiento del producto final	---	---
	TOTAL	182,83	64

Se logró una reducción de 133 metros a 64 metros, equivalente a una reducción del **51,88 %** en la distancia recorrida, Además se observa que el tiempo de fabricación redució de 202,89 minutos a 182,83 minutos debido a los tiempos en las distancia recorrida y a la eliminación de los tiempos de búsqueda de herramientas como se observó en las tablas 38 y 39, todo ello equivalente a una disminución del 9,89 % en el tiempo de fabricación.

3.1.4. Propuesta N°6: Diagrama OT para la reducción de tiempos ociosos

A continuación, se muestra en la figura 25 y 26 para lograr visualizar mejor las operaciones que realizará cada operario, este nuevo plan de mejora se ha realizado en 108,29 minutos para un lote de 3 unidades es decir se ha logrado una reducción del 54,35% del tiempo. Asimismo, el tiempo ocioso que se genera para producir un lote de 3 unidades consecutivamente es de 85,33 minutos/lote, de lo cual se puede decir que se ha disminuido con la propuesta un 67,42% del tiempo ocioso total de los operarios.

Operario 1	12,82				11,16				2,62	3,64	2,93	8,08		21,05				
Operario 2	2,93	4,31	4,44	2,93	4,31		4,44	12,82				11,16			2,62	3,64	2,93	
Operario 3	3,19	6,36		3,04	4,08		4,11	3,19	6,36		3,04	4,08	4,11	1,63	2,43	3,19	6,36	3,04
Operario 4	1,63	2,43	12,82				11,16				2,62	3,64	2,93	8,08		21,05		

Figura 22. Diagrama OT de la situación propuesta

	5,15	2,54	5,13	2,88	1,08														
	8,08	2,93	4,31	4,44															
	3,04	4,08	4,11	1,63	2,43					21,05				5,15	2,54	5,13	2,88	1,08	
21,05																			

Figura 23. Diagrama OT de la situación propuesta (continuación)

Tabla 64. Tiempos ociosos de la situación propuesta para lote de 3 unidades

Tiempo Ocioso	
Operario	Tiempo Ocioso
Operario 1	25,10 minutos
Operario 2	35,13 minutos
Operario 3	---
Operario 4	25,10 minutos
Total	85,33 minutos

Nuevos Indicadores según la propuesta 7

En base a la propuesta realizada se procede a calcular los nuevos indicadores de producción:

- Indicadores de producción

Tiempo de flujo del proceso: A partir de los nuevos tiempos encontrados se tiene que el nuevo tiempo de flujo del proceso propuesto es:

$$\text{Tiempo de flujo del proceso} = 182,83 \frac{\text{min}}{\text{und}}$$

Cuello de Botella: Mediante las mejoras presentadas se obtuvo que el cuello de botella es el armado y soldado 1 con un tiempo total de 18,81 minutos,

Producción: Teniendo el tiempo estándar del cuello de botella y que la empresa trabaja 44 horas al mes en el producto se obtuvo la siguiente producción al mes:

$$\text{Producción} = \frac{44 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \times 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{23,78 \frac{\text{min}}{\text{und}}} = 111,01 = 111 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

- Indicadores de eficiencia

Eficiencia física: Con la nueva distribución mostrada en la figura 16 se obtiene una eficiencia física de la plancha perforada de acero inoxidable de 1,2 mm de 92,51%, Cabe resaltar que mediante la propuesta se logra obtener 4 unidades de trampas de sólidos y grasas empleando solo 3 unidades de planchas de acero inoxidable C304 de 1,2 mm,

Tabla 65. Eficiencia física de la materia prima

Materia Prima	Unidad	Entrada	Salida	Eficiencia %
Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	m^2	9,39	8,69	92,51%

Eficiencia económica: Para determinar la nueva eficiencia económica se determinó en base a 4 unidades

$$Eficiencia\ Econ\acute{o)mica = \frac{Ingresos}{Costos}$$

$$Eficiencia\ Econ\acute{o)mica = \frac{S/. 5\ 200}{S/. 2\ 740}$$

$$Eficiencia\ Econ\acute{o)mica = 1,90$$

Esto quiere decir que, por cada sol invertido, se obtiene un beneficio de 0,90 soles,

- Indicadores de productividad

Productividad de Mano de Obra: Para obtener la productividad de la mano de obra se tomó como base la nueva producción teórica de $111 \frac{und}{mes}$ y que para el proceso se requieren de 4 operarios,

$$Productividad\ de\ M,O, = \frac{111\ unidades}{4\ operarios}$$

$$Productividad\ de\ M,O, = 27,75 = 27 \frac{unidades}{operario}$$

Productividad de materia prima

- Plancha de acero inoxidable C 304 de 1,2 mm

Mediante la propuesta del trazado de las planchas de acero inoxidable lo cual ha generado una menor pérdida de materia prima se obtiene que se utiliza tres planchas de acero inoxidable C 304 de 1,2 mm por cada cuatro trampas de sólidos y grasas, asimismo, se obtiene un promedio de $0,235 m^2$ de merma por cada plancha de lo cual se obtiene que la parte emplea

$$Productividad\ de\ materia\ prima = \frac{1\ und}{2,733m^2} = 0,365 \frac{und}{m^2}$$

- *Plancha perforada de acero inoxidable C 304 de 1,5 mm*

Se emplea una plancha perforada de acero inoxidable C 304 de 1,5 mm cada 17 trampas de sólidos y grasas,

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materia prima} &= \frac{1 \text{ und}}{0,218 \text{ m}^2} \\ &= 4,58 \frac{\text{und}}{\text{m}^2} \end{aligned}$$

- *Varilla de acero inoxidable de 3/16'' C304 de 6m de longitud*

De cada varilla de 6 m de longitud se obtienen 17 varillas, de lo cual para cada trampa de sólidos y grasas se emplean 5 unidades,

$$\begin{aligned} \text{Productividad de materia prima} &= \frac{5 \text{ und}}{0,347 \text{ m}} \\ &= 2,88 \frac{\text{und}}{\text{m}} \end{aligned}$$

Productividad de Capital: Los costos de producción ascienden a S/. 685 debido a que se ha reducido S/. 95,00 de los S/. 780,00 inicial, esto logrado mediante la propuesta de trazado de las planchas de acero inoxidable C304 de 1,2mm, de lo cual se puede obtener una productividad de capital de:

$$\text{Productividad de capital} = \frac{1 \text{ und}}{685 \text{ soles}} = 0,0014 \frac{\text{und}}{\text{soles}}$$

