

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE LA
EMPRESA COMERCIAL DAMIÁN E.I.R.L. PARA
REDUCIR RETRASOS EN LA ENTREGA DE PEDIDOS**

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

ANGEL WILFREDO PATAZCA ZAMORA

Chiclayo 30 de noviembre de 2018

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado fortaleza y salud para cumplir mis objetivos.

A mi familia por todo el cariño y apoyo incondicional que siempre me han demostrado, es especial a mi madre.

A todas aquellas personas que colaboraron, mediante sus valiosas opiniones, en el desarrollo de este gran proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo de tesis fue una labor conjunta de personas que con su apoyo y aportes profesionales lograron guiarme en la realización satisfactoria del mismo, entre ellos están los señores Roberto Damián Bances, dueño de Comercial Damián E.I.R.L., Claudio Damián Carrillo, Administrador de la misma y el Mgtr. Evans N. Llontop Salcedo, profesor asesor general del trabajo.

Reitero un profundo agradecimiento a todas las personas involucradas en el desarrollo satisfactorio de este trabajo de tesis.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	13
II.	MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA.....	14
2.1.	ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	14
2.2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	17
2.2.1.	Sistema productivo.....	17
2.2.2.	Análisis curva producto – cantidad (P-Q) y la clasificación ABC.....	17
2.2.3.	Diagrama de Análisis de procesos y diagrama de recorrido.....	18
2.2.4.	Estudios de tiempos.....	19
2.2.5.	Metodología de Mundel.....	20
2.2.6.	Tiempos estándares.....	21
2.2.7.	Cursograma analítico.....	22
2.2.8.	Productividad.....	22
2.2.9.	Ingeniería de manufactura.....	24
2.2.10.	Suavización exponencial doble.....	27
2.2.11.	Evaluación de desempeño.....	28
2.2.12.	La hoja de ruta.....	29
2.2.13.	Coficiente beneficio-costo (B/C).....	30
III.	RESULTADOS.....	31
3.1.	DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA.....	31
3.1.1.	La empresa.....	31
3.1.2.	Descripción del sistema de producción.....	35
3.1.3.	Materiales e Insumos.....	49
3.1.4.	Proceso de producción.....	50
3.1.5.	Análisis para el Proceso de Producción.....	55
3.1.6.	Indicadores Actuales de Producción y Productividad.....	75
3.2.	IDENTIFICACION DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS.....	83
3.2.1.	Problema de producción.....	83
3.2.2.	Causas del problema de producción.....	85
3.3.	DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION.....	97
3.3.1.	Calcular el pronóstico de la demanda.....	97
3.3.2.	Desarrollo de Mejoras.....	102
3.3.3.	Nuevos Indicadores de Producción y Productividad.....	124
3.4.	ANALISIS COSTO BENEFICIO.....	126
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
4.1.	CONCLUSIONES.....	129
4.2.	RECOMENDACIONES.....	130
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
VI.	ANEXOS.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Simbología de las actividades.	19
Tabla 2. Tabla de Mundel para la determinación del número de observaciones.....	20
Tabla 3. Detalles y decisiones requeridos en la planeación de procesos.....	25
Tabla 4. Directrices y consideraciones para decidir los procesos y su secuencia en la planeación del proceso.....	26
Tabla 5. Interpretación del coeficiente beneficio-costos.	30
Tabla 6. Servicios brindados por la empresa Comercial Damián E.I.R.L.....	32
Tabla 7. Productos principales que ofrece Comercial Damián E.I.R.L.....	36
Tabla 8. Costos del programa de mantenimiento de la maquinaria.....	37
Tabla 9. Maquinaria utilizada en la empresa Comercial Damián E.I.R.L.....	38
Tabla 10. Áreas y operarios de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.....	40
Tabla 11. Turno de trabajo diario.	41
Tabla 12. Producción anual, durante los años 2016 y 2017.	45
Tabla 13. Valor en soles de la producción, durante los años 2016 y 2017.....	47
Tabla 14. Resumen de unidades producidas y valor de ventas por producto.....	48
Tabla 15. Distancias de las actividades de transporte identificadas.	60
Tabla 16. Toma de tiempos - Estudio del trabajo.....	65
Tabla 19. Tiempos estándar de fabricación de sujetadores metálicos.	66
Tabla 20. Tiempos estándar de fabricación de cubiertas metálicas.....	67
Tabla 21. Tiempos estándar de fabricación de plataformas metálicas.	67
Tabla 22. Cursograma analítico de fabricación de sujetador metálico.....	68
Tabla 23. Cursograma analítico de fabricación de cubierta metálica.....	69
Tabla 24. Cursograma analítico de fabricación de plataforma metálica.	70
Tabla 25. Clasificación de sujetadores metálicos pedidos.	72
Tabla 26. Clasificación de cubiertas metálicas pedidas.	72
Tabla 27. Clasificación de plataformas metálicas pedidas.....	72
Tabla 28. Resumen de unidades producidas por producto.	73
Tabla 29. Resumen de producción actual.	75
Tabla 30. Tiempos de ciclo por producto.	75
Tabla 31. Eficiencia de la producción por producto.....	76
Tabla 32. Eficiencia económica de los productos en estudio.....	77
Tabla 33. Porcentajes de actividades productivas e improductivas por producto.	80
Tabla 34. Detalle de actividades improductivas por producto.	80
Tabla 35. Valores requeridos para calcular el índice de cumplimiento.....	81
Tabla 36. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.....	83
Tabla 37. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.....	84
Tabla 38. Problema, causas y propuestas de solución.	87
Tabla 39. Impacto económico por inadecuada planificación.	88
Tabla 40. Cantidad de productos defectuosos.	90
Tabla 41. Cantidad de productos defectuosos.	91
Tabla 42. Áreas involucradas en los procesos de producción.	93
Tabla 43. Tiempo para transporte de material, sujetador metálico.	93
Tabla 44. Tiempo para transporte de material, cubierta metálica.	94
Tabla 45. Tiempo para transporte de material, plataforma metálica.	94
Tabla 46. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.....	94
Tabla 47. Resumen de impactos económicos.....	96
Tabla 48. Demanda histórica de productos vendidos.....	97
Tabla 49. Pronóstico de demanda a diciembre del 2023.	99

Tabla 50. Ventas de enero a mayo del 2018.....	101
Tabla 51. Clasificación ABC de los productos pedidos.	102
Tabla 52. Total de horas disponibles al mes.....	103
Tabla 53. Plan de producción en el mes de julio del 2018.	105
Tabla 54. Plan de producción en el mes de agosto del 2018.	106
Tabla 55. Plan de producción en el mes de septiembre del 2018.....	106
Tabla 56. Plan de producción en el mes de octubre del 2018.	107
Tabla 57. Plan de producción en el mes de noviembre del 2018.	107
Tabla 58. Plan de producción en el mes de diciembre del 2018.	108
Tabla 59. Plan de producción en el mes de enero del 2019.....	108
Tabla 60. Plan de producción en el mes de febrero del 2019.....	109
Tabla 61. Plan de producción en el mes de marzo del 2019.	109
Tabla 62. Plan de producción en el mes de abril del 2019.	110
Tabla 63. Plan de producción en el mes de mayo del 2019.....	110
Tabla 64. Plan de producción en el mes de junio del 2019.	111
Tabla 65. Porcentaje de personas que necesitan capacitación.	112
Tabla 66. Costo total de capacitación.	113
Tabla 67. Cronograma de actividades de capacitación.....	114
Tabla 68. Detalle de productos pedidos durante enero – mayo 2018.....	124
Tabla 69. Cálculo del índice de cumplimiento mejorado.....	125
Tabla 70. Porcentajes de actividades improductivas mejoradas.....	125
Tabla 71. Ingresos del proyecto para el año 2019.	126
Tabla 72. Ingresos del proyecto para el año 2020.	126
Tabla 73. Ingresos del proyecto para el año 2021.	126
Tabla 74. Ingresos del proyecto para el año 2022.	127
Tabla 75. Ingresos del proyecto para el año 2023.	127
Tabla 76. Estado de resultado.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tolerancias y/o suplementos del trabajo.	21
Figura 2. Posición de los sistemas de apoyo a la manufactura en el sistema productivo.	24
Figura 3. Secuencia típica de procesos requeridos en la fabricación de piezas.....	26
Figura 4.. Hoja de ruta común para especificar el plan del proceso.....	29
Figura 5. Entrada del local de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.	31
Figura 6. Área de trabajo de la empresa Comercial Damián.	33
Figura 7. Esquema de distribución de planta de la empresa.....	34
Figura 8. Software utilizado en la empresa Comercial Damián E.I.R.L.	35
Figura 9. Proceso normal de solicitar un nuevo pedido.	43
Figura 10. Proceso normal de cancelar un pedido.....	44
Figura 11. Análisis de la curva P-Q.....	46
Figura 12. Análisis de la curva ABC.....	47
Figura 13. Producto ‘sujetador metálico’ terminado.	50
Figura 14. Producto ‘cubierta metálica’ terminado.	52
Figura 15. Producto ‘plataforma metálica’ terminado.....	53
Figura 16. Diagrama de análisis de proceso de sujetador metálico.	57
Figura 17. Diagrama de análisis de proceso de cubierta metálica.	58
Figura 18. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.	59
Figura 19. Diagrama de recorrido de sujetador metálico.	61
Figura 20. Diagrama de recorrido de cubierta metálica.	62
Figura 21. Diagrama de recorrido de plataforma metálica.	63
Figura 22. Estructura del sistema interno de control de pedidos.....	71
Figura 23. Clasificación de los productos pedidos en los años 2016 y 2017.	74
Figura 24. Diagrama de causa efecto o Ishikawa.	86
Figura 25. Fotografía actual de la empresa Comercial Damián.	92
Figura 26. Fotografía actual de la empresa Comercial Damián.	92
Figura 27. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.	95
Figura 28. Demanda histórica, sujetador metálico.	98
Figura 29. Demanda histórica, cubierta metálica.	98
Figura 30. Demanda histórica, plataforma metálica.....	98
Figura 31. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.	103
Figura 32. Ficha técnica del sujetador metálico.	115
Figura 33. Ficha técnica de la cubierta metálica.	116
Figura 34. Ficha técnica de la plataforma metálica.	117
Figura 35. Almacén de materia prima secundario.....	118
Figura 36. Fotografía actual de la empresa.....	119
Figura 37. Esquema de distribución mejorada.	120
Figura 38. Diagrama de recorrido mejorado de sujetador metálico.	121
Figura 39. Diagrama de recorrido mejorado de cubierta metálica.	122
Figura 40. Diagrama de recorrido mejorado de plataforma metálica.....	123

ÍNDICE ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización de datos de la empresa.	133
Anexo 2. Programa de mantenimiento de maquinaria de la empresa – 2016.	134
Anexo 3. Programa de mantenimiento de maquinaria de la empresa - 2017.	135
Anexo 4. Coordinación para especificaciones de pedidos en la empresa.	136
Anexo 5. Producción total de la empresa, durante el año 2016.....	137
Anexo 6. Producción total de la empresa, durante el año 2017.....	138
Anexo 7. Valor de ventas mensual de la empresa, durante el año 2016.	139
Anexo 8. Valor de ventas mensual de la empresa, durante el año 2017.	140
Anexo 9. Ficha técnica de platina de acero.	141
Anexo 10. Ficha técnica de planchas y bobinas lisas de acero.....	142
Anexo 11. Ficha técnica de plancha estriada de acero.	143
Anexo 12. Resumen de toma de tiempos de fabricación de sujetador metálico.	144
Anexo 13. Resumen de toma de tiempos de fabricación de cubierta metálica.	144
Anexo 14. Resumen de toma de tiempos de fabricación de plataforma metálica.	145
Anexo 15. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 1.....	146
Anexo 16. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 2.....	146
Anexo 17. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 3.....	147
Anexo 18. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 4.....	147
Anexo 19. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 5.....	148
Anexo 20. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 6.....	148
Anexo 21. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 7.....	149
Anexo 22. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 8.....	149
Anexo 23. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 9.....	150
Anexo 24. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 10.....	150
Anexo 25. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 1.....	151
Anexo 26. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 2.....	151
Anexo 27. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 3.....	151
Anexo 28. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 4.....	152
Anexo 29. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 5.....	152
Anexo 30. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 6.....	152
Anexo 31. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 7.....	153
Anexo 32. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 8.....	153
Anexo 33. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 9.....	153
Anexo 34. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 10.....	154
Anexo 35. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 1.....	155
Anexo 36. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 2.....	155
Anexo 37. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 3.....	155
Anexo 38. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 4.....	156
Anexo 39. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 5.....	156
Anexo 40. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 6.....	156
Anexo 41. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 7.....	157
Anexo 42. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 8.....	157
Anexo 43. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 9.....	157
Anexo 44. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 10.....	158
Anexo 45. Clasificación mensual de sujetadores metálicos pedidos.....	159
Anexo 46. Clasificación mensual de cubiertas metálicas pedidas.....	160
Anexo 47. Clasificación mensual de plataformas metálicas pedidas.	161
Anexo 48. Gráfico de la clasificación mensual de sujetadores metálicos pedidos.	162

Anexo 49. Gráfico de la clasificación mensual de cubiertas metálicas pedidas.....	163
Anexo 50. Gráfico de la clasificación mensual de plataformas metálicas pedidas.	164
Anexo 51. Pronóstico de demanda de sujetador metálico.	165
Anexo 52. Pronóstico de demanda de cubierta metálica.	170
Anexo 53. Pronóstico de demanda de plataforma metálica.	175
Anexo 54. Total de horas disponibles al mes	180
Anexo 55. Evaluación de desempeño al área de gerencia y producción.	181
Anexo 56. Resumen de toma de tiempos de fabricación de sujetador metálico.	188
Anexo 57. Resumen de toma de tiempos de fabricación de cubierta metálica.	189
Anexo 58. Resumen de toma de tiempos de fabricación de plataforma metálica.	190

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

El rubro de empresas metalmecánicas en el Perú está experimentando un leve incremento en la producción industrial manufacturera del país. Siendo este uno de los motivos por los cuales es de suma importancia prestarle mayor interés, sobre todo a las pequeñas y medianas empresas, como lo es en este caso un taller metalmecánico; consecuentemente aplicar herramientas y plantear estrategias, que permitan un crecimiento constante y obtener mayores beneficios, no solo a corto y mediano sino también a largo plazo, asegurando el bienestar de la empresa y de todos sus colaboradores.

La empresa Comercial Damián E.I.R.L. es un taller metalmecánico dedicado a la fabricación de piezas mecánicas para distintos tipos de industria en la región Lambayeque, siendo sus principales productos los sujetadores metálicos, cubiertas metálicas y plataformas metálicas. La calidad y garantía de sus productos le ha permitido posicionarse en el mercado y contar con un buen número de clientes.

La presente investigación tiene como objetivo plantear una solución de mejora ante la problemática de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., debido a uno de los principales problemas que se evidenciaron dentro de la misma, el elevado porcentaje de pedidos que se entregan fuera de tiempo, lo que ocasiona pérdidas económicas considerables que, durante el periodo en estudio, los años 2016 y 2017; así misma insatisfacción en los clientes y mala imagen para la empresa.

Por lo tanto, el presente trabajo tuvo por objetivo principal: realizar una propuesta de mejora del sistema productivo para la empresa ‘Comercial Damián E.I.R.L., para reducir retrasos en la entrega de pedidos.

Entonces la realización de esta investigación implicó en un inicio diagnosticar la situación actual del sistema productivo, con la determinación de todas las características de cada una de las etapas por las que pasan los productos que producen; y así se procedió con la implementación de priorización de acuerdo a sus pedidos, un plan de producción, la implementación de un almacén secundario de materia prima, para la estandarización de sus procesos, la implementación de fichas técnicas y una capacitación; todo ello logró dar solución al problema principal; además, en el último apartado se realizó análisis costo-beneficio de la propuesta en la empresa, y la estimación de los beneficios a obtenerse, permitiendo una comparación entre el sistema utilizado anteriormente y el que se propone.

Finalmente, con esta investigación se brindará la oportunidad a distintas empresas metalmecánicas, a seguir con esta iniciativa e iniciar propuestas de mejora para aplicarlas en cada una de ellas.

Palabras clave: metalmecánica, planificación, sistema productivo.

ABSTRACT AND KEYWORDS

The category of metal-mechanic companies in Peru is experiencing a slight increase in the manufacturing industrial production of the country. This being one of the reasons why it is of the utmost importance to lend greater interest, especially to small and medium-sized companies, as it is in this case a metal-mechanic workshop; consequently apply tools and propose strategies that allow constant growth and obtain greater benefits, not only in the short and medium term but also in the long term, ensuring the well-being of the company and all its employees.

The company Comercial Damián E.I.R.L. is a metalworking workshop dedicated to the manufacture of mechanical parts for different types of industry in the Lambayeque region, its main products being metal fasteners, metal covers and metal platforms. The quality and guarantee of its products has allowed it to position itself in the market and have a good number of customers.

The objective of this research is to propose an improvement solution to the problem of the commercial company Damián EIRL, due to one of the main problems that was evident in the same, the high percentage of orders that are delivered out of time, which it causes considerable economic losses that, during the period under study, 2016 and 2017; likewise, customer dissatisfaction and bad image for the company.

Therefore, the main objective of this work was: to make a proposal to improve the production system for the company 'Comercial Damián E.I.R.L., to reduce delays in the delivery of orders.

So the realization of this investigation initially implied diagnosing the current situation of the productive system, with the determination of all the characteristics of each of the stages through which the products they produce pass; and so, the implementation of prioritization according to their orders, a production plan, the implementation of a secondary warehouse of raw material, for the standardization of their processes, the implementation of technical files and training; all this managed to solve the main problem; In addition, in the last section cost-benefit analysis of the proposal was carried out in the company, and the estimate of the benefits to be obtained, allowing a comparison between the system previously used and the one proposed.

Finally, this research will provide the opportunity to different metalworking companies, to continue with this initiative and initiate improvement proposals to apply them in each of them.

Keywords: metalworking, planning, productive system.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad para que las empresas logren satisfacer las exigencias del mercado, deben superar una constante problemática acerca de producir cada vez con mayor eficiencia y velocidad en cada uno de sus procesos y en cada una de sus etapas. En el 2007, Groover M. [16] al investigar las causas que originan estos conflictos, se tiene que gran mayoría son ocasionados por la inadecuada distribución de tareas y mal empleo de recursos, etapas que permanecen no operativas, cálculos equivocados de tiempos de cada etapa y distribución errónea de trabajadores por etapa.

Y es que la causa principal es la falta de un análisis completo del sistema productivo. Adicionalmente, en [10] se explica que el planeamiento y control de la producción, es la actividad que permite coordinar y conducir todas las operaciones de un proceso productivo, con el objetivo de cumplir con los compromisos asumidos con los clientes de la empresa.

En tal sentido, el principal problema de la empresa Comercial Damián E.I.R.L. es el elevado porcentaje de pedidos que se entregan fuera de tiempo, es por eso que desde octubre del 2015, tienen registro de los pedidos que son entregados con retraso; y principalmente cuales de estos son rechazados por incumplimiento de fecha de entrega acordada. Lo que ocasiona, por un lado, pérdidas económicas, y por otro, una mala imagen para la empresa.

Por tal motivo, el objetivo principal de esta investigación es mejorar el sistema productivo de la empresa Comercial Damián E.I.R.L. para reducir retrasos en la entrega de pedidos, dentro del cual se pretende:

Como primer objetivo específico tenemos, el diagnosticar el estado actual del sistema productivo, logrando con ello conocer las causas específicas que generan el problema.

A continuación, en el segundo objetivo específico se procederá a proponer una mejora en el sistema productivo, el cual se basará en distintas metodologías que se adopten a la situación de la empresa, logrando con ello dar solución al problema y optimizar recursos.

Finalmente, en el tercer objetivo específico se realizará un análisis costo – beneficio de la propuesta, consiguiendo así una visión general del alcance de la propuesta y permitir una comparación entre el sistema utilizado anteriormente y el que se propone.

Todo esto justificado en el desempeño de un buen sistema productivo para cualquier organización, ya que implica también un eficiente manejo de información, indispensable en la obtención de una ventaja competitiva de cara a la expectativa y demanda del mercado actual. En tal sentido el funcionamiento de este sistema es necesario para administrar con eficiencia el flujo de recursos, como la utilización de los equipos, de la mano de obra y materia prima; a fin de dar respuesta oportuna y efectiva a los requerimientos de los clientes.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

En el 2013, Mapokgole, J. y Mbohwa, C. [1] presentaron la investigación titulada “The art of managing production disruptions in pump industry through visual management” desarrollada en la República de Sudáfrica. Donde se evalúa la siguiente problemática: el entorno empresarial actual en las empresas de fabricación de bombas se caracteriza por mercados que enfrentan una dura competencia. Las expectativas del cliente como resultado son cada vez más altas en términos de calidad, costo y fechas de entrega. Estas expectativas son aún peores debido al rápido desarrollo de nuevas tecnologías de información y comunicación que proporcionan conexiones directas entre las empresas y sus clientes. Por lo tanto, las empresas deben contar con poderosos mecanismos de planificación y control a su disposición. Es por ello que el propósito de este estudio es garantizar que el proceso de asignación de ranuras para la producción de la bomba se implemente de manera estándar y controlada. Para lograr esto, se investigan las estrategias de programación de producción y la gestión de interrupciones, seguidas de un nuevo concepto adecuado para abordar los problemas considerados en la situación práctica. Concluyendo que, la noción de nivelación (Heijunka) por volumen y mezcla produce que la producción se planifique sin problemas y las operaciones se lleven a cabo sin interrupciones; el sistema esté en sincronización con los requisitos del cliente, por lo tanto, la organización funciona según el ritmo y orden proporcionado por los clientes; no haya horas pico en el trabajo; los niveles de inventario se reduzcan; y los problemas en el sistema se revelen y se administran de manera efectiva. Además, se resalta que, las metodologías que se presentan en este documento también se pueden emplear universalmente en compañías que fabrican o ensamblan productos.

En 2017, Rewers, Hamrol, Żywicki, Bożek, Kulus [2], presentan en su artículo titulado “Production Leveling as an Effective Method for Production Flow Control – Experience of Polish Enterprises” un extenso análisis de la literatura sobre la definición de nivelación de producción y la metodología para su implementación. El objetivo principal de este artículo es mostrar cómo cambiar estos factores después de la implementación de la nivelación de la producción. El artículo también presenta un ejemplo de la implementación de la producción de nivelación en el departamento para la producción de instrumentos quirúrgicos en una empresa de fabricación. Se describe el esquema de producción actual, que incluye mapas de análisis de flujo de materiales, pedidos y el flujo de producción. Finalmente, el artículo presenta los pasos sucesivos en la implementación de la nivelación de producción en la empresa. Y llega a la conclusión de que, gracias a la implementación de una producción nivelada basada en el principio de comenzar 6 órdenes de producción por día en la cantidad de 10 piezas, fue posible: Acortar el tiempo de paso de 19 a 13 días y obtener el efecto de repetitividad. Aumentar la eficiencia del grupo de personal (en un 20.1% en el primer mes para todo el grupo). En resumen, implementando la producción nivelada en el departamento analizado contribuyó a acortar significativamente el tiempo de transferencia en el proceso y mejorar la eficiencia del personal.

En el 2017, M. Abu Sayid , A. Nur-E y A. Farid [3] desarrollan un artículo titulado “Application of Lean Tools for the Improvement of Process Cycle Efficiency of Moccasin Shoe Production Line”, en Bangladesh. Este trabajo aborda la implementación de principios Lean en una industria de fabricación de calzado Moccasin con el fin de evaluar la eficiencia del ciclo de proceso actual (PCE) y el tiempo de entrega. Se centra en la renovación de las operaciones al eliminar el tiempo sin valor agregado (NVD), el tiempo de entrega y mejorar el PCE a través de VSM, Pareto Análisis de Pareto, 5S y JIT. En el estado actual, el PCE se encontró 12.20% y después de la implementación de herramientas lean, sería 26.91% en el futuro estado donde el tiempo de entrega también se reduciría en 54.64% evaluado por herramientas de análisis de Pareto y mapeo de flujo de valor.

En el 2014, Buenaventura y Ríos [4], llevaron a cabo una investigación relacionada con el “Diseño guía para implementar las herramientas de lean manufacturing junto con herramientas de ingeniería industrial en las empresas manufactureras” en Cali, Colombia. Realizado con el fin de ayudar a las empresas manufactureras a implementar esta filosofía de mejoramiento continuo y de este modo puedan obtener resultados medibles, con los que se logre tener una visión más cuantitativa de las herramientas de Lean Manufacturing. El objetivo de esta investigación fue identificar qué aspectos de lean manufacturing se pueden abordar con modelos matemáticos, algoritmos y optimización en las industrias de manufactura. La metodología utilizada fue desarrollar el proyecto en diferentes etapas, con las actividades planteadas para cada objetivo. Primero, una investigación exhaustiva sobre el tema en el mundo, Colombia y empresas manufactureras de la ciudad de Cali. Se identificaron los puntos críticos en los que sea necesario aplicar las herramientas de Lean Manufacturing y las herramientas cuantitativas de Ingeniería Industrial, para mejorar los procesos. Para posteriormente, realizar un análisis previo al diseño de la guía que contenga la información necesaria para ayudar a optimizar los procesos productivos. Finalmente, se concluyó que, si se obtienen mejoras en la producción en variables como los tiempos, niveles de inventarios, disminución de reproceso, costos asociados a la producción, la calidad, uso de espacio y máquinas, y aumento en la productividad. Sin embargo, una de ellas no tiene estándares claros de medición matemática que permitan tomar decisiones de forma objetiva.

En el 2014, Sánchez Peñafiel, Cristóbal Colón [5] desarrolló una investigación titulada “Diseño de un programa de gestión utilizando el sistema pull en una empresa metalmeccánica de la ciudad de Guayaquil”. Este informe se enfoca en la planificación de las actividades productivas, que no siempre se realizan siguiendo un criterio técnico que utilice de manera óptima los recursos de fabricación, lo que origina nuevos problemas de costos, tiempos de entrega, ineficiencias en productos, etc. Agregado a esto, por lo general no existe un sistema de planificación para la producción, ni una buena distribución de planta para el almacenamiento de materia prima y producto terminado y el personal de la empresa no se encuentra capacitado en sus funciones. Es por ello, que se desarrolló la presente investigación con el fin de diseñar un Sistema de Gestión utilizando las herramientas más convenientes para la Compañía, además de un plan de capacitación, que permitan solucionar los problemas de desfase entre producción y ventas y con los cuales se logre atender de la mejor manera los requerimientos de los clientes. Entre ellas, se resalta la aplicación de Heijunka, que trabajando en conjunto con el sistema kanban y las capacitaciones correspondientes en el personal permitieron grandes ventajas como conocer la totalidad de tiempo máquina y de producto necesario para atender los diferentes requerimientos de los clientes, así como reducir los errores en los productos terminados (en un 40%) además ,en todo momento se conocen los saldos de materiales de los mismos gracias al uso del control visual en el tablero Heijunka.

En el 2017, Jerez Orjuela [6] plantea la investigación titulada “Implementación de herramientas de lean manufacturing para la optimización de los procesos electrolíticos de la empresa ABS Cromosol Ltda.”, desarrollada en una empresa metalmeccánica situada en Bogotá, donde se detectó la falta de estandarización de procesos, ausencia de análisis de los tiempos y métodos; lo que está ocasionando variabilidad en la calidad final de los productos, esto conlleva a que no se cumplan con las expectativas de calidad interna y externa, acumulando así los pedidos y aumentando sus costos de producción debido a los reprocesamientos. Además, la falta de orden y organización en sus áreas de recepción de órdenes, de materia prima, producto en proceso y producto terminado, generan retrasos en los tiempos de Lead time de entrega al cliente. Por lo cual, se propone desarrollar e implementar la metodología Lean Manufacturing en la empresa ABS Cromosol Ltda., utilizando las herramientas 5S’s y Heijunka. Con la implementación de estas herramientas se aumentó la productividad de sus procesos de un 67% a un 79% y disminuyó los reprocesos existentes; además, los tiempos de atención de pedidos mejoraron en comparación con su situación actual, ante los pedidos que recibe de sus clientes frecuentes los cuales fueron estudiados, así como sus volúmenes de pedido semanal y mensual. Llegando entre otras, a la conclusión de que Heijunka mediante la producción nivelada ayudó a responder las cambiantes demandas de los clientes de la empresa, por lo que mejorará el cumplimiento de las entregas de pedido.

2.2.FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.2.1. Sistema productivo

En [7] se explica que los sistemas productivos consisten en personas, equipos y procedimientos diseñados para combinar materiales y procesos que constituyen las operaciones de manufactura de una empresa. Los sistemas productivos se dividen en dos categorías: instalaciones de producción, y sistemas de apoyo a la manufactura. Las instalaciones de producción se refieren al equipo físico y su arreglo dentro de la fábrica. Los sistemas de apoyo a la manufactura son los procedimientos utilizados por la compañía para administrar la producción y resolver los problemas técnicos y logísticos que se encuentran en la ordenación de los materiales, el movimiento del trabajo por la fábrica, y asegurar que los productos satisfagan estándares de calidad. En general, la mano de obra directa es responsable de operar el equipo de manufactura, y el personal profesional es el encargado de dar apoyo a la manufactura.

2.2.2. Análisis curva producto – cantidad (P-Q) y la clasificación ABC

Se menciona en [8] que el análisis P-Q (producto – cantidad) es cuyo elemento principal es gráfico P-Q. En él, las ordenadas corresponden a las cantidades de cada producto o grupo de productos, y éstos figuran en abscisas, según el orden decreciente de dichas cantidades. Desde luego, los gráficos son una ayuda, pero no es ésta la única forma de representación posible. Lo más importante es la idea subyacente al gráfico P-Q y a muchos aspectos de lo expuesto en este apartado, a saber, que cuando se trata de estudiar un conjunto algo numeroso de objetos es conveniente clasificarlos de acuerdo con su importancia y dedicar al tratamiento de cada uno de los grupos así formados recursos proporcionados a dicha importancia.

Por otro lado, la clasificación ABC es una metodología de segmentación de productos de acuerdo a criterios preestablecidos (indicadores de importancia, tales como el "costo unitario" y el "volumen anual demandado"). El criterio en el cual se basan la mayoría de expertos en la materia es el valor de los inventarios y los porcentajes de clasificación son relativamente arbitrarios.

Muchos textos suelen considerar que la zona "A" de la clasificación corresponde estrictamente al 80% de la valorización del inventario, y que el 20% restante debe dividirse entre las zonas "B" y "C", tomando porcentajes muy cercanos al 15% y el 5% del valor del stock para cada zona respectivamente. Otros textos suelen asociar las zonas "A", "B" y "C" con porcentajes respectivos del valor de los inventarios del 60%, 30% y el 10%, sin embargo, el primer caso es mucho más común, por el hecho de la conservación del principio "80-20". Vale la pena recordar que, si bien los valores anteriores son una guía aplicada en muchas organizaciones, cada organización y sistema de inventarios tiene sus particularidades, y que quién aplique cada principio de ponderación debe estar sumamente consciente de la realidad de su empresa.

2.2.2.1. Controles para las zonas de la clasificación.

Si bien cada almacén tiene distintos tipos de curvas ABC, lo importante es recordar que: Para los artículos A, se debe usar un estricto sistema de control, con revisiones continuas de los niveles de existencias y una marcada atención para la exactitud de los registros, al mismo tiempo que se deben evitar sobre-stocks. Para los artículos B, llevar a cabo un control administrativo intermedio. Para los artículos C, utilizar un control menos rígido y podría ser suficiente una menor exactitud en los registros. Se podría utilizar un sistema de revisión periódica para tratar en conjunto las órdenes surtidas por un mismo proveedor.

2.2.2.2. ¿Cómo realizar la clasificación ABC?

La clasificación ABC se realiza con base en el producto, el cual expresa su valor por unidad de tiempo (regularmente anual) de las ventas de cada ítem i , donde:

- D_i = Demanda "anual" del ítem i (unidades/año)
- v_i = Valor (costo) unitario del ítem i (unidades monetarias/unidad)
- Valor Total $i = D_i * v_i$ (unidades monetarias/año)

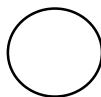





Antes de aplicar el anterior ejercicio matemático a los ítems es fundamental establecer los porcentajes que harán que determinadas unidades se clasifiquen en sus respectivas zonas (A, B o C). Luego de aplicarse las operaciones para determinar la Valorización de los artículos, se procede a calcular el porcentaje de participación de los artículos, según la valorización (suele usarse también en cantidad, "participación en cantidad"). Este ejercicio se efectúa dividiendo la Valorización de cada ítem entre la suma total de la valorización de todos los ítems. Luego se procede a organizar los artículos de mayor a menor según sus porcentajes, ahora estos porcentajes se acumulan. Por último, se agrupan teniendo en cuenta el criterio porcentual determinado en la primera parte del método. De esta manera quedan establecidas las unidades que pertenecen a cada zona.

2.2.3. Diagrama de Análisis de procesos y diagrama de recorrido

En [9] se menciona que el Diagrama de análisis de procesos combina el diagrama de operaciones y el de proceso. Este diagrama es el más completo de todas las técnicas. Es la representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transporte, inspecciones, demoras y los almacenamientos que ocurren durante un proceso o procedimiento. Comprende toda la información que se considera deseable para el análisis tal como tiempo necesario y distancia recorrida.

Por otro lado, el Diagrama de recorrido es un diagrama o modelo, más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo a fin de ejecutarlas.

Tabla 1. Simbología de las actividades.

ACTIVIDAD	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
Operación		Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento. Por lo común, la pieza, materia o producto del caso se modifica o cambia durante la operación.
Transporte		Indica el movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
Inspección		Indica la inspección de la calidad y/o verificación de la cantidad.
Espera		Indica demora en el desarrollo de los hechos: por ejemplo, trabajo en suspenso entre dos operaciones sucesivas, o abandono momentáneo, no registrado, de cualquier objeto hasta que se necesite.
Almacenamiento		Indica depósito de un objeto bajo vigilancia en un almacén donde se lo recibe o entrega mediante alguna forma de autorización o donde se guarda con fines de referencia.
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.

Meyers, 2000.

2.2.4. Estudios de tiempos

La OIT [10] explica que el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida. Efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida.

Una vez elegido el trabajo que se va a analizar, el estudio de tiempos suele constar de las ocho etapas siguientes:

- Obtener y registrar toda la información posible acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.
- Registrar una descripción completa del método descomponiendo la operación en “elementos”.
- Examinar ese desglose para verificar si se está utilizando los mejores métodos y movimientos, y determinar el tamaño de la muestra.
- Medir el tiempo con un instrumento apropiado, generalmente un cronómetro y registrar el tiempo invertido por el operario para llevar a cabo cada “elemento” de la operación.
- Determinar simultáneamente la velocidad de trabajo efectiva del operario por correlación con la idea que tenga el analista de lo que se debe ser el ritmo tipo.
- Convertir los tiempos observados en “tiempos básicos”
- Determinar los suplementos que se añadirán al tiempo básico de la operación.
- Determinar el “tiempo tipo” propio de la operación.

2.2.5. Metodología de Mundel

Metodología utiliza para determinar el número de lecturas o ciclos a realizar para medir una tarea o actividad. García [11] propone lo siguiente:

1. Se toman de 5 a 10 muestras iniciales por cada operación.
2. Se determina el valor más alto y el más bajo, y se les llama A y B respectivamente.
Se calcula el valor $(A - B) / (A+B)$
3. Con este último valor se entra en la tabla de Mundel y se determina el número de observaciones necesarias mirando en la columna 5 o 10 según el número de la serie inicial de observaciones.

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: García M., S.F.

2.2.6. Tiempos estándares

En [10] se menciona que los tiempos estándares son aquellos que además del tiempo normal de los procesos, se les adiciona aquellos suplementos propios del trabajo y que son reconocidos por la Organización Mundial del Trabajo.

Estos suplementos o tolerancias se determinan según la figura 1 que se muestra a continuación. Con lo cual, después de haber seleccionado los porcentajes respectivos y que aplican al proceso productivo de la empresa, se calcularán los tiempos estándar.

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

Figura 1. Tolerancias y/o suplementos del trabajo.

Fuente: Organización Internacional del Trabajo.

Seguidamente la tolerancia se halla mediante la suma del suplemento constante y el suplemento variable; finalmente la fórmula para realizar el cálculo del tiempo estándar es la siguiente:

$$TS = TN + (TN * Tolerancia)$$

Dónde:

TS: tiempo estándar

TN: tiempo normal

2.2.7. Cursograma analítico

En [9] define 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 de analítico de equipo: diagrama en donde se registra como se usa el equipo.

2.2.8. Productividad

En [22] se explica que, la productividad no es una medida de la producción ni de la cantidad que se ha fabricado, sino de la eficiencia con que se han combinado y utilizado los recursos para lograr los resultados específicos deseables. Logrando ser medida, según la división de la producción con los insumos y por otro lado, los resultados logrados con los recursos empleados.

Así mismo, en [20] se hace referencia a productividad, con relación a la importancia de su medición, estableciendo que esta es la evaluación cuantitativa de los cambios en la productividad. La medición de la productividad real permite evaluar, vigilar y controlar cambios. La medición de la productividad para un insumo a la vez recibe el nombre de medición parcial de la productividad.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Productos o servicios producidos}}{\textit{Recursos utilizados}}$$

2.2.8.1. Productividad de materiales, capital, del equipo y de la mano de obra

Además, en [17] conceptualiza a la productividad, como “la relación aritmética entre la capacidad producida y la cuantía de los recursos empleados en la producción”. Para comprender esto tenemos que introducir la noción de tiempo, ya que la cantidad de productos que se obtienen de una máquina o de un trabajo en un tiempo determinado constituye la medida de productividad. Esto se determina como “horas hombre y horas-máquina”.

Además, hace referencia a estos recursos, en cuanto a que la elaboración de un producto implica numerosos insumos fundamentales como la mano de obra, los materiales, el capital y la energía. Es decir que la productividad de los recursos proporciona una serie o un vector de medidas parciales de tipo operativo separadas o distintas, obteniéndose así comparaciones a través del tiempo, que permitan proporcionar información acerca de los cambios en la productividad.

2.2.8.2.Importancia del incremento de la productividad

En [15] menciona que, es importante incrementar la productividad porque ésta provoca una “reacción en cadena” en el interior de las empresas, fenómeno que se traduce en una mejor calidad de los productos, menos precios, estabilidad del empleo, permanencia de la empresa, mayores beneficios y mayor bienestar colectivo.

Al incrementarse la productividad se disminuye los costos por que hay menos reproceso, menos equivocaciones, menos devoluciones y menos retrasos usándose de la mejor manera los tiempos y materiales, todo esto llevará a una mejora de calidad por el cual se conquista el mercado con la mejora de la calidad y un buen precio incrementa la productividad, se permanece en el negocio y se crean más puestos laborales, existe el aumento de utilidades y se distribuyen las ganancias a los trabajos y propietarios.

Por otro lado, en [20] se establece que el cálculo de productividad, permite concentrar la atención en el uso de un insumo en particular. Por ejemplo, los trabajos se pueden relacionar con las unidades producidas por hora o con las unidades producidas por un determinado dinero invertido. De este modo la productividad, proporcionan una retroalimentación que el personal operativo puede relacionar y entender, medidas que tienen relación con los insumos específicos sobre los cuales ellos tienen un control.

2.2.8.3.Índices de productividad

Para la medición de la productividad en una empresa se tiene las siguientes fórmulas:

$$\text{Índice de productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de operarios}}$$

$$\text{Índice de productividad de materia prima} = \frac{\text{Producción}}{\text{Cantidad de M.P. utilizada}}$$

$$\text{Índice de productividad del tiempo} = \frac{\text{Producción}}{\text{Tiempo empleado para la producción}}$$

$$\begin{aligned} \text{Índice de productividad económica} \\ = \frac{\text{Producción}}{(\text{MO} * \text{cost}) + (\text{MP} * \text{cost}) + (\text{Insumos} * \text{cost})} \end{aligned}$$

$$\text{Índice de productividad total o global} = \frac{\text{Producción}}{\text{Factores utilizados}}$$

2.2.9. Ingeniería de manufactura

En [10], se explica que la ingeniería de manufactura es una función que realiza el personal de una empresa, y está relacionada con la planeación de los procesos de manufactura para la producción económica de productos de alta calidad. Su papel principal consiste en preparar la transición del producto desde las especificaciones de diseño hasta la manufactura de un producto físico.

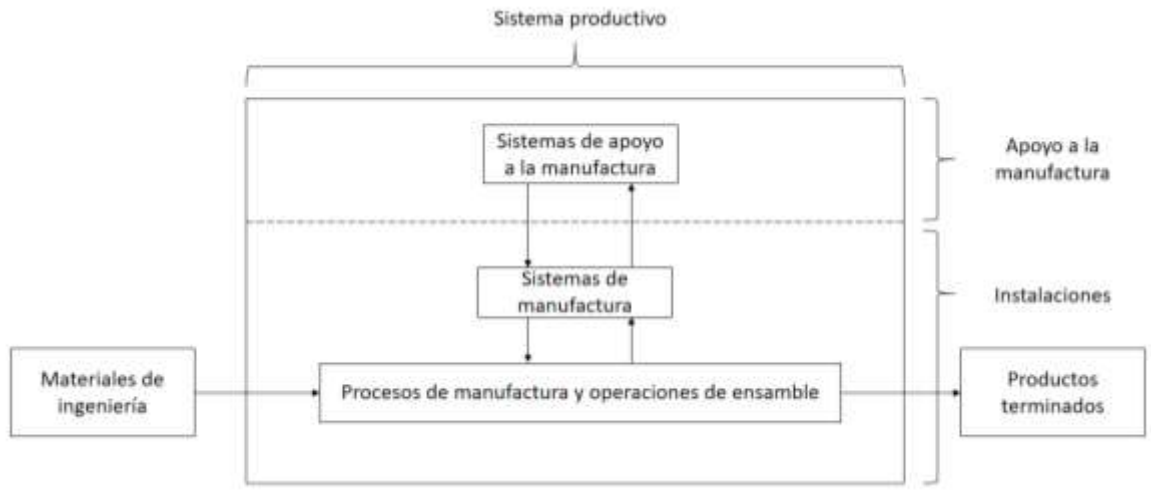


Figura 2. Posición de los sistemas de apoyo a la manufactura en el sistema productivo.

Fuente: Groover M., 2007.

Su propósito general es optimizar la manufactura dentro de una organización particular. El ámbito de la ingeniería de manufactura incluye muchas actividades y responsabilidades que dependen del tipo de operaciones de producción que realiza la organización particular. Entre las actividades usuales, la más importante es la planeación de procesos. Como lo sugiere la definición, ésta es la principal actividad de la ingeniería de manufactura.

En [10] se explica que, la planeación de procesos incluye: decidir qué procesos y métodos deben usarse y en qué secuencia, determinar los requerimientos de habilitación de herramientas, seleccionar el equipo y los sistemas de producción y estimar los costos de producción para los procesos, la habilitación de herramientas y los equipos seleccionados.

La planeación de procesos implica determinar los procesos de manufactura más adecuados y el orden en el cual deben realizarse para producir una pieza o producto determinados, que se especifican en la ingeniería de diseño. Tradicionalmente, la planeación de procesos es realizada por ingenieros en manufactura que conocen los procesos particulares que se usan en la fábrica y son capaces de leer dibujos de ingeniería. Con base en su conocimiento, capacidad y experiencia, llevan a cabo los pasos de procesamiento que se requieren en la secuencia más lógica para hacer cada pieza.