3.1.5. Propuesta N°7: Planificación de requerimientos de material

3.1.5.1. Pronóstico de la demanda

El método empleado es el modelo de pronóstico de regresión lineal simple, el cual es un modelo óptimo para patrones de demanda con tendencia creciente o decreciente, es decir, patrones que presenten una relación de linealidad entre la demanda y el tiempo,

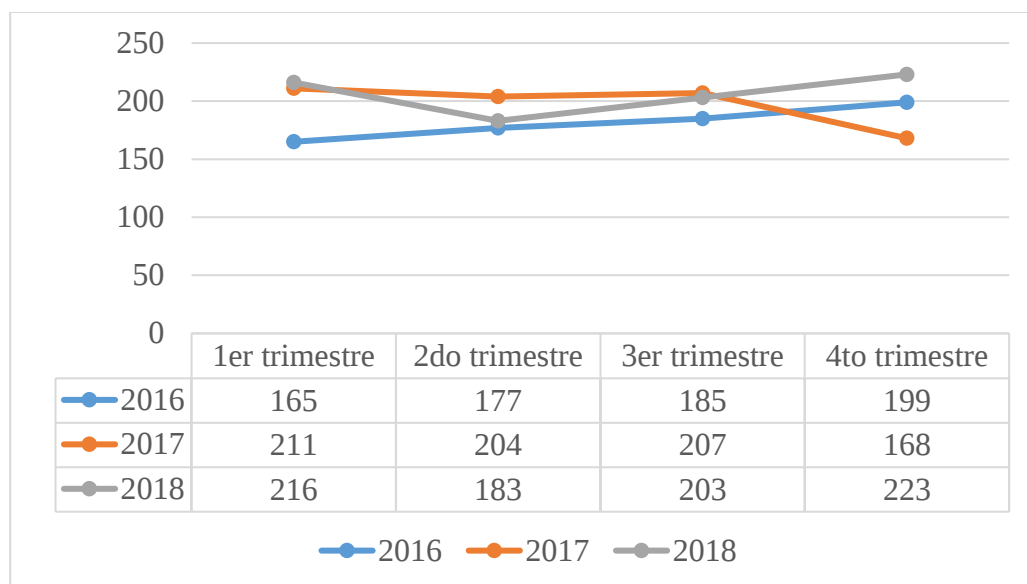


Figura 24. Línea de tendencia de la demanda histórica trimestral de la trampa de sólidos y grasas (2016-2018)

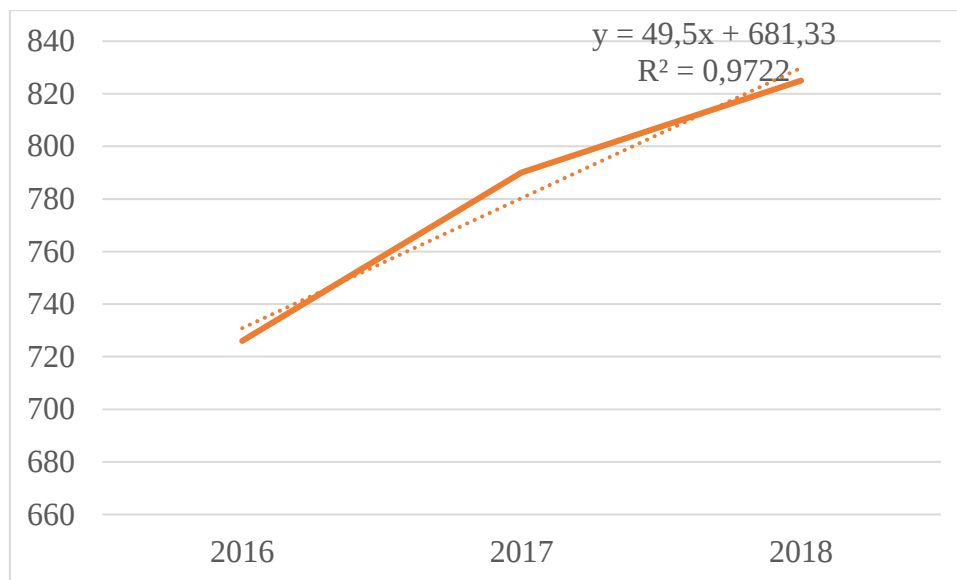


Figura 25. Línea de tendencia anual de la demanda histórica de la trampa de sólidos y grasas (2016-2018)

Se va a obtener la proyección de la demanda para determinar cuánto se debe estar produciendo para agosto 2019 – agosto 2020, como se muestra a continuación en la tabla 66 (ver anexo 3):

Tabla 66. Proyección de la demanda (2019-2020)

Trimestre	2016	2017	2018	2019	2020
1er trimestre	165	211	216	222	235
2do trimestre	177	204	183	212	223
3er trimestre	185	207	203	223	236
4to trimestre	199	168	223	221	234
Total	726	790	825	878	928

3.1.5.2. Planificación de la producción (mensual)

Habiendo ya determinado la proyección de la demanda mensual para el siguiente periodo de análisis y habiendo determinado la producción mensual que es de $111 \frac{und}{mes}$, para que no exista penalización por días de retraso, se plantea trabajar con el siguiente plan de producción mensual y semanal.

Tabla 67. Plan de producción mensual durante agosto 2019 – agosto 2020

Mes	Demanda proyectada (und)	Unidades producidas con mejora (und)	Plan de producción mensual (und)
Agosto	77	111	77
Setiembre	57	111	57
Octubre	73	111	73
Noviembre	79	111	79
Diciembre	69	111	69
Enero	65	111	65
Febrero	81	111	81
Marzo	89	111	89
Abril	64	111	64
Mayo	78	111	78
Junio	82	111	82
Julio	94	111	94
Agosto	81	111	81

Tabla 68. Plan de producción semanal durante agosto 2019 – agosto 2020

Mes	Semana	Producción semanal (und)
Agosto	S1	19
	S2	19
	S3	19
	S4	20
	S5	14
Septiembre	S6	14
	S7	14
	S8	15
	S9	18
	S10	18
Octubre	S11	18
	S12	19
	S13	20
	S14	20
	S15	20
Noviembre	S16	19
	S17	17
	S18	17
	S19	17
	S20	18
Diciembre	S21	16
	S22	16
	S23	16
	S24	17
	S25	20
Enero	S26	20
	S27	20
	S28	21

Tabla 69. Plan de producción semanal durante agosto 2019 – agosto 2020
(continuación)

Mes	Semana	Producción semanal (und)
Marzo	S29	22
	S30	22
	S31	22
	S32	23
	S33	16
Abril	S34	16
	S35	16
	S36	16
	S37	19
Mayo	S38	19
	S39	20
	S40	20
	S41	20
Junio	S42	20
	S43	20
	S44	22
	S45	23
Julio	S46	23
	S47	24
	S48	24
	S49	20
Agosto	S50	20
	S51	20
	S52	21

3.1.5.3. Planificación del requerimiento del material

Para realizar la planificación del requerimiento del material se necesita la estructura del producto como se observa a continuación:

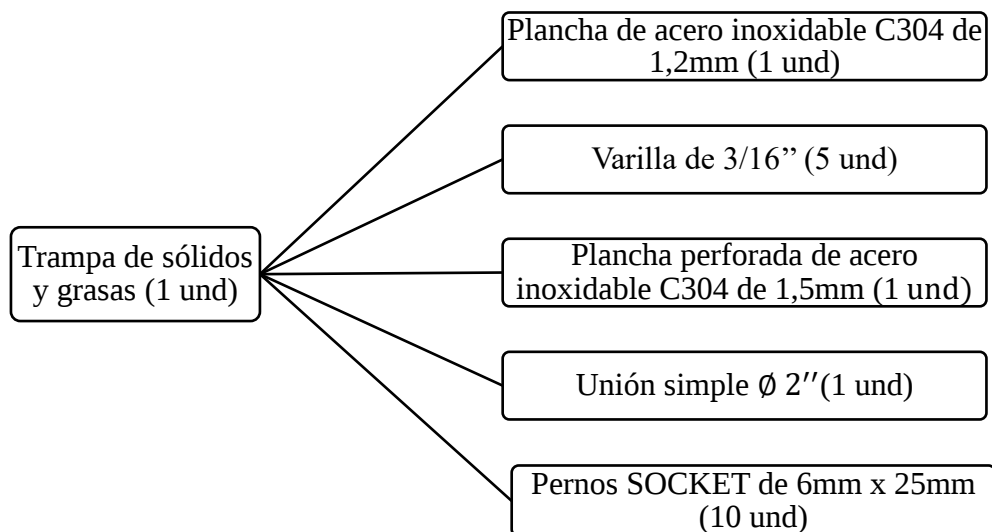


Figura 26. Lista de materiales para la fabricación de una trampa de sólidos y grasas

A continuación, se muestra el requerimiento de materiales:

Tabla 70. Requerimiento de materiales durante agosto 2019- agosto 2020

Producto			T,A,	Conceptos	Agosto 2019- Agosto 2020																									
					S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	
Nivel 0	P1	Trampa de sólidos y grasas	0	Requerimiento bruto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	17	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Requerimiento Neto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	16	17
				Pedido	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	16	17
Nivel 1	C1	Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	0	Requerimiento bruto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	17	
				Disponibilidad	0	0	1	2	3	3	1	3	1	2	0	2	0	1	0	0	1	0	3	2	0	0	0	0	0	
				Requerimiento Neto	0	19	18	17	17	11	13	11	14	16	18	16	19	19	20	20	19	16	17	14	16	16	16	16	17	
				Pedido	0	15	15	15	15	9	12	9	12	12	15	12	15	15	15	15	15	12	15	12	12	12	12	12	15	
Nivel 1	C2	Varilla de 3/16"	0	Requerimiento bruto	0	95	95	95	100	70	70	70	75	90	90	90	95	100	100	100	95	85	85	85	90	80	80	80	85	
				Disponibilidad	0	0	7	14	4	6	4	2	0	10	5	0	12	2	4	6	8	15	15	15	15	10	15	3	8	
				Requerimiento Neto	0	95	88	81	96	64	66	68	75	80	85	90	83	98	96	94	87	70	70	70	75	70	65	77	77	
				Pedido	0	6	6	5	6	4	4	4	5	5	5	6	5	6	6	6	6	5	5	5	5	5	4	5	5	
Nivel 1	C3	Plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm	0	Requerimiento bruto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	17	
				Disponibilidad	0	0	5	10	3	7	5	3	1	10	4	10	4	9	1	5	9	2	9	4	11	5	1	9	5	
				Requerimiento Neto	0	19	14	9	17	7	9	11	14	8	14	8	15	11	19	15	10	15	8	13	7	11	15	7	12	
				Pedido	0	2	2	1	2	1	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	2	1	1	
Nivel 1	C4	Unión simple	0	Requerimiento bruto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	17	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Requerimiento Neto	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	16	17
				Pedido	0	19	19	19	20	14	14	14	15	18	18	18	19	20	20	20	19	17	17	17	18	16	16	16	16	17
Nivel 1	C5	Pernos SOCKET de 6mm x 25mm	0	Requerimiento bruto	0	190	190	190	200	140	140	140	150	180	180	180	190	200	200	200	190	170	170	170	180	160	160	160	170	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
				Requerimiento Neto	0	190	190	190	200	140	140	140	150	180	180	180	190	200	200	200	190	170	170	170	180	160	160	160	170	
				Pedido	0	190	190	190	200	140	140	140	150	180	180	180	190	200	200	200	190	170	170	170	180	160	160	160	170	

Tabla 71. Requerimiento de materiales para el año 2019 (continuación)