En la tabla 3 se enlistan varios detalles y decisiones que por lo general se incluyen dentro del ámbito de la planeación de procesos. Con frecuencia, algunos de estos detalles se delegan a especialistas, como diseñadores de herramientas; pero la responsable por dichos detalles es la ingeniería de manufactura.

Tabla 3. Detalles y decisiones requeridos en la planeación de procesos.

Procesos y secuencias	El plan del proceso debe describir brevemente todos los pasos de procesamiento que se usan en la unidad de trabajo, así como el orden en el cual se realizan.
Selección del equipo	En general, la ingeniería de manufactura pretende implantar planes de procesos que utilicen equipo existente. Cuando esto no es posible, debe comprarse el componente faltante o debe instalarse un equipo nuevo en la planta.
Herramientas de corte y condiciones de corte para las operaciones de maquinado	Éstas las especifica el planificador de procesos, el ingeniero industrial, el encargado de taller o el operador de máquinas, con frecuencia de acuerdo con las recomendaciones de un manual estándar.
Métodos	Los métodos incluyen movimientos de la mano y el cuerpo, distribución del lugar de trabajo, herramientas pequeñas, grúas para levantar piezas pesadas. Deben especificarse métodos para operaciones manuales (por ejemplo, ensamble) y las partes manuales de los ciclos de maquinado (como cargar y descargar una máquina para la producción). La planeación de métodos ha sido tradicionalmente el ámbito de los ingenieros industriales.
Estándares de trabajo	Se aplican técnicas de medición del trabajo para establecer estándares de tiempo para cada operación.
Manejo de materiales	Debe considerarse el problema de mover materiales y el trabajo en proceso dentro de la fábrica.
Distribución de la planta y diseño de instalaciones	Por lo general, esto es responsabilidad del departamento de ingeniería de la planta que trabaja con la ingeniería de manufactura.

Fuente: Groover M., 2007.

2.2.9.1. Planeación de procesos para piezas

En [10] se explica que, los procesos necesarios para manufacturar una pieza específica se determinan en gran parte por el material con que se fabrica la pieza. El diseñador del producto selecciona el material con base en los requerimientos funcionales. Una vez seleccionado el material, la elección de los procesos posibles se delimita considerablemente, debido a que los materiales para ingeniería se clasifican en cuatro grupos de materiales: metales, cerámicos, polímeros y materiales compuestos.

Una secuencia típica de procesamiento para fabricar una pieza separada consiste en:

- 1) Un proceso básico
- 2) uno o más procesos secundarios
- 3) operaciones para mejorar las propiedades físicas
- 4) operaciones de terminado

Esta secuencia se ilustra en la figura 3.

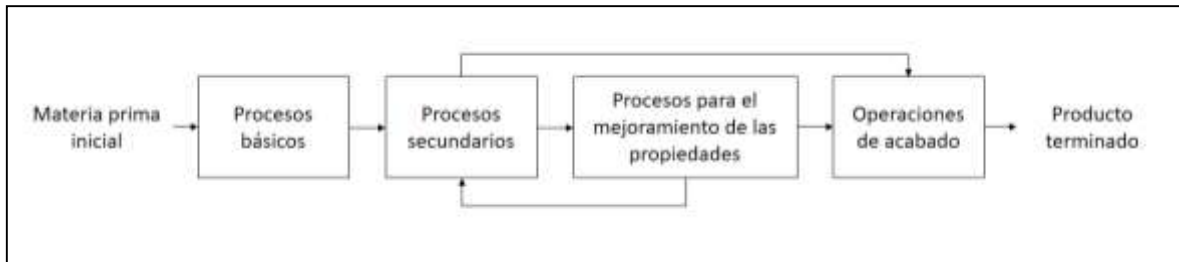


Figura 3. Secuencia típica de procesos requeridos en la fabricación de piezas.

Fuente: Groover M., 2007.

Los procesos básicos y secundarios son de formado que alteran la forma de la pieza de trabajo. Un proceso básico establece la configuración geométrica inicial de la pieza. Entre ellos están la fundición de metales, el forjado y el laminado de hojas metálicas.

Adicionalmente en [10], se menciona que, en la mayoría de los casos, la geometría inicial debe refinarse mediante una serie de procesos secundarios. Estas operaciones transforman la forma básica en la configuración geométrica final.

Los procesos más apropiados y el orden en el cual deben realizarse, se determinan con base en la capacidad, experiencia y juicio del planificador de procesos.

En la tabla 4, se esquematizan algunas de las directrices y consideraciones que usan los planificadores de procesos para tomar estas decisiones.

Tabla 4. Directrices y consideraciones para decidir los procesos y su secuencia en la planeación del proceso.

Requerimientos de diseño.	La secuencia de procesos debe satisfacer las dimensiones, tolerancias, acabados de superficies y otras especificaciones establecidas por el diseño de productos.
Volumen y velocidad de producción	El proceso debe ser capaz de cumplir el volumen y la velocidad requerida de producción. ¿Se encuentra el producto en la categoría de producción baja, mediana o alta? El volumen y la velocidad de producción influyen de gran manera en los procesos y los sistemas de manufactura.
Procesos disponibles	Si el producto y sus componentes se van a hacer en forma interna, el planificador debe seleccionar, en lo posible, los procesos y el equipo disponible en la fábrica.
Minimizar la preparación.	Debe minimizarse la cantidad de preparaciones separadas de máquinas. Cuando sea posible, las operaciones deben combinarse en la misma estación de trabajo. Esto ahorra tiempo y reduce el manejo de materiales. Esta directriz se aplica principalmente a operaciones secundarias, como el maquinado.

Eliminar pasos innecesarios	La secuencia de procesos debe planearse con la cantidad mínima de pasos de procesamiento. Deben evitarse las operaciones innecesarias y pedirse cambios en el diseño para eliminar características que no son absolutamente necesarias, y por ende suprimir los pasos de procesamiento asociados con dichas características.
Costo mínimo	La secuencia de procesos debe ser el método de producción que satisfaga todos los requerimientos anteriores y también obtenga el costo de producto más bajo posible.

Fuente: Groover M., 2007.

2.2.10. Suavización exponencial doble

Para mejorar la calidad del pronóstico al observar una tendencia en la serie de tiempo se puede considerar el método de Suavización Exponencial Doble.

El método de suavización exponencial con ajuste a la tendencia requiere de dos constantes de suavización: alfa (α) y delta (δ). Su valor puede estar entre 0,05 y 0,5. Para alfa dependerá de la importancia que otorgamos a datos recientes (alfa α más elevada) o a datos más antiguos (alfa α más bajo).

El delta funciona similar. Un δ elevado responde con más velocidad a los cambios en la tendencia, mientras que un δ inferior tiende a suavizar la tendencia actual, dando menos peso a los datos recientes.

Las fórmulas para calcular cada componente son las siguientes:

$$F_t = \alpha(\text{Demanda real del periodo anterior}) + (1 - \alpha)(\text{Pronóstico del periodo anterior} + \text{tendencia estimada para el periodo anterior})$$

$$T_t = \delta(\text{Pronóstico de este periodo} - \text{Pronóstico del último periodo}) + (1 - \delta)(\text{Tendencia estimada para el último periodo})$$

$$FIT_t = \text{Pronóstico suavizado exponencialmente } (F_t) + \text{tendencia suavizada exponencialmente } (T_t)$$

Donde:

- F_t = Pronóstico suavizado exponencialmente con la serie de datos del periodo t
- T_t = Tendencia suavizada para el período t
- A_t = Demanda real para el período t
- Alfa α = Constante de suavizamiento para el promedio
- Delta δ = Constante de suavizamiento para la tendencia
- FIT_t = Pronóstico de demanda con tendencia

A nivel metodológico, primero calculamos el pronóstico suavizado. Paso siguiente es determinar la tendencia suavizada, para finalmente calcular el pronóstico con ajuste a la tendencia.

Para validar el método se debe observar el MAPE, el cual cuando sea menor al 20% indicará que el pronóstico es el adecuado y que tenga una gran posibilidad de ser el pronóstico adecuado.

2.2.11. Evaluación de desempeño

La evaluación del desempeño es una apreciación consecuente del proceder de las personas en los cargos que ocupan. En algunas empresas la evaluación del desempeño puede estar a cargo del superior directo, del propio empleado o inclusive de una comisión de evaluación, según los objetivos de la evaluación.

- Tipos de evaluación de desempeño

Evaluación 90°: Lo que el responsable opina del trabajador es fundamental para el desempeño de las tareas que éste ha encomendado. Él es el encargado de articular los mecanismos que guiarán el desarrollo profesional y, además, es la persona que dará el feedback necesario para conocer sus fortalezas y debilidades.

Evaluación 180°: El jefe conoce a sus trabajadores en función de cómo se comportamos con él o en función del resultado final de su trabajo, pero se agrega también a los colegas.

Evaluación 270°: Incluye a los colaboradores, poder dar una opinión sobre el jefe, lo cual es algo que, de manera informal, se hace continuamente, pero este es un procedimiento formal, y en la mayoría de casos, de manera anónima.

Evaluación 360°: De acuerdo con los Missouri Small Business and Technology Development Centers (Centros de desarrollo tecnológico y empresarial de Missouri), el desempeño de un empleado está formado por el progreso que se haya logrado dentro de su departamento y la efectividad de su interacción con el resto de la compañía y clientes.

- Métodos de evaluación

- Método de escalas gráficas: Este método utiliza un formulario de doble entrada a llenar por el evaluador, donde por un lado en las hileras horizontales figuran los ítems que se evalúan (conocimientos, calidad, cooperación, etc), y en columnas verticales se ponen los diferentes grados que corresponden a cada una (óptimo, muy bueno, bueno, regular, etc).

- Método de elección forzada: Consiste en evaluar el desempeño de los individuos mediante frases descriptivas de ciertas alternativas de tipo de desempeño individual.

- Método de comparación por pares: Aquí se comparan a los empleados tomados de a dos, y se anota cuál es aquel que, en cada aspecto (conocimientos, calidad, etc) se desempeña mejor.

- Método de frases descriptivas: Parecido al método de elección forzada, solo que no se exige del evaluador que no elija una o dos alternativas, sino que se limita a señalar las frases que caracterizan el desempeño del subordinado y aquellas que no lo demuestran.

- Entre los beneficios que trae consigo esta herramienta, tenemos:

- Mejora el desempeño, mediante la retroalimentación.
- Concentrar y dirigir a los empleados al logro de los objetivos empresariales.
- Recompensar más objetivamente a las personas que alcanzan los objetivos trazados.
- Detectar necesidades de formación.
- Planeación y desarrollo: guía las decisiones sobre posibilidades profesionales específicas.

2.2.12. La hoja de ruta

El plan de proceso se prepara en un formato denominado hoja de ruta, de la que aparece un ejemplo en la figura 4 (algunas compañías usan otros nombres para esta forma). La hoja de ruta se llama así porque especifica la secuencia de operaciones y el equipo que visitará la pieza durante su producción. La hoja de ruta es al planificador de procesos lo que el dibujo de ingeniería es al diseñador del producto. Es un documento oficial que especifica los detalles del plan de procesos. (Groover M., 2007).

La hoja de ruta debe incluir todas las operaciones de manufactura que se van a realizar en la pieza de trabajo, enlistadas en el orden conveniente en el que se van a realizar. Para cada operación, debe enlistarse lo siguiente:

- 1) Una breve descripción de la operación, indicando el trabajo que se va a realizar, las superficies que se van a procesar ya indicadas en dibujo de la pieza y las dimensiones (y las tolerancias, si no están especificadas en el dibujo de la pieza) que se van a obtener;
- 2) el equipo en el cual se va a realizar el trabajo; y
- 3) cualquier tipo de herramientas requeridas, como dados, moldes, herramientas de corte, plantillas o sujetadores y medidores. Además, algunas compañías incluyen estándares de tiempo de ciclos, tiempos de preparación y otros datos en la hoja de ruta.

Núm. de pieza: 031393		Nombre de la pieza: Caja de la válvula		Revoluciones 2		Página 1 de 2	
Material: 416 Inoxidable		Tamaño: 2.0 diám. × 5.0 long.		Planificador: MPG		Fecha: 3/13/XX	
Núm.	Operación	Depto.	Máquina	Herram. calibr.	Tiempo de preparación	Tiempo del ciclo	
10	Cará; áspera y torneado de acabado para 1,473 ± 0,003 de diám. × 1,250 ± 0,003 de longitud; chafán a 0,313 ± 0,002; torneado de acabado para 1,875 ± 0,002 de diám.; formar tres sucos de 0,125 de ancho × 0,063 de profundidad.	L	325	G857	1.9 h	8.22 m	
20	Invertido; cara a 4,750 ± 0,005 de longitud; torneado de acabado para 1,875 ± 0,002 de diám.; taladrar orificio axial 1,000 × 0,006, -0,002 de diám.	L	325		0.5 h	3.10 m	
30	Taladrar y manillar tres orificios radiales en 0,375 ± 0,002 de diám.	D	114	F511	0.3 h	2.50 m	
40	Fresar ranura de 0,500 ± 0,004 de ancho × 0,375 ± 0,003 de profundidad.	M	240	F332	0.3 h	1.75 m	
50	Fresar plano de 0,750 ± 0,004 de ancho × 0,375 ± 0,003 de profundidad.	M	240	F333	0.3 h	1.60 m	

Figura 4. Hoja de ruta común para especificar el plan del proceso.

Fuente: Groover M., 2007.

Además de la hoja de ruta, en ocasiones se prepara una hoja de operaciones más detallada para cada una de las actividades enlistadas en la ruta. Ésta la conserva el departamento donde se realiza la operación. Indica los detalles específicos de la operación, como las velocidades de corte, la alimentación, las herramientas y otras instrucciones útiles para el operador de las máquinas. En ocasiones también se incluyen diagramas para la preparación.

Además de su propósito principal, que consiste en especificar la secuencia y dirigir los procesos realizados en la pieza de trabajo, la hoja de ruta puede contener otra información

útil para la compañía: 1) estándares de tiempo para cada operación, 2) tiempos de demora en la producción, 3) estimados de los costos de los productos, 4) cuándo deben realizarse inspecciones y 5) la identificación de las herramientas especiales que deben solicitarse. (Groover M., 2007).

2.2.13. Coeficiente beneficio-costo (B/C)

El coeficiente beneficio- costo es un criterio adicional que atribuye a la toma de decisiones sobre nuevas inversiones en un proyecto. En la tabla 5 se resume la interpretación de los valores que puede alcanzar esta función. (Halmiton y Pezo, 2005).

Tabla 5. Interpretación del coeficiente beneficio-costo.

Resultado	Significado	Decisión
B/C=1	Si la relación B/C es igual a la unidad, entonces el proyecto no presenta beneficios ni pérdidas.	Indiferente
B/C>1	Si el coeficiente B/C es mayor que la unidad, el beneficio es superior al costo.	Ejecutar el proyecto
B/C<1	Si la relación B/C es menor que la unidad, no existe beneficio, por el contrario, se registran pérdidas.	Rechazar el proyecto

Fuente: Hamilton y Pezo, 2005

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

En este apartado se describe y analiza la situación actual del taller metalmecánico Comercial Damián E.I.R.L. Comprende como primer punto, presentar la estructura macro de la organización de la empresa, seguido de la descripción de su sistema productivo, es decir, procesos que se desarrollan dentro de la organización.

La metodología a utilizarse para el diagnóstico consiste en la aplicación de herramientas anteriormente descritas en el apartado de fundamento teórico, tales como diagramas de análisis de procesos, diagramas de recorridos, flujogramas, estudios de tiempos, análisis de tiempo normal y estándar, cursogramas analíticos, entre otros; y que consecuentemente permitió calcular los indicadores que reflejaron la realidad de la empresa.

Asimismo, con esta información se analizó e identificaron los principales problemas que se evidencian dentro del área productiva, para posteriormente determinar cuáles son las causas que los originan. Finalmente, se determinó cuáles son las principales causas a eliminar mediante las mejoras propuestas.

3.1.1. La empresa

La empresa “Comercial Damián E.I.R.L.” identificada con RUC 20487443973, cuenta con un local de 536m² que está ubicado en la Urbanización Santa María – Tacora, de la ciudad de Chiclayo e inició sus actividades a finales del año 2010. Pertenece al sector metalúrgico cuya actividad económica corresponde a la fabricación de otros productos de metal, conocidos como NCP (no calificados previamente). A continuación, en la siguiente Figura 5 se muestra la entrada del local de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.



Figura 5. Entrada del local de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Asimismo, Comercial Damián E.I.R.L. es un taller dedicado a desarrollar operaciones metalmecánicas, correspondientes a los servicios que brinda desde el inicio de sus actividades, las cuales se muestran en la Tabla 6, pero es en los últimos años que centró sus operaciones en la fabricación de productos específicos que atienden las necesidades del sector construcción.

Tabla 6. Servicios brindados por la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Servicios	Descripción
Corte con oxígeno y gas propano	Consiste en utilizar un gas combustible (Propano) cuyo efecto es calentar el material, mientras que como gas comburente, siempre ha de utilizarse oxígeno, a fin de causar la oxidación necesaria para el proceso de corte.
Corte por plasma	Consiste en elevar la temperatura del material a cortar de una forma muy localizada y por encima de los 20 000°C, llevando el gas utilizado hasta el cuarto estado de la materia, el plasma.
Corte y dobléz	El corte consiste en la separación sin arranque de viruta de láminas, siempre en forma recta, también llamado cizallado. Por su parte, el dobléz es el proceso de deformación del material sin separación de este, se utiliza normalmente una prensa con una matriz y un punzón.
Mecanizado con sierra eléctrica	La sierra eléctrica consiste en una hoja de filo dentado que se maneja automáticamente y es usado para cortar diferentes materiales.
Mecanizado con taladro	Taladro consiste en producir agujeros cilíndricos en una pieza cualquiera utilizando como herramienta una broca.
Rolado	Consiste en pasar la plancha por rodillos para que estos al aplicar presión sobre el material, este finalmente adquiera una forma deseada.
Soldadura en general	Proceso de fijación donde se realiza la unión de dos o más piezas de un material, usualmente logrado a través de la coalescencia (fusión).

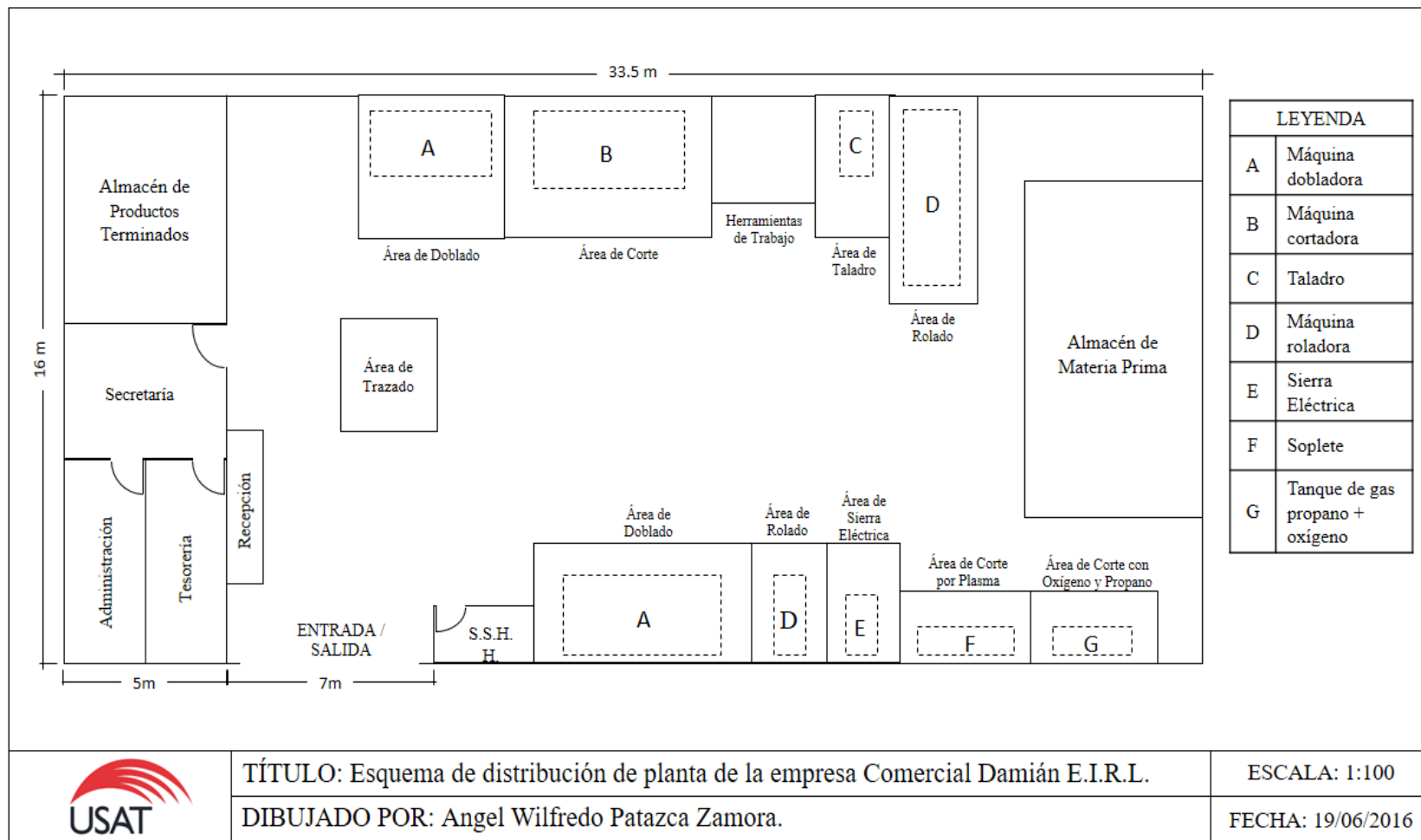
Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Por otro lado, en las siguientes figuras se muestran la realidad del interior de la empresa, recalcando que el desorden mostrado es permanente en ella. En la Figura 6 se muestra una fotografía del interior de la empresa y en la Figura 7 se muestra el esquema de distribución de planta, que dará una mejor visión del ambiente de trabajo, así como permitirá conocer la ubicación de la maquinaria y herramientas existentes, las mismas que utilizan para el desarrollo del proceso productivo de sus productos.



Figura 6. Área de trabajo de la empresa Comercial Damián.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.



TÍTULO: Esquema de distribución de planta de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.
 DIBUJADO POR: Angel Wilfredo Patazca Zamora.

ESCALA: 1:100
 FECHA: 19/06/2016

Figura 7. Esquema de distribución de planta de la empresa.

Fuente: Elaboración propia.

3.1.2. Descripción del sistema de producción

3.1.2.1. Productos

a) Descripción de los productos

De manera general, los productos que ofrece la empresa Comercial Damián E.I.R.L. se caracterizan por tener un proceso de producción similar, con pocas operaciones metalmeccánicas, en su mayoría terminados solo luego de aplicar las operaciones de corte y dobles en los mismos. Es por ello que, en el 2007, Groover M. [10] a estos productos también se les llama piezas metálicas, ya que solo sufren un proceso básico de transformación, es decir que altera solo la forma de la materia prima a trabajar.

Comercial Damián E.I.R.L., pese a ser un taller metalmeccánico, a partir del año 2015, se implementó un sistema informático desarrollado por CeslySoft, que fue elaborado acorde a sus intereses y que registra los pedidos que reciben. En la Figura 8 se muestra la pantalla de inicio del sistema informático.

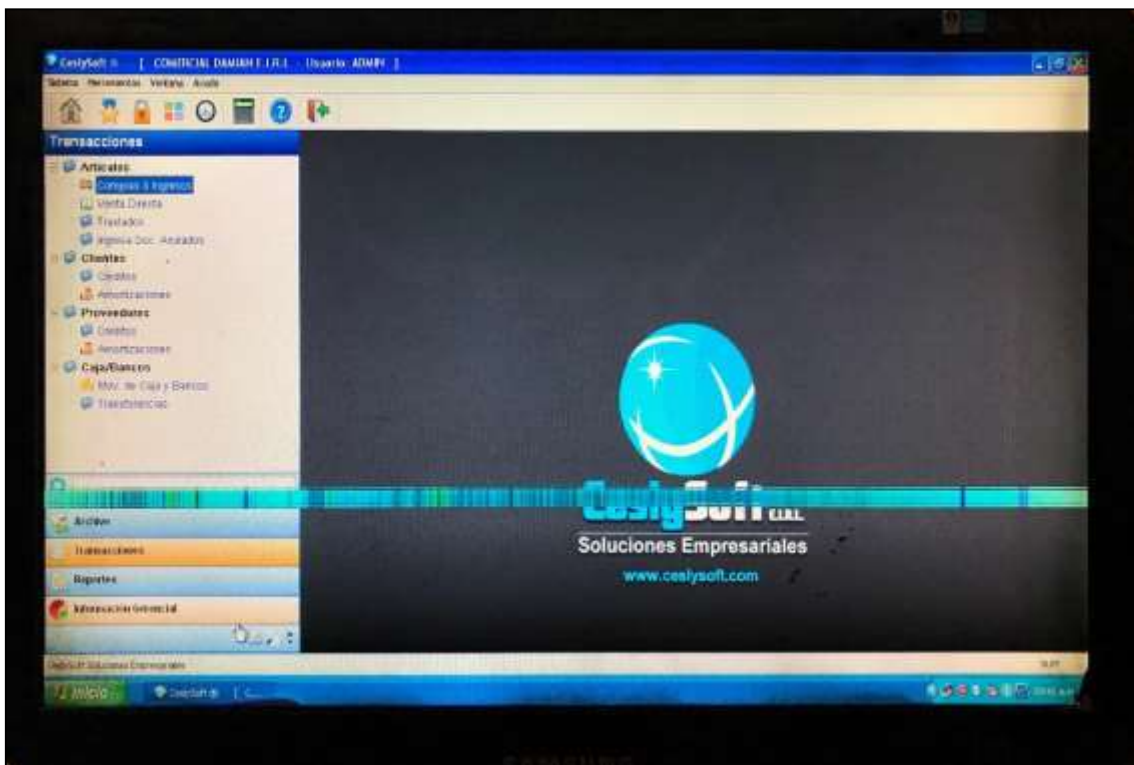


Figura 8. Software utilizado en la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Siendo esta la herramienta informática que les permitió centralizar sus operaciones en productos principales que como consecuencia son los únicos que la empresa Comercial Damián E.I.R.L. ofrece, dichos productos se muestran en la Tabla 7. Finalmente, es preciso mencionar que, la empresa actualmente no cuenta con sub productos.

Tabla 7. Productos principales que ofrece Comercial Damián E.I.R.L.

Imagen	Nombre del producto	Materia prima utilizada	Precio de venta (S/.)
	Cubierta de estructuras	Plancha de acero	175,00
	Cubierta metálica	Plancha de acero laminada en frio	65,00
	Cubierta superior de cocina	Plancha de acero	460,00
	Espiral metálico	Plancha de acero	110,00
	Sujetadores metálicos	Platina de acero	230,00
	Plataforma metálica	Plancha estriada laminada en caliente	100,00
	Tubería de acero	Plancha de acero	85,00

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

b) Maquinaria

La empresa Comercial Damián E.I.R.L. cuenta con la maquinaria necesaria donde cada una de ellas corresponde a los servicios que ofrece y las cuales reciben un mantenimiento qué está programado mensualmente. Esto debido a que la empresa maneja como una de sus prioridades el buen estado y funcionamiento de sus máquinas.

En la Tabla 8 se muestra el dinero que la empresa invierte en sus máquinas, respecto al mantenimiento de las mismas, durante los años 2016 y 2017. Asimismo, en el Anexo 2 y el Anexo 3, se refleja con mayor detalle el programa de mantenimiento con el que cuentan.

Tabla 8. Costos del programa de mantenimiento de la maquinaria.

Maquinaria	Operación	Año 2016 (S/.)	Año 2017 (S/.)
Cortadora	Corte Por Presión	27 557	38 803
Soplete	Corte Con Plasma	5 044	6 922
Dobladora	Doblado	44 870	62 278
Roladora	Rolado	9 447	10 882
Sierra Eléctrica	Sierra Eléctrica	1 330	1 330
Taladro	Taladrado	1 353	2 224
Tanques	Corte Con Oxígeno	2 552	2 528
Total		92 153	124 967

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

A continuación, en la Tabla 9 se detalla el área en la que se encuentra cada una de ellas, la fecha de adquisición y la cantidad que la empresa tiene de esa maquinaria.

Tabla 9. Maquinaria utilizada en la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Área	Maquinaria	Año de adquisición	Cant.	Imagen
Área de corte por presión	Cortadora	2011	1	
Área de corte con oxígeno y gas propano	Tanque de gas propano Tanque de oxígeno	2012	1	
Área de corte por plasma	Soplete	2010	1	
Área de doblado	Dobladora	2011 / 2013	2	
Área de rolado	Roladora	2013 / 2014	2	
Área de sierra eléctrica	Sierra Eléctrica	2013	1	
Área de taladro	Taladro	2013	1	

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

c) Organización

La organización interna actual de la empresa Comercial Damián E.I.R.L. debido a que es una empresa pequeña en cuanto al número de personal, se encuentra conformada solo por 2 áreas, gerencia y producción; asimismo existen sub áreas en cada una de estas. A continuación, se describe las principales funciones de las sub-áreas de gerencia, para conocer mejor el funcionamiento de la empresa.

Gerencia:

- Administración: Encargada de plantear, ejecutar y controlar estrategias, ya sea a largo, mediano o corto plazo, para cumplir con los objetivos organizacionales. Reclutar y seleccionar al personal administrativo y de producción. Gestionar los pedidos de los clientes. Gestionar la producción, control de calidad de los diferentes productos, y a su vez, poder contar con las materias primas y materiales en los tiempos y cantidades requeridas; Siendo estas funciones correspondientes al cargo de administrador.

Por otro lado, determinar los posibles medios de financiamiento. Realizar inversiones sostenibles y rentables. Determinar el porcentaje de utilidades que se pagará a los accionistas y colaboradores; Siendo estas funciones correspondientes al cargo de contador.

- Secretaría: Apoyar en las actividades de la organización en general. Registrar todos pedidos de la empresa en el sistema informático interno. Llevar un control de la asistencia de los colaboradores en general. Ser el nexo de contacto de la empresa, tanto como para proveedores, como para clientes.; Siendo estas funciones correspondientes al cargo de secretaria.
- Tesorería: Realizar el cobro por cada servicio y producto ofrecido. Llevar un control de la caja de la empresa; Siendo estas funciones correspondientes al cargo de tesorera.

Con respecto al área de producción las funciones de las personas en ella, son en general, operar la maquinaria existente, sin importar la operación que esta realice, es decir no existe un responsable o experto por sub-área de trabajo. Incluso el administrador en muchas ocasiones, aparte de las funciones descritas anteriormente, ayuda a cargar planchas, barras, entre otras actividades, correspondientes en teoría solo a las personas del área de producción.

Cabe mencionar que además la mayoría de colaboradores de la empresa tienen un vínculo familiar. Y que en muchas ocasiones este vínculo, origina que ellos se tomen el atrevimiento de faltar sin previo aviso y sin una justificación, lo que complica el desarrollo normal de actividades.

En la Tabla 10 se detalla el número de personas por cada sub área y la formación que tiene cada uno de ellos.

Tabla 10. Áreas y operarios de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Área	Sub área	Cargo	N° de personas	Formación
Gerencia	Administración	Administrador	1	Estudios técnicos completos (SENATI)
		Contador	1	Estudios superiores
	Secretaría	Secretario	1	Estudios secundarios
	Tesorería	Tesorera	1	Estudios secundarios
Producción	Producción	Jefe de producción	1	Estudios técnicos completos. (SENATI)
	Área de trazado	Operarios de producción	1	Estudios secundarios
	Área de corte por presión		2	
	Área de corte con oxígeno y gas propano		1	
	Área de corte por plasma		2	
	Área de doblado			
	Área de rolado		1	
	Área de sierra eléctrica			
	Área de taladro			

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

d) Turnos

La empresa Comercial Damián E.I.R.L. tiene un turno de trabajo diario, de lunes a viernes, desde las 8:00 am hasta las 6:00 pm; con un descanso a la 1:00 pm, de duración de 60 min, con la finalidad que todos los colaboradores puedan alimentarse. Adicionalmente los días sábado, tienen un turno de trabajo, desde las 8:00 am hasta la 1:00pm. En la Tabla 11 se precisa lo mencionado.

Tabla 11. Turno de trabajo diario.

Días	Horario	Descanso	Total de horas
Lunes a Viernes	8:00 am – 6:00 pm	1:00 pm – 2:00 pm	45 horas
Sábado	8:00 am – 1:00 pm	-	5 horas
Total de horas en una semana			50 horas

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Cabe mencionar que es posible que estas horas varíen en función de la demanda del mercado o de la aglomeración de pedidos, con los que se cuente debido a un retraso en la producción. Es decir, si se tiene una acumulación de pedidos en espera o recibe un pedido que requiere ser atendido a la brevedad. Todo esto dependerá de la aprobación del administrador.

e) Pedidos

La empresa Comercial Damián E.I.R.L. es un taller metalmecánico que trabaja por perdidos de acuerdo a los productos que este ofrece, los cuales se mencionaron en la Tabla 6 mostrada anteriormente.

Estos pedidos siguen un procedimiento, ya sea para solicitar uno nuevo o cancelar un pedido; este último, se ha venido dando en la empresa en los últimos años debido a pedidos que la empresa no cumplía en entregar en los plazos establecidos.

Las áreas y personas involucradas que intervienen en ambos procedimientos, de solicitud de uno nuevo o cancelación de pedido, son: el cliente, el administrador, la tesorera, el jefe de producción y operarios.

- Proceso normal de solicitar un nuevo pedido.
- El cliente se acerca al módulo de recepción donde es atendido por el mismo administrador que trata de ver lo que requiere y ofrece un precio total por el o los productos pedidos.
- Si el cliente acepta este precio, antes de confirmar el pedido, debe firmar un acuerdo aceptando la fecha de entrega del pedido, y dejar parte del precio acordado, no menor del 50% del costo del pedido total.
- Seguidamente el administrador y cliente se dirige al área de medición y trazado donde se encuentra el jefe de producción, con quien coordina y acepta las últimas especificaciones del pedido. Ver Anexo 4.
- Después el Jefe de producción, solicita la materia prima a los operarios, la cual es retirada de los andamios del área de almacén de materia prima y llevada a las máquinas correspondientes, para el inicio del trabajo.
- Finalmente, una vez realizado la totalidad del pedido, los operarios colocan los productos terminados en el área de almacén de productos terminados.

- Proceso normal de cancelar un pedido.
- El cliente se acerca al área de administración de la empresa, donde es atendido por el secretario de la misma.
- Seguidamente el secretario le solicita al cliente la copia del documento del acuerdo firmado por ambas partes, cuando se registró en un inicio el pedido.
- Posteriormente el cliente ingresa a la oficina del administrador, donde es atendido por este mismo. Donde se le explica acerca del porque el retraso en su pedido.
- Si el administrador llega a un nuevo acuerdo con el cliente, se reestructura el documento del acuerdo primero que firmaron, y consecuentemente una nueva fecha de entrega.
- Si el administrador no llega a un acuerdo, el cliente tiene la potestad de cancelar el pedido y solicitar en tesorería la devolución del dinero que entregó por adelantado.

Para una mejor comprensión, en las siguientes figuras, se muestran los flujogramas de los procedimientos anteriormente descritos, correspondientes al proceso normal de solicitar un nuevo pedido y el proceso normal de cancelar un pedido.



Figura 9. Proceso normal para solicitar un nuevo pedido.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

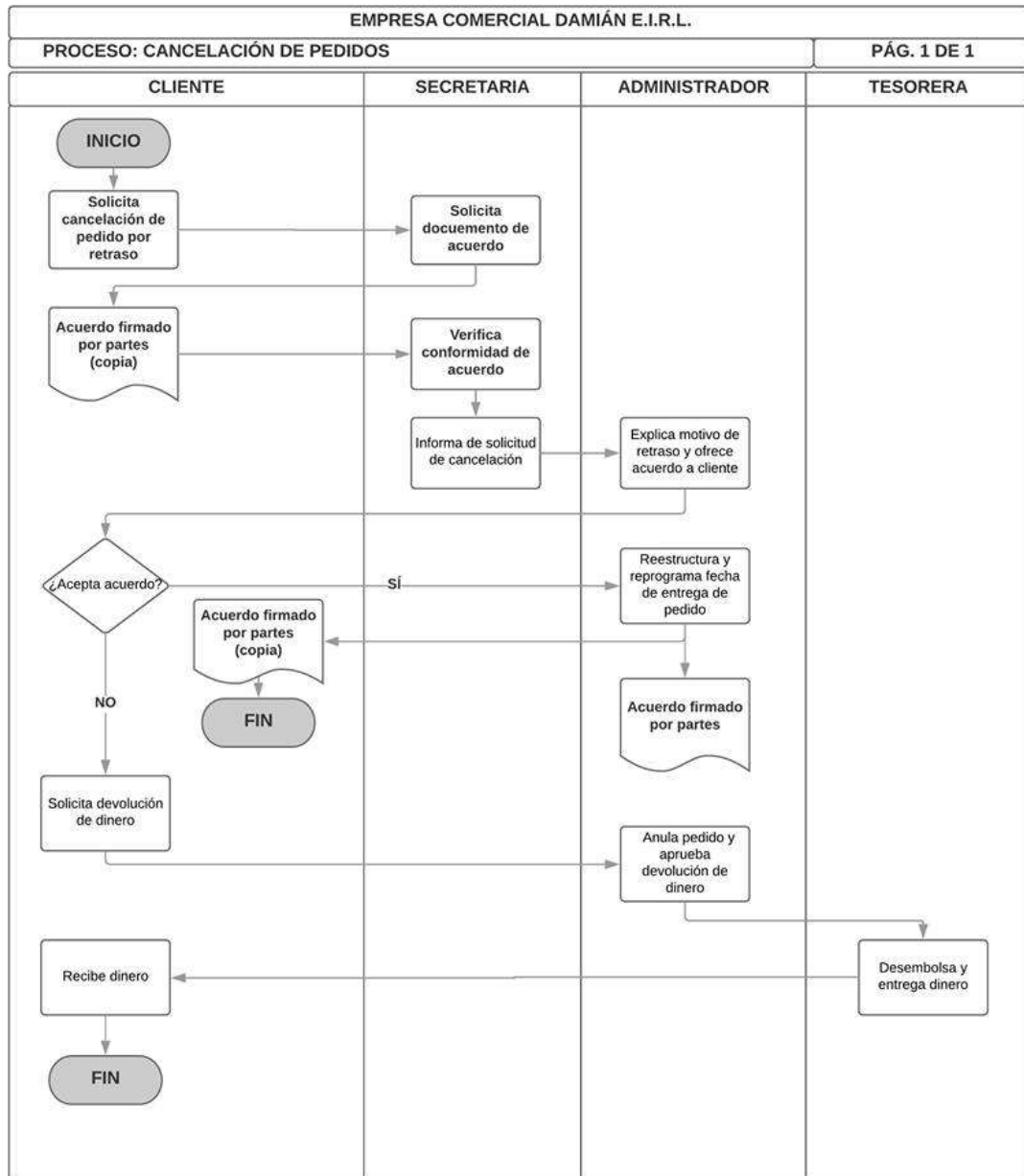


Figura 10. Proceso normal para cancelar un pedido.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

3.1.2.2. Determinación de los productos más representativos de la empresa

La empresa Comercial Damián E.I.R.L. ofrece una serie de productos ya conocidos en el mercado y mostrados anteriormente en la Tabla 6. Pero para realizar un análisis de los procesos que realiza la empresa, como primer paso se debe determinar cuáles son los productos más representativos o relevantes para esta empresa.

Esto será posible utilizando las herramientas de análisis de la Curva Producto – Cantidad (P-Q) y análisis de la Curva ABC, siendo estas la que nos permitirá establecer cuáles son aquellos productos. Asimismo, estas herramientas facilitarán un mejor entendimiento de las operaciones que se realizan, ya que esta investigación se concentrará en aquellos que participan en el proceso productivo de los productos más representativos para la empresa.

f) Análisis de la Curva Producto – Cantidad (P-Q)

Para realizar este análisis, se requiere la información mostrada en la Tabla 12 con respecto a la producción correspondiente a los años 2016 y 2017, por cada uno de los productos que la empresa Comercial Damián E.I.R.L. produce y ofrece al mercado. Asimismo, en los Anexos 5 y 6, se muestran con mejor detalle las cantidades mensuales producidas por cada tipo de producto.

Tabla 12. Producción anual, durante los años 2016 y 2017.

Producto	Producción 2016 (unidades)	Producción 2017 (unidades)	Producción total (unidades)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cubierta metálica	15 998	17 102	33 100	37,91%	37,91%
Sujetador metálico	11 389	12 091	23 480	26,90%	64,81%
Plataforma metálica	6 382	8 002	14 384	16,48%	81,29%
Tubería de acero	3 622	3 941	7 563	8,66%	89,95%
Cubierta de estructuras	2 017	2 349	4 366	5,00%	94,95%
Espiral metálico	1 516	1 508	3 024	3,46%	98,41%
Cubierta superior de cocina	588	797	1 385	1,59%	100,00%
TOTAL			87 302	100%	

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Una vez calculados los porcentajes de cada producto en base a la producción total durante los años 2016 y 2017, se puede apreciar que la producción está concentrada en los productos de cubiertas metálicas y sujetadores metálicos, con 37,91% y 26,90% respectivamente.

Por ello en base a esta información, en la siguiente figura se muestra la gráfica de la Curva Producto – Cantidad (P-Q), que permite una apreciación más clara de la distribución de la producción de la empresa.