Producto			T,A,	Conceptos	Agosto 2019 - Agosto 2020																												
					S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51	S52	
Nivel 0	P1	Trampa de sólidos y grasas	0	Requerimiento bruto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Requerimiento Neto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Pedido	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
Nivel 1	C1	Plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm	0	Requerimiento bruto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Disponibilidad	3	3	3	3	2	0	2	0	1	1	1	1	1	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	
				Requerimiento Neto	17	17	17	18	20	22	20	23	15	15	15	15	18	17	17	17	17	17	19	22	21	21	21	17	17	17	18		
				Pedido	15	15	15	15	15	18	15	18	12	12	12	12	15	15	15	15	15	15	15	15	18	18	18	18	15	15	15	15	
Nivel 1	C2	Varilla de 3/16"	0	Requerimiento bruto	100	100	100	105	110	110	110	115	80	80	80	80	95	95	100	100	100	100	100	110	115	115	120	120	100	100	100	105	
				Disponibilidad	8	10	12	14	11	11	11	11	15	3	8	13	1	8	15	0	2	4	6	8	0	4	8	7	6	8	10	12	
				Requerimiento Neto	92	90	88	91	99	99	99	104	65	77	72	67	94	87	85	100	98	96	94	102	115	111	112	113	94	92	90	93	
				Pedido	6	6	6	6	6	6	6	7	4	5	5	4	6	6	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6	
Nivel 1	C3	Plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm	0	Requerimiento bruto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Disponibilidad	0	4	8	0	3	5	7	9	10	6	2	10	6	11	4	8	0	4	8	0	2	3	4	4	4	8	0	4	
				Requerimiento Neto	20	16	12	21	19	17	15	14	6	10	14	6	13	8	16	12	20	16	12	22	21	20	20	20	16	12	20	17	
				Pedido																													
				2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	1	2	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2		
Nivel 1	C4	Unión simple	0	Requerimiento bruto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Requerimiento Neto	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
				Pedido	20	20	20	21	22	22	22	23	16	16	16	16	19	19	20	20	20	20	20	22	23	23	24	24	20	20	20	21	
Nivel 1	C5	Pernos SOCKET de 6mm x 25mm	0	Requerimiento bruto	200	200	200	210	220	220	220	230	160	160	160	160	190	190	200	200	200	200	200	220	230	230	240	240	200	200	200	210	
				Disponibilidad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
				Requerimiento Neto	200	200	200	210	220	220	220	230	160	160	160	160	190	190	200	200	200	200	200	220	230	230	240	240	200	200	200	210	
				Pedido	200	200	200	210	220	220	220	230	160	160	160	160	190	190	200	200	200	200	200	220	230	230	240	240	200	200	200	210	

3.7.Nuevos indicadores

- Indicadores de Nivel de Servicio

% Entregas a tiempo: En la tabla 72 se observa la demanda proyectada para el año 2019 y la producción que se tendrá a través de la disminución del tiempo de ciclo del proceso, Asimismo, mediante la propuesta de la planificación de requerimiento de material se logrará cumplir con las fechas acordadas con los clientes debido a contar con la cantidad de materia prima necesaria.

Tabla 72. Entregas a tiempo durante agosto 2019 – agosto 2020

Mes	Demanda proyectada	Unidades a tiempo	% Entregas a tiempo
Agosto	77	111	100%
Setiembre	57	111	100%
Octubre	73	111	100%
Noviembre	79	111	100%
Diciembre	69	111	100%
Enero	65	111	100%
Febrero	81	111	100%
Marzo	89	111	100%
Abril	64	111	100%
Mayo	78	111	100%
Junio	82	111	100%
Julio	94	111	100%
Agosto	81	111	100%
Total	989	1443	100%

Se obtuvo que la empresa en promedio cumplirá con la entrega del **100% de sus pedidos** durante agosto 2019 – agosto 2020, es decir se incrementó en un 23,1%, A continuación, en la tabla 73 se muestra el cuadro comparativo de los indicadores del proceso productivo vs los indicados obtenidos después de la propuesta:

Tabla 73. Cuadro comparativo de indicadores

Indicador	Propuesta	Actual	Mejora
% Entregas a tiempo	100%	76,90%	↑ 23,1
Pérdida de materia prima	S/. 15 381,05	S/. 96 905,03	↓ 84,13%
Eficiencia física	92,51%, 95,11% y 88,04%	69%, 3,57 95,11% y 88,04%	↑ 23,51%
Producción	111 $\frac{und}{mes}$	125 $\frac{und}{mes}$	↓ 11,2%
Cuello de Botella	18,81 minutos	21,05 minutos	↓ 10,64%
Tiempo de flujo del proceso	182,83 $\frac{min}{und}$	202,89 $\frac{min}{und}$	↓ 9,88%
Eficiencia económica	1,90	1,67	↑ 13,77%
Productividad de materia prima	0,37 $\frac{und}{m^2}$, 4,58 $\frac{und}{m^2}$ y 2,88 $\frac{und}{m}$	0,33 $\frac{und}{m^2}$, 4,58 $\frac{und}{m^2}$ y 2,88 $\frac{und}{m}$	↑ 12%
Productividad de mano de obra	27 $\frac{und}{operario}$	22 $\frac{und}{operario}$	↑ 22,73%
Productividad de capital	0,0014 $\frac{und}{soles}$	0,0012 $\frac{und}{soles}$	↑ 16,67%
Tiempo ocioso	85,33 $\frac{min}{lote}$	261,87 $\frac{min}{lote}$	↓ 67,41
Distancia recorrida	64	133	↓ 51,87%

3.8. Análisis costo beneficio de la propuesta

3.8.1. Beneficio de la propuesta

El beneficio de la propuesta es el 23,1% de incremento del nivel de servicio, logrando así cumplir con la demanda en el plazo establecido y por ende no generar pérdidas a la empresa por penalización, A continuación, se muestra los ingresos por la cantidad de pedidos incrementados entregados a tiempo.

Tabla 74. Ingresos por cantidad de pedidos incrementados entregados a tiempo durante agosto 2019 – agosto 2020

Mes	Demanda proyectada	Pedidos entregados a tiempo sin mejora	Pedidos entregados a tiempo con mejora	Cantidad de pedidos incrementados	Total ingresos (S/.)
Agosto	77	59	77	18	S/. 23 400,00
Septiembre	57	44	57	14	S/. 18 200,00
Octubre	73	56	73	17	S/. 22 100,00
Noviembre	79	61	79	19	S/. 24 700,00
Diciembre	69	53	69	16	S/. 20 800,00
Enero	65	50	65	16	S/. 20 800,00
Febrero	81	62	81	19	S/. 24 700,00
Marzo	89	68	89	21	S/. 27 300,00
Abril	64	49	64	15	S/. 19 500,00
Mayo	78	60	78	19	S/. 24 700,00
Junio	82	63	82	19	S/. 24 700,00
Julio	94	72	94	22	S/. 28 600,00
Agosto	81	62	81	19	S/. 24 700,00
Total anual	989	761	989	234	S/. 304 200,00

3.8.2. Egresos de la propuesta

- Inversión Inicial

Tabla 75. Inversión Inicial

Descripción	Cantidad	Costo	Inversión Total
<i>Inversión Intangible</i>			
Capacitaciones			S/.2 630
<i>Inversión Tangible</i>			
Adecuación de cajones a la mesa de corte	3	S/. 130	S/. 420
Traslado de máquina	1	S/. 120	S/. 120
Total			S/. 3 170

- Costos de producción

Tabla 76. Costos de materia prima, mano de obra y costos indirectos de fabricación de la propuesta

Mes	Costo de materia prima (S/.)	Costos de mano de obra y costos indirectos de fabricación (S/.)	Total egresos (S/.)
Agosto	S/. 8 240,40	S/. 4 089,60	S/. 12 330,00
Septiembre	S/. 6 409,20	S/. 3 180,80	S/. 9 590,00
Octubre	S/. 7 782,60	S/. 3 862,40	S/. 11 645,00
Noviembre	S/. 8 698,20	S/. 4 316,80	S/. 13 015,00
Diciembre	S/. 7 324,80	S/. 3 635,20	S/. 10 960,00
Enero	S/. 7 324,80	S/. 3 635,20	S/. 10 960,00
Febrero	S/. 8 698,20	S/. 4 316,80	S/. 13 015,00
Marzo	S/. 9 613,80	S/. 4 771,20	S/. 14 385,00
Abril	S/. 6 867,00	S/. 3 408,00	S/. 10 275,00
Mayo	S/. 8 698,20	S/. 4 316,80	S/. 13 015,00
Junio	S/. 8 698,20	S/. 4 316,80	S/. 13 015,00
Julio	S/. 10 071,60	S/. 4 998,40	S/. 15 070,00
Agosto	S/. 8 698,20	S/. 4 316,80	S/. 13 015,00

Tabla 77. Flujo de caja para agosto 2019- agosto 2020

Agosto 2019 - Agosto 2020														
Concepto	Mes 0	ago-19	sep-19	oct-19	nov-19	dic-19	ene-20	feb-20	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20
INGRESOS														
Ingresos		S/. 23 400	S/. 18 200	S/. 22 100	S/. 24 700	S/. 20 800	S/. 20 800	S/. 24 700	S/. 27 300	S/. 19 500	S/. 24 700	S/. 24 700	S/. 28 600	S/. 24 700
EGRESOS														
Costos de producción		S/. 12 330	S/. 9 590	S/. 11 645	S/. 13 015	S/. 10 960	S/. 10 960	S/. 13 015	S/. 14 385	S/. 10 275	S/. 13 015	S/. 13 015	S/. 15 070	S/. 13 015
Costos de inversión		S/. 3 170												
Flujo neto		S/. 2 227	S/. 8 610	S/. 10 455	S/. 11 685	S/. 9 840	S/. 9 840	S/. 11 685	S/. 12 915	S/. 9 225	S/. 11 685	S/. 11 685	S/. 13 530	S/. 11 685
Flujo de caja acumulado		S/. 2 227	S/. 10 837	S/. 21 292	S/. 32 977	S/. 42 817	S/. 52 657	S/. 64 342	S/. 77 257	S/. 86 482	S/. 98 167	S/. 109 852	S/. 123 382	S/. 135 067
Ingresos		S/. 23 400	S/. 18 200	S/. 22 100	S/. 24 700	S/. 20 800	S/. 20 800	S/. 24 700	S/. 27 300	S/. 19 500	S/. 24 700	S/. 24 700	S/. 28 600	S/. 24 700
Egresos		S/. 19 954	S/. 9 590	S/. 11 645	S/. 13 015	S/. 10 960	S/. 10 960	S/. 13 015	S/. 14 385	S/. 10 275	S/. 13 015	S/. 13 015	S/. 15 070	S/. 13 015

El costo beneficio de la propuesta se determinó mediante la división del total de ingresos sobre el total de egresos respecto al periodo proyectado,

$$Costo\ beneficio = \frac{Ingresos}{Egresos}$$

$$Costo\ Beneficio = \frac{S/, 304\ 200,00}{S/.167\ 914,00}$$

$$Costo\ Beneficio = 1,811 = 1,81$$

Como resultado se obtuvo que el costo beneficio de la propuesta **es de 1,81** lo que quiere decir que por cada sol invertido la empresa **genera 0,81 soles de ganancia**.

IV. Conclusiones

1. Mediante la implementación de las herramientas lean Manufacturing se logró incrementar el nivel de servicio de la empresa S&E INOXI S.A.C en un 23,10%.
2. A partir del diagnóstico realizado a la empresa sobre la situación actual del sistema productivo, se identificó que existe una demanda de pedidos de trampas de sólidos y grasas que la empresa entrega fuera de la fecha acordada con el cliente por la inadecuada planificación de la materia prima, la cual representa el 18,79% de la demanda total, generando pérdidas monetarias de S/. 28 470,00 durante el 2018 debido a la penalización existente del 5%, Otro problema que ha generado pérdidas para la empresa son los desperdicios de materia prima de la plancha de acero inoxidable 1,2 mm C304 debido a que no existe un modelo de trazado de la plancha, teniendo una eficiencia física del 69%, estas pérdidas ascienden a S/. 96 905,03 soles al año, Además, se encontró que el cuello de botella de la empresa es de 21,05 minutos debido a las actividades que no generan valor agregado, Existe distancia recorrida innecesaria equivalente a 133 metros debido a la mala ubicación de las estaciones de trabajo.
3. Para el segundo objetivo de la determinación de métodos y herramientas de mejora se empleó la matriz de priorización cuyo resultado es el estudio de trabajo con un 23,89%, seguido por estudio de tiempos con 19,140%, capacitaciones e implementación de equipos con 18,85% y 17,78% respectivamente, finalmente, SLP y GUERCHET con 8,76%, diagrama OT con 6,83% y MRP con 5,15%.
4. Mediante la propuesta se determinó que se incrementó el nivel de servicio en 23,1%, se redujo la pérdida de materia prima en un 84,13%, esto mediante el incremento del 23,51% de la eficiencia física de la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2mm. Se propusieron nuevos métodos de trabajo, tiempo estándar y una redistribución de planta lo cual logró reducir el cuello de botella en un 10,64% y el tiempo de flujo del proceso en un 9,88%. Asimismo, se realizó la esta la estandarización de tiempos y la eficiencia física de la plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm se incrementó en un 23,51%, además de una

disminución del 51,87% de la distancia recorrida. También se elaboró un perfil de puesto para todos los operarios, en base a ello se evaluó el desempeño de los mismos para poder capacitarlos correctamente, logrando la polivalencia para que mediante el diagrama OT se logre una reducción de un 67,41% del tiempo ocioso para un lote de 3 unidades.