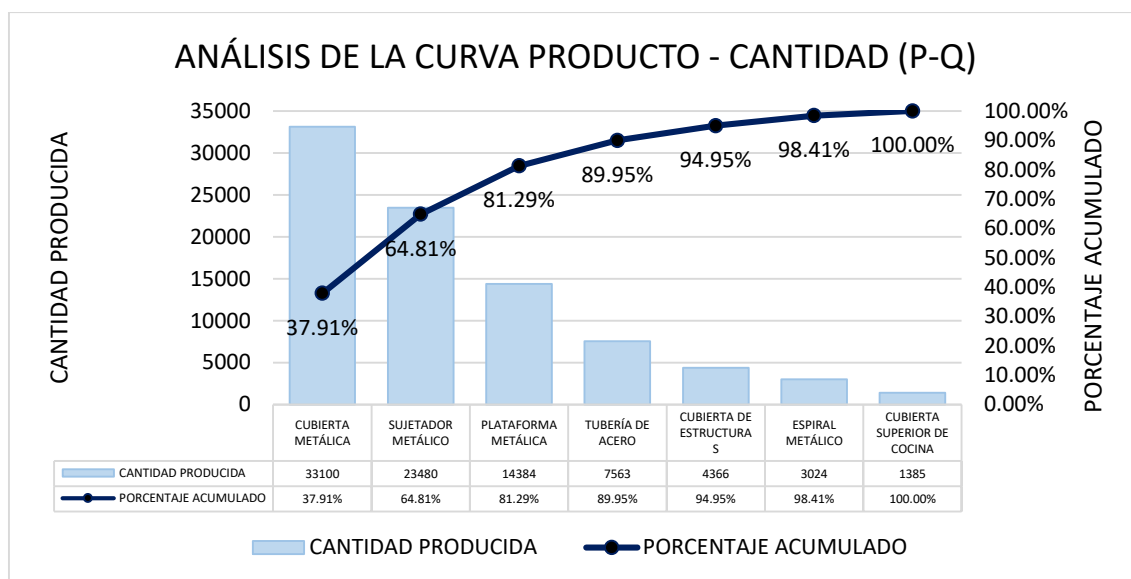


Figura 11. Análisis de la curva P-Q.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Dado que el análisis de la curva producto-cantidad (P-Q) solo muestra cantidades de producción, se requiere otro análisis que permite apreciar el valor monetario que se recibe por estos productos, y así determinar los productos más representativos en términos de dinero para la empresa Comercial Damián E.I.R.L. Por tal motivo a continuación se presenta el análisis de clasificación ABC.

g) Análisis de la curva ABC

De igual manera para realizar este análisis, se requiere la información mostrada en la Tabla 13 con respecto a los ingresos por la producción en los años 2016 y 2017, por cada uno de los productos que la empresa Comercial Damián E.I.R.L. produce y ofrece al mercado. Asimismo, en los Anexos 6 y 7, se muestran con mejor detalle el valor obtenido mensual por la producción vendida de cada tipo de producto.

Tabla 13. Valor en soles de la producción, durante los años 2016 y 2017.

Producto	Producción 2016 (Soles)	Producción 2017 (Soles)	Producción total (Soles)	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Sujetador metálico	2 619 470	2780 930	5400 400	47,51%	47,51%
Cubierta metálica	1 039 870	1111 630	2151 500	18,93%	66,44%
Plataforma metálica	638 200	800 200	1438 400	12,65%	79,09%
Cubierta de estructuras	352 975	411 075	764 050	6,72%	85,81%
Tubería de acero	307 870	334 985	642 855	5,66%	91,47%
Cubierta superior de cocina	270 480	366 620	637 100	5,60%	97,07%
Espiral metálico	166 760	165 880	332 640	2,93%	100,00%
TOTAL			11366945	100,00%	

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

En la tabla anterior, se observa calculados los porcentajes de cada producto en base al valor en soles de la producción, durante los años 2016 y 2017, es por ello que se concluye que los productos de sujetador metálico (47,51%), cubierta metálica (18,93%) y plataforma metálica (12,65%), generan mayores ingresos a la empresa y que pertenecen al sector A de la clasificación ABC ya que juntos, forman casi 80% de los ingresos totales. A continuación, en la Figura 12 se ilustra las conclusiones que se obtuvieron a partir de este análisis.

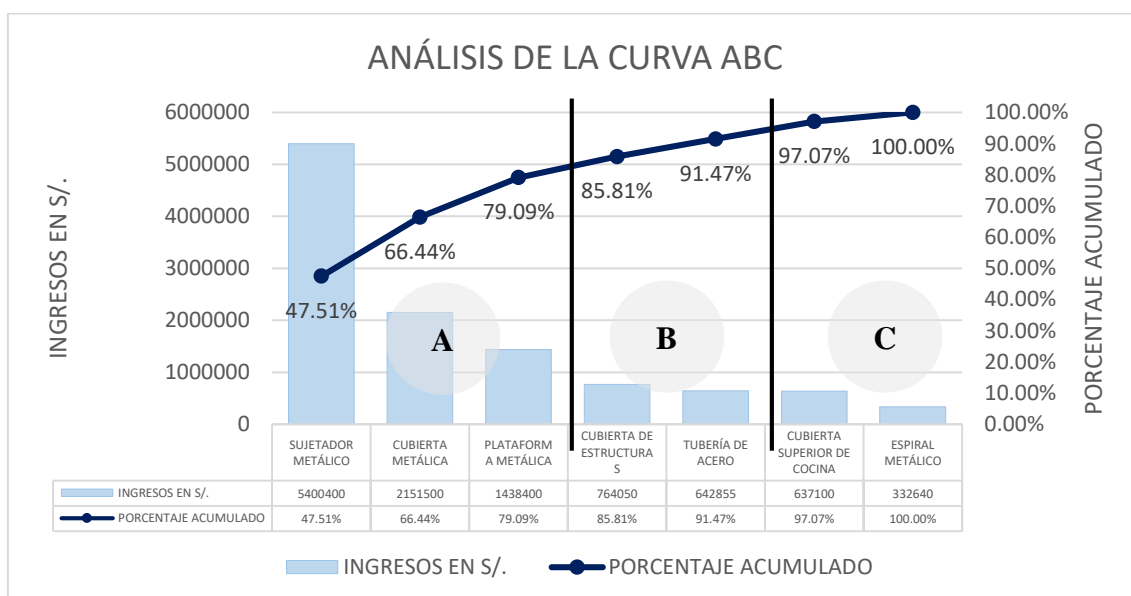


Figura 12. Análisis de la curva ABC.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

En la figura anterior, se observa con claridad la clasificación de los productos respecto a los sectores A, B y C. Cabe mencionar que esta clasificación no es congruente con los del análisis de producto-cantidad (P-Q), pero eso es debido al valor unitario de cada uno de los productos. Por ejemplo, es la cubierta metálica el producto más producido y vendido de la empresa, pero es el sujetador metálico el que mayor ingreso le genera a la misma.

Finalmente, con los datos obtenidos en las Tablas 12 y 13, en la Tabla 14 se muestra como síntesis el resumen de estos dos análisis, donde se incluye las unidades producidas, así como el valor de venta para cada producto ofrecido por la empresa Comercial Damián E.I.R.L., durante el periodo 2016 y 2017.

Tabla 14. Resumen de unidades producidas y valor de ventas por producto.

Producto	Unidades producidas	Valor de venta (s/.)
Sujetador metálico	23 480	5400 400
Cubierta metálica	33 100	2151 500
Plataforma metálica	14 384	1438 400
Cubierta de estructuras	4 366	764 050
Tubería de acero	7 563	642 855
Cubierta superior de cocina	1 385	637 100
Espiral metálico	3 024	332 640
Total	87 302	11 366 945

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

La tabla anterior muestra un valor total de 87 302 unidades producidas en los años 2016 y 2017, obteniéndose un valor de venta total que asciende a la cantidad de S/. 11 366 945,00.

De esta manera, los siguientes puntos a desarrollar en la presente investigación, se basarán únicamente en la producción de sujetadores metálicos, cubiertas metálicas y plataformas metálicas. Ya que se concluye de los análisis de la curva producto-cantidad y análisis de la curva ABC, que la empresa Comercial Damián E.I.R.L. debe enfocar toda su atención en los productos que son base principal de sus actividades productivas y que generan sustento económico para esta.

3.1.3. Materiales e Insumos

- Sujetador metálico

La materia prima utilizada para la fabricación de este producto, es la platina de acero de $\frac{3}{4}$ x 4" x 6m calidad ASTM A36, la cual es adquirida a la empresa Aceros Arequipa. Este es un producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular, que tiene las superficies lisas. La ficha técnica de esta se muestra en el anexo 6.

El costo de este material, en la presentación mencionada anteriormente, de 6 metros, es de S/.274,80.

- Cubierta metálica

La materia prima utilizada para la fabricación de este producto, es la plancha de acero laminada en frío, cubierta de zinc de 1.50 x 1200 x 2400 mm, la cual es adquirida a la empresa Aceros Arequipa. La ficha técnica de esta se muestra en el anexo 7.

El costo de este material, en la presentación mencionada anteriormente, de 1200 x 2400 mm, es de S/.91,20.

- Plataforma metálica

La materia prima de esta pieza es la plancha estriada de acero laminada en caliente, de 2.9 x 1200 x 2400 mm, la cual es adquirida a la empresa Aceros Arequipa. La ficha técnica de esta se muestra en el anexo 8.

El costo de este material, en la presentación mencionada anteriormente, de 1200 x 2400 mm, es de S/.207,80.

3.1.4. Proceso de producción

Cabe resaltar que, el proceso de producción para la fabricación de estos tres productos, sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica, son básicamente un proceso que tiene operaciones similares. Tales como trazado, cortado, doblado y un caso específico, taladrado del material a trabajar.

Antes de iniciar con la descripción del proceso de producción en sí, es preciso mencionar con mayor detalle el origen de los pedidos.

Actualmente, los pedidos del cliente los recibe directamente el administrador de la empresa, siendo él quien posteriormente con estas, genera las órdenes de trabajo para toda el área de producción. Asimismo, es él quien revisa los inventarios, tanto de producto terminado como materia prima.

Por otro lado, él decide la fecha de entrega del pedido solicitado, y es preciso mencionar que esta fecha la determina sin ningún método específico, solo lo determina por criterio propio de él; como él menciona, se basa por su experiencia en dar al cliente un tiempo aproximado, más no el tiempo real, es decir el tiempo exacto en que demorará en entregar dicho pedido.

3.1.4.1. Descripción del proceso de producción del sujetador metálico.

Los sujetadores metálicos son elementos utilizados principalmente para obras de construcción, en las que aseguran que dos o más estructuras permanezcan juntas. El material del cual están hechas son las platinas de acero que han sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular y tiene las superficies lisas.



Figura 13. Producto 'sujetador metálico' terminado.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Las etapas que conforman el proceso productivo del sujetador metálico son:

a) Trazado

Este proceso consiste marcar o rayar puntos de centros y líneas rectas en el metal a trabajar, el cual, para este producto, son las platinas de acero metálica. Esta operación es de suma importancia ya que será necesaria para la ejecución de la mayoría de operaciones siguientes, donde estos trazos sirven de guía o referencia.

Todos los trazos se realizan desde una línea base o borde para asegurar la exactitud y posición correcta de las dimensiones entre sí. Dentro de la empresa la persona especialista en realizar esta operación es el jefe de producción. Pero se observaron momentos en los que eran los operarios de producción los que realizaban esta operación, basándose en las indicaciones del jefe de producción.

b) Corte de platinas

Este proceso de corte de platinas es debido a que estas vienen en tamaño de 6 metros de longitud, por lo que es necesario un corte para poder realizar las operaciones siguientes. Se procede a realizar cortes limpios, es decir sin virutas o reacciones químicas del metal, logrando hacer cortes rápidos y con bastante precisión, pero siempre en forma recta. Este tipo de corte también es llamado cizallado.

c) Taladrado

Este proceso maquinado consiste en producir agujeros. La máquina empleada es el taladro prensa. Donde una broca giratoria origina el agujero en la platina y esta operación se realiza dos veces para una unidad. Dentro de la empresa se cuenta solo con una de estas máquinas.

d) Doblado

Este proceso consiste en realizar una transformación plástica de la platina y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior, en total se realizan 6 doblados hasta obtener el sujetador metálico. El doblado se realiza por medio de matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales: la superior o macho (punzón) y la inferior o hembra (matriz). Dentro de la empresa se cuenta con 2 prensas, una de mayor capacidad que la otra, y el uso de estas depende de los productos a fabricar.

e) Verificación

Este proceso de verificación consiste en realizar una medición final por parte del jefe de producción, utilizando 3 herramientas, una regla metálica, un pie de rey y un transportador de ángulos, de acuerdo a la parte de la pieza que se quiere medir.

3.1.4.2.Descripción del proceso de producción de la cubierta metálica

Las cubiertas metálicas son elementos muy versátiles debido a su geometría, para obras de edificación por lo que su uso se generaliza en diversos tipos de cubiertas, fachadas y forjados. El material del cual están hechas es el acero laminado en frío, revestidas de zinc, ya que garantiza una protección adecuada para las exigentes condiciones ambientales de nuestro país, prolongando su vida útil. En la Figura 14 se puede apreciar esta cubierta metálica.



Figura 14. Producto ‘cubierta metálica’ terminado.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Las etapas que conforman el proceso productivo de la cubierta metálica son:

a) Trazado

Este proceso consiste marcar o rayar puntos de centros y líneas rectas en el metal a trabajar, el cual, para este producto, son las planchas de acero laminadas en frío. Esta operación es de suma importancia ya que será necesaria para la ejecución de la mayoría de operaciones siguientes, donde estos trazos sirven de guía o referencia.

Todos los trazos se realizan desde una línea base o borde para asegurar la exactitud y posición correcta de las dimensiones entre sí. Dentro de la empresa la persona especialista en realizar esta operación es el jefe de producción. Pero se observaron momentos en los que eran los operarios de producción los que realizaban esta operación, basándose en las indicaciones del jefe de producción.

b) Corte de planchas de acero

Este proceso de corte de planchas de acero es debido a que estas vienen en tamaño de 1200 x 2400 mm, por lo que es necesario un corte para poder realizar las operaciones siguientes. Se procede a realizar cortes limpios, es decir sin virutas o reacciones químicas del metal, logrando hacer cortes rápidos y con bastante precisión, pero siempre en forma recta. Este tipo de corte también es llamado cizallado.

c) Doblado

Este proceso consiste en realizar una transformación plástica de la plancha de acero y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior, en total se realizar 16 doblados hasta obtener la cubierta metálica. El doblado se realiza por medio de matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales: la superior o macho (punzón) y la inferior o hembra (matriz). Dentro de la empresa se cuenta con 2 prensas, una de mayor capacidad que la otra, y el uso de estas depende de los productos a fabricar. Para este caso se usa la prensa de menor capacidad.

d) Verificación

Este proceso de verificación consiste en realizar una medición final por parte del jefe de producción, utilizando 3 herramientas, una regla metálica, un pie de rey y un transportador de ángulos, de acuerdo a la parte de la pieza que se quiere medir.

3.1.4.3.Descripción del proceso de producción de la plataforma metálica.

Las plataformas metálicas son empleadas básicamente en pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructuras en general. El material del cual están hechas son planchas de acero laminadas en caliente, con figuras geométricas resaltadas distribuidas en intervalos regulares, en una de las caras, conocidas también como planchas estriadas. Las planchas vienen en paquetes asegurados de 8 toneladas máximo, en la Figura 15 se puede observar una de estas.



Figura 15. Producto 'plataforma metálica' terminado.

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Las etapas que conforman el proceso productivo de la plataforma metálica son:

a) Trazado

Este proceso consiste marcar o rayar puntos de centros y líneas rectas en el metal a trabajar, el cual, para este producto, son las planchas estriadas laminadas en caliente. Esta operación es de suma importancia ya que será necesaria para la ejecución de la mayoría de operaciones siguientes, donde estos trazos sirven de guía o referencia.

Todos los trazos se realizan desde una línea base o borde para asegurar la exactitud y posición correcta de las dimensiones entre sí. Dentro de la empresa la persona especialista en realizar esta operación es el jefe de producción. Pero se observaron momentos en los que eran los operarios de producción los que realizaban esta operación, basándose en las indicaciones del jefe de producción.

b) Corte de planchas estriada

Este proceso de corte de planchas de acero es debido a que estas vienen en tamaño de 1200 x 2400 mm, por lo que es necesario dos cortes para poder realizar las operaciones siguientes. Se procede a realizar cortes limpios, es decir sin virutas o reacciones químicas del metal, logrando hacer cortes rápidos y con bastante precisión, pero siempre en forma recta. Este tipo de corte también es llamado cizallado.

c) Doblado

Este proceso consiste en realizar una transformación plástica de la plancha estriada y convertirla en una pieza con forma o geometría distinta a la anterior, en total se realizar dos doblados hasta obtener la plataforma metálica. El doblado se realiza por medio de matrices de doblar, que están compuestas de dos partes esenciales: la superior o macho (punzón) y la inferior o hembra (matriz). Dentro de la empresa se cuenta con 2 prensas, una de mayor capacidad que la otra, y el uso de estas depende de los productos a fabricar. Para este caso se usa la prensa de mayor capacidad.

d) Verificación

Este proceso de verificación consiste en realizar una medición final por parte del jefe de producción, utilizando 3 herramientas, una regla metálica, un pie de rey y un transportador de ángulos, de acuerdo a la parte de la pieza que se quiere medir.

3.1.5. Análisis para el Proceso de Producción

Para realizar el siguiente análisis, se utilizó la ingeniería de métodos, la cual emplea diversos procedimientos, herramientas y métodos para analizar un proceso de producción y posteriormente determinar mejoras del mismo, en muchos casos, con los mismos recursos, dentro de una organización.

La ingeniería de métodos se ocupa de aumentar la productividad del trabajo, eliminando principalmente tiempos y esfuerzos innecesarios; en otras palabras, procura hacer más fácil y lucrativa una tarea, aumentando la calidad de los productos. Las dos etapas básicas de desarrollo de ingeniería de métodos son:

- a. Medida del trabajo: Esta parte comprende lo que puede llamarse como el levantamiento del trabajo, es decir, conocer en qué condiciones, bajo qué métodos y en qué tiempo se está ejecutando un trabajo.
- b. Simplificación del trabajo: Esta parte somete a todas las herramientas aplicadas a un análisis meticuloso, con el objeto de posteriormente introducir mejoras que permitan que el trabajo se realice más fácilmente y en menor tiempo.

Es en base a esto, que en la presente investigación se utilizó como primera herramienta, los diagramas de análisis de proceso, los cuales determinaron las actividades necesarias para la fabricación de los productos en investigación, así como la clasificación de estas de acuerdo al tipo de actividad, es decir, si es operación, inspección, transporte, demora o almacenamiento; o en una clasificación macro, en actividades productivas e improductivas.

Como segunda herramienta se utilizó los diagramas de recorrido, los cuales tienen la finalidad de conocer principalmente las distancias que existen entre las áreas de trabajo involucradas para la fabricación de los productos en investigación. Diagramas de recorrido que se elaboró en base a la Figura 7 donde se muestra el esquema de distribución de planta de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Como tercera herramienta se utilizó el estudio de tiempos, donde se siguió la metodología de Mundel para determinar los tiempos promedios o normal de cada una de las actividades ya identificadas con la primera herramienta.

Como cuarta herramienta se utilizó el cálculo de los tiempos estándar, el cual se consideró necesario, debido a que además del tiempo promedio o normal de los procesos, se adiciona aquellos suplementos propios del trabajo, durante una jornada diaria. Asimismo, es preciso mencionar que estos suplementos y/o tolerancias del trabajo, son reconocidos por la Organización Mundial del trabajo.

Finalmente, como última herramienta para en análisis del proceso de producción, se utilizó los cursogramas analíticos, los cuales resumen todas las herramientas anteriormente aplicadas, ya que, en ellos, se permite observar con mayor claridad las actividades del proceso de fabricación, la clasificación de estas, los tiempos estándares y las distancias dadas entre las áreas involucradas.

En los siguientes apartados, se muestra en detalle lo descrito anteriormente.

3.1.5.1. Diagramas de análisis de proceso

Los siguientes diagramas de análisis de procesos, fueron elaborados en base a observaciones preliminares realizadas, desde las primeras visitas a la empresa Comercial Damián E.I.R.L. Donde se empezó a registrar y nombrar adecuadamente, cada una de las actividades que se daban durante el proceso normal de fabricación de los productos en investigación.

Paso seguido fue clasificar estas actividades, de acuerdo a la base teórica de la elaboración de estos diagramas de análisis de procesos, donde clasifica las actividades en: operación, inspección, transporte, demora y almacenamiento. Asimismo, esta clasificación sirvió posteriormente para determinar el porcentaje de actividades productivas e improductivas que tenía cada uno de los procesos de fabricación, de los tres productos en investigación.

Como primer producto a analizar fue el sujetador metálico, en el cual, en las observaciones realizadas al proceso de fabricación del mismo, llamó la atención de la existencia de demoras, y sobretodo que estas se repetían en la elaboración de cada producto.

Como segundo y tercer producto a analizar fueron la cubierta metálica y plataforma metálica respectivamente, en las cuales, en las observaciones realizadas al proceso de fabricación de los mismos, también llamó la atención de la existencia de demoras, y sobretodo que estas se repetían en la elaboración de cada producto.

Cabe mencionar que, las demoras que se daban era porque los operarios tenían que esperar si o si a que el jefe de producción para que realice la operación de trazado o en algunos casos, los oriente; ya que este último era el único de la planta que conocía de memoria y con exactitud las medidas de estas. Por otro lado, también se observó demoras al momento de centrar las planchas metálicas en la maquinaria correspondiente.

A continuación, en las figuras 16, 17 y 18, se detallan los diagramas de análisis de proceso del sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica respectivamente; y un cuadro resumen de las actividades de acuerdo a la clasificación de estas.

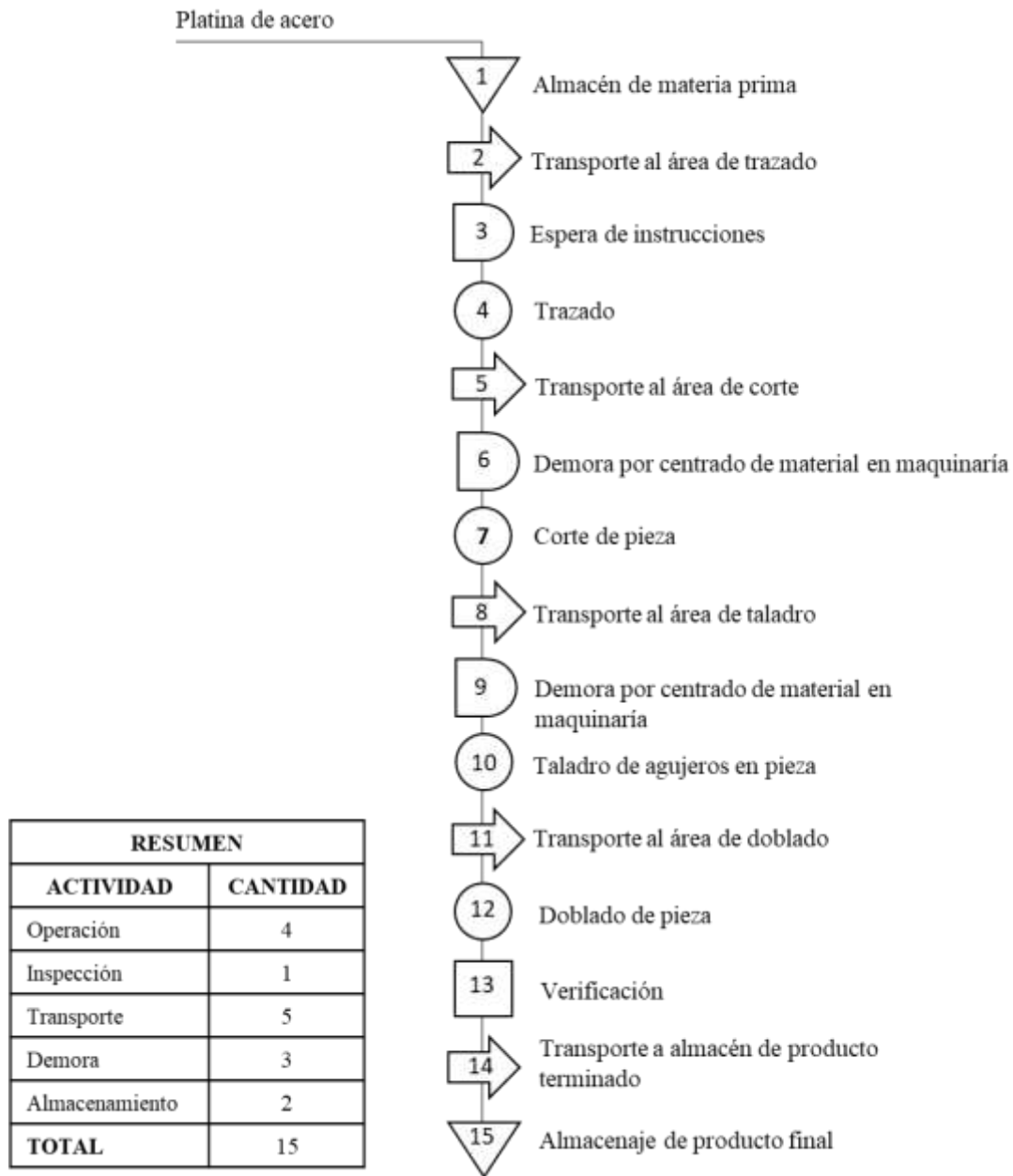
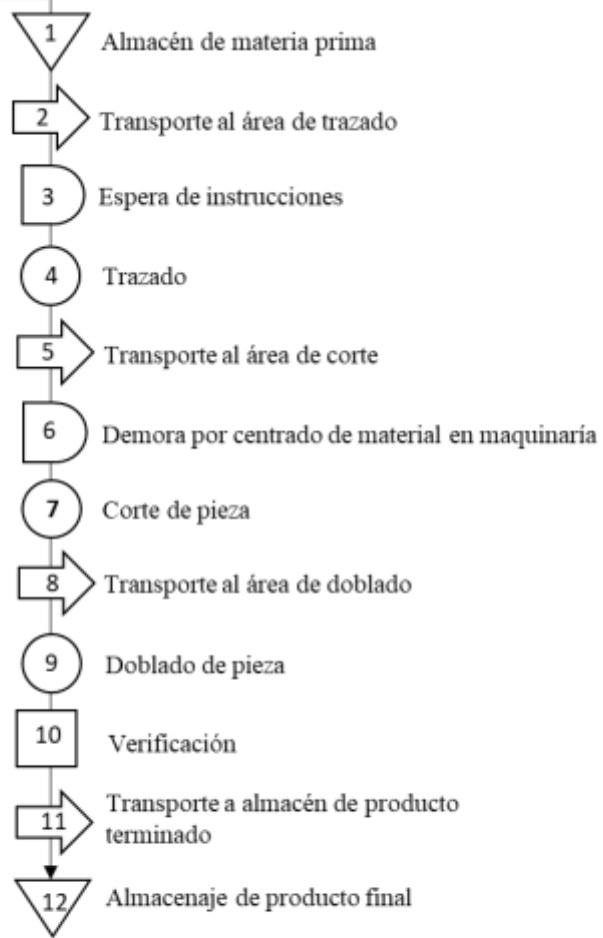


Figura 16. Diagrama de análisis de proceso de sujetador metálico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Plancha de acero, cubierta de zinc

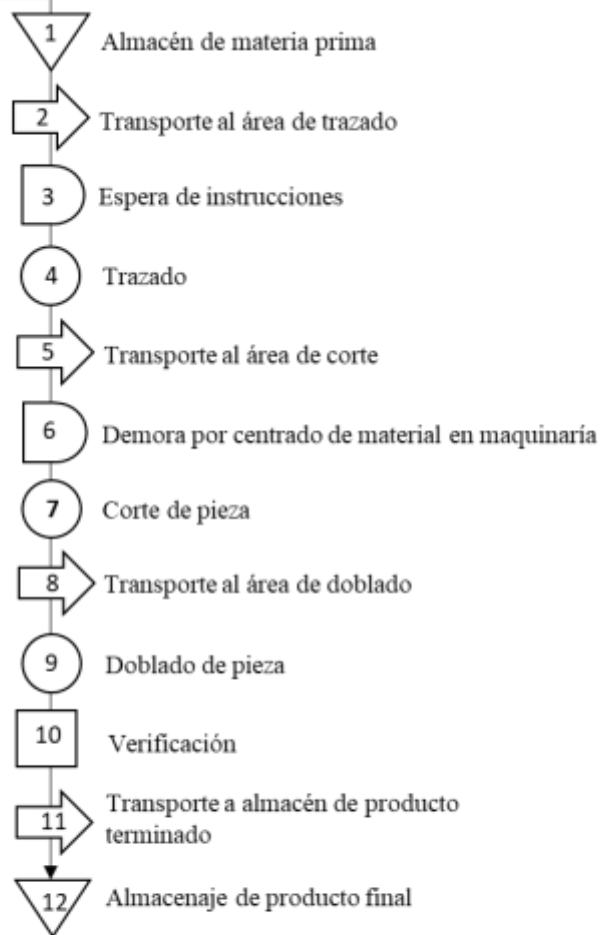


RESUMEN	
ACTIVIDAD	CANTIDAD
Operación	3
Inspección	1
Transporte	4
Demora	2
Almacenamiento	2
TOTAL	12

Figura 17. Diagrama de análisis de proceso de cubierta metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Plancha estriada de acero laminada en caliente



RESUMEN	
ACTIVIDAD	CANTIDAD
Operación	3
Inspección	1
Transporte	4
Demora	2
Almacenamiento	2
TOTAL	12

Figura 18. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

3.1.5.2. Diagramas de recorrido

Los siguientes diagramas de recorrido, fueron elaborados en base a las mediciones realizadas, en las visitas a la empresa Comercial Damián E.I.R.L., correspondientes a las actividades de transporte identificadas anteriormente con los diagramas de análisis de procesos. En estas visitas, se utilizó una wincha metálica de 20 metros y con ello se determinaron las siguientes distancias:

Tabla 15. Distancias de las actividades de transporte identificadas.

Objeto de análisis	De:	A:	Distancia (metros)	Distancia total (metros)
Actividades de transporte del proceso de fabricación del Sujetador metálico	Almacén de materia prima	Área de trazado	15,5	45
	Área de trazado	Área de cortado	4,4	
	Área de cortado	Área de taladro	7,2	
	Área de taladro	Área de doblado	11,7	
	Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	6,2	
Actividades de transporte del proceso de fabricación de Cubierta metálica	Almacén de materia prima	Área de trazado	15,5	47,8
	Área de trazado	Área de cortado	4,4	
	Área de cortado	Área de doblado	8,7	
	Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	19,2	
Actividades de transporte del proceso de fabricación de Plataforma metálica	Almacén de materia prima	Área de trazado	15,5	30,4
	Área de trazado	Área de cortado	4,4	
	Área de cortado	Área de doblado	4,5	
	Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	6,0	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Asimismo, en base a la información mostrada en la tabla anterior, llamó la atención las grandes distancias que existe entre las áreas de operaciones con los almacenes de la empresa, siendo la de mayor preocupación, las distancias con el almacén de materia prima, que es constante para los tres productos en investigación. A continuación, en las figuras 19, 20 y 21, se detallan los diagramas de recorrido de estos productos.

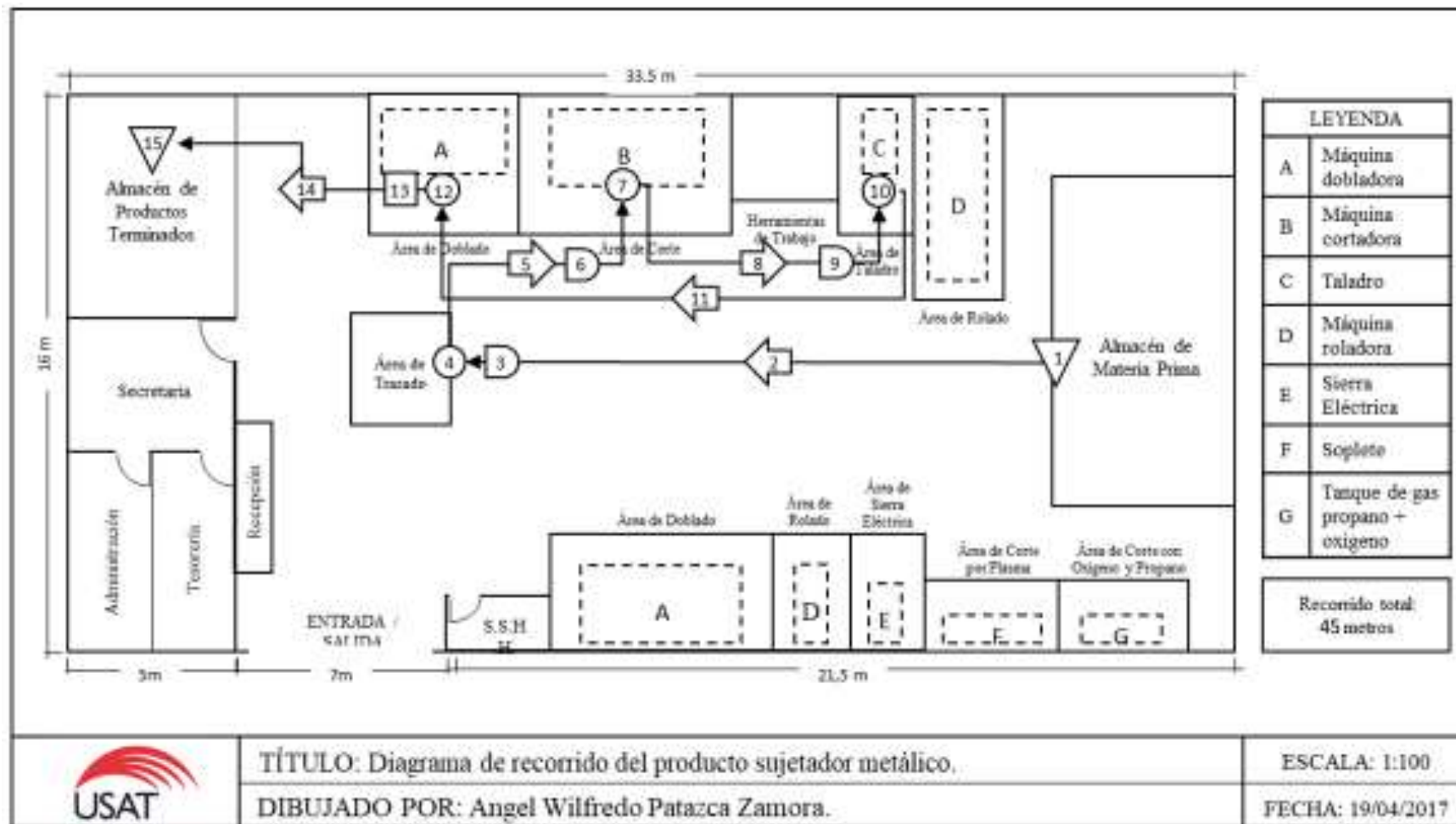


Figura 19. Diagrama de recorrido de sujetador metálico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

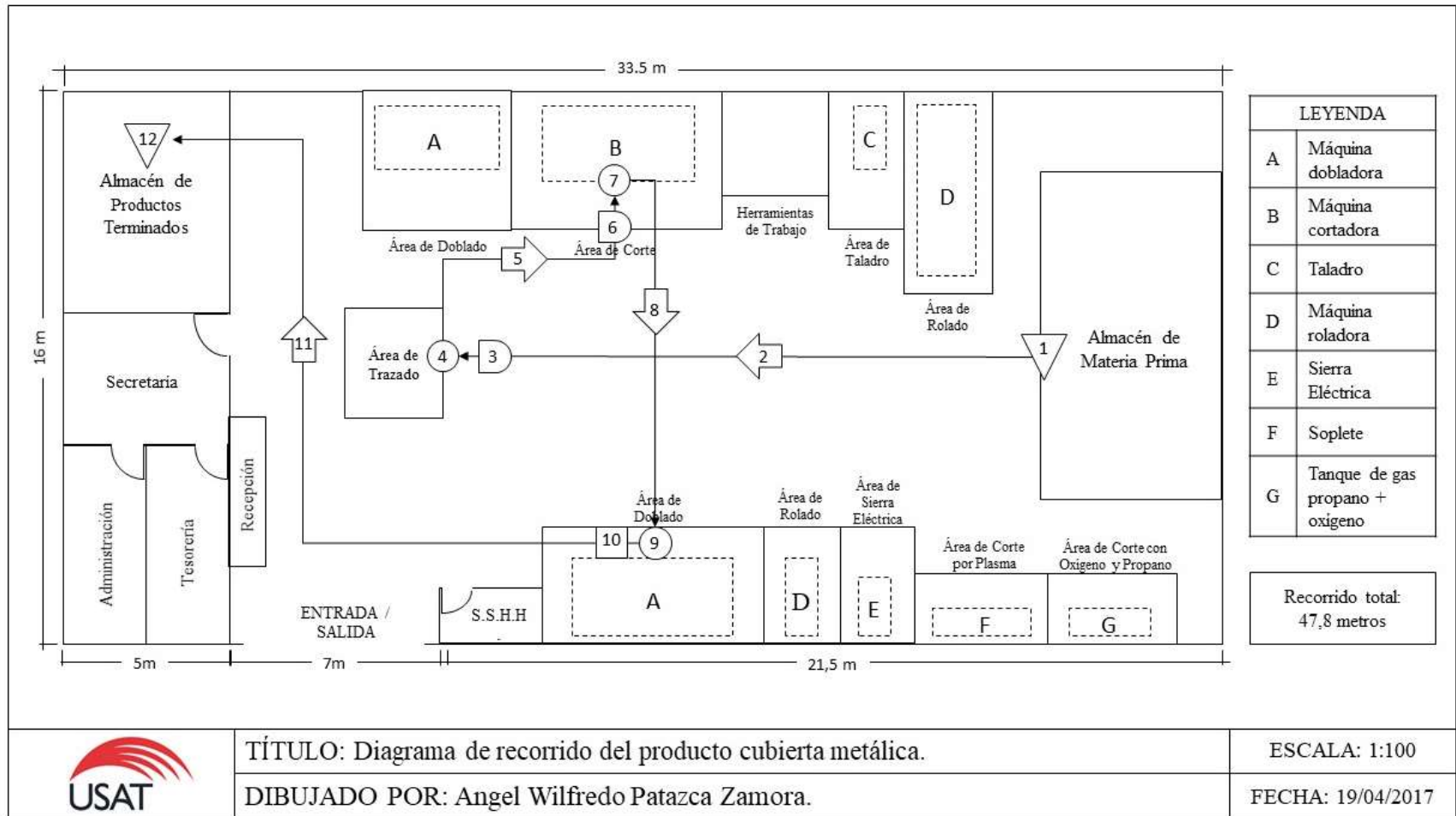


Figura 20. Diagrama de recorrido de cubierta metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

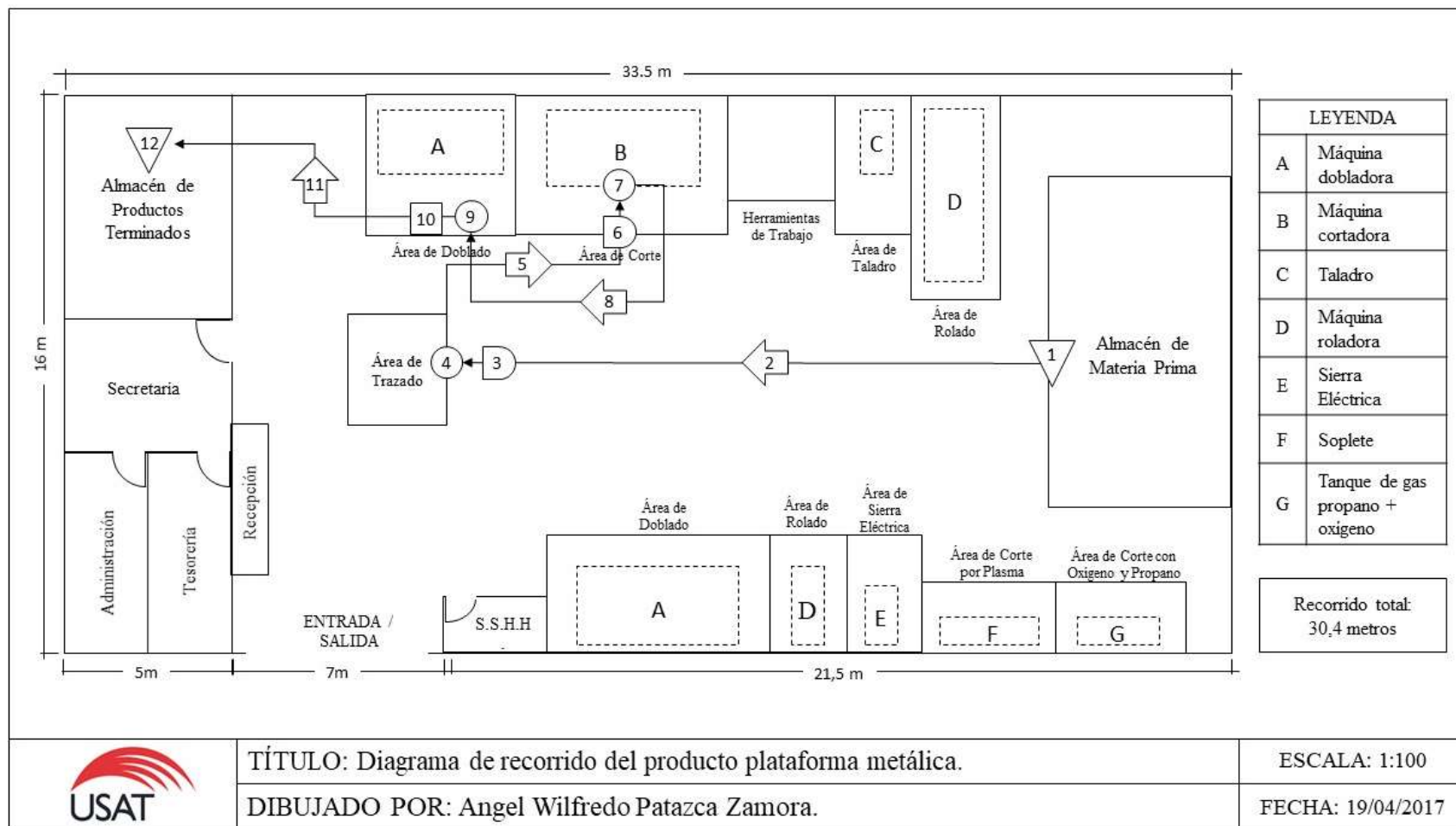


Figura 21. Diagrama de recorrido de plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

- Determinación de los tiempos promedios de actividades

Luego de identificar las actividades que forman parte del proceso de producción de los tres productos en investigación, se procedió a la toma de tiempos de dichas actividades, mediante el método del cronometraje, donde se obtuvo un tiempo promedio, el cuál será el tiempo que represente a las mediciones realizadas.

Para la toma de tiempos de cada producto se siguió la metodología de Mundel, donde nos pide obtener 5 o 10 muestras según la elección del evaluador. Para la presente investigación, se tomaron 10 observaciones preliminares. Las cuales se muestran en los Anexos 12, 13 y 14.

De las 10 observaciones preliminares se tomó el valor mínimo y el valor máximo y se aplicó la formula $(\text{Val Max} - \text{Val Min}) / (\text{Val Max} + \text{Val Min})$. Con el resultado se recurrió a la tabla de Mundel, la cual se muestra en la Tabla 03 y en base a ella se determinaron el número de observaciones necesarias.

A continuación, en las Tablas 16, 17 y 18 se muestran los resultados de la toma de tiempos, respecto a actividades del proceso de fabricación de sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica.

Tabla 16. Toma de tiempos - Estudio del trabajo.