5. Aplicando la mejora al sistema de fabricación de trampas de sólidos y grasas con un costo de inversión de S/.167 914,00 el costo beneficio obtenido fue de 1,81 soles, es decir que por cada sol que la empresa invierte, obtiene 0,81 soles de ganancia.

V. Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de riesgos y peligros, especialmente por el ruido de las máquinas pulidora y taladro ya que los operarios están expuestos a estos durante la jornada laboral.

Se recomienda para futuras investigaciones realizar un estudio de trabajo para las cámaras de congelación y conservación y mesas de trabajo, los cuales son los productos que generan altas utilidades para la empresa, con el fin de evitar pérdidas económicas de materia prima y retrasos en las fechas de entrega.

Se recomienda a la empresa realizar un plan de capacitaciones constantes para mantener a los operarios motivados, con un aprendizaje continuo, de esta manera se conservará la polivalencia en sus funciones.

VI. Referencias

- [1] M, Abu, A, Nur, A, Farid, M, Wahid y U, Kamal, «Application of Lean Tools for the Improvement of Process Cycle Efficiency of Moccasin Shoe Production Line,» *International Journal of Engineering and Management Research*, vol, VII, pp, 124-133, 2017.
- [2] J, Vargas, G, Muratalla y M, Jiménez, «Lean Manufacturing¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?,» *Ingeniería Industrial*, vol, V, nº 17, p, 22, 2016.
- [3] M, Singh y H, Yadav, «IMPROVEMENT IN PROCESS INDUSTRIES BY USING WORK STUDY METHODS: A CASE STUDY,» *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol, VII, p, 426–436, 2016.
- [4] L, Sillero, L, Iglesias y L, Leal, «Incremento del indicador Entregas a Tiempo en una Empresa Metal Mecánica,» *Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, p, 7, 2014.
- [5] A, Tejada, «Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos,» *Ciencia y Tecnología*, vol, XXXVI, nº 2, pp, 276-310, 2011.
- [6] L, J, Krajewski y L, P, Ritzman, *Administración de operaciones: estrategia y análisis*, Mexico: Pearson Educación, 2000.
- [7] D, F, Muñoz, *Administración de operaciones, Enfoque de administración de procesos de negocios*, Mexico: Cengage Learning Editore, 2009.
- [8] J, Cortés, *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo*, Madrid: Editorial Tébar, 1996.
- [9] *Análisis tributario, Asesoramiento y Análisis Laborales S,A,, 2005.*
- [10] S, Schalit y J, Vermorel, «LOKAD Quantitative Supply Chain,» Marzo 2014, [En línea], Available: <https://www.lokad.com/es/definicion-nivel-de-servicio>, [Último acceso: 14 Enero 2019].
- [11] F, Meyers, *Estudio de tiempos y movimientos, Para una manufactura ágil*, México: Pearson Educación, 2000.
- [12] R, García, *Estudio del trabajo, Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, México: McGraw-Hill Interamericana, 2005.
- [13] R, Cabrera, *Lean Six Sigma TOC, Simplificado,PYMES.*
- [14] R, Castaño y C, Hayek, [En línea], Available: http://www.cecma.com,ar/___mm/biblioteca/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf, [Último acceso: 13 noviembre 2017].

- [15] J, Cruelles, Mejora de métodos y tiempos de fabricación, vol, 1, Zaragoza: S,A, MARCOMBO, 2012.
- [16] J, Dominguez Machuca, S, Garcia, A, Ruiz y M, Alvarez, Dirección de operación: Aspectos tácticos y operativos en la producción y servicios, Mc Graw Hill, 1995.
- [17] D, De la Fuente y I, Fernández, Distribución en planta, Universidad de Oviedo, 2005.
- [18] R, Chase y R, Jacobs, Administración de operaciones, McGraw-Hill Interamericana de España S,L,, 2014.

VII. Anexos

Anexo 1. Determinación del tiempo promedio mediante Método de Mundel

Para determinar del número de observaciones se hizo uso del método Mundel en el cual se tiene un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%, Este método radica en seguir el siguiente procedimiento sistemático:

- Se debe realizar una muestra tomando 10 lecturas si los ciclos son ≤ 2 minutos y 5 lecturas si los ciclos son > 2 minutos.