TIEMPOS PROMEDIO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE SUJETADOR METÁLICO		TIEMPOS PROMEDIO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE CUBIERTA METÁLICA		TIEMPOS PROMEDIO DE PROCESO DE FABRICACIÓN DE PLATAFORMA METÁLICA	
Actividad	T. Prom	Actividad	T. Prom	Actividad	T. Prom
Transporte a área de trazado	0,26	Transporte a área de trazado	0,29	Transporte a área de trazado	0,29
Trazado	1,95	Trazado	2,60	Trazado	0,61
Transporte a área de corte	1,76	Transporte a área de corte	3,52	Transporte a área de corte	3,46
Demora por centrado de material en maquinaria	0,55	Demora por centrado de material en maquinaria	0,53	Demora por centrado de material en maquinaria	0,48
Corte de pieza	1,96	Corte de pieza	2,30	Corte de pieza	1,63
Transporte a área de taladro	2,55	Transporte a área de doblado	1,83	Transporte a área de doblado	2,93
Demora por centrado de material en maquinaria	0,53	Doblado de pieza	6,10	Doblado de pieza	11,60
Taladro de agujeros en pieza	4,27	Verificación	1,36	Verificación	0,89
Transporte a área de doblado	1,94	Transporte a almacén	2,22	Transporte a almacén	2,82
Doblado de pieza	6,40	TOTAL	20,74	TOTAL	24,70
Verificación	1,00				
Transporte a almacén	1,89				
TOTAL	25,05				

Elaboración propia.

- Cálculo de tiempos estándares

Para calcular los tiempos estándares, se procede a seleccionar los porcentajes respectivos según la figura 01, tolerancias y/o suplementos del trabajo; y según lo observado en el taller metalmecánico Comercial Damián E.I.R.L. Según el proceso de producción que se realiza en la empresa, tenemos que se presenta el suplemento de 5% por necesidades personales, tolerancias que incluye beber agua o ir a los servicios higiénicos; además la tolerancia básica por fatiga equivalente a un 4%; lo que hace un total de 9% en categoría de suplemento constante.

Por otro lado, con respecto a los suplementos variables, tenemos un 2% por trabajar de pie y 1% por el uso de fuerza al levantar peso, principalmente materia prima utilizada en el proceso productivo y un 2% por el nivel de ruido en la empresa causado por la maquinaria utilizada, seguido de que los operarios no cuentan con equipos de protección personal, específicamente para los oídos; lo que hace un total de 5%.

Por lo tanto, sumando los suplementos, tenemos un total de 14%, valor el cuál se considerará para determinar el tiempo estándar. En las siguientes tablas se muestran los tiempos estándares empleados para cada producto.

Tabla 17. Tiempos estándar de fabricación de sujetadores metálicos.

Actividad	Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)
Transporte a área de trazado	0,6	0,73
Espera de instrucciones	1,3	1,44
Trazado	2,0	2,22
Transporte a área de corte	1,7	1,98
Demora por centrado de material en maquinaria	0,9	1,04
Corte de pieza	2,0	2,23
Transporte a área de taladro	2,5	2,84
Demora por centrado de material en maquinaria	0,8	0,95
Taladro de agujeros en pieza	4,3	4,86
Transporte a área de doblado	3,8	4,32
Doblado de pieza	6,4	7,30
Verificación	1,0	1,14
Transporte a almacén	3,2	3,59
Total	30,4	34,64

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 18. Tiempos estándar de fabricación de cubiertas metálicas.

Actividad	Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)
Transporte a área de trazado	0,9	1,0
Espera de instrucciones	1,7	1,9
Trazado	2,6	3,0
Transporte a área de corte	3,4	3,9
Demora por centrado de material en maquinaria	1,0	1,1
Corte de pieza	2,4	2,7
Transporte a área de doblado	3,4	3,9
Doblado de pieza	6,1	7,0
Verificación	1,4	1,6
Transporte a almacén	3,6	4,1
Total	26,4	30,1

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 19. Tiempos estándar de fabricación de plataformas metálicas.

Actividad	Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)
Transporte a área de trazado	0,6	0,7
Espera de instrucciones	0,8	0,9
Trazado	0,6	0,7
Transporte a área de corte	3,4	3,9
Demora por centrado de material en maquinaria	0,8	0,9
Corte de pieza	1,6	1,9
Transporte a área de doblado	3,7	4,2
Doblado de pieza	11,6	13,2
Verificación	0,9	1,0
Transporte a almacén	3,3	3,8
Total	27,3	31,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.1.5.3. Cursogramas analíticos

Con el fin de determinar los tiempos de los procesos productivos y distancias que recorren las actividades de traslado, para la fabricación de los productos sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica; en las siguientes tablas, se muestran los cursogramas analíticos de cada uno de ellos. Considerando los tiempos estándares y distancias obtenidas anteriormente.

Tabla 20. Cursograma analítico de fabricación de sujetador metálico.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
OBJETO DE DIAGRAMACIÓN		Sujetador metálico		MÉTODO		Actual	
DIAGRAMADO POR		Angel Wilfredo Patazca Zamora		FECHA		Julio 2017	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	SÍMBOLO					DISTANCIA (m)
		○	➔	◐	◻	▽	
Almacén de materia prima	-					●	
Transporte al área de trazado	0.7		●				15,5
Espera de instrucciones	1.4			●			
Trazado	2.2	●					
Transporte al área de corte	2.0		●				4,4
Demora por preparación de cortadora	1.0			●			
Corte de pieza	2.2	●					
Transporte a área de taladro	2.8		●				7,2
Demora por preparación de taladro	1.0			●			
Taladro de agujeros en pieza	4.9	●					
Transporte a área de doblado	4.3		●				11,7
Doblado de pieza	7.3	●					
Verificación	1.1				●		
Transporte a almacén	3.6		●				6,2
Almacenaje de producto final	-					●	
TOTAL	34,6	4	5	3	1	2	45

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 21. Cursograma analítico de fabricación de cubierta metálica.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
OBJETO DE DIAGRAMACIÓN		Cubierta metálica		MÉTODO		Actual	
DIAGRAMADO POR		Angel Wilfredo Patazca Zamora		FECHA		Julio 2017	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	SÍMBOLO					DISTAN- CIA (m)
		○	➔	◐	◻	▽	
Almacén de materia prima	-						
Transporte al área de trazado	1.0		●				15,5
Espera de instrucciones	1.9			●			
Trazado	3.0	●					
Transporte al área de corte	3.9		●				4,4
Demora por preparación de maquinaria	1.1			●			
Corte de pieza	2.7	●					
Transporte a área de doblado	3.9		●				8,7
Doblado de pieza	7.0	●					
Verificación	1.6				●		
Transporte a almacén	4.1		●				19,2
Almacenaje de producto final	-					●	
TOTAL	30,1	3	4	2	1	2	47,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 22. Cursograma analítico de fabricación de plataforma metálica.

CURSOGRAMA ANALÍTICO							
OBJETO DE DIAGRAMACIÓN		Plataforma metálica		MÉTODO		Actual	
DIAGRAMADO POR		Angel Wilfredo Patazca Zamora		FECHA		Julio 2017	
DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	TIEMPO ESTÁNDAR (min)	SÍMBOLO					DISTANCIA (m)
		○	➔	◐	◻	▽	
Almacén de materia prima	-					●	
Transporte al área de trazado	0.7		●				15,5
Espera de instrucciones	0.9			●			
Trazado	0.7	●					
Transporte al área de corte	3.9		●				4,4
Demora por preparación de maquinaria	0.9			●			
Corte de pieza	1.9	●					
Transporte a área de doblado	4.2		●				4,5
Doblado de pieza	13.2	●					
Verificación	1.0				●		
Transporte a almacén	3.8		●				6
Almacenaje de producto final	-					●	
TOTAL	31,2	3	4	2	1	2	30,4

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.1.5.4. Análisis de productos pedidos

A lo largo de los ocho años que la empresa lleva operando, se ha ganado un lugar respetado en el mercado lambayecano, siendo solicitado no solo por empresarios particulares sino también grandes empresas de la región. Pese a esto, se empezó a observar que cada vez eran más los pedidos que no podían ser atendidos a tiempo, debido a que aún estaban produciendo pedidos anteriores, o en otros casos pedidos que, al tener productos defectuosos, no llegaban a ser entregados en la fecha acordada, y por lo tanto los clientes decidían rechazarlos.

Es por ello que, a partir del 2015, se implementó un sistema informático complejo en la empresa Comercial Damián E.I.R.L., siendo un valor a identificar, la cantidad total de productos pedidos, pero sobre todo los productos pedidos que fueron rechazados, ya sea por no cumplir la fecha acordada, o por ser productos defectuosos.

En la siguiente figura, se muestra la estructura del sistema interno de control de pedidos que maneja la empresa Comercial Damián E.I.R.L. a través de su software

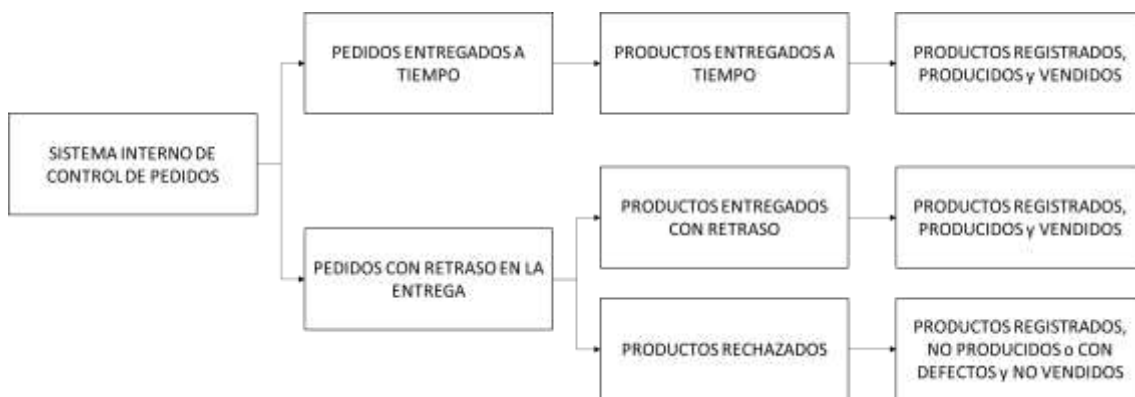


Figura 22. Estructura del sistema interno de control de pedidos.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa,

- **Productos entregados a tiempo:** Productos pedidos que son producidos, entregados en la fecha acordada y los cuales fueron pagados por el cliente.

- **Productos entregados con retraso:** Productos pedidos que son producidos, entregados días después de la fecha acordada, pero que, por acuerdo mutuo el cliente, pese a esto, pagó por el pedido.

- **Productos rechazados:** Productos pedidos que en muchos casos no llegaron a ser producidos, o estaban defectuosos, y el cliente no tolero el incumplimiento de la fecha acordada y rescindió del acuerdo; lo que consecuentemente origina que no haya ningún pago por este pedido.

A continuación, se muestra la clasificación de pedidos, con respecto a los productos en estudio, sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica, durante los años 2016 y 2017. Asimismo, en los anexos 45, 46, y 47 se puede ver el detalle mensual de los mismos.

Tabla 23. Clasificación de sujetadores metálicos pedidos.

Producto	Sujetador metálico						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Año	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)
2016	10 600	2 438 000	789	181 470	97	683	157 090
2017	11 194	2 574 620	897	206 310	91	541	124 430
TOTAL	21 794	5 012 620	1 686	387 780	188	1 224	281 520

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 24. Clasificación de cubiertas metálicas pedidas.

Producto	Cubierta metálica						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Año	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)
2016	15 310	995 150	688	44 720	116	717	46 605
2017	16 304	1 059 760	798	51 870	101	550	35 750
TOTAL	31 614	2 054 910	1 486	96 590	217	1 267	82 355

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 25. Clasificación de plataformas metálicas pedidas.

Producto	Plataforma metálica						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Año	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (S/.)
2016	5 972	597 200	410	41 000	108	297	29 700
2017	7 448	744 800	554	55 400	95	201	20 100
TOTAL	13 420	1 342 000	964	96 400	203	498	49 800

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Como se puede observar en las tablas anteriores, en los pedidos de estos tres productos, los cuales son los más relevantes en la empresa, y consecuentemente los que generan mayores ingresos para la misma; existe una cantidad considerable de productos que son rechazados y los cuales generan pérdidas económicas para la misma.

Para el caso del sujetador metálico, se determinó que en los años 2016 y 2017 se tuvo una pérdida económica para la empresa de S/.281 520,00; correspondientes a 1 224 unidades demandadas y que no fueron producidas.

Para el caso de la cubierta metálica, se determinó que en los años 2016 y 2017 se tuvo una pérdida económica para la empresa de S/.82 355,00; correspondientes a 1 267 unidades demandadas y que no fueron producidas.

Para el caso de la plataforma metálica, se determinó que en los años 2016 y 2017 se tuvo una pérdida económica para la empresa de S/.49 800,00; correspondientes a 498 unidades demandadas y que no fueron producidas.

A continuación, con los datos obtenidos, se muestra una tabla síntesis, que resume la clasificación anterior, donde se conoce las unidades entregadas a tiempo, entregadas con retraso y rechazadas, respecto a los productos en investigación, durante el periodo 2016 y 2017.

Tabla 26. Resumen de unidades producidas por producto.

Clasificación de los productos pedidos en los años 2016 y 2017			
Producto	Sujetador metálico	Cubierta metálica	Plataforma metálica
Productos entregados a tiempo	21 794	31 614	13 420
Productos entregados con retraso	1 686	1 486	964
Productos rechazados	1 224	1 267	498
Total de productos registrados	24 704	34 367	14 882

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Es por ello que, basándose en esta información, se muestra la siguiente figura que permite una apreciación más clara de la clasificación de los productos pedidos en los años 2016 y 2017. Asimismo, en los anexos 48, 49 y 50, se muestra el detalle mensual de esta clasificación, por producto.

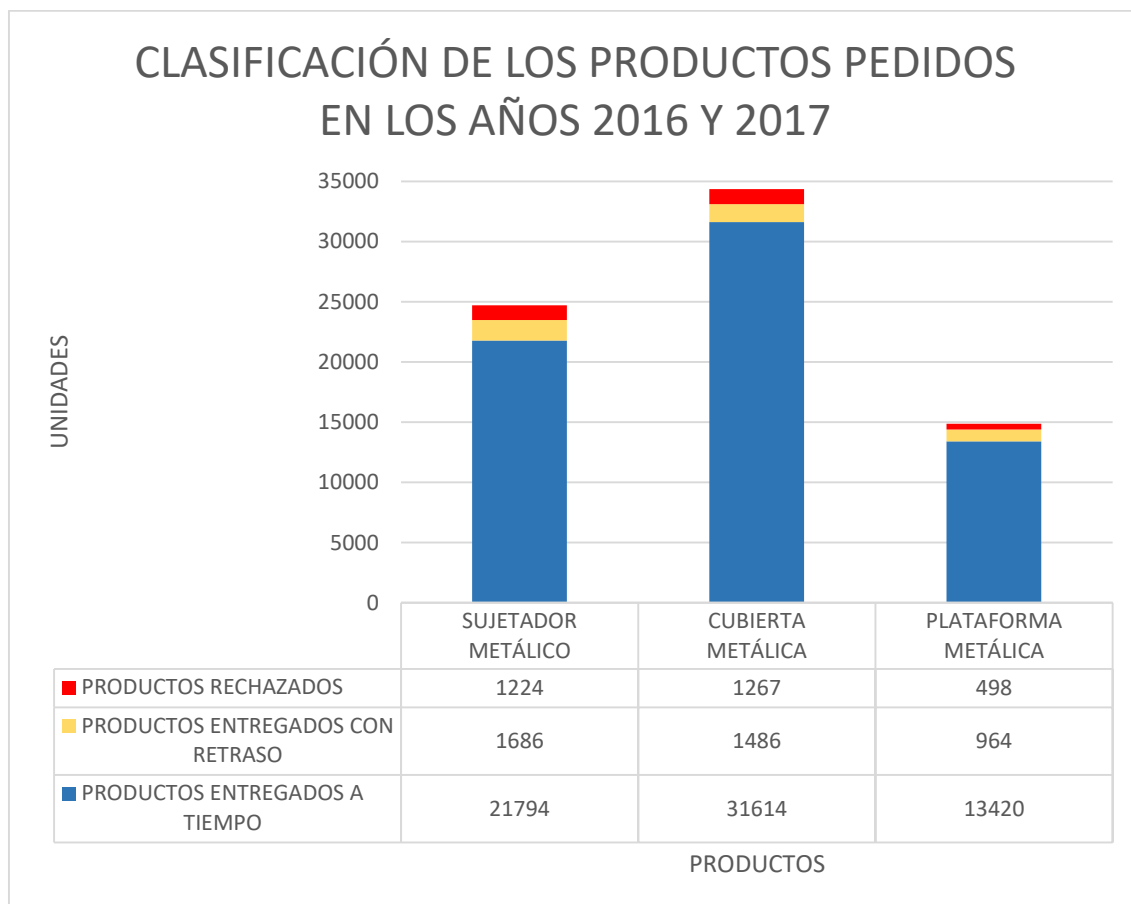


Figura 23. Clasificación de los productos pedidos en los años 2016 y 2017.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Finalmente, a partir de este análisis se pone en evidencia el incumplimiento de entregas de sus pedidos, situación que es el punto principal de la presente investigación. Problema que el administrador con el que se tuvo reuniones, entrevistas previas y conversaciones, también sospechaba y que ahora con el diagnóstico realizado, se conoce con exactitud la magnitud del mismo, y sobre todo la cantidad de dinero que la empresa no está percibiendo, pese a la demanda que tienen sus productos en el mercado.

3.1.6. Indicadores Actuales de Producción y Productividad

3.1.6.1. Producción

La producción actual de los productos en estudio, fabricados por la empresa Comercial Damián E.I.R.L., se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 27. Resumen de producción actual.

Año	Producto	Unidades por año
2016	Sujetador metálico	11 389
	Cubierta metálica	15 998
	Plataforma metálica	6 382
2017	Sujetador metálico	12 091
	Cubierta metálica	17 102
	Plataforma metálica	8 002

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Además, en base a los cursogramas presentados anteriormente, en la siguiente tabla se muestran los tiempos de ciclo y cuello de botella por producto.

Tabla 28. Tiempos de ciclo por producto.

Producto	Tiempo de ciclo (min)
Sujetador metálico	7,3
Cubierta metálica	7,0
Plataforma metálica	13,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Posteriormente, se procedió a calcular el indicador de producción máxima que se espera alcanzar, o también llamada capacidad efectiva, con la división del tiempo base entre el tiempo de ciclo. Teniendo en cuenta el tiempo base mostrado anteriormente en la tabla 10, donde se conoce que la empresa opera un total de 50 horas a la semana.

- Tiempo base:

$$\text{Tiempo base: } \frac{50 \text{ horas}}{\text{semana}} \times \frac{4 \text{ semana}}{\text{mes}} \times \frac{12 \text{ meses}}{\text{año}} \times \frac{60 \text{ minutos}}{\text{hora}} = 144\,000 \frac{\text{minutos}}{\text{año}}$$

- Producción de sujetador metálico:

$$\frac{144\,000 \frac{\text{minutos}}{\text{año}}}{7,3 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}} = 19\,726 \frac{\text{unidad}}{\text{año}}$$

- Producción de cubierta metálica:

$$\frac{144\,000 \frac{\text{minutos}}{\text{año}}}{7 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}} = 20\,708 \frac{\text{unidad}}{\text{año}}$$

- Producción de plataforma metálica:

$$\frac{144\,000 \frac{\text{minutos}}{\text{año}}}{13,2 \frac{\text{minutos}}{\text{unidad}}} = 10\,909 \frac{\text{unidad}}{\text{año}}$$

3.1.6.2. Capacidad

Hay que tener en cuenta que Heizer y Render [19], definen la capacidad real como la producción real en un periodo determinado, y la capacidad efectiva, como la producción que se espera alcanzar en condiciones óptimas de funcionamiento. Posteriormente, el cociente entre la capacidad real y la capacidad efectiva, nos da el indicador de eficiencia de la producción. En la tabla 31, se muestra este cálculo de la eficiencia de la producción por producto.

Tabla 29. Eficiencia de la producción por producto.

Año	Producto	Capacidad real (Producción real)	Capacidad efectiva (Producción que se espera alcanzar)	Eficiencia de la producción
2016	Sujetador metálico	11 389	19 726	57,7%
	Cubierta metálica	15 998	20 708	77,3%
	Plataforma metálica	6 382	10 909	58,5%
2017	Sujetador metálico	12 091	19 726	61,3%
	Cubierta metálica	17 102	20 708	82,6%
	Plataforma metálica	8 002	10 909	73,4%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

La eficiencia de la producción es el porcentaje de la capacidad efectiva alcanzada realmente, es decir, la producción real como porcentaje de la producción máxima que se espera alcanzar. Cabe mencionar que, según lo mostrado en la tabla anterior, la empresa en estudio, a pesar de haber mejorado en el año 2017, aún tiene una eficiencia de la producción baja.

3.1.6.3. Eficiencia económica

Calcular la eficiencia económica, requiere conocer los datos tales como el costo de producción, la cantidad demandada y el precio de venta por producto. En la tabla siguiente, se muestra estos valores anuales, de los productos en estudio.

Tabla 30. Eficiencia económica de los productos en estudio.

Año	Producto	Costo de producción por unidad (S/.) (A)	Unidades por año (Unidades) (B)	Costo Anual (S/.) (A)x(B) = (D)	Precio de venta (S/.) (C)	Ingreso Anual (S/.) (B)x(C) = (E)	Eficiencia económica (E) / (D)
2016	Sujetador metálico	163,5	11 389	1 862 101,5	230	2 619 470	1,41
	Cubierta metálica	50,5	15 998	807 899	65	1 039 870	1,29
	Plataforma metálica	68,5	6 382	437 167	100	638 200	1,46
2017	Sujetador metálico	163,5	12 091	1 976 878,5	230	2 780 930	1,41
	Cubierta metálica	50,5	17 102	863 651	65	1 111 630	1,29
	Plataforma metálica	68,5	8 002	548 137	100	800 200	1,46

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

A continuación, se muestra las divisiones con las que se obtuvieron las eficiencias económicas mostradas, así como también las interpretaciones de estos valores.

- Sujetador metálico

$$Ef, Econ, Sujetador metálico 2016: \frac{S/, 2\ 619\ 470}{S/, 1\ 862\ 101,5} = 1,41$$

$$Ef, Econ, Sujetador metálico 2017: \frac{S/, 2\ 780\ 930}{S/, 1\ 976\ 878,5} = 1,41$$

Por cada sol invertido en el producto de sujetador metálico en el año 2016, se obtiene un beneficio de 1,41 soles; mientras que, en el año 2017 de 1,41 soles, En ambos años el indicador se mantiene igual,

- Cubierta metálica

$$Ef, Econ, Cubierta metálica 2016: \frac{S/, 1\ 039\ 870}{S/, 807\ 899} = 1,29$$

$$Ef, Econ, Cubierta metálica 2017: \frac{S/, 1\ 111\ 630}{S/, 863\ 651} = 1,29$$

Por cada sol invertido en el producto de cubierta metálica en el año 2016, se obtiene un beneficio de 1,29 soles; mientras que, en el año 2017 es de 1,29 soles, En ambos años el indicador se mantiene igual,

- Plataforma metálica

$$Ef, Econ, Plataforma metálica 2016: \frac{S/, 638\ 200}{S/, 437\ 167} = 1,46$$

$$Ef, Econ, Plataforma metálica 2017: \frac{S/, 800\ 200}{S/, 548\ 137} = 1,46$$

Por cada sol invertido en el producto de plataforma metálica en el año 2016, se obtiene un beneficio de 1,46 soles; mientras que, en el año 2017 de 1,46 soles, En ambos años el indicador se mantiene igual,

3.1.6.4. Actividades productivas vs improductivas

A partir de los tiempos estándares calculados, se realiza el análisis de actividades productivas e improductivas del proceso de fabricación de los sujetadores metálicos, cubiertas metálicas y plataformas metálicas:

- Sujetador metálico

$$\%Act, productivas = \frac{2,22+2,23+4,86+7,30+1,14}{34,64} \times 100 = 51,24\%$$

Del tiempo total del proceso productivo para un sujetador metálico existe un 51,24% de tiempo productivo, esto quiere decir tiempo destinado a la fabricación eficaz del producto

$$\%Act, improductivas = \frac{0,73+1,44+1,98+1,04+2,84+0,95+4,32+3,59}{34,64} \times 100 = 48,76\%$$

Por otro lado, también existe un 48,76% del tiempo total de producción correspondiente a tiempos de transporte del material de un área a otra; y tiempos de demora en la cual el producto espera para ser procesado,

- Cubierta metálica

$$\%Act, productivas = \frac{2,97+2,71+6,95+1,55}{30,10} \times 100 = 47,11\%$$

Del tiempo total del proceso productivo para un sujetador metálico existe un 47,11% de tiempo productivo, esto quiere decir tiempo destinado a la fabricación eficaz del producto

$$\%Act, improductivas = \frac{0,99+1,92+3,93+1,10+3,38+4,10}{30,10} \times 100 = 51,23\%$$

Por otro lado, también existe un 51,23% del tiempo total de producción correspondiente a tiempos de transporte del material de un área a otra; y tiempos de demora en la cual el producto espera para ser procesado,

- Plataforma metálica

$$\%Act, productivas = \frac{0,70+1,85+13,22+1,02}{31,20} \times 100 = 53,81\%$$

Del tiempo total del proceso productivo para un sujetador metálico existe un 53,81% de tiempo productivo, esto quiere decir tiempo destinado a la fabricación eficaz del producto

$$\%Act, improductivas = \frac{0,69+0,94+3,89+0,88+4,20+3,79}{31,20} \times 100 = 46,12\%$$

Por otro lado, también existe un 46,12% del tiempo total de producción correspondiente a tiempos de transporte del material de un área a otra; y tiempos de demora en la cual el producto espera para ser procesado,

A continuación, se muestra en la tabla 33, el resumen de los porcentajes de actividades productivas e improductivas por cada uno de los tres productos.

Tabla 31. Porcentajes de actividades productivas e improductivas por producto.

Producto	Actividades productivas		Actividades improductivas	
	(minutos)	(%)	(minutos)	(%)
Sujetador metálico	17,75	51,24	16,89	48,76
Cubierta metálica	14,18	47,11	15,92	51,23
Plataforma metálica	16,80	53,81	14,40	46,12

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Como se observa en la tabla anterior, el porcentaje de actividades improductivas es muy elevado, siendo estos casi iguales que las actividades productivas del proceso total de fabricación de estos tres productos en investigación.

A continuación, se muestra el detalle de estas actividades improductivas, desglosándolas en actividades de transporte y demora, permitiendo conocer cuáles son las que mayor tiempo toman durante el proceso total de fabricación.

Tabla 32. Detalle de actividades improductivas por producto.

Producto	Actividades improductivas		
	Transporte	Demora	Total
Sujetador metálico	13,45	3,44	16,89
Cubierta metálica	12,92	3	15,92
Plataforma metálica	12,6	1,8	14,40

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.1.6.5. Índice de cumplimiento

Para conocer el índice de cumplimiento que tiene actualmente la empresa, es necesario conocer el número total de productos pedidos entregados a tiempo, así como el total de productos entregados con retraso y/o los que hayan sido rechazados, ya que estos también reflejan que la empresa no cumplió con el tiempo pactado. Esto con respecto a cada uno de los productos en investigación, así como el total de los mismos.

A continuación, en la tabla 35, se muestran estos valores requeridos, para calcular el índice de cumplimiento.

Tabla 33. Valores requeridos para calcular el índice de cumplimiento.

Año	Producto	Productos entregados a tiempo	Productos entregados con retraso	Cantidad rechazada	Total de productos registrados
2016	Sujetador metálico	10 600	789	683	12 072
	Cubierta metálica	15 310	688	717	16 715
	Plataforma metálica	5 972	410	297	6 679
2017	Sujetador metálico	11 194	897	541	12 632
	Cubierta metálica	16 304	798	550	17 652
	Plataforma metálica	7 448	554	201	8 203

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

- Sujetador metálico

$$\text{Índ, Cumpl, Sujetador metálico 2016: } \frac{10\,600}{12\,072} \times 100 = 87,81\%$$

$$\text{Índ, Cumpl, Sujetador metálico 2017: } \frac{11\,194}{12\,632} \times 100 = 88,62\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo del sujetador metálico, nos da como resultado para el año 2016, un nivel de 87,81%, y para el año 2017, un nivel de 88,62%, siendo un índice que evidencia un problema en el sistema productivo y efectividad de los procesos de la empresa, ya que no cumple con el 100% de los pedidos que debería entregar a tiempo,

- Cubierta metálica

$$\text{Índ, Cumpl, Cubierta metálica 2016} : \frac{15\ 310}{16\ 715} \times 100 = 91,59\%$$

$$\text{Índ, Cumpl, Cubierta metálica 2017} : \frac{16\ 304}{17\ 652} \times 100 = 92,36\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo de la cubierta metálica, nos da como resultado para el año 2016, un nivel de 91,59%, y para el año 2017, un nivel de 92,36%, siendo un índice que evidencia un problema en el sistema productivo y efectividad de los procesos de la empresa, ya que no cumple con el 100% de los pedidos que debería entregar a tiempo,

- Plataforma metálica

$$\text{Índ, Cumpl, Plataforma metálica 2016} : \frac{5\ 972}{6\ 679} \times 100 = 89,41\%$$

$$\text{Índ, Cumpl, Plataforma metálica 2017} : \frac{7\ 448}{8\ 203} \times 100 = 90,80\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo de la plataforma metálica, nos da como resultado para el año 2016, un nivel de 89,41%, y para el año 2017, un nivel de 90,80%, siendo un índice que evidencia un problema en el sistema productivo y efectividad de los procesos de la empresa, ya que no cumple con el 100% de los pedidos que debería entregar a tiempo.

- Índice de Cumplimiento Total

$$\text{Índ, Cumplimiento Total 2016} : \frac{31\ 882}{35\ 466} \times 100 = 89,89\%$$

$$\text{Índ, Cumplimiento Total 2017} : \frac{34\ 946}{38\ 487} \times 100 = 90,79\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo total, nos da como resultado para el año 2016, un nivel de 89,89%, y para el año 2017, un nivel de 90,79%, siendo un índice que evidencia un problema en el sistema productivo y efectividad de los procesos de la empresa.

Asimismo, este indicador será clave para determinar si al final de la investigación, se logró cumplir con el objetivo de la misma, el cuál es reducir retrasos en la entrega de pedidos, obteniendo al final, un índice de cumplimiento mayor al 95%.

3.2.IDENTIFICACION DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION Y SUS CAUSAS

3.2.1. Problema de producción

El problema principal de la empresa es la cantidad total de productos pedidos que tienen retrasos en la entrega de los mismos, que origina en muchos casos ser rechazados por los clientes al no ser atendidos a tiempo, problema que se ha dado a lo largo de los dos últimos años, 2016 y 2017; y consecuentemente ocasiona a la empresa Comercial Damián E.I.R.L. tenga importantes pérdidas económicas, además de la insatisfacción de sus clientes. Para los próximos análisis se tomará la data solo del último periodo, año 2017, al ser la más reciente.

Por otro lado, según la empresa Comercial Damián E.I.R.L., tuvo estos pedidos retrasados debido a dos principales factores los cuales son: La inadecuada planificación y los defectos que tenían algunos de los productos pedidos. Asimismo, según la empresa Comercial Damián E.I.R.L. se cuantificó estos dos factores en 70% y 30% del total de productos rechazados respectivamente.

En la siguiente tabla se muestra el detalle de toda la clasificación de los productos pedidos, durante el año 2017, de acuerdo a estos dos factores.

Tabla 34. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.

Producto	Productos entregados a tiempo (A)	Productos entregados con retraso (B)	Cantidad producida (A) + (B) = (C)	Productos no atendidos por inadecuada planificación (D)	Productos no atendidos por defectos (E)	Cantidad rechazada (D) + (E) = (F)	Total de productos registrados (C) + (F)
Sujetador metálico	11 194	897	12 091	379	162	541	12 632
Cubierta metálica	16 304	798	17 102	385	165	550	17 652
Plataforma metálica	7 448	554	8 002	141	60	201	8 203

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

A continuación, se muestra las pérdidas económicas en soles debido a los productos pedidos no atendidos por parte de la empresa, durante el año 2017; todo ello respecto a los factores establecidos.

Tabla 35. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.

Producto	Cantidad producida (Unidad)	Precio Unitario (Soles)	Productos no atendidos por inadecuada planificación (Unidad)	Productos no atendidos por inadecuada planificación (Soles)	Productos no atendidos por defectos (Unidad)	Productos no atendidos por defectos (Soles)	Total (Soles)
Sujetador metálico	12 091	230	379	87 170	162	37 260	124 430
Cubierta metálica	17 102	65	385	25 025	165	10 725	35 750
Plataforma metálica	8 002	100	141	14 100	60	6 000	20 100
Total							180 280

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Como se puede observar en la tabla anterior, las pérdidas económicas, del año 2017, suman un total de S/.180 280,00, a causa de los rechazos de los productos pedidos por inadecuada planificación o por haber terminado con defectos; por lo tanto, esa cifra representa cuan significativo es para la empresa.

3.2.2. Causas del problema de producción

A partir del diagnóstico realizado, el problema de los retrasos en la entrega de productos pedidos, se ve reflejada en distintos factores, los cuales son:

- Una inadecuada planificación, o planificación empírica de producción; que ocasiona una mala priorización al momento de determinar el orden de su producción, ya que no conocen cual es el impacto de sus productos, dentro de su empresa; es decir cuáles son los más relevantes y que mayores ingresos les genera, los cuales deben ser los que mayor esfuerzo requieran. Así como el hecho de basarse solamente en el criterio del administrador, para establecer las cantidades a producir, y no tener una herramienta o metodología establecida, originando así que no se alcance a producir los productos que les son requeridos.
- Los productos defectuosos que se presentaron durante el último año, debido al mal cálculo en la manipulación del material, y eso causado principalmente por falta de capacitación del personal de producción, los cuales origina que los productos obtenidos tengan defectos. Asimismo, como se determinó en la tabla 09, la mayoría de los operarios, a excepción del jefe de producción, no cuentan con una formación técnica, solo con estudios secundarios; es decir actualmente trabajan en base a la experiencia obtenida. Por otro lado, con respecto a un plan de capacitaciones, la empresa no cuenta con uno actualmente, siendo la última capacitación que recibieron, a inicios del año 2016.
- Falta de estandarización en sus operaciones e inadecuada supervisión de las mismas, todo esto observado en los tiempos que demoran cada una de las operaciones de fabricación, siendo estos muy dispersos, todo con respecto a los tres productos en investigación. Estandarización necesaria para que logren obtener mejores resultados y sobretodo eliminar los tiempos de demora que se presentan en el proceso productivo, por espera de instrucciones; ya que esto ha generado un gran problema, el cuál es que no se llegue a satisfacer la entrega de los productos pedidos, es decir la demanda del mercado.
- El alto porcentaje de actividades improductivas, siendo principalmente las operaciones de transporte y/o traslado; y en especial las relacionadas con el almacén de materia prima de la empresa, y eso a su vez se debe a las grandes distancias que existen entre este almacén y las maquinarias que realizan las operaciones. Lo que consecuentemente origina un aumento en los tiempos de producción.

Finalmente, en la siguiente figura, según lo mencionado se muestra el diagrama de causa efecto o también conocido como diagrama de Ishikawa.

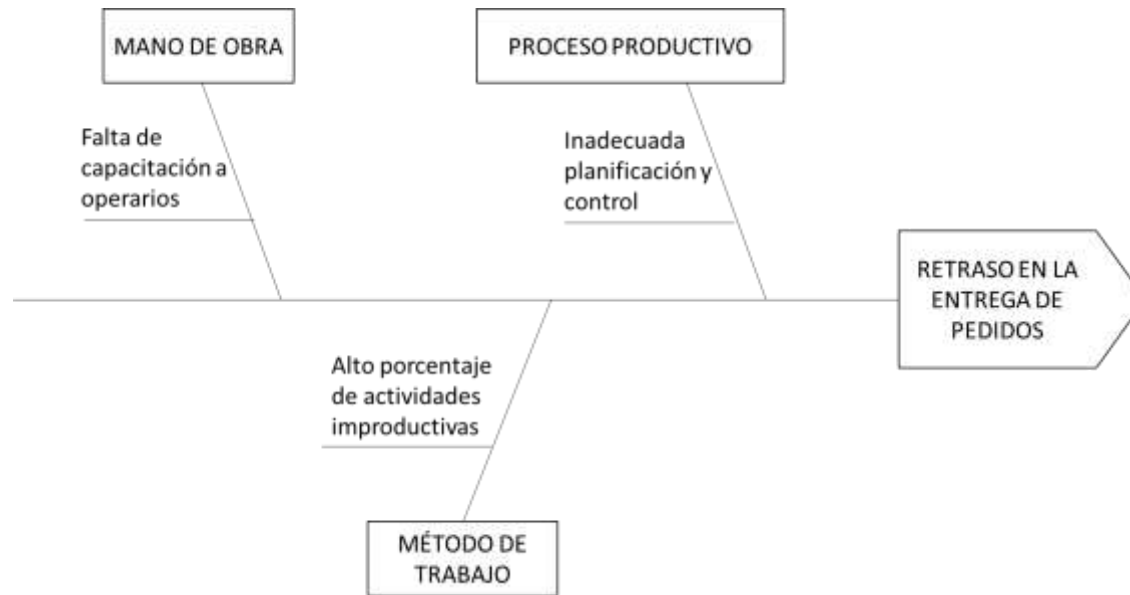


Figura 24. Diagrama de causa efecto o Ishikawa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Con la ayuda de este diagrama de causa efecto o Ishikawa se logró verificar que existe un problema, así como las causas principales que afecta la entrega a tiempo de los productos pedidos. A continuación, se muestra el problema general, las causas y propuestas de solución de estas.

Tabla 36. Problema, causas y propuestas de solución.

Problema General	Causas	Propuesta de solución
Retraso en la Entrega de Pedidos	Una inadecuada planificación, debido a basarse solamente en el criterio del administrador para establecer su producción.	Se propuso realizar un análisis de la curva ABC para determinar cuáles son los productos que más beneficios le genera a la empresa Comercial Damián .E.I.R.L. con el fin de priorizar la ejecución de pedidos, asimismo realizar un plan de producción que apoye en la planificación de los mismos.
	Los productos defectuosos que se presentaron durante el último año, debido al mal cálculo en la manipulación del material.	Se propuso un plan de capacitación para los operarios de producción de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., con el fin de que puedan evitar productos finales con defectos. Además de reforzar esta capacitación, con la implementación de material visual que le permita al operario tener una referencia para su trabajo, las cuales fueron fichas técnicas y hojas de ruta; y sobretodo eliminar los tiempos de demora existentes por espera de instrucciones.
	Falta de estandarización en sus operaciones e inadecuada supervisión de las mismas.	
El alto porcentaje de actividades improductivas, principalmente las de transporte y/o traslado.	Se propuso realizar un cambio en la distribución de almacenes, dentro del área de producción de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., con el fin de reducir los tiempos de transporte, y por ende el porcentaje de actividades improductivas existentes en los procesos de fabricación.	

Fuente: Elaboración propia.

3.2.2.1. Problema 01: Inadecuada planificación para la ejecución de pedidos.

Uno de los problemas que se evidencian en la empresa es la inadecuada planificación de la producción por parte del administrador, y esto hace referencia a que no hay un correcto orden de ejecución de los pedidos de los clientes, y por tal motivo es que se les queda mal al incumplirle con lo que ellos solicitan, en un tiempo acordado. Cabe mencionar que incluso a pesar de los años de experiencia, si no tiene el conocimiento necesario, no podrá corregir y ejecutar correctamente un plan de producción.

Esta inadecuada planificación, se origina además porque la empresa al querer tener más clientes, acepta trabajos y sin tener en cuenta cómo deben organizarlos, incumplen en los mismos, y como ya se evidenció, son muchos productos los cuales no han cumplido con la fecha de entrega y, a pesar de que en algunos casos el cliente igual haya realizado el pago aceptando esos retrasos, también existen productos pedidos los cuales fueron rechazados totalmente.

Actualmente la empresa no cuenta con un método que les permita priorizar cual es el o los productos en los que deben centrar sus esfuerzos, porque son esos productos los que le generan mayores ingresos económicos. Por tal motivo se propuso realizar un análisis ABC, para que la empresa pueda organizarse y sobre todo cumplir con los pedidos que reciba, ya que los resultados de esta propuesta, les permitirá ejecutar los productos pedidos de acuerdo a la relevancia de los mismos.

Posteriormente se planteó un plan de producción que explote la capacidad de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., y que le permita al administrador conocer la secuencia adecuada de ejecución de sus productos.

En la siguiente tabla se muestra el impacto económico por una inadecuada planificación de productos.

Tabla 37. Impacto económico por inadecuada planificación.

Producto	Cantidad solicitada	Cantidad cumplida	Cantidad no cumplida por inadecuada planificación (Unidad)	Precio Unitario (Soles)	Impacto económico de Cantidad solicitada (Soles)	Impacto económico de Cantidad no cumplida (Soles)
Sujetador metálico	12091	11712	379	230	2 780 930	87 170
Cubierta metálica	17102	16717	385	65	1 111 630	25 025
Plataforma metálica	8002	7861	141	100	800 200	14 100
					4 692 760	126 295
Total					4 566 465	

Fuente: Elaboración propia

En base a la tabla anterior, se puede observar que, si la empresa cumpliera con la totalidad de productos solicitados, tendría un ingreso económico de S/.4 692 760,00; pero en la actualidad, existen productos que no cumple por inadecuada planificación, entonces solamente tiene un ingreso económico de S/.4 566 465,00 generando una pérdida económica para la empresa de S/.126 295,00; lo que equivale al impacto económico por falta de planificación.

3.2.2.2. Problema 02: Productos defectuosos y falta de estandarización

Durante el último año se registraron productos defectuosos, según la empresa Comercial Damián E.I.R.L., al mal cálculo en la manipulación del material a utilizar, causado por el personal que labora en la misma, ya que ellos solo cuentan con conocimiento empírico, y no han recibido una capacitación adecuada, siendo a inicios del 2016, la última capacitación que recibieron. Es por ello, que este el punto que influye en los productos defectuosos que consecuentemente generan un problema con el incumplimiento de los pedidos por pérdida de tiempo y en algunos casos pérdida total de materia prima. A esto se le añade la falta de estandarización en sus operaciones y consecuentemente un control no adecuado del trabajo de los operarios, es decir no hay supervisión constante.

En conjunto estas dos causas generan una pérdida monetaria importante para la empresa. Es por tal motivo que se propuso implementar un plan de capacitación al personal. Principalmente de la operación de doblado que es donde mayor cantidad de errores se tienen, para la fabricación de los tres productos en estudio, y reforzar ello con material visual, como fichas técnicas y hojas de ruta, material que muestra un proceso de producción estandarizado y permitió, al jefe de producción, controlar las operaciones.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de productos defectuosos, con respecto al año 2017, según datos brindados por la empresa en estudio.

Tabla 38. Cantidad de productos defectuosos.

Producto	Cantidad producida	Cantidad defectuosa	Motivo
Sujetador metálico	12 091	162	Mal cálculo en manipulación de material
Cubierta metálica	17 102	165	Mal cálculo en manipulación de material
Plataforma metálica	8 002	60	Mal cálculo en manipulación de material

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Como se puede observar, existen productos pedidos que no llegaron a ser entregados debido a los defectos que estos tenían, defectos como productos mal doblados, pero también por productos mal cortados; y esto debido al operario que realizó un mal cálculo al momento de realizar estas operaciones, pese a las medidas que existen en las planchas metálicas, es decir materia prima; además se considera también la falta de orientación y conocimiento de los métodos adecuados para desarrollar estas operaciones correctamente.

Posteriormente se procedió a calcular el impacto económico con respecto a los productos con defectos, en la siguiente tabla:

Tabla 39. Cantidad de productos defectuosos.

Producto	Cantidad solicitada	Cantidad cumplida	Cantidad no cumplida por defectos (Unidad)	Porcentaje respecto a la cantidad solicitada (%)	Precio Unitario (Soles)	Impacto económico de Cantidad solicitada (Soles)	Impacto económico de Cantidad no cumplida (Soles)
Sujetador metálico	12 091	11 929	162	1,34	230	2 780 930	37 260
Cubierta metálica	17 102	16 937	165	0,96	65	1 111 630	10 725
Plataforma metálica	8 002	7 942	60	0,74	100	800 200	6 000
						4 692 760	53 985
Total						4 638 775	

Fuente: Elaboración propia.

En base a la tabla anterior, se puede observar que, si la empresa cumpliera con la totalidad de productos solicitados, tendría un ingreso económico de S/.4 692 760,00; pero en la actualidad, existen productos que no cumple por defectos, entonces solamente tiene un ingreso económico de S/.4 638 775,00 generando una pérdida económica para la empresa de S/.53 985,00; lo que equivale al impacto económico por falta de capacitación.

3.2.2.3. Problema 03: Alto porcentaje de actividades improductivas

Se identificó un problema con respecto al alto porcentaje de actividades improductivas que existían en los procesos de fabricación de los tres productos en investigación, los cuales, dichos porcentajes tenían poco más del 50% del total del proceso de fabricación, es decir más de la mitad del proceso contaba con actividades que no le añadían valor al producto final.

Es por ello que se analizó y se logró determinar, que las principales actividades que originaban este alto porcentaje, eran las de transporte y/o traslado, sobretodo la que involucraba al almacén de materia prima, la cual era la actividad de transporte que contaba con mayor tiempo y con la distancia más larga, para los tres productos en investigación.

El material utilizado para la producción de los productos en investigación y otros, en muchos casos se encuentran en diversos lugares como se evidenciará en las siguientes fotografías, donde existen materiales que no se encuentran siempre en el almacén de materia prima como debería ser.



Figura 25. Fotografía actual de la empresa Comercial Damián.



Figura 26. Fotografía actual de la empresa Comercial Damián.

Todo esto trae como resultado que se pierda parte del tiempo de trabajo, debido a que los operarios de producción tienen que ir y buscar el material para los procesos asignados. Como se mostró anteriormente en la figura 7, Esquema de distribución de planta de la empresa Comercial Damián E.I.R.L., las áreas involucradas en la fabricación de los tres productos en investigación son las siguientes:

Tabla 40. Áreas involucradas en los procesos de producción.

Producto	Áreas
Sujetador metálico	1. Almacén de materia prima 2. Área de trazado 3. Área de corte 4. Área de taladro 5. Área de doblado 6. Almacén de productos terminados
Cubierta metálica	1. Almacén de materia prima 2. Área de trazado 3. Área de corte 4. Área de doblado II 5. Almacén de productos terminados
Plataforma metálica	1. Almacén de materia prima 2. Área de trazado 3. Área de corte 4. Área de doblado I 5. Almacén de productos terminados

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

A continuación, se muestra los tiempos calculados para el transporte de material para cada producto en investigación. Cabe mencionar que, si se tuviese cada material ordenado, en su lugar correspondiente y listo para que cada trabajador pueda utilizarlo, sería de gran ayuda para que el proceso siga su curso correcto sin demoras innecesarias; consecuentemente mejoraría el cumplimiento de los productos pedidos, ya que se tendrá menos tiempo que no agrega valor al producto, como es el tiempo de transporte.

Tabla 41. Tiempo para transporte de material, sujetador metálico.

Transporte de material		Tiempo actual por unidad
De:	A:	(s)
Almacén de materia prima	Área de trazado	44,1
Área de trazado	Área de cortado	120,1
Área de cortado	Área de taladro	170,2
Área de taladro	Área de doblado	259,4
Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	215,5
Total		987,6

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 42. Tiempo para transporte de material, cubierta metálica.

Transporte de material		Tiempo actual por unidad (s)
De:	A:	
Almacén de materia prima	Área de trazado	60
Área de trazado	Área de cortado	178,3
Área de cortado	Área de doblado	235,6
Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	246,2
Total		720,2

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 43. Tiempo para transporte de material, plataforma metálica.

Transporte de material		Tiempo actual por unidad (s)
De:	A:	
Almacén de materia prima	Área de trazado	41,6
Área de trazado	Área de cortado	41,8
Área de cortado	Área de doblado	252,2
Área de doblado	Área de almacén de producto terminado	227,2
Total		562,9

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Posteriormente con los tiempos de transporte por unidad por cada tipo de producto pedido, se calculó el impacto económico en base a la mano de obra que se deja de utilizar para fabricar el producto pedido. Para ello, es necesario conocer el sueldo que le corresponde a los operarios de producción, siendo este en la empresa Comercial Damián E.I.R.L., un monto total de 1500 soles mensuales. Nuevamente cabe mencionar que es para un periodo de 50 horas a la semana, por lo que el costo de mano de obra sería, 7,5 soles por hora o su equivalente 0,002083 soles por segundo.

Tabla 44. Resumen de unidades producidas y ventas por producto.

Producto	Suma de tiempos de transporte por unidad	Unidades producidas (2017)	Tiempo perdido total	Costo en base a mano de obra
Sujetador metálico	987,6	12 091	11 941 071,6	24 873,2
Cubierta metálica	720,2	17 102	12 316 860,4	25 656,0
Plataforma metálica	562,9	8 002	4 504 325,8	9 382,5
Total				59 911,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Como se observa anteriormente, se está perdiendo un total de 59 911,8 soles, por concepto de actividades improductivas, debido a tiempos de transporte de material, lo cuales son actividades que no agregan valor a los productos pedidos. Además de ello, el excesivo tiempo de traslado, es una causa que afecta directamente al problema de los productos pedidos no atendidos debido al desorden del área en general y la distancia del almacén de materia prima con respecto a las demás áreas de operaciones. Por lo tanto, es necesario reducir estos tiempos.

Además de ello, como se puede observar en la siguiente figura, existe un área dentro de la empresa, el cual corresponde al área de herramientas de trabajo, el cual en un inicio se estableció para dejar allí todos los equipos de protección personal (EPP's) de los operarios, así como instrumentos de medición y otros. Pero actualmente se observa que es un área libre, ya que poco de estas herramientas de trabajo permanecen allí durante las jornadas de trabajo.



Figura 27. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Esto se presenta como una oportunidad de mejora para un flujo eficiente de los materiales, en especial de la materia prima. Por ello que se propuso trasladar una de las estructuras de soporte del almacén de materia prima existente a esta área, convirtiendo este espacio en un área de almacén secundario, en el cual se encuentren principalmente las platinas utilizadas para el producto de sujetador metálico, las planchas de acero laminada en frío para las cubiertas metálicas y las planchas estriadas de acero laminadas en caliente, para las plataformas metálicas. Consecuentemente, se redujeron los tiempos de traslado en los procesos de producción de los mismos.

Finalmente se logró determinar el impacto económico de las causas al problema principal, de retrasos en la entrega de productos pedidos. El cual asciende a un monto de S/.240 191,80. A continuación, se muestra una tabla resumen de los problemas vs el impacto económico de las mismas.

Tabla 45. Resumen de impactos económicos.

Problema	Impacto económico (Soles)
Inadecuada planificación	126 295,0
Productos defectuosos y falta de estandarización	53 985,0
Mala distribución de planta	59 911,8
Total	240 191,8

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

En los próximos puntos, se explicarán las propuestas de mejora, a fin de reducir lo máximo posible el impacto económico negativo que existe hacia la empresa Comercial Damián E.I.R.L; reduciendo los incumplimientos de pedidos, los productos pedidos con defectos y reduciendo el porcentaje de actividades improductivas, logrando en conjunto reducir los retrasos de productos pedidos.

3.3.DESARROLLO DE PROPUESTAS DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCION

3.3.1. Calcular el pronóstico de la demanda

Para desarrollar las propuestas de mejora establecidas anteriormente, fue necesario realizar un pronóstico de la demanda, en base a la proyección de las ventas, todo ello con el fin de generar estimados de ventas, entre otros.

Para realizar este pronóstico se utilizó el método de suavización exponencial doble, el cuál es considerado el método más eficiente, debido a que en [29] menciona que para este método se requiere de dos constantes de suavización, la primera es alfa (α), que mira el historial de datos y le da una importancia a los mismos; y una segunda constante delta (δ), que suaviza la tendencia de los datos según los períodos, es decir, reduce el error que ocurre entre la demanda real y el pronóstico. Otros autores usan como constante la letra griega beta (β), es lo mismo.

Asimismo, en la presente investigación se trabajó con el termino beta, por otro lado, cabe mencionar que tanto los valores alfa como beta, son colocados por el investigador, es decir el autor de la presente investigación, con el criterio de buscar el mínimo error y darle importancia a los datos y tendencia. En [29] se explica que, a nivel práctico, los valores de estas constantes varían entre 0,05 y 0,5.

El primer análisis fue con respecto a los registros históricos de la empresa, siempre de los tres productos en investigación: sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica. Para ello el primer paso, fue conocer la demanda histórica mensual de los dos últimos años, la cual se muestra en la siguiente tabla y elaborar el pronóstico para los siguientes meses.

Tabla 46. Demanda histórica de productos vendidos.

Mes	2016			2017		
	Sujetador metálico	Cubierta metálica	Plataforma metálica	Sujetador metálico	Cubierta metálica	Plataforma metálica
Enero	856	1 267	488	942	1 344	537
Febrero	873	1 024	341	861	1 124	776
Marzo	752	1 090	443	528	1 099	481
Abril	829	1 132	367	912	1 146	401
Mayo	772	1 295	312	850	1 325	574
Junio	732	1 302	353	806	1 313	589
Julio	1 079	1 041	569	1 187	1 116	626
Agosto	1 289	1 269	930	1 418	1 396	823
Setiembre	1 341	1 321	761	1 376	1 454	938
Octubre	1 200	1 938	683	1 347	2 132	886
Noviembre	1 021	1 911	686	1 124	2 104	777
Diciembre	645	1 408	449	740	1 549	594
Total	11 389	15 998	6 382	12 091	17 102	8 002

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Con esta información en las siguientes figuras se muestra la demanda histórica de los últimos 2 años, con respecto a los tres productos en investigación.



Figura 28. Demanda histórica, sujetador metálico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

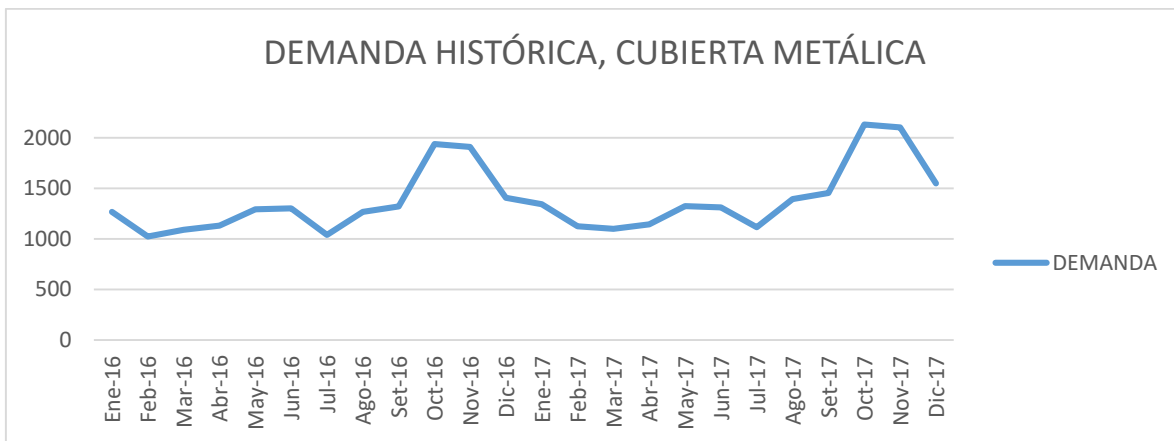


Figura 29. Demanda histórica, cubierta metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

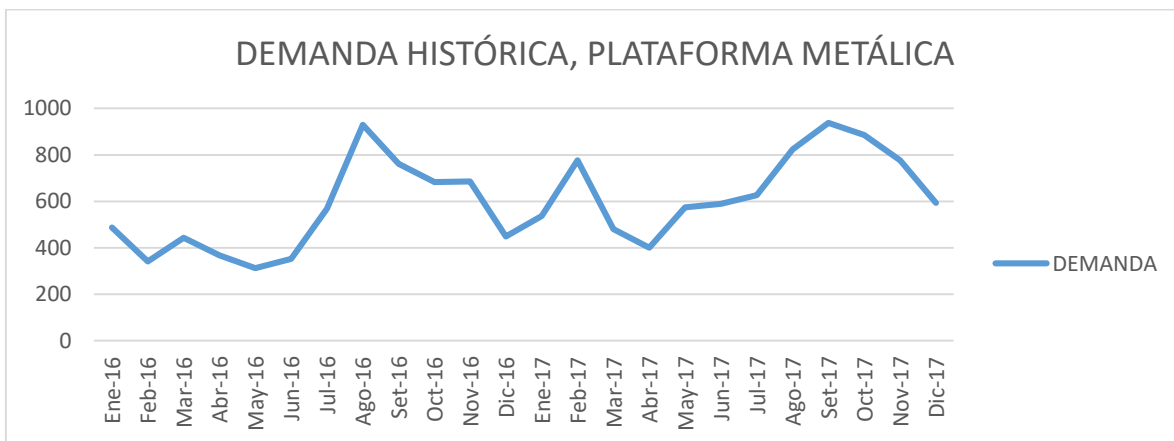


Figura 30. Demanda histórica, plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Paso siguiente, fue calcular el pronóstico de demanda de los tres productos en investigación, para ello se tomó como valor alfa (α): 0,1; y como valor beta (β): 0,4. Asimismo, se validó este método calculando el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE). A continuación, se muestra la tabla resumen, con el pronóstico de la demanda hasta el año 2023 y la variación existente entre estos años. Por otro lado, para mayor detalle del cálculo de pronóstico de demanda realizado, se muestran los anexos 51, 52 y 53.

Tabla 47. Pronóstico de demanda a diciembre del 2023.

Año	Periodo	Sujetador Metálico	Cubierta metálica	Plataforma metálica
2018	Enero	1070	1447	620
2018	Febrero	1079	1487	637
2018	Marzo	1070	1486	682
2018	Abril	1007	1468	685
2018	Mayo	985	1443	668
2018	Junio	953	1434	666
2018	Julio	915	1420	663
2018	Agosto	929	1375	663
2018	Septiembre	985	1364	689
2018	Octubre	1046	1363	733
2018	Noviembre	1111	1461	774
2018	Diciembre	1147	1572	801
2019	Enero	1083	1467	640
2019	Febrero	1099	1493	647
2019	Marzo	1099	1531	660
2019	Abril	1084	1522	706
2019	Mayo	1007	1491	707
2019	Junio	975	1454	682
2019	Julio	940	1438	674
2019	Agosto	896	1420	669
2019	Septiembre	914	1367	666
2019	Octubre	984	1352	695
2019	Noviembre	1060	1353	747
2019	Diciembre	1136	1468	795
2020	Enero	1177	1603	823
2020	Febrero	1123	1541	697
2020	Marzo	1124	1542	674
2020	Abril	1120	1575	683
2020	Mayo	1099	1559	729
2020	Junio	1012	1516	730
2020	Julio	968	1467	698

2020	Agosto	928	1443	683
2020	Septiembre	880	1421	674
2020	Octubre	898	1362	670
2020	Noviembre	978	1341	700
2020	Diciembre	1069	1343	758
2021	Enero	1157	1469	812
2021	Febrero	1205	1627	844
2021	Marzo	1163	1614	756
2021	Abril	1151	1593	705
2021	Mayo	1142	1617	706
2021	Junio	1116	1597	750
2021	Julio	1021	1544	753
2021	Agosto	964	1484	716
2021	Septiembre	919	1450	694
2021	Octubre	866	1423	681
2021	Noviembre	882	1360	674
2021	Diciembre	969	1332	703
2022	Enero	1073	1333	766
2022	Febrero	1174	1464	827
2022	Marzo	1230	1642	863
2022	Abril	1204	1683	814
2022	Mayo	1179	1647	741
2022	Junio	1165	1660	730
2022	Julio	1135	1637	769
2022	Agosto	1034	1576	775
2022	Septiembre	963	1504	735
2022	Octubre	911	1460	706
2022	Noviembre	855	1427	688
2022	Diciembre	864	1361	679
2023	Enero	955	1324	705
2023	Febrero	1072	1323	770
2023	Marzo	1185	1453	839
2023	Abril	1252	1647	881
2023	Mayo	1245	1744	870
2023	Junio	1210	1704	782
2023	Julio	1189	1703	755
2023	Agosto	1155	1678	788
2023	Septiembre	1053	1610	797
2023	Octubre	967	1529	757
2023	Noviembre	907	1472	720
2023	Diciembre	847	1433	697

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Por otro lado, a la fecha de presentación de esta investigación, junio del 2018, se ha logrado analizar, la base de datos de ventas que ha tenido la empresa Comercial Damián E.I.R.L., la cual ha permitido validar el pronóstico realizado anteriormente mediante el método de suavización exponencial doble. Dichas ventas han sido las siguientes:

Tabla 48. Ventas de enero a mayo del 2018.

Año	Periodo	Sujetador Metálico	Cubierta metálica	Plataforma metálica
2018	Enero	1 049	1478	693
2018	Febrero	1 086	1525	716
2018	Marzo	1 058	1531	709
2018	Abril	1 097	1512	742
2018	Mayo	982	1527	774

Fuente: Datos de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Como se puede observar en la tabla anterior, los datos no son exactos, pero mantiene una variación mínima, con respecto a lo pronosticado en la tabla 49. Todo ello con respecto únicamente a los tres productos en investigación: sujetador metálico, cubierta metálica y plataforma metálica.

Finalmente, la data obtenida en este apartado, se utilizó para las mejoras propuestas que se desarrollaron en la empresa Comercial Damián E.I.R.L, las cuales se mostrarán en el siguiente punto.

3.3.2. Desarrollo de Mejoras

3.3.2.1. Desarrollo de propuesta 01: Mejora de la planificación

Como primera parte de la propuesta consistió en realizar una clasificación ABC, que permitió a la empresa tener un método de trabajo claro y que ellos puedan organizarse adecuadamente para cumplir con todos los pedidos que tengan. Esta herramienta determinó cuáles son esos productos relevantes que les genera mayores beneficios y son los más demandados.

Para ello se realizó una clasificación ABC, la cual se utilizó en la primera parte de la presente investigación para determinar los productos que más ingresos económicos le genera a la empresa; pero asimismo ahora les permitirá conocer los productos que conviene darle prioridad, al momento de ejecutar los pedidos.

La siguiente tabla muestra los resultados de la clasificación ABC de los productos pedidos en la empresa Comercial Damián E.I.R.L. con respecto al último periodo, año 2017.

Tabla 49. Clasificación ABC de los productos pedidos.

Producto	Precio Unitario	Cantidad 2017	Ventas 2017	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación
Sujetador metálico	230	12 091	2 780 930	46,57%	46,57%	A
Cubierta metálica	65	17 102	1 111 630	18,62%	65,19%	A
Plataforma metálica	100	8 002	800 200	13,40%	78,59%	A
Cubierta de estructuras	175	2 349	411 075	6,88%	85,47%	B
Cubierta superior de cocina	460	797	366 620	6,14%	91,61%	B
Tubería de acero	85	3 941	334 985	5,61%	97,22%	C
Espiral metálico	110	1 508	165 880	2,78%	100,00%	C
TOTAL			5 971 320	100,00%		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.



Figura 31. Diagrama de análisis de proceso de plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Este análisis nuevamente fue clave para determinar los productos más relevantes para la empresa Comercial Damián E.I.R.L. Asimismo, se procedió a determinar las horas exactas que operará la empresa al mes, durante el periodo julio 2018 a junio 2019, un total de 12 de meses, obteniendo los siguientes resultados. Mayor detalle de este análisis en el Anexo 54.

Tabla 50. Total de horas disponibles al mes.

TOTAL DE HORAS DISPONIBLES AL MES	
MES	TOTAL DE HORAS
Jul-18	218
Ago-18	227
Set-18	205
Oct-18	227
Nov-18	218
Dic-18	214
Ene-19	227
Feb-19	200
Mar-19	214
Abr-19	218
May-19	227
Jun-19	205
TOTAL DE HORAS	2 600

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Habiendo determinado la demanda futura, los productos más relevantes los cuales tienen mayor rotación y generan mayores ingresos; y el tiempo disponible mensual de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.; fue momento de elaborar el plan de producción que permita mejorar la planificación actual de la empresa y sobretodo las cantidades y secuencia más conveniente para dar solución a este problema, de retrasos en la entrega de pedidos.

La empresa según sus características de taller metalmecánico, debe seguir un sistema de Just in Time (JIT), que le permita trabajar con un nivel de inventario bajo y sobre todo entregar a tiempo los productos pedidos a sus clientes. Por lo tanto, la herramienta más adecuada de este sistema de para la determinación del plan de producción, es la herramienta de Heijunka, que permite enfrentar la variabilidad de pedidos demandados, como es en este caso, 3 productos. Asimismo, determinar la secuencia de ejecución de los mismos.

Cabe mencionar que, para iniciar con este proceso, es necesario seguir los siguientes pasos:

Primer paso: Determinar la cantidad de productos a fabricar según cada uno de los productos, ya sea sujetador metálico, cubierta metálica o plataforma metálica, Esto se determinó con la demanda mensual obtenida por producto en las proyecciones, tabla 48. Finalmente, las cantidades obtenidas son los productos que se deben producir durante dicho mes.

Segundo paso: Nivelar la carga de producción, debido a que lo que se busca con esta herramienta es aprovechar al máximo los tiempos, y obtener una mayor producción, que permita reducir los retrasos en la entrega de pedidos; produciendo para el caso de estos tres productos, lotes de 8 unidades.

Tercer paso: Debido a lo mencionado en el paso anterior, es necesario determinar la secuencia de producción, dividiendo la cantidad estimada a producir, entre el tamaño de lote, Obteniendo así la cantidad de lotes necesarios para satisfacer la demanda estimada.

Cuarto paso: Ya con las cantidades a producir determinadas, lo siguiente, es elaborar la secuencia de producción. Obteniendo el takt time, el cual se define como el ritmo en que los productos, deben ser terminados, para satisfacer las necesidades de la demanda. Este se halló mediante la división del tiempo disponible de producción, entre las cantidades a producir por producto.

Quinto paso: Adaptar el takt time, determinando un takt time redondeado, de tal modo que este se adapte al tiempo disponible diario, que es de 8 horas, y pueda darse una secuencia lógica que sea factible de repetir, por lo que se tomó el tiempo de 2 horas.

Sexto paso: Se elaboró la secuencia de producción tomando en cuenta el takt time por producto, y las cantidades de lotes que se deben producto, en este caso es de 32 unidades. Cabe mencionar que cuando se refiere a takt time, no habla del tiempo de ciclo, sino del ritmo de producción, en el que una cierta cantidad de productos, debe estar listo para satisfacer una demanda.

En las siguientes tablas se muestra el plan de producción mensual, que se desarrolló mediante el uso de la herramienta 'Heijunka'.

Para ello, se realizó el cálculo de cantidades a producir y takt time por producto para el mes de julio del 2018; teniendo en cuenta 25 días al mes, y el total de horas disponibles mensual calculados en la tabla 52; y el tiempo aproximado de producción en horas. Asimismo, cabe mencionar que el tiempo restante se ocupará en actividades de orden de áreas, limpieza y demás.

Tabla 51. Plan de producción en el mes de julio del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Agosto	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)
JULIO DEL 2018	Sujetador metálico	915	28.59	29.00	928	13.00	218	6.48	6	3,9
	Cubierta metálica	1420	44.38	44.00	1408	-12.00	218	4.45	4	3,7
	Plataforma metálica	663	20.72	21.00	672	9.00	218	8.38	8	7
			94.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE JULIO DEL 2018																	
40 HORAS																	
DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4			DÍA 5					
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
	SM		SM			SM			SM			SM					
CM		CM	CM			CM			CM			CM					
	PM		PM			PM			PM			PM					

SECUENCIA	CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM
-----------	--

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Con respecto a los asteriscos (*), estos significan que para esos productos es necesario realizar algunos ajustes, para que se pueda producir con exactitud la cantidad de lotes indicada en la tabla anterior, lo cual no es complicado ya que como se observa si existen horas libres para ello. Pero si cabe mencionar que no se realizó este ajuste al plan de producción, debido a querer mantener una secuencia lógica en el plan.

Del mismo modo, siguiendo los pasos mencionados anteriormente se determinarán el plan de producción de los meses siguientes; logrando así reducir en su totalidad los productos no atendidos por esta causa de inadecuada planificación.

Tabla 52. Plan de producción en el mes de agosto del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Septiembre	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)
AGOSTO DEL 2018	Sujetador metálico	929	29.03	29.00	928	-1.00	227	6.83	6	3,9
	Cubierta metálica	1375	42.97	43.00	1376	1.00	227	4.28	4	3,7
	Plataforma metálica	663	20.72	21.00	672	9.00	227	8.81	8	7
				93.00						

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE AGOSTO DEL 2018																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		SM	CM	PM		SM	CM	PM		CM	SM	PM		SM	CM	PM
SECUENCIA																			
CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																			

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 53. Plan de producción en el mes de septiembre del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Octubre	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)
SEPTIEMBRE DEL 2018	Sujetador metálico	985	30.78	31.00	992	7.00	205	6.61	6	3,9
	Cubierta metálica	1364	42.63	43.00	1376	12.00	205	4.77	4	3,7
	Plataforma metálica	689	21.53	22.00	704	15.00	205	8.32	8	7
				96.00						

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE SEPTIEMBRE DEL 2018																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		SM	CM	PM		SM	CM	PM		CM	SM	PM		SM	CM	PM
SECUENCIA																			
CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																			

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 54. Plan de producción en el mes de octubre del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Noviembre	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
OCTUBRE DEL 2018	Sujetador metálico	1046	32.69	33.00	1056	10.00	227	6.88	6	3,9	
	Cubierta metálica	1363	42.59	43.00	1376	13.00	227	4.28	4	3,7	
	Plataforma metálica	733	22.91	23.00	736	3.00	227	8.87	8	7	
				99.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE OCTUBRE DEL 2018																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	SM				SM				SM				SM				SM		
	CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM
			PM				PM				PM				PM				PM
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																	

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 55. Plan de producción en el mes de noviembre del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Diciembre	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
NOVIEMBRE DEL 2018	Sujetador metálico	1111	34.72	35.00	1120	9.00	218	6.23	6	3,9	
	Cubierta metálica	1461	45.66	46.00	1472	11.00	218	4.74	4	3,7	
	Plataforma metálica	774	24.19	24.00	768	-6.00	218	8.08	8	7	
				105.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE NOVIEMBRE DEL 2018																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	SM				SM				SM				SM				SM		
	CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM		CM
			PM				PM				PM				PM				PM
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																	

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 56. Plan de producción en el mes de diciembre del 2018.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Enero	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
DICIEMBRE DEL 2018	Sujetador metálico	1147	35.84	36.00	1152	5.00	214	5.94	6	3,9	
	Cubierta metálica	1572	49.13	49.00	1568	-4.00	214	4.37	4	3,7	
	Plataforma metálica	801	25.03	25.00	800	-1.00	214	8.56	8	7	
				110.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE DICIEMBRE DEL 2018																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM
			PM				PM				PM				PM				PM
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																	

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 57. Plan de producción en el mes de enero del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Febrero	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
ENERO DEL 2019	Sujetador metálico	1083	33.84	34.00	1088	5.00	227	6.68	6	3,9	
	Cubierta metálica	1467	45.84	46.00	1472	5.00	227	4.93	4	3,7	
	Plataforma metálica	640	20.00	20.00	640	0.00	227	8.35	8	7	
				100.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE ENERO DEL 2019																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM
			PM				PM				PM				PM				PM
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																	

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 58. Plan de producción en el mes de febrero del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Marzo	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
FEBRERO DEL 2019	Sujetador metálico	1099	34.34	34.00	1088	-11.00	200	5.88	6	3,9	
	Cubierta metálica	1493	46.66	47.00	1504	11.00	200	4.26	4	3,7	
	Plataforma metálica	647	20.22	20.00	640	-7.00	200	8.00	8	7	
				101.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE FEBRERO DEL 2019																		
40 HORAS																		
DÍA 1			DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		SM		CM		SM		CM		SM		CM		SM	
			PM		CM		PM		CM		PM		CM		PM		CM	
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 59. Plan de producción en el mes de marzo del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Abril	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)
MARZO DEL 2019	Sujetador metálico	1099	34.34	34.00	1088	-11.00	214	6.29	6	3,9
	Cubierta metálica	1531	47.84	48.00	1536	5.00	214	4.46	4	3,7
	Plataforma metálica	660	20.63	21.00	672	12.00	214	8.19	8	7
				103.00						

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE MARZO DEL 2019																		
40 HORAS																		
DÍA 1			DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		SM		CM		SM		CM		SM		CM		SM	
			PM		CM		PM		CM		PM		CM		PM		CM	
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 60. Plan de producción en el mes de abril del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Mayo	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
ABRIL DEL 2019	Sujetador metálico	1084	33.88	34.00	1088	4.00	218	6.41	6	3,9	
	Cubierta metálica	1522	47.56	48.00	1536	14.00	218	4.54	4	3,7	
	Plataforma metálica	706	22.06	22.00	704	-2.00	218	7.91	8	7	
				104.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE ABRIL DEL 2019																		
40 HORAS																		
DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4			DÍA 5						
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		SM			SM			SM			SM			SM			SM	
	CM				CM			CM			CM			CM			CM	
		PM			PM			PM			PM			PM			PM	
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 61. Plan de producción en el mes de mayo del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Junio	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)	
MAYO DEL 2019	Sujetador metálico	1007	31.47	31.00	992	-15.00	227	6.32	6	3,9	
	Cubierta metálica	1491	46.59	47.00	1504	13.00	227	4.83	4	3,7	
	Plataforma metálica	707	22.09	22.00	704	-3.00	227	8.32	8	7	
				100.00							

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE MAYO DEL 2019																		
40 HORAS																		
DÍA 1			DÍA 2			DÍA 3			DÍA 4			DÍA 5						
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
		SM			SM			SM			SM			SM			SM	
	CM				CM			CM			CM			CM			CM	
		PM			PM			PM			PM			PM			PM	
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Tabla 62. Plan de producción en el mes de junio del 2019.

Mes	Producto	Producción neta (Unidad)	Producción estimada (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Lotes de 32 uni)	Producción Real (Unidades)	Stock Julio	Tiempo disponible mensual (horas)	Takt Time (horas)	Takt Time Redondeado (horas)	Tiempo de producción por lote (horas)
JUNIO DEL 2019	Sujetador metálico	975	30.47	30.00	960	-15.00	205	6.83	6	3,9
	Cubierta metálica	1454	45.44	45.00	1440	-14.00	205	4.56	4	3,7
	Plataforma metálica	682	21.31	21.00	672	-10.00	205	8.76	8	7
				96.00						

PLAN DE PRODUCCIÓN EN EL MES DE JUNIO DEL 2019																			
40 HORAS																			
DÍA 1				DÍA 2				DÍA 3				DÍA 4				DÍA 5			
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM		CM	SM	CM
			PM				PM				PM				PM				PM
SECUENCIA		CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM - SM - CM - SM - CM - PM - CM - SM - CM - PM - SM - CM - CM - PM																	

Sujetador Metálico (SM)	6	5	30	(*)
Cubierta metálica (CM)	10	5	50	(*)
Plataforma metálica (PM)	5	5	25	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.3.2.2. Desarrollo de propuesta 2: Capacitación a los operarios

Para realizar esta propuesta, en primer lugar, se realizó una evaluación de desempeño, la que se muestra en el Anexo 55 para conocer si el personal de la empresa, necesitaría una capacitación y, en consecuencia, se pueda lograr una mejora en la reducción de los productos con defectos. A continuación, se muestra el resultado de la evaluación:

Tabla 63. Porcentaje de personas que necesitan capacitación.

			Necesita capacitación		%	
Área	Cargo	Cantidad de operarios	Si	No	Si	No
Gerencia	Administrador	1	1	0	100%	0%
	Contador	1	0	1	0%	100%
	Secretario	1	0	1	0%	100%
	Tesorera	1	0	1	0%	100%
Producción	Jefe de producción	1	0	1	0%	100%
	Trazado	1	1	0	100%	0%
	Doblado	2	2	0	100%	0%
	Cortado	2	1	1	50%	50%
	Taladrado	1	0	1	0%	100%
	Soldadura	1	0	1	0%	100%

Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar que los operarios de las áreas de doblado y corte son las que necesitan capacitación, para mejorar su desempeño. Y son estos procesos los de mayor importancia por la cantidad de productos que involucra que se realicen estas operaciones metalmecánicas.

Asimismo, es a través de las capacitaciones al personal involucrado en los procesos críticos dentro de la fabricación de las piezas en estudio, que se redujo los errores que se tienen en los productos anteriormente mencionados.

En la siguiente tabla se detalla el costo total de la capacitación hacia el personal de la empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Tabla 64. Costo total de capacitación.

CARGO	Tema	Número de personas	Costo de capacitación individual (S/.)	Institución	Capacitaciones al año	Costo total (S/.)
Administrador	Dirección de equipos y técnicas de delegación	1	300	Itaca	4	1 200
	Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos		300	Itaca	4	1 200
Operario de doblado	Fundamentos teóricos del proceso de doblado	2	100	Senati	6	600
	Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos		300	Itaca	4	1 200
Operario de corte	Fundamentos teóricos del proceso de corte	1	100	Senati	6	600
	Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos		300	Itaca	4	1200
Costo total de capacitación						6 000

A continuación, se muestra la tabla, con el cronograma de actividades para la capacitación del personal.

Tabla 65. Cronograma de actividades de capacitación.

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES Y FECHAS PARA CAPACITACIÓN																	
Actividad	Tiempo (horas)	ENERO				FEBRERO				MARZO				ABRIL			
		SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4	SEM 1	SEM 2	SEM 3	SEM 4
Capacitación al Administrador	35																
Dirección de equipos y técnicas de delegación	18																
Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos	17																
Capacitación al operario de doblado	35																
Fundamentos teóricos del proceso de doblado	18																
Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos	17																
Capacitación al operario de corte	35																
Fundamentos teóricos del proceso de corte	18																
Taller de proactividad, trabajo en equipo y resolución de conflictos	17																

Así mismo, se elaboraron fichas técnicas de los productos en investigación, con el fin de estandarizar las medidas de los mismos, y que estas estén a vista de los operarios, colocando cada una de ellas en los puestos de trabajo respectivos; es decir de doblado, corte, trazado y taladrado. Con ello se reducirían en su totalidad los tiempos de demora, por espera de instrucciones. Ya que en las siguientes fichas técnicas encontrará todas las dimensiones necesarias y demás, para la fabricación de dichos productos.

© COMERCIAL DAMIAN E.I.R.L.

SUJETADOR METÁLICO

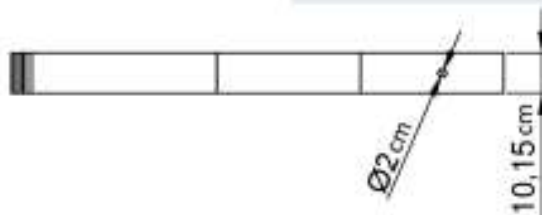


DESCRIPCIÓN

Son piezas metálicas utilizadas principalmente para obras de construcción, en las que aseguran que dos o más estructuras permanezcan juntas.



CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
MATERIA PRIMA	Platina de Acero de 3/4" x 4" x 6m
DIMENSIONES DE PRODUCTO	1,90 x 10,15 x 300 cm
COSTO DE MATERIA PRIMA (POR UNIDAD)	S/. 137,40
PRECIO DE VENTA (POR UNIDAD)	S/. 230,00



ELABORADO POR:

ANGEL WILFREDO
PATAZCA ZAMORA

Figura 32. Ficha técnica del sujetador metálico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

CUBIERTA METÁLICA



DESCRIPCIÓN

Son piezas metálicas muy versátiles debido a su geometría, para obras de edificación por lo que su uso se generaliza en diversos tipos de cubiertas, fachadas y forjados.



Figura 33. Ficha técnica de la cubierta metálica.

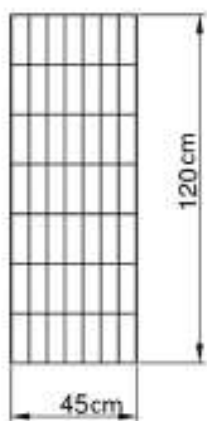
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

PLATAFORMA METÁLICA



DESCRIPCIÓN

Son piezas metálicas empleadas básicamente en pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructura en general.



CARACTERÍSTICA	DESCRIPCIÓN
MATERIA PRIMA	Planchas de acero laminadas en caliente de 2.9 x 1200 x 2400 mm
DIMENSIONES DE PRODUCTO	0,29 x 60 x 120 cm
COSTO DE MATERIA PRIMA (POR UNIDAD)	S/. 51,95
PRECIO DE VENTA (POR UNIDAD)	S/. 100,00



ELABORADO POR:

ÁNGEL WILFREDO PATAZCA ZAMORA

Figura 34. Ficha técnica de la plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

3.3.2.3. Desarrollo de propuesta 3: Traslado de uno de los anaqueles del almacén de materia prima

Para esta propuesta, se realizó el traslado, de uno de los anaqueles que se encontraba en el almacén de materia prima, y se adaptó en el espacio disponible que existía en el área de herramientas de trabajo; esta nueva ubicación lo califica como un nuevo almacén de materia prima, ya que ahora existirían 2. Además, permitió realizar un trabajo más flexible y de manera más rápida, reduciendo principalmente los tiempos improductivos.

En la siguiente figura se puede apreciar como quedo el nuevo almacén de materia prima, y sobretodo que los principales materiales que se encuentran allí, son las platinas y planchas metálicas, respectivas cada una, a las cubiertas y plataformas metálicas.



Figura 35. Almacén de materia prima secundario.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Asimismo, se puede apreciar la ubicación de la misma, la cual está muy cerca de la operación de cortado, y también de las demás operaciones.



Figura 36. Fotografía actual de la empresa.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Por otro lado, se muestran los nuevos diagramas de recorridos, de los tres productos en investigación, así como las nuevas distancias totales de todo el recorrido.