Tabla 78. Muestras de tiempos preliminares observados en minutos

Elementos	Ciclo Observado									
	Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Nº6	Nº7	Nº8	Nº9	Nº10
Almacenamiento 1 de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm										
Traslado de MP a mesa A	0,15	0,15	0,17	0,18	0,19	0,19	0,16	0,17	0,18	0,15
Trazado 1 de plancha de acero inoxidable de 1,2 mm	12,75	12,45	11,89	12,35	13,68					
Traslado a máquina de corte	0,26	0,25	0,28	0,25	0,262	0,25	0,25	0,25	0,26	0,25
Cortado 1	11,31	10,71	11,04	10,29	10,61					
Traslado a mesa A	0,26	0,25	0,27	0,23	0,24	0,26	0,25	0,25	0,26	0,27
Desbaste 1	2,35	2,38	2,32	2,21	2,45					
Trazado 2	3,34	3,67	3,60	3,67	3,64					
Traslado a taladro vertical	0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,08	0,08	0,07	0,07	0,09
Taladrado 1	2,91	2,74	2,59	2,89	2,89					
Traslado a máquina dobladora	0,14	0,16	0,14	0,15	0,14	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15
Doblado 1	7,38	7,41	7,49	7,82	7,10					
Traslado a mesa C	0,06	0,07	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07	0,06	0,05	0,06
Almacenamiento 2 de varilla de 3/16"										
Traslado a mesa A	0,15	0,16	0,15	0,16	0,14	0,17	0,17	0,18	0,15	0,15
Trazado 3 de varilla de 3/16"	2,85	2,56	2,72	2,87	2,75					
Cortado 2	4,25	3,97	4,27	4,11	4,39					
Traslado a TB	0,14	0,15	0,15	0,15	0,14	0,13	0,15	0,15	0,16	0,16
Doblado 2	4,34	4,25	4,24	4,25	4,73					
Traslado a mesa C	0,08	0,08	0,08	0,06	0,08	0,07	0,06	0,07	0,08	0,08
Espera 1	30,24	30,31	26,98	29,03	29,15					
Almacenamiento 3 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm										
Traslado a mesa A	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,17	0,17
Trazado 4 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm	3,05	3,08	2,98	2,69	2,92					
Traslado a máquina cortadora	0,26	0,26	0,25	0,25	0,27	0,24	0,25	0,26	0,24	0,26
Cortado 3	6,20	6,18	6,19	5,58	6,18					
Traslado a mesa A	0,26	0,27	0,24	0,23	0,26	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26
Desbaste 2	2,90	2,95	2,95	2,70	2,95					
Trazado 5	4,06	3,89	4,05	3,62	3,72					
Traslado a máquina dobladora	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,16
Doblado 3	3,85	3,80	3,85	3,87	3,42					
Traslado a mesa C	0,09	0,09	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09
Espera 2	20,58	20,60	20,64	20,60	18,65					
Almacenamiento de unión simple de 2 NPT										
Traslado a mesa A	0,11	0,11	0,10	0,12	0,11	0,12	0,11	0,11	0,11	0,12
Trazado 6 unión simple de 2 NPT	1,51	1,52	1,46	1,50	1,32					
Cortado 4	2,35	2,29	2,38	2,37	2,13					
Traslado a mesa C	0,06	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06	0,05	0,06	0,06	0,05
Espera 3	37,41	37,18	37,08	37,81	34,12					
Armado y soldado 1	21,08	21,13	21,13	21,09	19,28					
Pulido	5,03	5,15	5,01	5,15	5,54					
Traslado a mesa B	0,15	0,15	0,13	0,14	0,14	0,14	0,13	0,13	0,13	0,14
Taladrado 2	2,42	2,41	2,42	2,19	2,40					
Limpieza	5,11	5,14	5,12	5,67	5,09					
Acabado	2,87	2,77	2,71	2,98	2,76					
Embalaje	0,92	0,98	1,00	1,02	0,95	0,99	0,97	0,99	0,96	0,92
Traslado a área de producto terminado	0,16	0,14	0,15	0,14	0,14	0,16	0,14	0,14	0,14	0,16
Almacenamiento del producto final										

- Posteriormente se determina el valor más alto y el más bajo, y se les llama A y B respectivamente, Se calcula el valor(A-B)/(A+B),
- Con este último valor se determina en la Tabla de Mundel el número de observaciones necesarias mirando en la columna 5 o 10 según el número de la serie inicial de observaciones,

Tabla 79. Determinar número de observaciones

Elementos	A	B	A-B	A+B	A-B/A+B	N° de observaciones
Almacenamiento 1 de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm						
Traslado de MP a mesa A	0,19	0,15	0,04	0,34	0,12	10
Trazado 1 de plancha de acero inoxidable de 1,2 mm	13,68	11,89	1,79	25,57	0,07	6
Traslado a máquina de corte	0,28	0,25	0,03	0,53	0,06	2
Cortado 1	11,31	10,29	1,02	21,60	0,05	3
Traslado a mesa A	0,27	0,23	0,04	0,50	0,08	4
Desbaste 1	2,45	2,21	0,24	4,66	0,05	3
Trazado 2	3,67	3,34	0,33	7,01	0,05	3
Traslado a taladro vertical	0,09	0,07	0,02	0,16	0,11	8
Taladrado 1	2,91	2,59	0,32	5,50	0,06	2
Traslado a máquina dobladora	0,16	0,13	0,03	0,29	0,09	10
Doblado 1	7,82	7,10	0,72	14,92	0,05	3
Traslado a mesa C	0,07	0,05	0,02	0,12	0,13	11
Almacenamiento 2 de varilla de 3/16"						
Traslado a mesa A	0,18	0,14	0,04	0,32	0,11	8
Trazado 3 de varilla de 3/16"	2,87	2,56	0,31	5,43	0,06	4
Cortado 2	4,39	3,97	0,42	8,36	0,05	3
Traslado a TB	0,16	0,13	0,03	0,29	0,09	5
Doblado 2	4,73	4,24	0,49	8,97	0,05	3
Traslado a mesa C	0,08	0,06	0,02	0,14	0,16	17
Espera 1	30,31	26,98	3,33	57,29	0,06	4
Almacenamiento 3 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm						
Traslado a mesa A	0,18	0,17	0,02	0,35	0,05	1
Trazado 4 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm	3,08	2,69	0,39	5,77	0,07	6
Traslado a máquina cortadora	0,27	0,24	0,03	0,51	0,05	1
Cortado 3	6,20	5,58	0,62	11,78	0,05	3
Traslado a mesa A	0,27	0,23	0,04	0,50	0,07	3
Desbaste 2	2,95	2,70	0,25	5,65	0,05	3
Trazado 5	4,06	3,62	0,44	7,68	0,06	4
Traslado a máquina dobladora	0,17	0,15	0,02	0,32	0,05	1
Doblado 3	3,87	3,42	0,45	7,29	0,06	4
Traslado a mesa C	0,09	0,08	0,01	0,17	0,07	3
Espera 2	20,64	18,65	1,99	39,29	0,05	3
Almacenamiento de unión simple de 2 NPT						
Traslado a mesa A	0,12	0,10	0,02	0,22	0,07	3
Trazado 6 unión simple de 2 NPT	1,52	1,32	0,20	2,84	0,07	6
Cortado 4	2,38	2,13	0,25	4,51	0,05	3
Traslado a mesa C	0,06	0,05	0,02	0,11	0,14	13
Espera 3	37,81	34,12	3,69	71,93	0,05	3
Armado y soldado 1	21,13	19,28	1,85	40,41	0,05	3
Pulido	5,54	5,01	0,53	10,55	0,05	3
Traslado a mesa B	0,15	0,13	0,02	0,28	0,07	3
Taladrado 2	2,42	2,19	0,23	4,61	0,05	3
Limpieza	5,67	5,09	0,58	10,76	0,05	3
Acabado	2,98	2,71	0,27	5,69	0,05	3
Embalaje	1,02	0,92	0,10	1,94	0,05	1
Traslado a área de producto terminado	0,16	0,14	0,02	0,31	0,07	3
Almacenamiento del producto final						