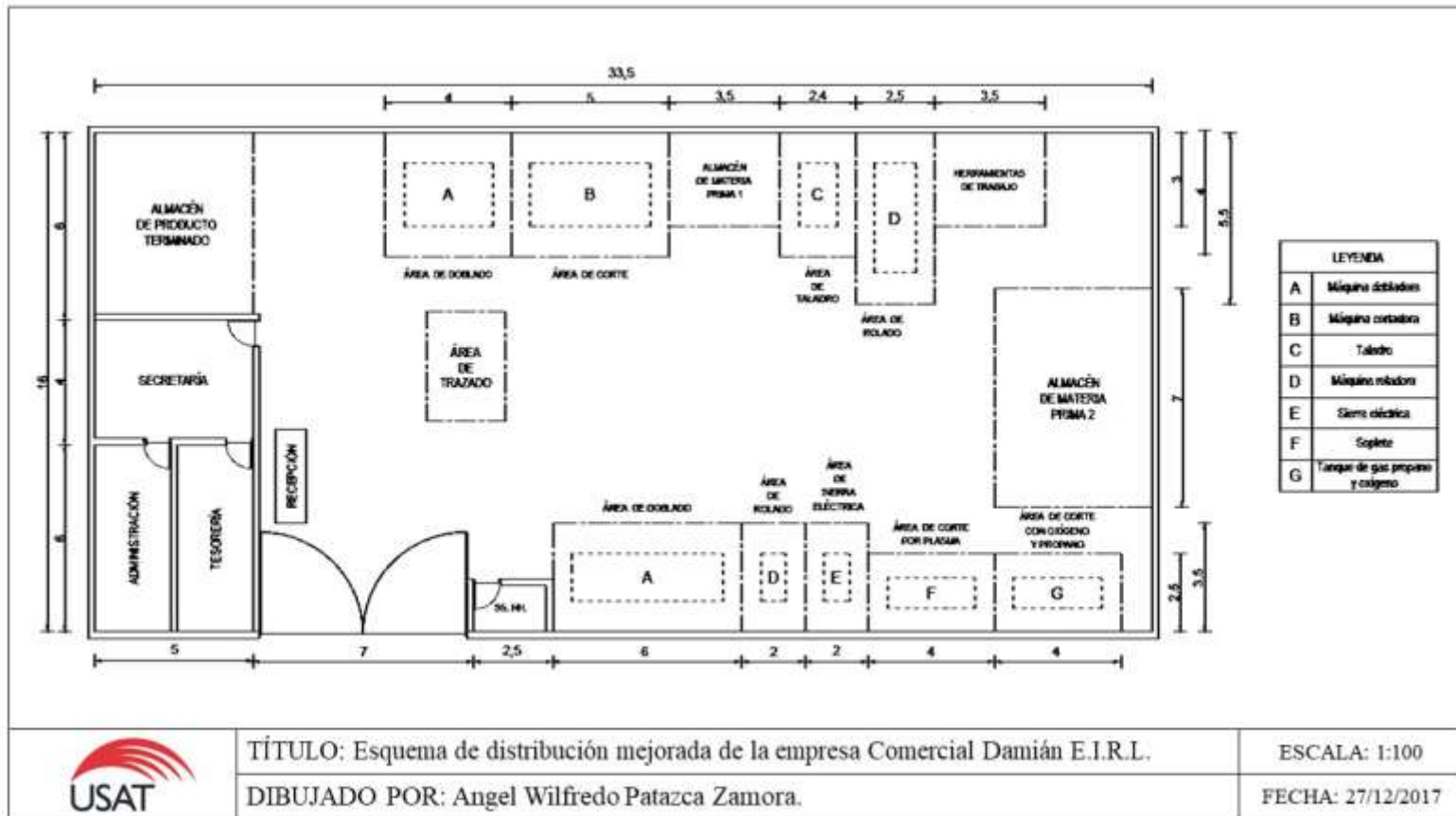


Figura 37. Esquema de distribución mejorada.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

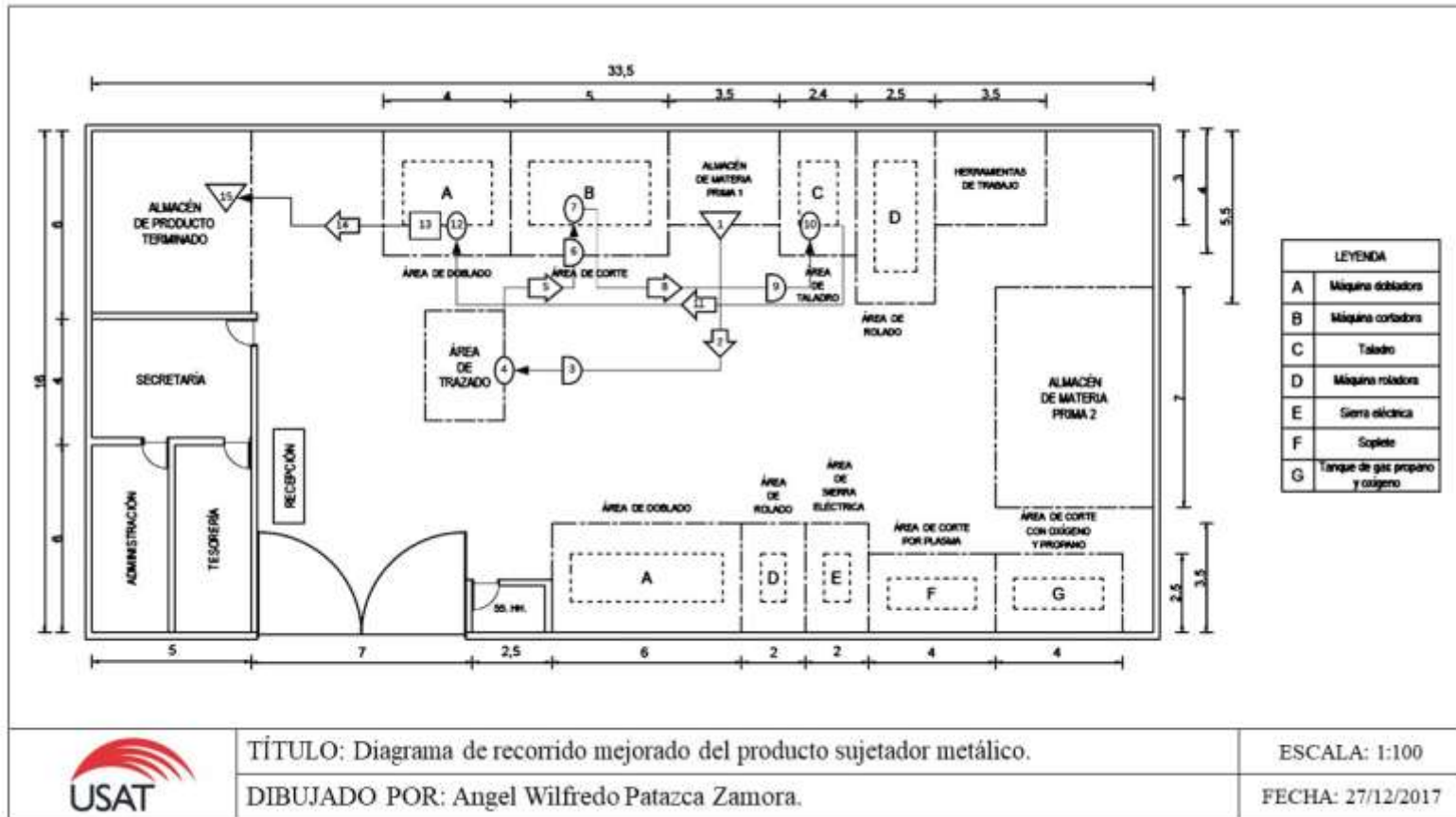


Figura 38. Diagrama de recorrido mejorado de sujetador metálico.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

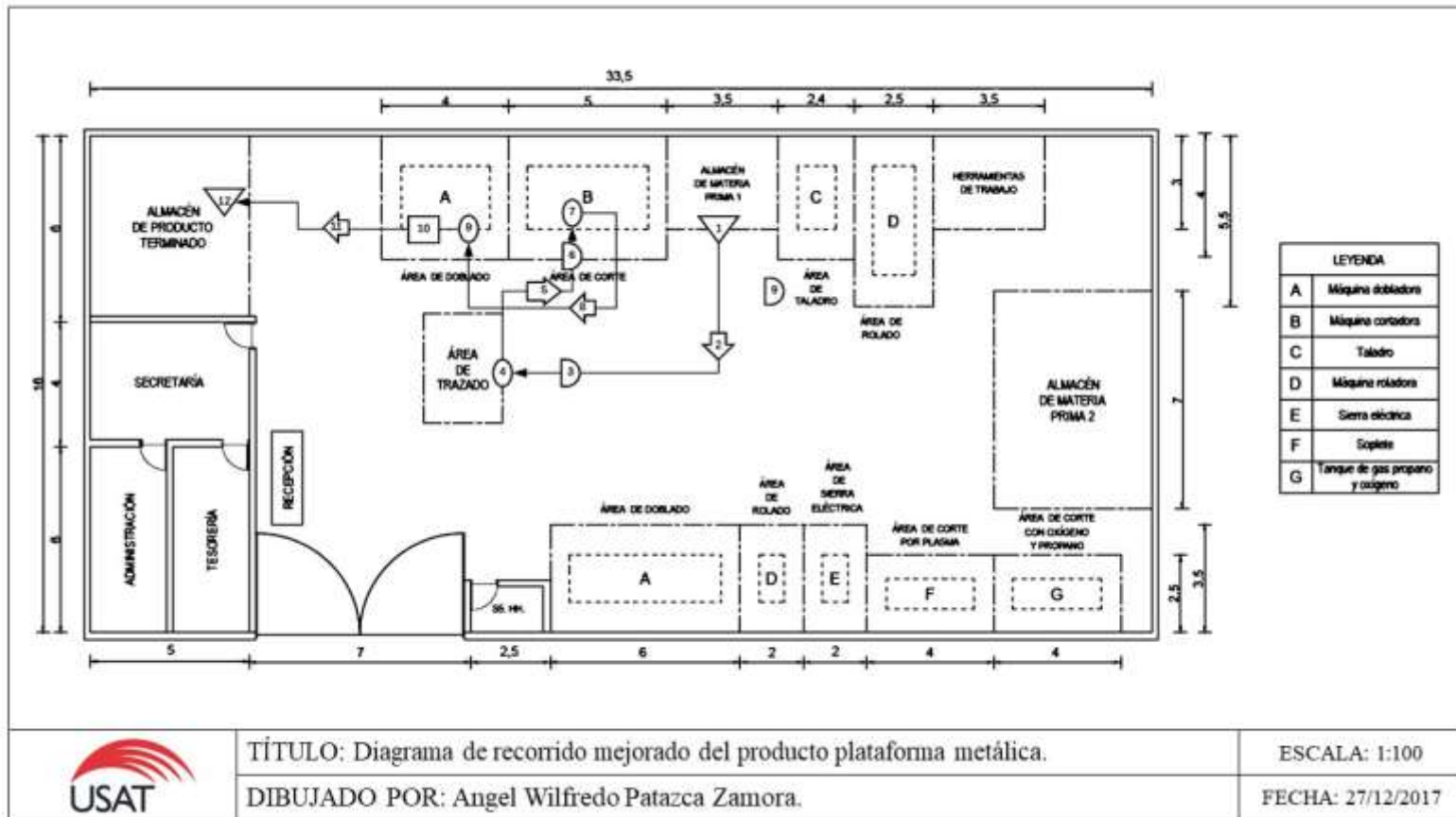


Figura 40. Diagrama de recorrido mejorado de plataforma metálica.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

3.3.3. Nuevos Indicadores de Producción y Productividad

Con todas las mejoras propuestas, el sistema productivo de la empresa, es más eficiente y reduce considerablemente las causas de los errores anteriormente planteadas. Es por ello que, para verificar estas mejoras, se analizó la base de datos de la empresa, con respecto a los meses de enero a mayo de 2018, la cual se mostró anteriormente en la tabla 50.

Asimismo, se muestra a continuación el detalle de estos productos vendidos y de los no vendidos, es decir cuál es la cantidad de productos pedidos que a la fecha siguen siendo rechazados. Determinando finalmente cuanto mejoró el índice de cumplimiento.

Tabla 66. Detalle de productos pedidos durante enero – mayo 2018.

2018			SUJETADOR METÁLICO		CUBIERTA METÁLICA		PLATAFORMA METÁLICA	
ENERO	TOTAL		1067		1498		701	
	CANTIDADES VENDIDAS	ENTREGADO	1049	1036	1478	1461	693	683
		RETRASADO		13		17		10
CANTIDADES NO VENDIDAS	RECHAZADO	18	18	20	20	8	8	
FEBRERO	TOTAL		1094		1541		722	
	CANTIDADES VENDIDAS	ENTREGADO	1086	1076	1525	1507	716	704
		RETRASADO		10		18		12
CANTIDADES NO VENDIDAS	RECHAZADO	8	8	16	16	6	6	
MARZO	TOTAL		1058		1539		709	
	CANTIDADES VENDIDAS	ENTREGADO	1058	1049	1531	1516	709	709
		RETRASADO		9		15		0
CANTIDADES NO VENDIDAS	RECHAZADO	0	0	8	8	0	0	
ABRIL	TOTAL		1101		1512		742	
	CANTIDADES VENDIDAS	ENTREGADO	1097	1097	1512	1494	742	742
		RETRASADO		0		18		0
CANTIDADES NO VENDIDAS	RECHAZADO	4	4	0	0	0	0	
MAYO	TOTAL		982		1537		774	
	CANTIDADES VENDIDAS	ENTREGADO	982	976	1527	1515	774	774
		RETRASADO		6		12		0
CANTIDADES NO VENDIDAS	RECHAZADO	0	0	10	10	0	0	
TOTAL			5 302		7 627		3 648	

Tabla 67. Cálculo del índice de cumplimiento mejorado.

Producto	Cantidad producida	Productos no atendidos por inadecuada planificación	Productos no atendidos por defectos	Cantidad rechazada	Total de productos registrados
	(C)	(D)	(E)	(D) + (E) = (F)	(C) + (F)
Sujetador metálico	5 272	0	30	30	5 302
Cubierta metálica	7 573	0	54	54	7 627
Plataforma metálica	3 648	0	14	14	3 648
Total	16 493				16 577

Asimismo, con estos valores, se procede a calcular el índice de cumplimiento total mejorado.

$$\text{Índ, Cumplimiento Ene – May 2018: } \frac{16\,493}{16\,577} \times 100 = 99,40\%$$

El indicador de cumplimiento de entrega a tiempo total, nos da como resultado para el periodo enero - mayo 2018, un nivel de 99,40% siendo un índice que evidencia la mejora significativa de la entrega de pedidos a tiempo, luego de las mejoras propuestas.

Otro de los indicadores que reflejan las mejoras, es el porcentaje de actividades productivas e improductivas; las cuales se muestran a continuación, el resumen de los porcentajes de actividades productivas e improductivas mejoradas por cada uno de los tres productos,

Tabla 68. Porcentajes de actividades improductivas mejoradas.

Producto	Actividades productivas		Actividades improductivas	
	(minutos)	(%)	(minutos)	(%)
Sujetador metálico	17,75	62,39	10,70	37,60
Cubierta metálica	14,18	59,37	9,56	40,6
Plataforma metálica	16,80	59,97	11,2	40,02

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

3.4. ANALISIS COSTO BENEFICIO

En el siguiente análisis costo – beneficio de la propuesta se observa el incremento de productos que se espera lograr en los próximos años y los ingresos económicos que estos significan. Para ello se ha tomado en cuenta los pronósticos realizados anteriormente, con los cual se determinará los ingresos y utilidades que percibirá la empresa al ejecutarse la propuesta. A continuación, se puede observar el incremento de productos y el valor económico que representa la propuesta de mejora en los años futuros hasta el 2022.

Tabla 69. Ingresos del proyecto para el año 2019.

Producto	Cantidad incrementada (unidades)	Precio de venta (S/.)	Total ingreso (S/.)
Sujetador metálico	50	230	11500
Cubierta metálica	321	65	20865
Plataforma metálica	207	100	20700
TOTAL			53065

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70. Ingresos del proyecto para el año 2020.

Producto	Cantidad incrementada (unidades)	Precio de venta (S/.)	Total ingreso (S/.)
Sujetador metálico	155	230	35650
Cubierta metálica	378	65	24570
Plataforma metálica	262	100	26200
TOTAL			86420

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71. Ingresos del proyecto para el año 2021.

Producto	Cantidad incrementada (unidades)	Precio de venta (S/.)	Total ingreso (S/.)
Sujetador metálico	212	230	48760
Cubierta metálica	283	65	18395
Plataforma metálica	293	100	29300
TOTAL			96455

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72. Ingresos del proyecto para el año 2022.

Producto	Cantidad incrementada (unidades)	Precio de venta (S/.)	Total ingreso (S/.)
Sujetador metálico	237	230	54510
Cubierta metálica	244	65	15860
Plataforma metálica	268	100	26800
TOTAL			97170

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Ingresos del proyecto para el año 2023.

Producto	Cantidad incrementada (unidades)	Precio de venta (S/.)	Total ingreso (S/.)
Sujetador metálico	162	230	37260
Cubierta metálica	183	65	11895
Plataforma metálica	226	100	22600
TOTAL			71755

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en los cuadros anteriores existe un incremento diferenciado en cuanto a productos, pues se puede ver que con la propuesta las unidades anuales de cubiertas metálicas, sujetadores metálicos y plataformas metálicas aumentan progresivamente conforme pasan los años, lo cual representa de manera global, un incremento económico anual.

Asimismo, a continuación, se muestra el estado de resultados, donde se puede apreciar los ingresos obtenidos con la mejora, así como los costos necesarios para la realización de dicho incremento, que incluye la materia prima utilizada y el costo por implementación de la herramienta de solución propuesta.

Tabla 74. Estado de resultado.

ESTADO DE RESULTADOS					
	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)	(S/.)
INGRESOS					
Sujetador metálico	11 500	35 650	48 760	54 510	37 260
Cubierta metálica	20 865	24 570	18 395	15 860	11 895
Plataforma metálica	20 700	26 200	29 300	26 800	22 600
Total	53 065	86 420	96 455	97 170	71 755
EGRESOS					
Costo Materia prima	38 565	62 378,5	69 024	69 429,5	51 209,5
Redistribución de anaquel de materia prima	500	0	0	0	0
Capacitación del personal	6 000	6 000	6 000	6 000	6 000
Fichas técnicas	150	150	150	150	150
Priorización y plan de producción	1 500	1500	1500	1500	1500
Total	40 721	70 028,5	76 674	77 079,5	58 859,5
UTILIDAD NETA	12 344	16 391,5	19 781	20 090,5	12 895,5

Fuente: Elaboración propia

Finalmente se procede a calcular el valor beneficio – costo de la propuesta:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costos}}$$

$$B/C = \frac{71\,755,00}{58\,859,50}$$

$$B/C = 1,23$$

Por lo tanto, el beneficio – costo de la propuesta es 1,23; lo que significa que por cada S/.1,00 invertido, la empresa Comercial Damián E.I.R.L. gana S/.1,23.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.CONCLUSIONES

Se determinó, a través del diagnóstico realizado, que los productos más representativos de la empresa son los sujetadores metálicos, cubiertas metálicas y plataformas metálicas; ya que estos en conjunto representaron el 81,29% de la producción total, y el 79,09% de las ventas realizadas, durante los años 2016 y 2017; es por ello que la presente investigación se basa solo en estos productos.

El principal problema es el retraso en la entrega de pedidos debido a la inadecuada planificación y a los defectos que tenían algunos de los productos pedidos, la cual generaba en la empresa, un ingreso no percibido de S/. 180 280,00 en el año 2017.

Se identificó que, con las mejoras propuestas, los porcentajes de las actividades improductivas para los 3 productos en estudio se redujeron, para el caso del sujetador metálico, en un 11,16%; para el caso de cubierta metálica, en un 13,63% y finalmente, para el caso de plataforma metálica, se redujo en un 6,1%.

Se obtuvo, a través del análisis costo – beneficio, un valor de 1,23 que representa que por cada S/.1,00 invertido, la empresa Comercial Damián E.I.R.L. gana S/.1,23.

Finalmente, como conclusión principal de la presente investigación se tiene que la empresa Comercial Damián E.I.R.L., con la implementación de las mejoras propuestas, se logró disminuir los retrasos en la entrega de pedidos en un 8,61% a la fecha (junio del 2018), y consecuentemente la cantidad de productos pedidos rechazados; evidenciando esto, con el aumento del indicador de cumplimiento.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a todas las futuras investigaciones que se realicen en empresas pequeñas y medianas, del sector metalmecánico, proponer un análisis anual de sus productos, aplicando las herramientas de análisis de la curva P-Q y análisis de la curva ABC, ya que teniendo en cuenta la gran cantidad de productos que ofrecen este tipo de empresas, será necesario para la administración de la misma, conocer cuáles son los productos más relevantes para ellos; y consecuente centrar sus esfuerzos en estos productos, permitiéndoles tomar mejores decisiones.

Se recomienda además en estas investigaciones que realicen un plan de producción anual, en base a la demanda histórica de cada empresa, y determinar la secuencia de su producción siguiendo con la metodología de Just in Time (Justo a tiempo), y su herramienta Heijunka, ya que esta permitirá poder guiar a todas las áreas y/o departamentos de la empresa, con respecto a la producción que deben realizar para cumplir satisfactoriamente la demanda de su o sus productos.

Se recomienda, a las futuras investigaciones en empresas del sector metalmecánico, siempre realizar charlas de capacitación a los operarios de producción, siendo estos los principales involucrados en la calidad y el perfecto estado de los productos que fabrican; así como realizar el control de los procesos mediante herramientas y/o material visual, que estandarice los procesos y no tengas los operarios, que estar esperando constantemente indicaciones u orientaciones de sus superiores. Asimismo, se le recomienda incentivar al crecimiento personal, con el fin de fidelizar a sus operarios, y que ellos trabajen con un mejor clima laboral.

Finalmente se recomienda a los investigadores de las empresas del sector metalmecánico, principalmente talleres de producción, analizar las áreas de trabajo con las que cuentan, debido a que pueden existir espacios que no estas siendo aprovechados en las mismas, y que puedan acortar distancias y mejorar tiempos en sus procesos de fabricación.


V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Mapokgole y C. Mbohwa, «The art of managing production disruptions in pump industry through visual management.» 6th IFAC Conference on Management and Control of Production and Logistics, Fortaleza, 2013.
- [2] P. Rewers, A. Hamrol, K. Żywicki, M. Bożek y W. Kulus, «Production Leveling as an Effective Method for Production Flow Control – Experience of Polish Enterprises.» Elsevier, Polonia, 2017.
- [3] M. Abu Savid. A Nur-E y A. Farid, «Application of Lean Tools for the Improvement of Process Cycle Efficiency of Moccasin Shoe Production Line.» Bangladesh, India.
- [4] Buenaventura y Rios, «Diseño guía para implementar las herramientas lean manufacturing junto con herramientas de ingeniería industrial en las empresas manufactureras» Cali, Colombia.
- [5] C. C. Sánchez Peñafiel , «Diseño de un programa de gestión utilizando el sistema pull en una empresa metalmecánica de la ciudad de Guayaquil.» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, 2014.
- [6] S. Jerez Orjuela, «Implementación de herramientas de lean manufacturing para la optimización de los procesos electrolíticos de la empresa ABS Cromosol Ltda.,» Universidad Agustiniana, Bogotá, 2017.
- [7] Cuatrecasas, Luis. 2012. Organización de la producción y dirección de operaciones. Madrid: Díaz de Santos.
- [8] Fucci R, Tomás. 1999. El Gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios. Argentina: UNBA.
- [9] Meyers, Fred. Estudio de tiempos y movimientos. Para una manufactura ágil. México: Pearson Educación, 2000.
- [10] Organización Internacional del Trabajo. 1996. Introducción al estudio del trabajo. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.
- [11] García, Roberto. Estudio del Trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill Interamericana, 2005
- [12] Arango, Martin, Luis Campuzano y Julián Zapata. Manufacturing process improvement using the Kanban. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, vol 14, 2015
- [13] Calderón, José y Carlos Rodríguez. Un enfoque gerencial de factores críticos para el éxito de los sistemas de información en la Pyme metalmecánica venezolana. Contaduría y Administración, vol. 57, 2012: 79-102

- [14] Centro de Desarrollo Industrial. “Industria Metal Mecánica 2013: Líderes Sector”. Consultado el 10 de mayo.
- [15] Deming, Edwards. Calidad, productividad y competitividad. Madrid: Díaz de Santos, 1989.
- [16] Freivalds, Niebel. 2009. Ingeniería Industrial Métodos, estándares y diseño del trabajo 12a edición. Mexico, D.F.: Mc Graw Hill
- [17] Gonzáles, Montserrat. 2006. Gestión de la producción. Cómo planificar y controlar la producción industrial. Vigo: Ideaspropias.
- [18] Groover, Mikell P. Fundamentos de manufactura moderna. 3ª. ed. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores, 2007. 1022p.
- [19] Heizer, Jay y Render, Barry. 2008. Dirección de la producción y de operaciones: Decisiones tácticas. Madrid: Pearson Educación.
- [20] Hansen, Don. Administración de costos: contabilidad y control. México: Thomson Learning, 2006.
- [21] Krajewski, Lee y Ritzman, Larry. 2000. Administración de operaciones: Estrategia y análisis. México: Pearson Educación.
- [22] Koontz, Harold. Administración: una perspectiva global y empresarial. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana, 2008.
- [23] Rojas Carlos. Diseño y control de producción. 1ª. Ed. Trujillo: LIMUSA S.A., 2006. 273p
- [24] Monge, Carlos, Jesús Cruz y Fabián López. Impact of Lean Manufacturing, Sustainable Manufacturing and Continuous Improvement in Operational Efficiency and Environmental Responsibility in Mexico. Información Tecnológica, vol 24, 2013: 15-32
- [25] Ovalle, Alex, Olga Ocampo y María T. Acevedo. Identification of technological gaps in industrial automation of companies in the metalworking sector of Caldas, Colombia. Ingeniería y Competitividad, vol 15, 2013: 171-182
- [26] Sipper, Daniel y Bulfin, Robert. 2000. Planeación y control de la producción. México: Mc Graw Hill.
- [27] Unión Industrial Argentina 2008. “Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo: Metalmecánica”. Consultado el 29 de mayo.
http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/jujuy/UIA_metalmecanica_08.pdf
- [28] Velez Gallergo, Mario. 2011. Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. Colombia: Iteckne
- [29] Ingenio Empresa. Suavización exponencial doble para pronosticar la demanda. 2016.
<https://ingenioempresa.com/suavizacion-exponencial-doble/>

VI. ANEXOS

Anexo 1. Carta de autorización de datos de la empresa.

 **COMERCIAL DAMIAN E.I.R.L.**
MZA. "K" LOTE. 1-4 - URB. SANTA MARIA - CHICLAYO - Telf: 074-320413
RUC. N° 20487443973

Chiclayo, 14 de Abril del 2015

Srta.
Mgtr. SONIA SALAZAR ZEGARRA
ESCUELA INGENIERIA INDUSTRIAL
DIRECTORA - USAT


Presente.-

En respuesta a su carta FI -CP-611-EII, de fecha 08 de Abril del presente, quien solicita autorización para realizar su tema de TESIS, del estudiante PATAZCA ZAMORA ANGEL WILFREDO.

COMERCIAL DAMIAN E.I.R.L., representado por su GERENTE Sr. ROBERTO DAMIAN BANCES, AUTORIZA, al estudiante PATAZCA ZAMORA ANGEL WILFREDO, para realizar su tema de TESIS, dándole todas las facilidades para acceder a nuestras instalaciones y brindarle todas las informaciones necesarias requeridas por dicho estudiante.

Por la presente hago propicia mi salud y estima personal.

Afentamente

COMERCIAL DAMIAN E.I.R.L.

Roberto Damián Bances
GERENTE GENERAL

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 2. Programa de mantenimiento de maquinaria de la empresa – 2016.

		AÑO 2016																								OBSERVACIONES		
Fecha Inic.	#	TIPO MITO	CORTADORA			SOPLATE			DOBLADORA			ROLADORA			SIERRA ELEC			TALADRO			TANQUES			TP	Costo			
			Corte por presión		Corte con plasma		Doblado		Rolado		Sierra eléctrica		Taladrado		Corte con oxígeno													
			Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.		
4-Ene	2	PREV.																									0	\$0.00
11-Ene	3	PREV.	1	\$/ 3,063.00	\$/3,063.00	1	\$/1,048.00	\$/1,048.00	1	\$/5,020.00	\$/5,020.00	1	\$/1,818.00	\$/1,818.00	1	\$/603.00	\$/603.00	1	\$/144.00	\$/144.00							6	\$/11,696.00
18-Ene	4	PREV.																									1	\$/191.00
25-Ene	5	PREV.																									0	\$0.00
1-Feb	6	PREV.																									0	\$0.00
8-Feb	7	PREV.																									2	\$/343.00
15-Feb	8	PREV.																									0	\$0.00
22-Feb	9	PREV.	1	\$/ 2,952.00	\$/6,015.00				1	\$/5,007.00	\$/10,027.00																2	\$/7,959.00
29-Feb	10	PREV.																									0	\$0.00
7-Mar	11	PREV.																									2	\$/332.00
14-Mar	12	PREV.																									0	\$0.00
21-Mar	13	PREV.																									0	\$0.00
28-Mar	14	PREV.																									0	\$0.00
4-Abr	15	PREV.	1	\$/ 3,029.00	\$/9,044.00	1	\$/993.00	\$/2,041.00	1	\$/4,972.00	\$/14,999.00	1	\$/1,870.00	\$/3,688.00	1	\$/664.00	\$/1,267.00	1	\$/131.00	\$/52.00	1	\$/194	\$/783.00	7	\$/11,853.00			
11-Abr	16	PREV.																									0	\$0.00
18-Abr	17	PREV.																									0	\$0.00
25-Abr	18	PREV.																									0	\$0.00
2-May	19	PREV.																									1	\$/184.00
9-May	20	PREV.	1	\$/ 3,239.00	\$/12,283.00				1	\$/4,961.00	\$/19,960.00																3	\$/8,347.00
16-May	21	PREV.																									0	\$0.00
23-May	22	PREV.																									0	\$0.00
30-May	23	PREV.																									0	\$0.00
6-Jun	24	PREV.																									0	\$0.00
13-Jun	25	PREV.																									1	\$/202.00
20-Jun	26	PREV.																									0	\$0.00
27-Jun	27	PREV.	1	\$/ 3,019.00	\$/15,302.00	1	\$/995.00	\$/3,036.00	1	\$/4,947.00	\$/24,907.00	1	\$/2,043.00	\$/5,731.00	1	\$/692.00	\$/1,959.00	1	\$/126.00	\$/825.00						6	\$/11,822.00	
4-Jul	28	PREV.																									1	\$/207.00
11-Jul	29	PREV.																									0	\$0.00
18-Jul	30	PREV.																									0	\$0.00
25-Jul	31	PREV.																									0	\$0.00
1-Ago	32	PREV.																									0	\$0.00
8-Ago	33	PREV.	1	\$/ 3,014.00	\$/18,316.00				1	\$/5,008.00	\$/29,915.00																4	\$/8,336.00
15-Ago	34	PREV.																									0	\$0.00
22-Ago	35	PREV.																									0	\$0.00
29-Ago	36	PREV.																									1	\$/190.00
5-Set	37	PREV.																									0	\$0.00
12-Set	38	PREV.																									0	\$0.00
19-Set	39	PREV.	1	\$/ 3,051.00	\$/21,367.00	1	\$/1,042.00	\$/4,078.00	1	\$/4,914.00	\$/34,829.00	1	\$/1,870.00	\$/7,601.00	1	\$/626.00	\$/2,585.00	1	\$/130.00	\$/1,081.00						6	\$/11,633.00	
26-Set	40	PREV.																									1	\$/193.00
3-Oct	41	PREV.																									0	\$0.00
10-Oct	42	PREV.																									0	\$0.00
17-Oct	43	PREV.																									0	\$0.00
24-Oct	44	PREV.																									0	\$0.00
31-Oct	45	PREV.	1	\$/ 3,142.00	\$/24,509.00				1	\$/4,966.00	\$/39,815.00																4	\$/8,445.00
7-Nov	46	PREV.																									0	\$0.00
14-Nov	47	PREV.																									0	\$0.00
21-Nov	48	PREV.																									1	\$/215.00
28-Nov	49	PREV.																									0	\$0.00
	0	PREV.	1	\$/ 3,048.00	\$/27,557.00	1	\$/966.00	\$/5,044.00	1	\$/5,055.00	\$/44,870.00	1	\$/1,846.00	\$/9,447.00	1			1	\$/140.00	\$/1,353.00						6	\$/11,055.00	
7-Ene	1	PREV.																									0	\$0.00
14-Ene	2	PREV.																									1	\$/205.00
21-Ene	3	PREV.																									0	\$0.00
			0	\$/ 27,557.00	\$/27,557.00	5	\$/5,044.00	\$/5,044.00	9	\$/44,870.00	\$/44,870.00	5	\$/9,447.00	\$/9,447.00	5	\$/2,585.00	\$/1,330.00	10	1353	\$/1,353.00	13	2552	\$/2,552.00	56	\$/93,408.00			

Anexo 3. Programa de mantenimiento de maquinaria de la empresa - 2017.

		AÑO 2017																										
		CORTADORA			SOPLETE			DOBLADORA			ROLADORA			SIERRA ELEC			TALADRO			TANQUES					OBSERVACIONES			
		Corte por presión			Corte con plasma			Doblado			Rolado			Sierra eléctrica			Taladrado			Corte con oxígeno								
Fecha Inic.	#	TIPO	MTTO	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.	Ejec	Costo	Acum.		TP	Costo	
2-Ene	1	PREV.	1	S/ 3,453.00	S/3,453.00					1	S/5,489.00	S/5,489.00	1	S/1,977.00	S/1,977.00										4	S/11,062.00		
9-Ene	2	PREV.																							0	S/0.00		
16-Ene	3	PREV.					1	S/1,170.00	S/1,170.00														1	226	S/226.00	2	S/1,396.00	
23-Ene	4	PREV.																							0	S/0.00		
30-Ene	5	PREV.																							0	S/0.00		
6-Feb	6	PREV.	1	S/ 3,199.00	S/6,652.00					1	S/4,610.00	S/10,099.00							1	S/144.00	S/287.00	1	222	S/448.00	4	S/8,175.00		
13-Feb	7	PREV.																							0	S/0.00		
20-Feb	8	PREV.																							0	S/0.00		
27-Feb	9	PREV.																							0	S/0.00		
6-Mar	10	PREV.	1	S/ 3,009.00	S/9,661.00															1	S/125.00	S/412.00	1	239	S/687.00	3	S/3,373.00	
13-Mar	11	PREV.					1	S/926.00	S/2,096.00	1	S/5,541.00	S/15,640.00	1	S/1,682.00	S/3,659.00	1	S/650.00	S/650.00							4	S/8,799.00		
20-Mar	12	PREV.																							0	S/0.00		
27-Mar	13	PREV.																							0	S/0.00		
3-Abr	14	PREV.	1	S/ 2,805.00	S/12,466.00					1	S/5,762.00	S/21,402.00							1	S/124.00	S/536.00	1	225	S/912.00	4	S/8,916.00		
10-Abr	15	PREV.																							0	S/0.00		
17-Abr	16	PREV.					1	S/922.00	S/3,018.00																1	S/922.00		
24-Abr	17	PREV.																							0	S/0.00		
1-May	18	PREV.																						1	193	S/1,105.00	1	S/193.00
8-May	19	PREV.	1	S/ 3,152.00	S/15,618.00					1	S/5,789.00	S/27,191.00	1	S/1,986.00	S/5,645.00				1	S/124.00	S/660.00				4	S/11,051.00		
15-May	20	PREV.																							0	S/0.00		
22-May	21	PREV.																							0	S/0.00		
29-May	22	PREV.																							0	S/0.00		
5-Jun	23	PREV.	1	S/ 3,345.00	S/18,963.00					1	S/5,247.00	S/32,438.00							1	S/134.00	S/794.00	1	184	S/1,289.00	4	S/8,910.00		
12-Jun	24	PREV.																							0	S/0.00		
19-Jun	25	PREV.					1	S/1,100.00	S/4,118.00																1	S/1,100.00		
26-Jun	26	PREV.																							0	S/0.00		
3-Jul	27	PREV.	1	S/ 3,231.00	S/22,194.00					1	S/5,107.00	S/37,545.00	1	S/1,769.00	S/7,414.00				1	S/127.00	S/921.00	1	230	S/1,519.00	5	S/10,464.00		
10-Jul	28	PREV.																							0	S/0.00		
17-Jul	29	PREV.																							0	S/0.00		
24-Jul	30	PREV.																							0	S/0.00		
31-Jul	31	PREV.																							0	S/0.00		
7-Ago	32	PREV.	1	S/ 3,463.00	S/25,657.00					1	S/6,000.00	S/43,545.00							1	S/750.00	S/1,671.00	1	195	S/1,714.00	4	S/10,408.00		
14-Ago	33	PREV.					1	S/1,056.00	S/5,174.00																1	S/1,056.00		
21-Ago	34	PREV.																							0	S/0.00		
28-Ago	35	PREV.																						1	184	S/1,898.00	1	S/184.00
4-Set	36	PREV.								1	S/4,932.00	S/48,477.00	1	S/1,700.00	S/9,114.00	1	S/680.00	S/1,330.00							3	S/7,312.00		
11-Set	37	PREV.																							0	S/0.00		
18-Set	38	PREV.	1	S/ 3,125.00	S/28,782.00															1	S/144.00	S/1,815.00				2	S/3,269.00	
25-Set	39	PREV.																						1	203	S/2,101.00	1	S/203.00
2-Oct	40	PREV.					1	S/910.00	S/6,084.00																1	S/910.00		
9-Oct	41	PREV.	1	S/ 3,377.00	S/32,159.00					1	S/4,547.00	S/53,024.00								1	S/128.00	S/1,943.00				3	S/8,052.00	
16-Oct	42	PREV.																							0	S/0.00		
23-Oct	43	PREV.																							0	S/0.00		
30-Oct	44	PREV.																						1	208	S/2,309.00	1	S/208.00
6-Nov	45	PREV.	1	S/ 3,392.00	S/35,551.00					1	S/4,677.00	S/57,701.00								1	S/143.00	S/2,086.00				3	S/8,212.00	
13-Nov	46	PREV.																							0	S/0.00		
20-Nov	47	PREV.																							0	S/0.00		
27-Nov	48	PREV.																							0	S/0.00		
4-Dic	49	PREV.								1	S/4,577.00	S/62,278.00	1	S/1,768.00	S/10,882.00									1	219	S/2,528.00	3	S/6,564.00
11-Dic	50	PREV.	1	S/ 3,252.00	S/38,803.00															1	S/138.00	S/2,224.00				2	S/3,390.00	
18-Dic	51	PREV.					1	S/838.00	S/6,922.00																1	S/838.00		
25-Dic	52	PREV.																							0	S/0.00		
			0	12	S/ 38,803.00	S/38,803.00	7	S/6,922.00	S/6,922.00	12	S/62,278.00	S/62,278.00	6	S/10,882.00	S/10,882.00	2	S/1,330.00	S/1,330.00	12	2224	S/2,224.00	12	2528	S/2,528.00	63	S/124,967.00		

Anexo 4. Coordinación para especificaciones de pedidos en la empresa.



Anexo 5. Producción total de la empresa, durante el año 2016.

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2016 (UNIDADES)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CUBIERTA METÁLICA	1 267	1 024	1 090	1 132	1 295	1 302	1 041	1 269	1 321	1 938	1 911	1 408	15 998
SUJETADOR METÁLICO	856	873	752	829	772	732	1 079	1 289	1 341	1 200	1 021	645	11 389
PLATAFORMA METÁLICA	488	341	443	367	312	353	569	930	761	683	686	449	6 382
TUBERÍA DE ACERO	134	144	438	208	229	295	266	493	167	632	377	239	3 622
CUBIERTA DE ESTRUCTURAS	124	63	54	77	157	125	142	337	178	274	263	223	2 017
ESPIRAL METÁLICO	123	118	86	62	44	95	126	168	183	173	210	128	1516
CUBIERTA SUPERIOR DE COCINA	63	67	19	44	45	56	48	51	51	36	52	56	588

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 6. Producción total de la empresa, durante el año 2017.

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2017 (UNIDADES)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
CUBIERTA METÁLICA	1 344	1 124	1 099	1 146	1 325	1 313	1 116	1 396	1 454	2 132	2 104	1 549	17 102
SUJETADOR METÁLICO	942	861	528	912	850	806	1 187	1 418	1 376	1 347	1 124	740	12 091
PLATAFORMA METÁLICA	537	776	481	401	574	589	626	823	938	886	777	594	8 002
TUBERÍA DE ACERO	148	159	432	229	252	326	293	543	185	696	415	263	3 941
CUBIERTA DE ESTRUCTURAS	137	123	142	104	173	138	157	371	196	287	275	246	2 349
ESPIRAL METÁLICO	116	113	95	69	49	105	139	185	102	191	205	139	1 508
CUBIERTA SUPERIOR DE COCINA	70	74	98	56	82	75	65	60	57	40	58	62	797

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 7. Valor de ventas mensual de la empresa, durante el año 2016.

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2016 (SOLES)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	TOTAL
SUJETADOR METÁLICO	196 880	200 790	172 960	190 670	177 560	168 360	248 170	296 470	308 430	276 000	234 830	148 350	261 9470
CUBIERTA METÁLICA	82 355	66 560	70 850	73 580	84 175	84 630	67 665	82 485	85 865	125 970	124 215	91 520	1 039 870
PLATAFORMA METÁLICA	48 800	34 100	44 300	36 700	31 200	35 300	56 900	93 000	76 100	68 300	68 600	44 900	638 200
CUBIERTA DE ESTRUCTURAS	21 700	11 025	9 450	13 475	27 475	21 875	24 850	58 975	31 150	47 950	46 025	39 025	352 975
TUBERÍA DE ACERO	11 390	12 240	37 230	17 680	19 465	25 075	22 610	41 905	14 195	53 720	32 045	20 315	307 870
CUBIERTA SUPERIOR DE COCINA	28 980	30 820	8 740	20 240	20 700	25 760	22 080	23 460	23 460	16 560	23 920	25 760	270 480
ESPIRAL METÁLICO	13 530	12 980	9 460	6 820	4 840	10 450	13 860	18 480	20 130	19 030	23 100	14 080	166 760

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 8. Valor de ventas mensual de la empresa, durante el año 2017.

PRODUCCIÓN DEL AÑO 2017 (SOLES)													
MES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOVI	DICI	TOTAL
SUJETADOR METÁLICO	216 660	198 030	121 440	209 760	195 500	185 380	273 010	326 140	316 480	309 810	258 520	170 200	278 0930
CUBIERTA METÁLICA	87 360	73 060	71 435	74 490	86 125	85 345	72 540	90 740	94 510	138 580	136 760	100 685	111 1630
PLATAFORMA METÁLICA	53 700	77 600	48 100	40 100	57 400	58 900	62 600	82 300	93 800	88 600	77 700	59 400	800 200
CUBIERTA DE ESTRUCTURAS	23 975	21 525	24 850	18 200	30 275	24 150	27 475	64 925	34 300	50 225	48 125	43 050	411 075
TUBERÍA DE ACERO	12 580	13 515	36 720	19 465	21 420	27 710	24 905	46 155	15 725	59 160	35 275	22 355	334 985
CUBIERTA SUPERIOR DE COCINA	32 200	34 040	45 080	25 760	37 720	34 500	29 900	27 600	26 220	18 400	26 680	28 520	366 620
ESPIRAL METÁLICO	12 760	12 430	10 450	7 590	5 390	11 550	15 290	20 350	11 220	21 010	22 550	15 290	165 880

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 9. Ficha técnica de platina de acero.

Platinas

CALIDAD: ASTM A36

DENOMINACIÓN:
PLAT A36.

DESCRIPCIÓN:
Producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular. Tiene las superficies lisas.

USOS:
En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas y otros.

NORMAS TÉCNICAS:
• Propiedades Mecánicas: ASTM A36/A36M
• Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en paquetes de 2 TM, formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	Kg/m	Kg/6m
1/8" x 1/2" x 6 m	0.32	1.92
1/8" x 5/8" x 6 m	0.39	2.34
1/8" x 3/4" x 6 m	0.48	2.88
1/8" x 1" x 6 m	0.64	3.84
1/8" x 1 1/4" x 6 m	0.80	4.80
1/8" x 1 1/2" x 6 m	0.95	5.70
1/8" x 2" x 6 m	1.27	7.62
3/16" x 1/2" x 6 m	0.48	2.88
3/16" x 5/8" x 6 m	0.61	3.66
3/16" x 3/4" x 6 m	0.74	4.44
3/16" x 1" x 6 m	0.98	5.88
3/16" x 1 1/4" x 6 m	1.18	7.08
3/16" x 1 1/2" x 6 m	1.42	8.52
3/16" x 2" x 6 m	1.90	11.40
3/16" x 2 1/4" x 6 m	2.14	12.84
3/16" x 2 1/2" x 6 m	2.37	14.22
3/16" x 3" x 6 m	2.85	17.10
1/4" x 1/2" x 6 m	0.64	3.84
1/4" x 5/8" x 6 m	0.80	4.80
1/4" x 3/4" x 6 m	0.95	5.70
1/4" x 1" x 6 m	1.28	7.68
1/4" x 1 1/4" x 6 m	1.58	9.48
1/4" x 1 1/2" x 6 m	1.90	11.40
1/4" x 2" x 6 m	2.53	15.18
1/4" x 2 1/2" x 6 m	3.16	18.96
1/4" x 3" x 6 m	3.80	22.80
1/4" x 4" x 6 m	5.06	30.36
3/8" x 1" x 6 m	1.92	11.52
3/8" x 1 1/4" x 6 m	2.38	14.28
3/8" x 1 1/2" x 6 m	2.85	17.10
3/8" x 2" x 6 m	3.80	22.80
3/8" x 2 1/2" x 6 m	4.74	28.44
3/8" x 3" x 6 m	5.70	34.20
3/8" x 4" x 6 m	7.60	45.60

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	Kg/m	Kg/6m
1/2" x 1" x 6 m	2.54	15.24
1/2" x 1 1/2" x 6 m	3.79	22.74
1/2" x 2" x 6 m	5.06	30.36
1/2" x 2 1/2" x 6 m	6.33	37.98
1/2" x 3" x 6 m	7.60	45.60
1/2" x 4" x 6 m	10.13	60.78
5/8" x 2 1/2" x 6 m	7.91	47.46
5/8" x 3" x 6 m	9.50	57.00
5/8" x 4" x 6 m	12.66	75.96
3/4" x 4" x 6 m	15.19	91.14
1" x 3" x 6 m	15.19	91.14
1" x 4" x 6 m	20.26	121.56

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

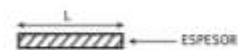
NORMA	%C máx	%Si máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M	0.26	0.40	0.04	0.05

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm:
 - 1/8" y 3/16" = 15.0% mínimo.
 - 1/4" = 17.5% mínimo.
 - 5/16", 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20.0% mínimo.
- Doblado a 180° = Bueno.
- Soldabilidad = Buena.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

DIMENSIÓN NOMINAL b (pulg)	ANCHO b (mm)	TOLERANCIAS (mm)			DESVIACIÓN MÁX. DE RECTITUD (mm/m)	LONGITUD (mm)
		ESPESOR		LONGITUD		
		e + 3/4"	3/4" ≤ e + 1 5/8"			
b < 2"	± 0.8	± 0.4	± 0.8	4.0	+ 50 - 0	
2" ≤ b < 3"	± 1.2					
3" ≤ b < 4"	± 1.5	± 1.0				
b ≥ 4"	± 2.0					



QCGA01-F104 / 02 / FEB 16

Fuente: Aceros Arequipa.