Tabla 80. Tiempo promedio de las actividades

ELEMENTOS	N° de Observaciones																	Tiempo promedio
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12	N°13	N°14	N°15	N°16	N°17	
Almacenamiento 1 de plancha de acero inoxidable C304 de 1,2 mm																		
Traslado de MP a mesa A	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,18	0,16	0,17	0,18								0,17
Trazado 1 de plancha de acero inoxidable de 1,2 mm	12,03	12,32	12,84	12,64	13,61	12,49												12,65
Traslado a máquina de corte	0,25	0,23																0,24
Cortado 1	10,42	11,12	11,21															10,92
Traslado a mesa A	0,25	0,26	0,28	0,28														0,27
Desbaste 1	2,36	2,39	2,29															2,35
Trazado 2	3,66	3,60	3,64															3,63
Traslado a taladro vertical	0,08	0,09	0,09	0,08	0,09	0,09	0,09	0,08										0,09
Taladrado 1	2,91	2,77																2,84
Traslado a máquina dobladora	0,15	0,13	0,14	0,14	0,13	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15								0,14
Doblado 1	7,92	7,84	7,87															7,88
Traslado a mesa C	0,07	0,06	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06							0,06
Almacenamiento 2 de varilla de 3/16"																		
Traslado a mesa A	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,17	0,18										0,15
Trazado 3 de varilla de 3/16"	2,90	2,74	2,71															2,78
Cortado 2	4,16	4,40	4,37															4,31
Traslado a TB	0,16	0,16	0,14	0,15	0,15													0,15
Doblado 2	4,21	4,29	4,15															4,22
Traslado a mesa C	0,05	0,07	0,09	0,06	0,08	0,06	0,08	0,08	0,07	0,09	0,07	0,06	0,08	0,07	0,07	0,08		0,07
Espera 1	28,76	29,95	29,99															29,57

Tabla 81. Tiempo promedio de las actividades (continuación)

ELEMENTOS	N° de Observaciones																	Tiempo promedio	
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12	N°13	N°14	N°15	N°16	N°17		
Almacenamiento 3 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5 mm																			
Traslado a mesa A	0,18																		0,18
Trazado 4 de plancha perforada de acero inoxidable C304 de 1,5mm	3,11	3,05	2,96	2,99	3,01	2,92												3,01	
Traslado a máquina cortadora	0,25																		0,25
Cortado 3	6,12	6,10	6,12															6,11	
Traslado a mesa A	0,21	0,23	0,21															0,22	
Desbaste 2	2,78	2,78	2,91															2,82	
Trazado 5	4,15	4,06	4,02	4,07														4,08	
Traslado a máquina dobladora	0,16																		0,16
Doblado 3	3,83	3,93	3,85	3,84														3,86	
Traslado a mesa C	0,10	0,09	0,08															0,09	
Espera 2	20,42	20,41	20,59															20,47	
Almacenamiento de unión simple de 2 NPT																			
Traslado a mesa A	0,11	0,12	0,12															0,12	
Trazado 6 unión simple de 2 NPT	1,58	1,52	1,47	1,47	1,51	1,52												1,51	
Cortado 4	2,30	2,38	2,43															2,37	
Traslado a mesa C	0,05	0,06	0,05	0,07	0,04	0,05	0,07	0,05	0,05	0,06	0,07	0,06	0,05					0,06	
Espera 3	37,87	36,76	37,12															37,25	
Armado y soldado 1	21,05	21,08	21,03															21,05	
Pulido	5,05	5,17	5,23															5,15	
Traslado a mesa B	0,15	0,16	0,14															0,15	
Taladrado 2	2,40	2,39	2,38															2,39	
Limpieza	5,10	5,06	5,23															5,13	
Acabado	2,77	2,91	2,95															2,88	
Embalaje	0,93																		0,93
Traslado a área de producto terminado	0,14	0,14	0,16															0,15	
Almacenamiento del producto final																			
Total																		202,89	

Anexo 2. Calificación del Sistema Westinghouse

Destreza o Habilidad			Esfuerzo o Empeño		
+0,15	A1	Extrema	+0,16	A1	Excesivo
+0,13	A2	Extrema	+0,12	A2	Excesivo
+0,11	B1	Excelente	+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente	+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena	+0,05	C1	Buena
+0,03	C2	Buena	+0,02	C2	Buena
0,00	D	Regular	0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable	-0,04	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable	-0,08	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente	-0,12	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente	-0,17	F2	Deficiente

Condiciones			Consistencia		
+0,06	A	Ideales	+0,04	A1	Ideales
+0,04	B	Excelentes	+0,03	A2	Excelentes
+0,02	C	Buenas	+0,01	B1	Buenas
0,00	D	Regulares	0,00	B2	Regulares
-0,03	E	Aceptables	-0,02	C1	Aceptables
0,07	F	Deficientes	0,04	C2	Deficientes

Figura 27. Calificación del Sistema Westinghouse

Anexo 3. Proyección de la demanda de las trampas de sólidos y grasas

Tabla 82. Porcentaje trimestral de la demanda histórica de las trampas de sólidos y grasas

Mes	2016	2017	2018	Porcentaje Promedio Mensual		Porcentaje Trimestral
Enero	25,45%	27,49%	29,63%	28%		
Febrero	38,18%	32,70%	33,33%	35%	100,00%	25,29%
Marzo	36,36%	39,81%	37,04%	38%		
Abril	19,21%	38,24%	28,42%	29%		
Mayo	32,20%	27,94%	44,26%	35%	100,00%	24,09%
Junio	48,59%	33,82%	27,32%	37%		
Julio	30,81%	45,89%	43,35%	40%		
Agosto	40,54%	31,88%	31,03%	34%	100,00%	25,42%
Septiembre	28,65%	22,22%	25,62%	25%		
Octubre	33,17%	29,76%	35,87%	33%		
Noviembre	35,18%	38,10%	34,08%	36%	100,00%	25,20%
Diciembre	31,66%	32,14%	30,04%	31%		
Total						100,00%