Anexo 10. Ficha técnica de planchas y bobinas lisas de acero.

Planchas y Bobinas

ZINCADAS

DENOMINACIÓN:
PZL JIS G 3302, BZL JIS G 3302.

DESCRIPCIÓN:
Están constituidas por planchas y bobinas lisas de acero laminado en frío, calidad comercial, revestidas por ambas superficies con una capa de zinc aplicada por inmersión en caliente. Tienen un tratamiento químico superficial de cromado seco, que garantiza una protección adecuada para las exigentes condiciones ambientales de nuestro país, prolongándose su vida útil.

USOS:
En la fabricación de paneles, coberturas, carrocerías, instalaciones para la avicultura, ductos, silos, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
JIS G 3302 o equivalente ASTM A653 / A 653M.

PRESENTACIÓN:
Las planchas vienen en paquetes de 2 TM aproximadamente.
Las bobinas vienen con peso mínimo de 4 TM.

DIMENSIONES NOMINALES:

PLANCHAS (*) (JIS 3302)	BOBINAS (BZ JIS 3302)
0.30 x 914 x 1,800 mm	0.30 x 914 mm
0.40 x 914 x 1,800 mm	0.40 x 914 mm
0.45 x 1,200 x 2,400 mm	0.45 x 1,200 mm
0.50 x 1,200 x 2,400 mm	0.50 x 1,200 mm
0.60 x 1,200 x 2,400 mm	0.60 x 1,200 mm
0.75 x 1,200 x 2,400 mm	0.75 x 1,200 mm
0.80 x 1,200 x 2,400 mm	0.80 x 1,200 mm
0.90 x 1,200 x 2,400 mm	0.90 x 1,200 mm
1.00 x 1,200 x 2,400 mm	1.00 x 1,200 mm
1.20 x 1,200 x 2,400 mm	1.20 x 1,200 mm
1.50 x 1,200 x 2,400 mm	1.50 x 1,200 mm

(*) Previa consulta, también se suministra a pedido en otras longitudes.

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%):

CALIDAD	% C	% MN MÁX.	% P MÁX.	% S MÁX.
ASTM A653 CS Type B	0.02 - 0.15	0.00	0.030	0.035

PROPIEDADES MECÁNICAS:
Calidad Comercial:
Límite de Fluencia mínimo = 2,110 - 3,860 kg/cm²
Alargamiento en 50 mm = 20.0 % mínimo (referencial)

REVESTIMIENTO DE ZINC:
G40 = Mínimo 120 g/m² (total en ambas caras)
G60 = Mínimo 180 g/m² (total en ambas caras)

Doblado a 180°: Diámetro de Pin = 4e

TOLERANCIAS DIMENSIONALES:
Según JIS G3302

1. Tolerancia en el Espesor (mm)

ESPESOR NOMINAL DEL METAL BASE (mm)	ANCHO NOMINAL (mm)	
	914	1200
0.30	± 0.05	± 0.05
0.40 - 0.55	± 0.06	± 0.06
0.60 - 0.75	± 0.07	± 0.07
0.80 - 0.90	± 0.07	± 0.08
1.00 - 1.20	± 0.08	± 0.09
1.25 - 1.50	± 0.10	± 0.11

2. Tolerancia en el Ancho: + 7 mm / - 0 mm

3. Tolerancia en la Longitud: + 15 mm / - 0 mm (aplicable a Planchas)

4. Tolerancia de Aplanado: Solamente para Planchas

ANCHO NOMINAL (mm)	TOLERANCIA (mm)
a < 1000	12
1000 < a < 1250	15

5. Curvado (sólo para bobinas): La flecha máxima será 0.1% de la longitud nominal.

GCC001-F204 / 01 / NOV 13

Fuente: Aceros Arequipa.

Anexo 11. Ficha técnica de plancha estriada de acero.

Planchas Estriadas LAC

DENOMINACIÓN:
PLACE A36

DESCRIPCIÓN:
Planchas de acero laminadas en caliente calidad comercial, con bordes de laminación o bordes cortados, con figuras geométricas resaltadas distribuidas en intervalos regulares, en una de las caras.

USOS:
En la construcción de plataformas, pisos, escaleras, equipamiento de transporte y circulación, y estructuras en general.

NORMAS TÉCNICAS:
ASTM A786 1 A786M
Adicionalmente, estos productos cumplen con las exigencias de la norma estructural respectiva, como A36.

PRESENTACIÓN:
Las planchas vienen sueltas en función del espesor o en paquetes de 2.0 TM mínimo.
A solicitud del cliente se emiten certificados de calidad.

DIMENSIONES NOMINALES:

PLACE ASTM A36
2.5 x 1,200 x 2,400 mm
2.9 x 1,200 x 2,400 mm
4.4 x 1,200 x 2,400 mm
5.9 x 1,200 x 2,400 mm

ANÁLISIS QUÍMICO DE COLADA (%):

ASTM	% C MÁX.	% Mn MÁX.	% P MÁX.	% S MÁX.	% Cu MÁX.
A36	0.02 ± 0.15	0.60	0.030	0.035	0.20

PROPIEDADES MECÁNICAS:

CALIDAD	NORMA	LÍMITE DE FLECCIÓN (Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (Kg/cm ²)	ALARGAMIENTO (%)	DOBLADO AL FRÍO (radio al menos)
Estructural	ASTM A36	2,110-3,510(*)	—————	25 mín.(*)	Sin fisura

(*)Valores referenciados.

TOLERANCIAS DE MASA Y DIMENSIONALES:
Según ASTM A786M

TOLERANCIAS DE MASA ESPECÍFICA:

ESPESOR NOMINAL (mm)	MASA ESPECÍFICA NOMINAL (Kg/m ²)	TOLERANCIA PARA MASA PROMEDIO DE LOTES (en % de la masa específica nominal)	
		+	-
2.5	20.69	8	5
2.9	23.67	8	5
4.4	35.58	6	5
5.9	47.29	5	3

Tolerancia en ancho: + 10 mm / - 0 mm
Tolerancia en longitud: + 13 mm / - 0 mm
Falta de aplanado: 24 mm máx.

QCGA01-F211 / 01 / NOV 15

Fuente: Aceros Arequipa.

Anexo 12. Resumen de toma de tiempos de fabricación de sujetador metálico.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																	
Producto:	Sujetador metálico										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora					
Proceso:	Producción										Motivo:	Diagnóstico del proceso actual					
Cantidad:	1 unidades										Fecha:	Abril - Junio 2017					
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	REDONDEAR (A-B)/(A+B)	N° observaciones según Mundel	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Val. Max	Val. Min				
	4-Abr	11-Abr	18-Abr	25-Abr	2-May	9-May	16-May	23-May	30-May	6-Jun							
Transporte a área de trazado	39	39	38	42	43	42	41	44	43	43	41	44	38	0.07	0.07	3	
Espera de instrucciones	75	77	77	75	71	73	72	83	74	72	75	83	71	0.08	0.08	4	
Trazado	117	112	113	118	114	120	109	118	114	110	115	120	109	0.05	0.05	1	
Transporte a área de corte	104	111	101	109	106	107	105	100	106	100	105	111	100	0.05	0.05	1	
Demora por centrado de material en maquinaria	54	50	56	59	54	53	52	60	51	59	55	60	50	0.09	0.09	5	
Corte de pieza	117	117	121	125	124	110	115	120	115	111	117	125	110	0.06	0.06	2	
Transporte a área de taladro	140	148	160	157	159	158	144	155	148	159	153	160	140	0.07	0.07	3	
Demora por centrado de material en maquinaria	50	55	54	50	51	52	55	53	55	50	53	55	50	0.05	0.05	1	
Taladro de agujeros en pieza	256	251	253	252	271	250	276	269	269	255	260	276	250	0.05	0.05	1	
Transporte a área de doblado	235	220	217	213	214	239	233	224	227	222	224	239	213	0.06	0.06	2	
Doblado de pieza	384	373	391	401	408	378	414	377	373	409	391	414	373	0.05	0.05	1	
Verificación	60	60	64	61	60	61	62	62	59	58	61	64	58	0.05	0.05	1	
Transporte a almacén	189	177	178	190	179	178	183	183	172	190	182	190	172	0.05	0.05	1	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Anexo 13. Resumen de toma de tiempos de fabricación de cubierta metálica.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																	
Producto:	Cubierta metálica										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora					
Proceso:	Producción										Motivo:	Diagnóstico del proceso actual					
Lote:	1 unidades										Fecha:	Abril - Junio 2017					
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	(A-B)/(A+B)	N° observaciones según Mundel	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Valor máximo	Valor mínimo				
	4-Abr	11-Abr	18-Abr	25-Abr	2-May	9-May	16-May	23-May	30-May	6-Jun							
Transporte a área de trazado	51	55	50	53	54	53	51	57	60	58	54.2	60	50	0.09	0.09	5	
Espera de instrucciones	105	90	105	105	105	90	90	90	105	90	97.5	105	90	0.08	0.08	4	
Trazado	165	165	135	165	150	165	150	165	165	165	159	165	135	0.10	0.10	7	
Transporte a área de corte	211	207	202	192	203	194	187	185	201	209	199.1	211	185	0.07	0.07	3	
Demora por preparación de maquinaria	59	60	54	57	52	55	56	52	52	61	55.8	61	52	0.08	0.08	4	
Corte de pieza	150	120	150	120	150	150	150	150	120	120	138	150	120	0.11	0.11	8	
Transporte a área de doblado	211	195	199	229	180	182	225	212	220	214	206.7	229	180	0.12	0.12	10	
Doblado de pieza	368	364	365	380	375	399	356	350	349	350	366	399	349	0.07	0.07	3	
Verificación	75	86	78	80	89	83	83	82	77	78	81.1	89	75	0.09	0.09	5	
Transporte a almacén	214	209	232	235	233	200	216	189	237	198	216.3	237	189	0.11	0.11	8	

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 14. Resumen de toma de tiempos de fabricación de plataforma metálica.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																
Producto:	Plataforma metálica										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción										Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Lote:	1 unidades										Fecha:	Abril - Junio 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	(A-B)/(A+B)	Nº observaciones según Mundel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Valor máximo	Valor mínimo			
	4-Abr	11-Abr	18-Abr	25-Abr	2-May	9-May	16-May	23-May	30-May	6-Jun						
Transporte a área de trazado	38	35	38	38	36	38	35	34	36	38	36.6	38	34	0.06	0.06	2
Espera de instrucciones	54	45	47	47	49	49	55	54	54	48	50.2	55	45	0.10	0.10	7
Trazado	38	38	34	38	33	37	38	36	38	35	36.5	38	33	0.07	0.07	3
Transporte a área de corte	203	212	190	213	203	203	212	183	206	182	200.7	213	182	0.08	0.08	4
Demora por preparación de maquinaria	50	50	40	40	50	40	50	50	50	40	46	50	40	0.11	0.11	8
Corte de pieza	105	90	105	90	105	105	105	105	105	90	101	105	90	0.08	0.08	4
Transporte a área de doblado	219	220	221	225	201	210	217	210	191	225	213.9	225	191	0.08	0.08	4
Doblado de pieza	600	720	720	720	720	720	660	720	660	720	696	720	600	0.09	0.09	5
Verificación	54	53	48	53	54	50	52	48	53	50	51.5	54	48	0.06	0.06	2
Transporte a almacén	206	201	191	208	189	201	196	188	184	180	194.4	208	180	0.07	0.07	3

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 15. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 1

Sustento de tiempos día 1

Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 4 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	42	38	37	39	42	39	38	39	38	39
Espera de instrucciones	75	77	77	75	74	74	78	74	73	74	75
Trazado	119	114	115	117	118	114	119	114	122	118	117
Transporte a área de corte	104	107	101	102	103	107	105	100	106	108	104
Demora por centrado de material en maquinaria	54	50	56	59	54	53	52	60	51	50	54
Corte de pieza	118	117	121	125	124	110	115	121	115	111	117
Transporte a área de taladro	138	140	140	143	143	139	140	142	138	138	140
Demora por centrado de material en maquinaria	50	51	48	50	51	52	48	50	52	51	50
Taladro de agujeros en pieza	256	251	253	252	258	250	261	254	261	268	256
Transporte a área de doblado	235	238	242	220	236	234	233	240	230	238	235
Doblado de pieza	380	373	382	392	399	378	414	377	373	375	384
Verificación	60	60	64	61	60	61	61	60	59	58	60
Transporte a almacén	189	191	189	190	185	189	191	192	180	190	189

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 16. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 2

Sustento de tiempos día 2

Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 11 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	42	38	37	39	42	39	38	39	38	39
Espera de instrucciones	75	76	78	78	77	74	78	78	76	75	77
Trazado	112	113	111	112	114	114	112	110	112	114	112
Transporte a área de corte	110	113	111	109	113	114	106	110	113	108	111
Demora por centrado de material en maquinaria	50	51	51	51	50	51	49	48	48	50	50
Corte de pieza	118	117	121	125	124	111	115	117	115	111	117
Transporte a área de taladro	151	151	150	141	148	145	145	150	149	151	148
Demora por centrado de material en maquinaria	55	53	57	58	52	55	58	58	52	54	55
Taladro de agujeros en pieza	250	250	252	252	251	251	255	254	251	248	251
Transporte a área de doblado	221	223	224	218	216	224	222	215	223	217	220
Doblado de pieza	377	378	377	377	376	369	365	366	366	374	373
Verificación	60	60	64	61	60	61	61	60	59	58	60
Transporte a almacén	179	183	171	175	175	170	184	174	178	182	177

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 17. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 3

Sustento de tiempos día 3											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 18 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	39	38	34	39	38	39	38	39	38	38
Espera de instrucciones	76	76	78	78	79	76	78	78	78	75	77
Trazado	113	114	110	112	114	114	112	113	112	115	113
Transporte a área de corte	101	101	104	100	100	101	102	100	103	102	101
Demora por centrado de material en maquinaria	58	58	54	54	53	56	55	56	55	56	56
Corte de pieza	120	123	122	120	120	121	122	120	122	119	121
Transporte a área de taladro	165	165	165	156	160	164	152	150	165	153	160
Demora por centrado de material en maquinaria	55	53	57	58	52	54	52	56	52	54	54
Taladro de agujeros en pieza	253	254	252	252	258	251	255	254	251	248	253
Transporte a área de doblado	217	217	216	218	216	220	218	211	223	217	217
Doblado de pieza	398	399	390	389	382	391	398	388	391	387	391
Verificación	60	64	64	61	65	62	66	64	66	63	64
Transporte a almacén	179	183	178	175	175	176	184	174	178	182	178

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 18. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 4

Sustento de tiempos día 4											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 25 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	42	43	42	40	43	42	40	42	43	40	42
Espera de instrucciones	77	75	76	73	76	74	73	77	77	76	75
Trazado	117	117	116	118	117	116	120	119	119	118	118
Transporte a área de corte	112	105	105	113	104	111	110	104	110	113	109
Demora por centrado de material en maquinaria	59	58	58	59	57	59	59	59	58	59	59
Corte de pieza	127	124	126	126	125	124	127	126	126	123	125
Transporte a área de taladro	160	162	158	156	156	158	152	150	165	153	157
Demora por centrado de material en maquinaria	48	52	51	52	50	50	51	52	50	51	50
Taladro de agujeros en pieza	253	254	252	252	250	251	255	254	251	248	252
Transporte a área de doblado	213	213	213	212	211	214	215	214	211	214	213
Doblado de pieza	400	399	405	400	398	404	402	405	398	400	401
Verificación	62	60	63	62	63	59	63	60	60	59	61
Transporte a almacén	187	190	183	191	188	190	192	193	192	193	190

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 19. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 5

Sustento de tiempos día 5

Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 2 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	45	45	43	43	43	42	44	42	42	45	43
Espera de instrucciones	70	72	72	70	72	71	72	72	72	70	71
Trazado	112	116	115	116	111	113	112	116	116	113	114
Transporte a área de corte	105	107	109	110	106	103	108	106	105	102	106
Demora por centrado de material en maquinaria	54	54	54	55	53	55	53	55	54	55	54
Corte de pieza	125	125	125	125	123	125	125	123	123	124	124
Transporte a área de taladro	160	162	158	156	156	158	158	156	165	153	159
Demora por centrado de material en maquinaria	48	52	51	52	50	50	51	52	50	51	51
Taladro de agujeros en pieza	271	273	268	271	270	271	270	272	273	270	271
Transporte a área de doblado	213	213	213	212	216	214	215	214	212	214	214
Doblado de pieza	404	399	410	414	403	405	413	409	411	411	408
Verificación	62	60	60	62	63	59	59	60	60	59	60
Transporte a almacén	177	179	178	181	183	178	179	180	179	180	179

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 20. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 6

Sustento de tiempos día 6

Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 9 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	42	40	43	43	43	42	44	42	42	40	42
Espera de instrucciones	70	72	72	74	72	71	72	75	72	75	73
Trazado	119	122	122	120	120	120	121	120	120	118	120
Transporte a área de corte	105	107	109	110	106	108	108	106	105	102	107
Demora por centrado de material en maquinaria	50	54	54	52	53	52	53	50	54	55	53
Corte de pieza	111	109	109	109	109	110	113	112	110	109	110
Transporte a área de taladro	160	162	158	156	156	158	158	156	165	153	158
Demora por centrado de material en maquinaria	48	52	51	52	54	53	51	52	55	51	52
Taladro de agujeros en pieza	249	253	251	253	248	250	252	250	248	249	250
Transporte a área de doblado	231	234	238	233	233	243	241	243	245	245	239
Doblado de pieza	380	377	378	379	376	378	379	379	377	377	378
Verificación	62	60	60	62	63	59	62	60	60	59	61
Transporte a almacén	177	179	178	181	178	178	179	178	179	177	178

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 21. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 7

Sustento de tiempos día 7											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 16 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	41	42	39	39	41	40	39	42	42	41
Espera de instrucciones	70	71	72	74	72	71	72	75	72	75	72
Trazado	109	108	110	109	109	109	109	109	111	111	109
Transporte a área de corte	105	105	106	108	106	104	106	106	105	102	105
Demora por centrado de material en maquinaria	50	54	54	52	53	52	53	50	54	50	52
Corte de pieza	116	116	116	115	114	116	114	114	113	114	115
Transporte a área de taladro	144	143	145	143	143	143	143	144	148	143	144
Demora por centrado de material en maquinaria	53	55	57	56	54	56	55	55	54	54	55
Taladro de agujeros en pieza	280	278	275	276	279	277	276	267	267	280	276
Transporte a área de doblado	234	234	230	231	234	234	234	234	235	234	233
Doblado de pieza	416	419	409	418	419	404	420	418	401	414	414
Verificación	62	60	60	62	63	64	62	63	60	59	62
Transporte a almacén	183	180	182	186	183	185	184	182	180	186	183

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 22. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 8

Sustento de tiempos día 8											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 23 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	45	45	47	42	43	47	42	47	42	43	44
Espera de instrucciones	88	81	77	75	93	92	86	73	73	92	83
Trazado	119	123	117	118	118	112	120	116	116	120	118
Transporte a área de corte	100	100	100	101	101	101	100	100	100	101	100
Demora por centrado de material en maquinaria	60	60	62	56	60	63	61	62	52	67	60
Corte de pieza	123	121	120	120	118	123	125	122	119	117	120
Transporte a área de taladro	152	157	158	155	154	155	158	158	156	144	155
Demora por centrado de material en maquinaria	53	55	57	56	54	50	52	51	50	54	53
Taladro de agujeros en pieza	261	260	273	272	269	274	272	269	274	264	269
Transporte a área de doblado	220	223	224	227	221	223	227	227	225	224	224
Doblado de pieza	373	379	378	379	373	379	376	377	372	388	377
Verificación	62	60	60	62	63	64	62	63	60	59	62
Transporte a almacén	183	180	182	186	183	185	184	182	180	186	183

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 23. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 9

Sustento de tiempos día 9

Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Sujetador metálico					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 30 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	45	47	42	43	41	42	47	42	43	43
Espera de instrucciones	73	71	75	72	79	73	79	74	76	72	74
Trazado	115	114	116	112	113	117	112	114	115	112	114
Transporte a área de corte	104	105	106	109	106	103	103	105	108	110	106
Demora por centrado de material en maquinaria	52	51	50	50	52	50	50	51	52	52	51
Corte de pieza	117	114	118	116	113	114	117	114	115	117	115
Transporte a área de taladro	149	148	146	150	146	147	149	146	149	147	148
Demora por centrado de material en maquinaria	53	55	57	56	55	55	52	53	55	54	55
Taladro de agujeros en pieza	261	260	273	272	269	274	272	269	274	264	269
Transporte a área de doblado	225	224	224	227	230	228	227	227	229	224	227
Doblado de pieza	373	379	373	379	373	370	372	370	372	371	373
Verificación	59	58	59	60	63	58	57	59	60	59	59
Transporte a almacén	171	170	172	170	171	175	171	171	175	171	172

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 24. Toma de tiempos de fabricación del sujetador metálico, día 10

Sustento de tiempos día 10

Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	41	45	47	42	43	41	42	47	42	43	43
Espera de instrucciones	73	71	75	72	72	73	71	74	71	72	72
Trazado	110	109	110	109	109	109	109	109	110	110	109
Transporte a área de corte	106	111	108	118	112	113	113	116	116	112	115
Demora por centrado de material en maquinaria	50	51	50	50	48	50	50	51	52	52	50
Corte de pieza	110	112	110	111	111	110	111	111	112	112	111
Transporte a área de taladro	149	149	153	150	154	154	151	154	153	153	153
Demora por centrado de material en maquinaria	62	56	56	59	55	56	60	61	65	65	60
Taladro de agujeros en pieza	279	277	281	278	279	279	278	280	277	282	278
Transporte a área de doblado	243	240	239	239	240	242	230	233	229	235	237
Doblado de pieza	373	379	373	379	373	370	372	370	377	380	375
Verificación	59	58	59	60	59	58	57	59	56	59	58
Transporte a almacén	171	170	172	170	171	175	171	171	175	171	172

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa.

Anexo 25. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 1

Sustento de tiempos día 1											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 4 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	51	49	52	50	50	51	52	50	50	51	51
Espera de instrucciones	101	109	108	105	108	107	109	101	102	104	105
Trazado	165	164	167	165	166	166	163	166	163	162	165
Transporte a área de corte	214	212	213	209	209	212	210	210	209	207	211
Demora por centrado de material en maquinaria	59	58	59	60	60	59	59	60	60	58	59
Corte de pieza	152	149	150	152	149	153	153	150	150	148	150
Transporte a área de doblado	212	213	214	210	210	205	206	208	215	213	211
Doblado de pieza	373	379	373	379	373	370	372	370	377	380	368
Verificación	77	76	75	73	75	76	73	74	73	74	75
Transporte a almacén	214	216	218	217	216	214	210	213	212	210	214

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 26. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 2

Sustento de tiempos día 2											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 11 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	57	56	52	54	55	56	56	54	55	55	55
Espera de instrucciones	91	90	90	89	92	88	92	93	89	90	90
Trazado	165	164	167	165	166	166	163	166	163	162	165
Transporte a área de corte	210	205	206	205	209	209	206	209	208	207	207
Demora por centrado de material en maquinaria	59	60	59	61	60	59	59	60	60	58	60
Corte de pieza	116	127	123	119	121	126	110	117	127	113	120
Transporte a área de doblado	192	192	204	191	193	192	203	190	197	198	195
Doblado de pieza	373	379	373	379	373	370	372	370	372	371	364
Verificación	88	80	84	83	90	91	81	90	82	88	86
Transporte a almacén	209	210	212	205	211	212	210	212	208	205	209

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 27. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 3

Sustento de tiempos día 3											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 18 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	51	49	50	49	51	50	49	49	49	50	50
Espera de instrucciones	99	109	109	109	110	100	106	109	102	94	105
Trazado	134	139	133	131	137	140	135	136	134	132	135
Transporte a área de corte	202	205	203	202	200	200	201	203	206	200	202
Demora por centrado de material en maquinaria	52	56	54	55	53	52	53	55	56	53	54
Corte de pieza	148	147	146	148	148	156	148	147	156	155	150
Transporte a área de doblado	204	199	196	196	196	201	203	195	199	205	199
Doblado de pieza	373	379	378	379	373	379	376	377	372	388	365
Verificación	79	80	78	78	78	77	78	78	80	77	78
Transporte a almacén	236	240	234	210	244	223	234	242	220	241	232

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 28. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 4

Sustento de tiempos día 4											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 25 de Abril de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	53	55	52	52	51	54	51	55	54	53	53
Espera de instrucciones	99	109	109	109	110	100	106	109	102	94	105
Trazado	151	166	170	160	155	159	176	169	175	165	165
Transporte a área de corte	191	192	189	191	191	192	195	193	190	191	192
Demora por centrado de material en maquinaria	56	55	55	56	59	54	58	55	59	59	57
Corte de pieza	125	119	121	112	127	128	118	114	118	122	120
Transporte a área de doblado	243	219	223	241	218	211	220	224	239	248	229
Doblado de pieza	390	371	371	387	389	354	374	380	394	391	380
Verificación	79	80	80	81	79	81	81	79	81	79	80
Transporte a almacén	236	245	234	224	244	223	234	242	225	241	235

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 29. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 5

Sustento de tiempos día 5											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 2 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	53	55	52	52	55	54	54	55	54	53	54
Espera de instrucciones	99	109	109	109	110	100	106	109	102	94	105
Trazado	150	151	150	149	150	151	152	151	148	150	150
Transporte a área de corte	208	206	199	198	206	194	202	202	204	206	203
Demora por centrado de material en maquinaria	50	50	54	50	50	51	54	53	53	50	52
Corte de pieza	148	147	146	148	148	156	148	147	156	155	150
Transporte a área de doblado	183	179	182	178	175	183	185	182	176	180	180
Doblado de pieza	380	377	378	379	376	378	379	379	377	377	375
Verificación	89	86	89	89	89	90	89	92	90	90	89
Transporte a almacén	230	238	234	224	244	223	234	235	225	241	233

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 30. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 6

Sustento de tiempos día 6											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 9 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	53	55	52	52	55	54	52	53	54	53	53
Espera de instrucciones	91	91	92	91	88	92	87	92	85	88	90
Trazado	170	164	168	170	158	160	168	167	169	155	165
Transporte a área de corte	201	200	192	190	192	200	193	190	190	196	194
Demora por centrado de material en maquinaria	56	59	51	53	57	55	52	55	58	58	55
Corte de pieza	148	147	156	155	148	147	146	148	148	156	150
Transporte a área de doblado	183	185	182	178	181	183	188	182	176	180	182
Doblado de pieza	400	399	405	400	398	404	402	405	398	400	399
Verificación	83	86	78	81	82	76	82	88	88	90	83
Transporte a almacén	204	199	203	205	199	200	197	198	203	196	200

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 31. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 7

Sustento de tiempos día 7											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 16 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	51	49	52	50	50	51	52	50	50	51	51
Espera de instrucciones	90	90	89	92	89	90	92	91	89	92	90
Trazado	146	146	152	148	149	154	151	154	155	149	150
Transporte a área de corte	185	186	188	185	195	186	187	184	192	186	187
Demora por centrado de material en maquinaria	60	62	54	52	58	54	53	56	55	58	56
Corte de pieza	152	149	150	152	149	153	153	150	150	148	150
Transporte a área de doblado	217	235	224	210	229	235	234	221	216	232	225
Doblado de pieza	400	399	405	400	398	329	402	405	398	310	356
Verificación	86	79	84	80	82	81	81	87	84	81	83
Transporte a almacén	214	216	226	217	216	214	218	213	212	210	216

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 32. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 8

Sustento de tiempos día 8											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 23 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	54	55	55	58	59	50	58	59	58	59	57
Espera de instrucciones	90	90	89	92	89	90	92	91	89	92	90
Trazado	169	159	163	166	167	168	158	165	166	164	165
Transporte a área de corte	185	186	188	185	189	186	180	184	184	186	185
Demora por centrado de material en maquinaria	52	53	54	52	51	54	51	50	55	52	52
Corte de pieza	152	149	150	152	149	153	153	150	150	148	150
Transporte a área de doblado	209	217	211	211	208	208	214	206	218	215	212
Doblado de pieza	390	371	371	387	389	354	374	380	394	310	350
Verificación	86	79	82	80	82	81	81	87	84	81	82
Transporte a almacén	182	182	187	187	188	193	190	186	189	203	189

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 33. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 9

Sustento de tiempos día 9											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 30 de Mayo de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	59	65	65	55	59	57	60	55	65	60	60
Espera de instrucciones	107	101	104	109	103	104	109	102	101	104	105
Trazado	169	159	163	166	167	168	158	165	166	164	165
Transporte a área de corte	204	201	202	205	208	195	208	196	197	197	201
Demora por centrado de material en maquinaria	52	53	54	52	51	54	51	50	55	52	52
Corte de pieza	119	119	119	119	121	120	122	121	122	121	120
Transporte a área de doblado	222	218	222	211	223	225	227	218	213	222	220
Doblado de pieza	373	379	373	379	373	320	339	310	323	380	349
Verificación	77	75	76	79	75	76	80	76	77	82	77
Transporte a almacén	241	231	233	234	242	236	247	238	238	229	237

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 34. Toma de tiempos de fabricación de la cubierta metálica, día 10

Sustento de tiempos día 10											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Cubierta metálica					Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción					Motivo:	Diagnóstico del proceso actual				
Cantidad:	1 unidad					Fecha:	martes, 6 de Junio de 2017				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	59	58	59	55	57	58	59	59	59	59	58
Espera de instrucciones	90	90	89	92	89	90	92	91	89	92	90
Trazado	169	159	163	166	167	168	158	165	166	164	165
Transporte a área de corte	197	196	218	209	210	205	211	213	220	206	209
Demora por centrado de material en maquinaria	58	60	60	59	60	62	58	65	65	60	61
Corte de pieza	119	119	119	119	121	120	122	121	122	121	120
Transporte a área de doblado	209	217	211	211	218	208	214	214	218	215	214
Doblado de pieza	373	336	373	340	373	345	372	370	377	380	350
Verificación	82	76	81	75	75	81	77	79	80	78	78
Transporte a almacén	204	205	206	191	194	194	197	198	201	194	198

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 35. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 1

Sustento de tiempos día 1											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Plataforma										Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción										Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1 unidad										martes, 4 de Abril de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	34	39	38	42	35	34	42	36	39	40	38
Espera de instrucciones	59	50	50	56	51	58	56	52	51	58	54
Trazado	40	34	39	40	40	35	34	34	42	40	38
Transporte a área de corte	206	209	195	205	198	210	202	199	208	196	203
Demora por preparación de maquinaria	47	51	51	47	53	47	50	54	49	48	50
Corte de pieza	109	108	103	104	104	103	107	108	98	107	105
Transporte a área de doblado	211	220	224	217	221	217	229	221	216	214	219
Doblado de pieza	577	588	570	590	620	602	644	593	570	644	600
Verificación	59	52	55	56	58	56	60	59	51	57	54
Transporte a almacén	205	208	209	203	204	202	208	208	207	208	206

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 36. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 2

Sustento de tiempos día 2											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Plataforma										Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción										Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1 unidad										martes, 11 de Abril de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	33	34	35	31	38	31	34	34	37	40	35
Espera de instrucciones	46	44	47	46	45	46	44	47	44	45	45
Trazado	37	39	38	39	39	36	39	37	37	38	38
Transporte a área de corte	214	201	210	211	212	204	218	220	217	216	212
Demora por preparación de maquinaria	51	52	49	51	51	49	48	49	49	51	50
Corte de pieza	92	91	88	90	91	91	89	90	89	91	90
Transporte a área de doblado	213	220	222	221	212	230	224	225	222	214	220
Doblado de pieza	722	680	722	673	728	671	746	753	748	756	720
Verificación	51	52	54	54	53	51	55	55	55	54	53
Transporte a almacén	200	200	198	194	209	203	203	200	203	200	201

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 37. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 3

Sustento de tiempos día 3											
Toma de tiempos - Estudio del trabajo											
Producto:	Plataforma										Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción										Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1 unidad										martes, 18 de Abril de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Transporte a área de trazado	38	36	38	37	38	36	36	41	35	40	38
Espera de instrucciones	49	46	47	45	49	48	48	44	45	46	47
Trazado	35	34	36	33	32	34	32	34	34	36	34
Transporte a área de corte	187	192	185	189	186	192	194	189	189	193	190
Demora por preparación de maquinaria	40	41	39	42	42	42	42	38	38	40	40
Corte de pieza	110	108	103	101	99	104	109	107	109	102	105
Transporte a área de doblado	213	222	226	221	212	228	224	229	222	216	221
Doblado de pieza	722	680	718	680	728	671	746	748	753	756	720
Verificación	48	50	49	47	47	50	48	47	47	50	48
Transporte a almacén	186	195	188	195	193	192	187	191	193	186	191

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 38. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 4

Sustento de tiempos día 4													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 25 de Abril de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	37	39	37	39	39	36	38	36	39	35	38		
Espera de instrucciones	47	46	44	44	49	44	44	46	46	48	47		
Trazado	37	39	36	35	36	38	39	38	39	38	38		
Transporte a área de corte	201	217	220	219	212	205	213	219	216	212	213		
Demora por preparación de maquinaria	42	40	42	39	41	40	40	40	41	38	40		
Corte de pieza	92	89	91	90	92	88	89	88	88	95	90		
Transporte a área de doblado	229	219	223	241	218	211	220	224	239	226	225		
Doblado de pieza	728	714	704	728	721	712	730	710	747	710	720		
Verificación	53	51	54	54	53	54	54	52	52	54	53		
Transporte a almacén	211	210	210	209	211	202	199	209	205	214	208		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 39. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 5

Sustento de tiempos día 5													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 2 de Mayo de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	35	38	38	34	37	37	34	37	36	34	36		
Espera de instrucciones	51	49	47	48	47	48	49	52	54	48	49		
Trazado	36	30	33	34	30	30	34	34	33	35	33		
Transporte a área de corte	204	202	207	196	206	206	195	207	203	204	203		
Demora por preparación de maquinaria	48	49	53	52	45	48	54	52	55	42	50		
Corte de pieza	105	110	98	104	98	107	104	107	109	109	105		
Transporte a área de doblado	204	199	199	207	196	196	196	207	202	207	201		
Doblado de pieza	728	714	704	728	712	712	730	721	744	710	720		
Verificación	52	54	53	56	55	52	52	53	55	55	54		
Transporte a almacén	185	186	201	189	183	204	192	192	181	180	189		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 40. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 6

Sustento de tiempos día 6													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 9 de Mayo de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	37	35	38	38	37	38	39	37	40	40	38		
Espera de instrucciones	48	46	47	48	47	49	51	47	55	48	49		
Trazado	38	39	36	37	34	39	39	38	39	34	37		
Transporte a área de corte	204	202	207	196	206	206	195	207	203	204	203		
Demora por preparación de maquinaria	43	40	43	39	37	42	36	41	40	43	40		
Corte de pieza	105	103	98	104	105	104	106	107	110	109	105		
Transporte a área de doblado	220	206	202	201	214	215	219	203	210	205	210		
Doblado de pieza	728	704	714	728	712	744	730	721	712	709	720		
Verificación	53	50	52	48	52	51	51	49	49	49	50		
Transporte a almacén	196	203	203	206	196	199	204	200	203	204	201		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 41. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 7

Sustento de tiempos día 7													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 16 de Mayo de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	33	32	33	37	33	33	36	36	37	38	35		
Espera de instrucciones	52	56	55	54	59	50	59	52	55	54	55		
Trazado	38	39	40	35	36	39	37	40	38	40	38		
Transporte a área de corte	220	209	210	211	215	218	206	209	212	211	212		
Demora por preparación de maquinaria	49	51	51	49	53	49	53	49	48	50	50		
Corte de pieza	102	108	105	107	108	106	110	99	105	102	105		
Transporte a área de doblado	223	214	217	212	217	216	219	211	219	217	217		
Doblado de pieza	650	659	662	691	677	686	658	664	641	610	660		
Verificación	53	51	53	52	51	50	53	53	51	52	52		
Transporte a almacén	198	196	198	193	200	196	195	199	194	195	196		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 42. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 8

Sustento de tiempos día 8													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 23 de Mayo de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	33	33	38	33	30	30	32	40	36	38	34		
Espera de instrucciones	59	59	55	55	52	50	50	50	55	53	54		
Trazado	30	32	40	31	34	35	40	39	37	40	36		
Transporte a área de corte	185	190	179	189	179	182	179	190	179	179	183		
Demora por preparación de maquinaria	51	48	52	48	51	48	48	51	52	51	50		
Corte de pieza	106	101	108	109	108	101	110	104	100	103	105		
Transporte a área de doblado	216	217	200	217	203	220	210	210	200	205	210		
Doblado de pieza	737	733	723	724	732	719	740	701	696	690	720		
Verificación	47	47	50	46	50	50	50	49	48	46	48		
Transporte a almacén	183	192	187	193	191	182	181	192	184	199	188		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 43. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 9

Sustento de tiempos día 9													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1	unidad										Fecha:	martes, 30 de Mayo de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	35	40	32	37	40	34	30	39	36	39	36		
Espera de instrucciones	55	52	51	54	53	50	60	51	59	58	54		
Trazado	39	38	36	37	39	37	39	36	39	39	38		
Transporte a área de corte	202	205	202	200	207	207	206	207	209	210	206		
Demora por preparación de maquinaria	52	48	50	51	52	48	51	49	49	50	50		
Corte de pieza	104	107	108	102	103	105	108	107	101	107	105		
Transporte a área de doblado	194	190	188	188	194	195	194	192	185	193	191		
Doblado de pieza	630	676	698	617	654	663	692	626	660	688	660		
Verificación	54	55	51	52	50	55	54	52	51	53	53		
Transporte a almacén	182	181	186	181	180	188	181	183	184	191	184		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 44. Toma de tiempos de fabricación de la plataforma metálica, día 10

Sustento de tiempos día 10													
Toma de tiempos - Estudio del trabajo													
Producto:	Plataforma											Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora
Proceso:	Producción											Motivo:	Diagnóstico del proceso actual
Cantidad:	1 unidad											Fecha:	martes, 6 de Junio de 2017
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Transporte a área de trazado	36	38	36	39	40	40	38	42	36	35	38		
Espera de instrucciones	44	49	45	50	54	50	45	47	52	45	48		
Trazado	35	38	33	35	36	32	33	34	37	38	35		
Transporte a área de corte	183	183	180	176	183	185	180	185	181	186	182		
Demora por preparación de maquinaria	43	39	38	38	43	39	39	43	43	39	40		
Corte de pieza	91	93	88	88	88	91	89	91	91	89	90		
Transporte a área de doblado	228	231	222	229	221	223	227	226	219	226	225		
Doblado de pieza	724	730	720	699	734	746	736	693	675	745	720		
Verificación	51	49	50	50	49	48	48	52	51	52	50		
Transporte a almacén	182	181	176	181	174	188	176	183	180	182	180		

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la empresa

Anexo 45. Clasificación mensual de sujetadores metálicos pedidos.

Producto	Sujetador metálico						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Mes	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)
Enero 2016	783	180 090	73	16 790	10	52	11 960
Febrero 2016	807	185 610	66	15 180	6	28	6 440
Marzo 2016	695	159 850	57	13 110	7	63	14 490
Abril 2016	753	173 190	76	17 480	11	72	16 560
Mayo 2016	709	163 070	63	14 490	4	56	12 880
Junio 2016	668	153 640	64	14 720	5	20	4 600
Julio 2016	1 020	234 600	59	13 570	8	75	17 250
Agosto 2016	1 203	276 690	86	19 780	9	64	14 720
Setiembre 2016	1 272	292 560	69	15 870	8	64	14 720
Octubre 2016	1 126	258 980	74	17 020	7	56	12 880
Noviembre 2016	971	223 330	50	11 500	12	72	16 560
Diciembre 2016	593	136 390	52	11 960	10	61	14 030
Total 2016	10 600	2 438 000	789	181 470	97	683	157 090
Enero 2017	864	198 720	78	17 940	7	43	9 890
Febrero 2017	811	186 530	50	11 500	10	23	5 290
Marzo 2017	487	112 010	41	9 430	7	36	8 280
Abril 2017	829	190 670	83	19 090	6	55	12 650
Mayo 2017	785	180 550	65	14 950	9	48	11 040
Junio 2017	731	168 130	75	17 250	5	24	5 520
Julio 2017	1 120	257 600	67	15 410	5	58	13 340
Agosto 2017	1 315	302 450	103	23 690	8	49	11 270
Setiembre 2016	1 296	298 080	80	18 400	5	54	12 420
Octubre 2016	1 248	287 040	99	22 770	10	43	9 890
Noviembre 2017	1 041	239 430	83	19 090	11	58	13 340
Diciembre 2017	667	153 410	73	16 790	8	50	11 500
Total 2017	11 194	2 574 620	897	206 310	91	541	124 430

Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 46. Clasificación mensual de cubiertas metálicas pedidas.

Producto	Cubierta metálica						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Mes	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)
Enero 2016	1 240	80 600	27	1 755	9	24	1 560
Febrero 2016	989	64 285	35	2 275	8	63	4 095
Marzo 2016	1 004	65 260	86	5 590	10	100	6 500
Abril 2016	1 084	70 460	48	3 120	8	29	1 885
Mayo 2016	1 225	79 625	70	4 550	7	35	2 275
Junio 2016	1 250	81 250	52	3 380	12	111	7 215
Julio 2016	951	61 815	90	5 850	11	123	7 995
Agosto 2016	1 219	79 235	50	3 250	12	43	2 795
Setiembre 2016	1 253	81 445	68	4 420	11	43	2 795
Octubre 2016	1 885	122 525	53	3 445	7	59	3 835
Noviembre 2016	1 870	121 550	41	2 665	8	14	910
Diciembre 2016	1 340	87 100	68	4 420	13	73	4 745
Total 2016	15 310	995 150	688	44 720	116	717	46 605
Enero 2017	1 307	84 955	37	2 405	7	21	1 365
Febrero 2017	1 082	70 330	42	2 730	7	47	3 055
Marzo 2017	1 045	67 925	54	3 510	8	69	4 485
Abril 2017	1 086	70 590	60	3 900	12	24	1 560
Mayo 2017	1 265	82 225	60	3 900	7	31	2 015
Junio 2017	1 256	81 640	57	3 705	11	75	4 875
Julio 2017	1 016	66 040	100	6 500	6	78	5 070
Agosto 2017	1 329	86 385	67	4 355	11	38	2 470
Setiembre 2016	1 372	89 180	82	5 330	8	38	2 470
Octubre 2016	2 060	133 900	72	4 680	7	50	3 250
Noviembre 2017	2 026	131 690	78	5 070	12	23	1 495
Diciembre 2017	1 460	94 900	89	5 785	5	56	3 640
Total 2017	16 304	1 059 760	798	51 870	101	550	35 750

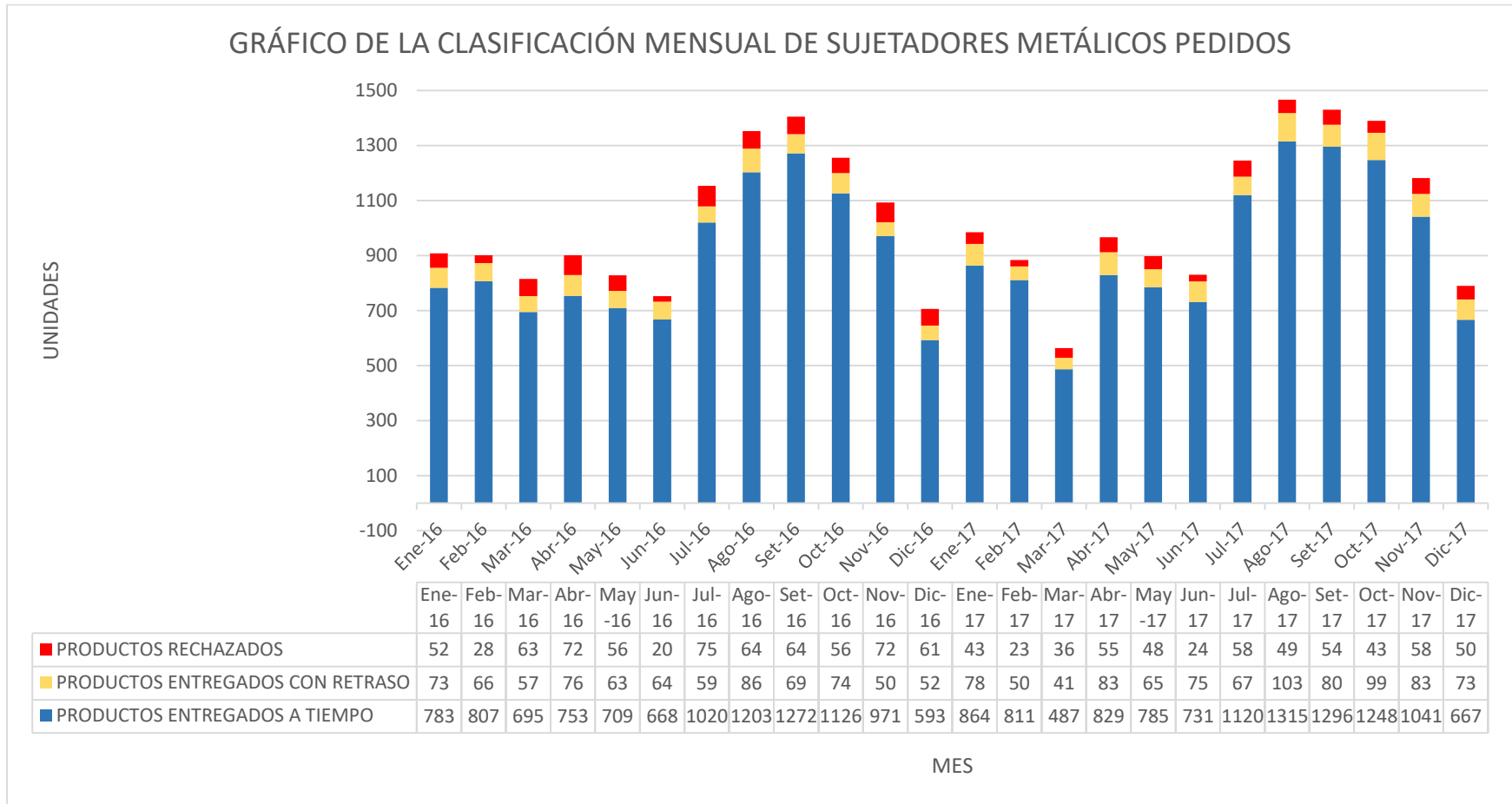
Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 47. Clasificación mensual de plataformas metálicas pedidas.

Producto	Plataforma metálica						
Estado	Productos entregados a tiempo		Productos entregados con retraso			Productos rechazados	
Mes	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)	Días promedio de demora (días)	Cantidad (unidad)	Valor en soles (s/.)
Enero 2016	429	42 900	59	5 900	9	58	5 800
Febrero 2016	303	30 300	38	3 800	7	12	1 200
Marzo 2016	426	42 600	17	1 700	8	49	4 900
Abril 2016	341	34 100	26	2 600	10	9	900
Mayo 2016	293	29 300	19	1 900	8	11	1 100
Junio 2016	323	32 300	30	3 000	7	20	2 000
Julio 2016	533	53 300	36	3 600	9	13	1 300
Agosto 2016	899	89 900	31	3 100	10	20	2 000
Setiembre 2016	731	73 100	30	3 000	7	35	3 500
Octubre 2016	638	63 800	45	4 500	11	32	3 200
Noviembre 2016	665	66 500	21	2 100	13	16	1 600
Diciembre 2016	391	39 100	58	5 800	9	22	2 200
Total 2016	5 972	597 200	410	41 000	108	297	29 700
Enero 2017	473	47 300	64	6 400	9	24	2 400
Febrero 2017	710	71 000	66	6 600	8	10	1 000
Marzo 2017	457	45 700	24	2 400	5	36	3 600
Abril 2017	371	37 100	30	3 000	11	0	0
Mayo 2017	547	54 700	27	2 700	7	0	0
Junio 2017	549	54 900	40	4 000	8	12	1 200
Julio 2017	579	57 900	47	4 700	6	0	0
Agosto 2017	788	78 800	35	3 500	5	16	1 600
Setiembre 2016	884	88 400	54	5 400	9	27	2 700
Octubre 2016	824	82 400	62	6 200	13	31	3 100
Noviembre 2017	749	74 900	28	2 800	7	20	2 000
Diciembre 2017	517	51 700	77	7 700	7	25	2 500
Total 2017	7 448	744 800	554	55 400	95	201	20 100

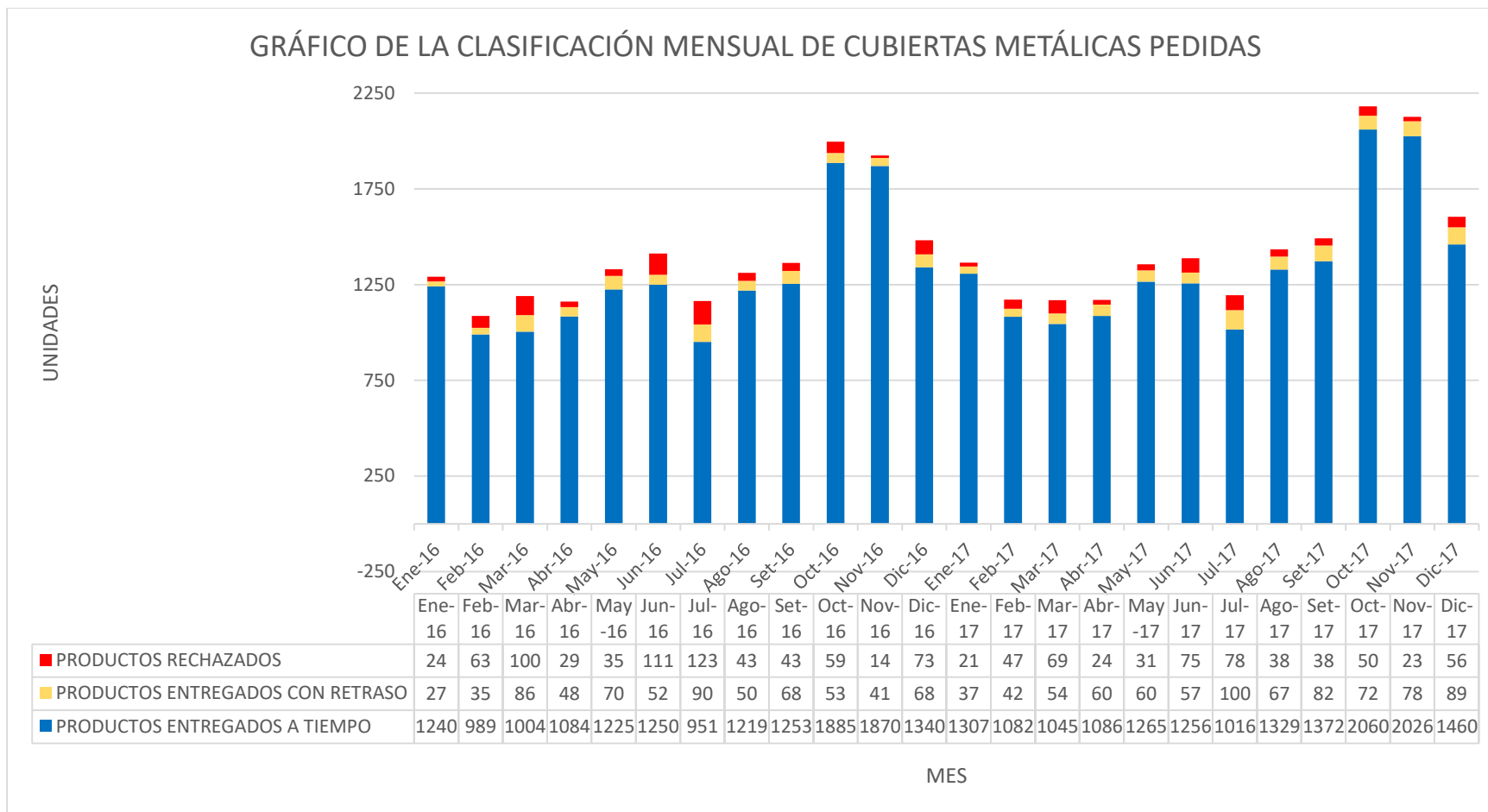
Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 48. Gráfico de la clasificación mensual de sujetadores metálicos pedidos.



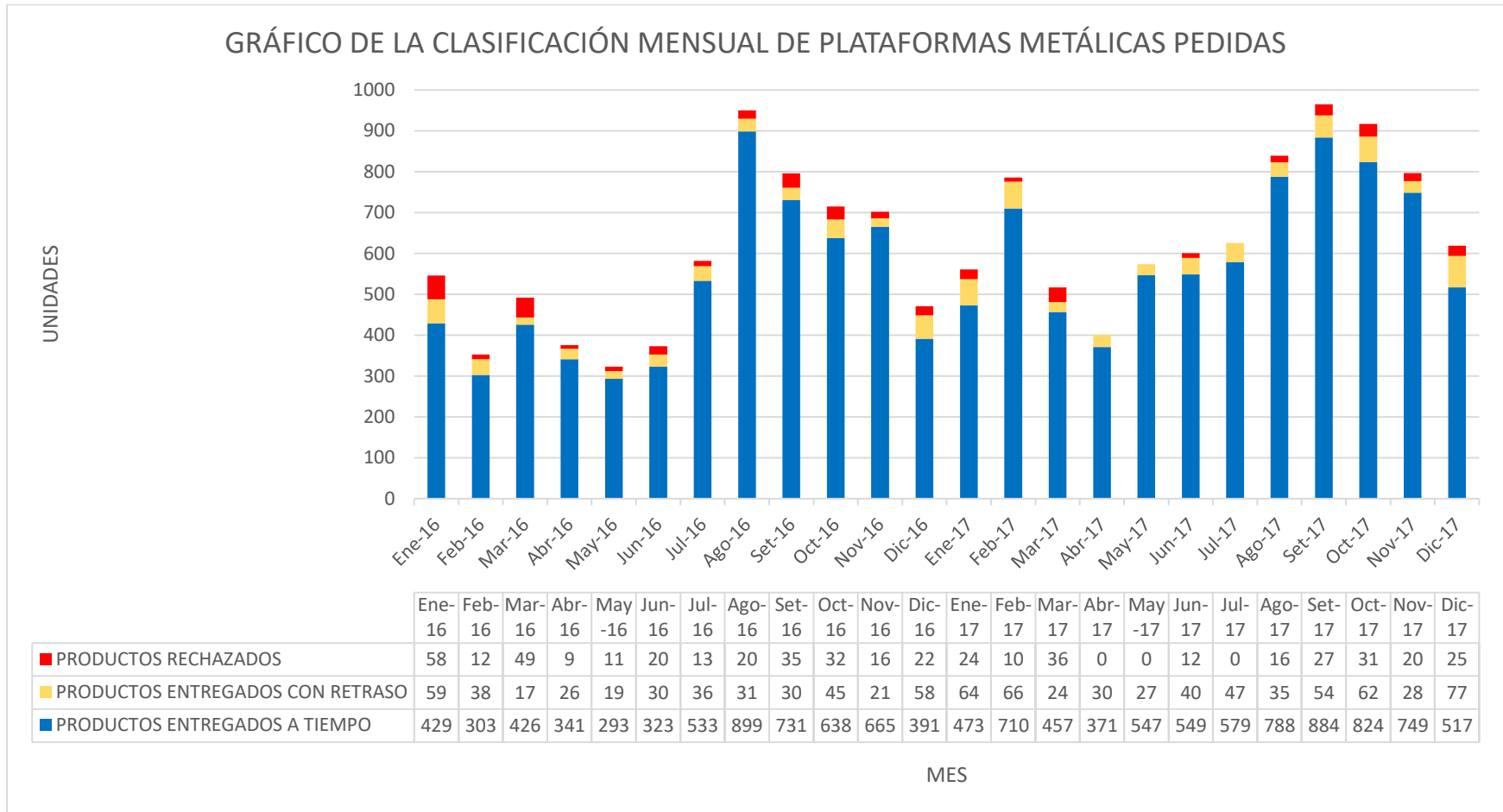
Fuente: Empresa Comercial Damián E.I

Anexo 49. Gráfico de la clasificación mensual de cubiertas metálicas pedidas.



Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 50. Gráfico de la clasificación mensual de plataformas metálicas pedidas.



Fuente: Empresa Comercial Damián E.I.R.L.

Anexo 51. Pronóstico de demanda de sujetador metálico.

Para este pronóstico, se tomó como valor alfa (α): 0,1; y como valor beta (β) 0,4. Como primer paso fue calcular el pronóstico suavizado, paso siguiente determinar la tendencia suavizada y finalmente se calculó el pronóstico con ajuste a la tendencia. A continuación, se muestran los resultados de este análisis:

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2016	Enero	856	856,00	0,00	856,00
2016	Febrero	873	856,00	0,00	856,00
2016	Marzo	752	857,70	0,68	858,38
2016	Abril	829	847,74	-3,58	844,17
2016	Mayo	772	842,65	-4,18	838,47
2016	Junio	732	831,82	-6,84	824,98
2016	Julio	1 079	815,68	-10,56	805,12
2016	Agosto	1 289	832,51	0,40	832,91
2016	Septiembre	1 341	878,52	18,64	897,15
2016	Octubre	1 200	941,54	36,39	977,93
2016	Noviembre	1 021	1 000,14	45,28	1 045,41
2016	Diciembre	645	1 042,97	44,30	1 087,27
2017	Enero	942	1 043,04	26,61	1 069,65
2017	Febrero	861	1 056,89	21,50	1 078,39
2017	Marzo	528	1 056,65	12,81	1 069,46
2017	Abril	912	1 015,31	-8,85	1 006,46
2017	Mayo	850	997,01	-12,63	984,38
2017	Junio	806	970,94	-18,01	952,94
2017	Julio	1187	938,25	-23,88	914,36
2017	Agosto	1418	941,63	-12,98	928,65
2017	Septiembre	1376	977,58	6,60	984,18
2017	Octubre	1347	1023,36	22,27	1045,63
2017	Noviembre	1124	1075,77	34,32	1110,09
2017	Diciembre	740	1042,97	44,30	1087,27
2018	Enero	1 088,00	1043,04	26,61	1069,65
2018	Febrero	1 070,00	1056,89	21,50	1078,39
2018	Marzo	1 079,00	1056,65	12,81	1069,46
2018	Abril	1 070,00	1015,31	-8,85	1006,46
2018	Mayo	1 007,00	997,01	-12,63	984,38
2018	Junio	985,00	970,94	-18,01	952,94
2018	Julio	953,00	938,25	-23,88	914,36
2018	Agosto	915,00	941,63	-12,98	928,65
2018	Septiembre	929,00	977,58	6,60	984,18
2018	Octubre	985,00	1 023,36	22,27	1 045,63
2018	Noviembre	1 046,00	1 075,77	34,32	1 110,09
2018	Diciembre	1 111,00	1 111,48	34,88	1 146,36
2019	Enero	1147,00	1 052,54	30,41	1 082,95
2019	Febrero	1083,00	1 071,49	27,34	1 098,83
2019	Marzo	1099,00	1 077,55	21,17	1 098,72
2019	Abril	1099,00	1 070,41	13,19	1 083,60
2019	Mayo	1084,00	1 012,81	-6,31	1 006,50

2019	Junio	1007,00	986,64	-11,73	974,92
2019	Julio	975,00	956,15	-16,72	939,42
2019	Agosto	940,00	918,23	-22,34	895,89
2019	Septiembre	896,00	927,28	-13,52	913,76
2019	Octubre	914,00	978,66	4,39	983,05
2019	Noviembre	984,00	1039,57	19,84	1059,41
2019	Diciembre	1 060,00	1103,68	31,76	1135,44
2020	Enero	1 136,00	1142,83	33,47	1176,29
2020	Febrero	1 177,00	1089,36	32,97	1122,33
2020	Marzo	1 123,00	1097,25	26,71	1123,96
2020	Abril	1 124,00	1098,75	21,18	1119,92
2020	Mayo	1 120,00	1085,14	13,80	1098,94
2020	Junio	1 099,00	1014,25	-3,21	1011,04
2020	Julio	1 012,00	978,13	-10,44	967,69
2020	Agosto	968,00	942,98	-15,30	927,68
2020	Septiembre	928,00	900,30	-20,57	879,73
2020	Octubre	880,00	911,98	-14,23	897,75
2020	Noviembre	898,00	976,15	1,63	977,77
2020	Diciembre	978,00	1051,87	16,83	1068,70
2021	Enero	1 069,00	1127,90	28,74	1156,64
2021	Febrero	1 157,00	1172,26	31,85	1204,12
2021	Marzo	1 205,00	1127,79	35,16	1162,95
2021	Abril	1 163,00	1123,86	26,67	1150,53
2021	Mayo	1 151,00	1120,33	21,34	1141,67
2021	Junio	1 142,00	1101,05	14,65	1115,70
2021	Julio	1 116,00	1019,84	0,31	1020,15
2021	Agosto	1 021,00	972,12	-8,67	963,45
2021	Septiembre	964,00	931,71	-13,69	918,02
2021	Octubre	919,00	884,55	-18,64	865,91
2021	Noviembre	866,00	895,98	-14,94	881,03
2021	Diciembre	882,00	969,80	-1,56	968,23
2022	Enero	969,00	1059,63	13,20	1072,83
2022	Febrero	1 073,00	1147,88	25,24	1173,11
2022	Marzo	1 174,00	1199,41	29,97	1229,38
2022	Abril	1 230,00	1167,16	36,84	1204,00
2022	Mayo	1204,00	1151,78	27,17	1178,95
2022	Junio	1 179,00	1142,60	21,71	1 164,32
2022	Julio	1 165,00	1118,33	15,70	1 134,02
2022	Agosto	1 135,00	1029,73	4,14	1 033,87
2022	Septiembre	1 034,00	969,20	-6,37	962,83
2022	Octubre	963,00	922,62	-11,85	910,77
2022	Noviembre	911,00	871,22	-16,52	854,70
2022	Diciembre	855,00	879,53	-15,55	863,98
2023	Enero	864,00	959,61	-5,01	954,60
2023	Febrero	955,00	1 062,45	9,05	1 071,49
2023	Marzo	1 072,00	1 163,10	21,23	1 184,34
2023	Abril	1 185,00	1 223,84	27,75	1 251,59
2023	Mayo	1 252,00	1 206,60	37,88	1 244,47
2023	Junio	1 245,00	1 181,45	28,17	1 209,62

2023	Julio	1 210,00	1 165,79	22,30	1 188,09
2023	Agosto	1 189,00	1 137,12	16,94	1 154,06
2023	Septiembre	1 155,00	1 043,99	8,19	1 052,17
2023	Octubre	1 053,00	969,95	-3,52	966,43
2023	Noviembre	967,00	916,00	-9,76	906,24
2023	Diciembre	907,00	860,33	-14,27	846,06

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen del pronóstico realizado:

Variación de demanda según años		
Año	Demanda	Variación
2016	11 389,00	
2017	12 091,00	6%
2018	12 238,00	1%
2019	12 288,00	0,4%
2020	12 443,00	1,3%
2021	12 655,00	1,7%
2022	12 892,00	1,9%
2023	13 054,00	1,3%

Por otro lado, para validar el método es necesario observar el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), el cual, si este valor es menor al 20%, indicará que este pronóstico es el más adecuado. A continuación, se muestran los resultados de la medición de error:

Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	856	856	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	873	856	17,00	17,00	289,00	1,95%
3	752	858	-106,38	106,38	11316,70	14,15%
4	829	844	-15,17	15,17	230,03	1,83%
5	772	838	-66,47	66,47	4418,03	8,61%
6	732	825	-92,98	92,98	8645,43	12,70%
7	1079	805	273,88	273,88	75008,66	25,38%
8	1289	833	456,09	456,09	208021,86	35,38%
9	1341	897	443,85	443,85	196999,01	33,10%
10	1200	978	222,07	222,07	49314,33	18,51%
11	1021	1045	-24,41	24,41	596,05	2,39%
12	645	1087	-442,27	442,27	195604,26	68,57%
13	942	1070	-127,65	127,65	16295,21	13,55%
14	861	1078	-217,39	217,39	47258,17	25,25%
15	528	1069	-541,46	541,46	293175,64	102,55%
16	912	1006	-94,46	94,46	8922,59	10,36%
17	850	984	-134,38	134,38	18058,87	15,81%
18	806	953	-146,94	146,94	21591,20	18,23%
19	1187	914	272,64	272,64	74331,27	22,97%
20	1418	929	489,35	489,35	239464,85	34,51%
21	1376	984	391,82	391,82	153522,80	28,48%

22	1347	1046	301,37	301,37	90823,05	22,37%
23	1124	1110	13,91	13,91	193,43	1,24%
24	740	1087	-347,27	347,27	120597,64	46,93%
25	1088	1070	18,35	18,35	336,62	1,69%
26	1070	1078	-8,39	8,39	70,38	0,78%
27	1079	1069	9,54	9,54	91,07	0,88%
28	1070	1006	63,54	63,54	4037,40	5,94%
29	1007	984	22,62	22,62	511,52	2,25%
30	985	953	32,06	32,06	1027,88	3,25%
31	953	914	38,64	38,64	1492,87	4,05%
32	915	929	-13,65	13,65	186,28	1,49%
33	929	984	-55,18	55,18	3044,85	5,94%
34	985	1046	-60,63	60,63	3676,16	6,16%
35	1046	1110	-64,09	64,09	4107,81	6,13%
36	1111	1146	-35,36	35,36	1250,56	3,18%
37	1147	1083	64,05	64,05	4102,06	5,58%
38	1083	1099	-15,83	15,83	250,57	1,46%
39	1099	1099	0,28	0,28	0,08	0,03%
40	1099	1084	15,40	15,40	237,18	1,40%
41	1084	1007	77,50	77,50	6005,74	7,15%
42	1007	975	32,08	32,08	1029,16	3,19%
43	975	939	35,58	35,58	1265,77	3,65%
44	940	896	44,11	44,11	1945,82	4,69%
45	896	914	-17,76	17,76	315,42	1,98%
46	914	983	-69,05	69,05	4768,09	7,55%
47	984	1059	-75,41	75,41	5687,00	7,66%
48	1060	1135	-75,44	75,44	5691,69	7,12%
49	1136	1176	-40,29	40,29	1623,51	3,55%
50	1177	1122	54,67	54,67	2989,09	4,65%
51	1123	1124	-0,96	0,96	0,91	0,09%
52	1124	1120	4,08	4,08	16,62	0,36%
53	1120	1099	21,06	21,06	443,37	1,88%
54	1099	1011	87,96	87,96	7736,50	8,00%
55	1012	968	44,31	44,31	1963,80	4,38%
56	968	928	40,32	40,32	1625,69	4,17%
57	928	880	48,27	48,27	2330,33	5,20%
58	880	898	-17,75	17,75	315,07	2,02%
59	898	978	-79,77	79,77	6363,80	8,88%
60	978	1069	-90,70	90,70	8226,22	9,27%
61	1069	1157	-87,64	87,64	7681,04	8,20%
62	1157	1204	-47,12	47,12	2220,06	4,07%
63	1205	1163	42,05	42,05	1768,06	3,49%
64	1163	1151	12,47	12,47	155,49	1,07%
65	1151	1142	9,33	9,33	87,02	0,81%
66	1142	1116	26,30	26,30	691,91	2,30%
67	1116	1020	95,85	95,85	9187,92	8,59%
68	1021	963	57,55	57,55	3312,35	5,64%
69	964	918	45,98	45,98	2113,71	4,77%
70	919	866	53,09	53,09	2818,37	5,78%

71	866	881	-15,03	15,03	225,94	1,74%
72	882	968	-86,23	86,23	7436,02	9,78%
73	969	1073	-103,83	103,83	10780,30	10,71%
74	1073	1173	-100,11	100,11	10022,87	9,33%
75	1174	1229	-55,38	55,38	3066,41	4,72%
76	1230	1204	26,00	26,00	676,24	2,11%
77	1204	1179	25,05	25,05	627,66	2,08%
78	1179	1164	14,68	14,68	215,55	1,25%
79	1165	1134	30,98	30,98	959,46	2,66%
80	1135	1034	101,13	101,13	10226,51	8,91%
81	1034	963	71,17	71,17	5064,51	6,88%
82	963	911	52,23	52,23	2727,53	5,42%
83	911	855	56,30	56,30	3169,48	6,18%
84	855	864	-8,98	8,98	80,69	1,05%
85	864	955	-90,60	90,60	8207,65	10,49%
86	955	1071	-116,49	116,49	13570,35	12,20%
87	1072	1184	-112,34	112,34	12619,20	10,48%
88	1185	1252	-66,59	66,59	4434,49	5,62%
89	1252	1244	7,53	7,53	56,63	0,60%
90	1245	1210	35,38	35,38	1251,48	2,84%
91	1210	1188	21,91	21,91	480,14	1,81%
92	1189	1154	34,94	34,94	1220,81	2,94%
93	1155	1052	102,83	102,83	10573,27	8,90%
94	1053	966	86,57	86,57	7494,33	8,22%
95	967,00	906	60,76	60,76	3692,07	6,28%
96	907	846	60,94	60,94	3713,09	6,72%
Suma de errores			799,54	8735,23	2 072 073,60	905,10%

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen de la validación realizada:

$CFE = \sum \text{Error de pronóstico}$	799,54
$MAD = \frac{\sum \text{Real} - \text{Pronóstico} }{n}$	90,99
$MSE = \frac{\sum \text{Error de pronóstico}^2}{n}$	21 584,10
$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 \text{Real}_i - \text{Pronóstico}_i }{\text{Real}_i n}$	9,43%
$\text{Señal de rastreo} = \frac{CFE}{MAD}$	8,79

Finalmente, el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) obtenido fue de 9,43% por lo que el método realizado es válido, ya que un error menor a 20% tiene mayores posibilidades de acertar a la demanda futura.

Anexo 52. Pronóstico de demanda de cubierta metálica.

Para este pronóstico, se tomó como valor alfa (α): 0,1; y como valor beta (β) 0,4. Como primer paso fue calcular el pronóstico suavizado, paso siguiente determinar la tendencia suavizada y finalmente se calculó el pronóstico con ajuste a la tendencia. A continuación, se muestran los resultados de este análisis:

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2016	Enero	1267	1267,00	0,00	1267,00
2016	Febrero	1024	1267,00	0,00	1267,00
2016	Marzo	1090	1242,70	-9,72	1232,98
2016	Abril	1132	1218,68	-15,44	1203,24
2016	Mayo	1295	1196,12	-18,29	1177,83
2016	Junio	1302	1189,55	-13,60	1175,94
2016	Julio	1041	1188,55	-8,56	1179,99
2016	Agosto	1269	1166,09	-14,12	1151,97
2016	Septiembre	1321	1163,67	-9,44	1154,24
2016	Octubre	1938	1170,91	-2,77	1168,14
2016	Noviembre	1911	1245,13	28,03	1273,16
2016	Diciembre	1408	1336,94	53,54	1390,48
2017	Enero	1344	1392,23	54,24	1446,47
2017	Febrero	1124	1436,23	50,14	1486,37
2017	Marzo	1099	1450,13	35,65	1485,78
2017	Abril	1146	1447,10	20,18	1467,28
2017	Mayo	1325	1435,15	7,32	1442,47
2017	Junio	1313	1430,73	2,63	1433,35
2017	Julio	1116	1421,32	-2,19	1419,13
2017	Agosto	1396	1388,82	-14,31	1374,50
2017	Septiembre	1454	1376,65	-13,45	1363,20
2017	Octubre	2132	1372,28	-9,82	1362,46
2017	Noviembre	2104	1439,41	20,96	1460,37
2017	Diciembre	1549	1336,94	53,54	1390,48
2018	Enero	1391,00	1392,23	54,24	1446,47
2018	Febrero	1447,00	1436,23	50,14	1486,37
2018	Marzo	1487,00	1450,13	35,65	1485,78
2018	Abril	1486,00	1447,10	20,18	1467,28
2018	Mayo	1468,00	1435,15	7,32	1442,47
2018	Junio	1443,00	1430,73	2,63	1433,35
2018	Julio	1434,00	1421,32	-2,19	1419,13
2018	Agosto	1420,00	1388,82	-14,31	1374,50
2018	Septiembre	1375,00	1376,65	-13,45	1363,20
2018	Octubre	1364,00	1372,28	-9,82	1362,46
2018	Noviembre	1363,00	1439,41	20,96	1460,37
2018	Diciembre	1461,00	1524,74	46,71	1571,44
2019	Enero	1572,00	1406,33	59,88	1466,21
2019	Febrero	1467,00	1440,93	52,02	1492,95
2019	Marzo	1493,00	1482,43	48,57	1531,00
2019	Abril	1531,00	1485,90	35,70	1521,60

2019	Mayo	1522,00	1469,15	20,92	1490,07
2019	Junio	1491,00	1445,03	8,35	1453,37
2019	Julio	1454,00	1434,32	3,01	1437,33
2019	Agosto	1438,00	1420,62	-1,59	1419,02
2019	Septiembre	1420,00	1379,05	-12,49	1366,56
2019	Octubre	1367,00	1364,38	-12,98	1351,40
2019	Noviembre	1352,00	1362,61	-9,76	1352,85
2019	Diciembre	1353,00	1450,64	17,07	1467,70
2020	Enero	1468,00	1560,40	42,29	1602,68
2020	Febrero	1603,00	1476,79	64,11	1540,90
2020	Marzo	1541,00	1490,35	50,98	1541,34
2020	Abril	1542,00	1527,20	47,05	1574,25
2020	Mayo	1575,00	1522,54	36,07	1558,61
2020	Junio	1559,00	1493,27	22,20	1515,47
2020	Julio	1516,00	1457,14	9,85	1466,99
2020	Agosto	1467,00	1439,00	3,68	1442,68
2020	Septiembre	1443,00	1420,92	-0,83	1420,09
2020	Octubre	1421,00	1371,90	-10,36	1361,55
2020	Noviembre	1362,00	1352,96	-12,36	1340,60
2020	Diciembre	1341,00	1352,77	-9,79	1342,97
2021	Enero	1343,00	1456,23	12,48	1468,71
2021	Febrero	1469,00	1589,22	36,90	1626,12
2021	Marzo	1627,00	1547,11	66,60	1613,71
2021	Abril	1614,00	1541,30	50,97	1592,27
2021	Mayo	1593,00	1571,02	45,76	1616,78
2021	Junio	1617,00	1560,25	36,73	1596,98
2021	Julio	1597,00	1519,82	23,94	1543,77
2021	Agosto	1544,00	1471,89	11,81	1483,70
2021	Septiembre	1484,00	1445,11	4,65	1449,76
2021	Octubre	1450,00	1422,38	0,08	1422,46
2021	Noviembre	1423,00	1367,49	-7,98	1359,52
2021	Diciembre	1360,00	1342,74	-11,50	1331,24
2022	Enero	1332,00	1342,78	-9,87	1332,90
2022	Febrero	1333,00	1456,14	7,45	1463,59
2022	Marzo	1464,00	1610,40	30,62	1641,02
2022	Abril	1642,00	1615,04	67,13	1682,17
2022	Mayo	1683,00	1594,45	51,84	1646,29
2022	Junio	1647,00	1614,40	44,81	1659,21
2022	Julio	1660,00	1598,98	37,53	1636,51
2022	Agosto	1637,00	1549,09	26,07	1575,16
2022	Septiembre	1576,00	1489,73	14,22	1503,95
2022	Octubre	1504,00	1453,18	6,02	1459,20
2022	Noviembre	1460,00	1425,21	1,18	1426,40
2022	Diciembre	1427,00	1365,86	-5,44	1360,43
2023	Enero	1361,00	1334,12	-10,35	1323,76
2023	Febrero	1324,00	1332,81	-9,91	1322,90
2023	Marzo	1323,00	1450,53	2,23	1452,75
2023	Abril	1453,00	1623,32	23,53	1646,85
2023	Mayo	1647,00	1678,15	65,52	1743,67

2023	Junio	1744,00	1649,96	53,31	1703,27
2023	Julio	1704,00	1657,99	44,32	1702,30
2023	Agosto	1703,00	1638,86	38,47	1677,33
2023	Septiembre	1678,00	1581,35	28,55	1609,89
2023	Octubre	1610,00	1511,16	17,11	1528,26
2023	Noviembre	1529,00	1463,68	7,81	1471,50
2023	Diciembre	1472,00	1429,76	2,53	1432,29

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen del pronóstico realizado:

Variación de demanda según años		
Año	Demanda	Variación
2016	15998	
2017	17102	7%
2018	17139,00	0%
2019	17460,00	1,9%
2020	17838,00	2,2%
2021	18121,00	1,6%
2022	18365,00	1,3%
2023	18548,00	1,0%

Por otro lado, para validar el método es necesario observar el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), el cual, si este valor es menor al 20%, indicará que este pronóstico es el más adecuado. A continuación, se muestran los resultados de la medición de error:

Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	1267	1267	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	1024	1267	-243,00	243,00	59049,00	23,73%
3	1090	1233	-142,98	142,98	20443,28	13,12%
4	1132	1203	-71,24	71,24	5075,54	6,29%
5	1295	1178	117,17	117,17	13728,90	9,05%
6	1302	1176	126,06	126,06	15889,98	9,68%
7	1041	1180	-138,99	138,99	19318,28	13,35%
8	1269	1152	117,03	117,03	13695,62	9,22%
9	1321	1154	166,76	166,76	27810,17	12,62%
10	1938	1168	769,86	769,86	592677,09	39,72%
11	1911	1273	637,84	637,84	406844,09	33,38%
12	1408	1390	17,52	17,52	306,91	1,24%
13	1344	1446	-102,47	102,47	10500,91	7,62%
14	1124	1486	-362,37	362,37	131310,92	32,24%
15	1099	1486	-386,78	386,78	149597,86	35,19%
16	1146	1467	-321,28	321,28	103218,90	28,03%
17	1325	1442	-117,47	117,47	13800,20	8,87%
18	1313	1433	-120,35	120,35	14484,80	9,17%
19	1116	1419	-303,13	303,13	91887,44	27,16%
20	1396	1375	21,50	21,50	462,11	1,54%

21	1454	1363	90,80	90,80	8244,74	6,24%
22	2132	1362	769,54	769,54	592194,75	36,09%
23	2104	1460	643,63	643,63	414256,28	30,59%
24	1549	1390	158,52	158,52	25128,22	10,23%
25	1391	1446	-55,47	55,47	3077,36	3,99%
26	1447	1486	-39,37	39,37	1549,88	2,72%
27	1487	1486	1,22	1,22	1,49	0,08%
28	1486	1467	18,72	18,72	350,55	1,26%
29	1468	1442	25,53	25,53	651,56	1,74%
30	1443	1433	9,65	9,65	93,07	0,67%
31	1434	1419	14,87	14,87	221,13	1,04%
32	1420	1375	45,50	45,50	2069,96	3,20%
33	1375	1363	11,80	11,80	139,25	0,86%
34	1364	1362	1,54	1,54	2,38	0,11%
35	1363	1460	-97,37	97,37	9481,42	7,14%
36	1461	1571	-110,44	110,44	12197,14	7,56%
37	1572	1466	105,79	105,79	11190,69	6,73%
38	1467	1493	-25,95	25,95	673,32	1,77%
39	1493	1531	-38,00	38,00	1443,91	2,55%
40	1531	1522	9,40	9,40	88,42	0,61%
41	1522	1490	31,93	31,93	1019,25	2,10%
42	1491	1453	37,63	37,63	1415,80	2,52%
43	1454	1437	16,67	16,67	277,91	1,15%
44	1438	1419	18,98	18,98	360,12	1,32%
45	1420	1367	53,44	53,44	2855,89	3,76%
46	1367	1351	15,60	15,60	243,42	1,14%
47	1352	1353	-0,85	0,85	0,73	0,06%
48	1353	1468	-114,70	114,70	13156,25	8,48%
49	1468	1603	-134,68	134,68	18139,88	9,17%
50	1603	1541	62,10	62,10	3855,80	3,87%
51	1541	1541	-0,34	0,34	0,11	0,02%
52	1542	1574	-32,25	32,25	1039,82	2,09%
53	1575	1559	16,39	16,39	268,65	1,04%
54	1559	1515	43,53	43,53	1894,96	2,79%
55	1516	1467	49,01	49,01	2402,31	3,23%
56	1467	1443	24,32	24,32	591,70	1,66%
57	1443	1420	22,91	22,91	525,02	1,59%
58	1421	1362	59,45	59,45	3534,58	4,18%
59	1362	1341	21,40	21,40	457,92	1,57%
60	1341	1343	-1,97	1,97	3,89	0,15%
61	1343	1469	-125,71	125,71	15802,49	9,36%
62	1469	1626	-157,12	157,12	24685,53	10,70%
63	1627	1614	13,29	13,29	176,61	0,82%
64	1614	1592	21,73	21,73	472,00	1,35%
65	1593	1617	-23,78	23,78	565,44	1,49%
66	1617	1597	20,02	20,02	400,95	1,24%
67	1597	1544	53,23	53,23	2833,95	3,33%
68	1544	1484	60,30	60,30	3636,14	3,91%
69	1484	1450	34,24	34,24	1172,42	2,31%

70	1450	1422	27,54	27,54	758,44	1,90%
71	1423	1360	63,48	63,48	4030,32	4,46%
72	1360	1331	28,76	28,76	827,17	2,11%
73	1332	1333	-0,90	0,90	0,82	0,07%
74	1333	1464	-130,59	130,59	17052,75	9,80%
75	1464	1641	-177,02	177,02	31336,22	12,09%
76	1642	1682	-40,17	40,17	1613,40	2,45%
77	1683	1646	36,71	36,71	1347,89	2,18%
78	1647	1659	-12,21	12,21	149,02	0,74%
79	1660	1637	23,49	23,49	551,90	1,42%
80	1637	1575	61,84	61,84	3824,03	3,78%
81	1576	1504	72,05	72,05	5190,73	4,57%
82	1504	1459	44,80	44,80	2006,61	2,98%
83	1460	1426	33,60	33,60	1129,08	2,30%
84	1427	1360	66,57	66,57	4432,18	4,67%
85	1361	1324	37,24	37,24	1386,47	2,74%
86	1324	1323	1,10	1,10	1,20	0,08%
87	1323	1453	-129,75	129,75	16835,88	9,81%
88	1453	1647	-193,85	193,85	37579,08	13,34%
89	1647	1744	-96,67	96,67	9345,38	5,87%
90	1744	1703	40,73	40,73	1659,27	2,34%
91	1704	1702	1,70	1,70	2,87	0,10%
92	1703	1677	25,67	25,67	659,20	1,51%
93	1678	1610	68,11	68,11	4638,79	4,06%
94	1610	1528	81,74	81,74	6680,87	5,08%
95	1529	1471	57,50	57,50	3306,55	3,76%
96	1472	1432	39,71	39,71	1577,18	2,70%
Suma de errores			1 319,53	9417,99	3 032 870,37	639,72%

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen de la validación realizada:

$CFE = \sum \text{Error de pronóstico}$	1 319,53
$MAD = \frac{\sum Real - Pronóstico }{n}$	98,10
$MSE = \frac{\sum \text{Error de pronóstico}^2}{n}$	31 592,40
$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 Real_i - Pronóstico_i }{Real_i \cdot n}$	6,66%
$Señal de rastreo = \frac{CFE}{MAD}$	13,45

Finalmente, el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) obtenido fue de 6,66% por lo que el método realizado es válido, ya que un error menor a 20% tiene mayores posibilidades de acertar a la demanda futura.

Anexo 53. Pronóstico de demanda de plataforma metálica.

Para este pronóstico, se tomó como valor alfa (α): 0,1; y como valor beta (β) 0,4. Como primer paso fue calcular el pronóstico suavizado, paso siguiente determinar la tendencia suavizada y finalmente se calculó el pronóstico con ajuste a la tendencia. A continuación, se muestran los resultados de este análisis:

Año	Periodo	Demanda	Pronóstico suavizado	Tendencia suavizada	Pronóstico con tendencia
2016	Enero	488,00	488,00	0,00	488,00
2016	Febrero	341,00	488,00	0,00	488,00
2016	Marzo	443,00	473,30	-5,88	467,42
2016	Abril	367,00	464,98	-6,86	458,12
2016	Mayo	312,00	449,01	-10,50	438,51
2016	Junio	353,00	425,86	-15,56	410,29
2016	Julio	569,00	404,57	-17,85	386,71
2016	Agosto	930,00	404,94	-10,56	394,38
2016	Septiembre	761,00	447,94	10,86	458,80
2016	Octubre	683,00	489,02	22,95	511,97
2016	Noviembre	686,00	529,08	29,79	558,87
2016	Diciembre	449,00	571,58	34,88	606,46
2017	Enero	537,00	590,71	28,58	619,29
2017	Febrero	776,00	611,06	25,29	636,35
2017	Marzo	481,00	650,31	30,87	681,19
2017	Abril	401,00	661,17	22,87	684,03
2017	Mayo	574,00	655,73	11,54	667,27
2017	Junio	589,00	657,95	7,81	665,76
2017	Julio	626,00	658,08	4,74	662,83
2017	Agosto	823,00	659,14	3,27	662,41
2017	Septiembre	938,00	678,47	9,69	688,17
2017	Octubre	886,00	713,15	19,69	732,84
2017	Noviembre	777,00	748,15	25,81	773,97
2017	Diciembre	594,00	571,58	34,88	606,46
2018	Enero	607,00	590,71	28,58	619,29
2018	Febrero	620,00	611,06	25,29	636,35
2018	Marzo	637,00	650,31	30,87	681,19
2018	Abril	682,00	661,17	22,87	684,03
2018	Mayo	685,00	655,73	11,54	667,27
2018	Junio	668,00	657,95	7,81	665,76
2018	Julio	666,00	658,08	4,74	662,83
2018	Agosto	663,00	659,14	3,27	662,41
2018	Septiembre	663,00	678,47	9,69	688,17
2018	Octubre	689,00	713,15	19,69	732,84
2018	Noviembre	733,00	748,15	25,81	773,97
2018	Diciembre	774,00	774,27	25,93	800,20
2019	Enero	801,00	605,21	34,38	639,59
2019	Febrero	640,00	618,06	28,09	646,15
2019	Marzo	647,00	634,71	24,63	659,35
2019	Abril	660,00	676,77	29,11	705,87

2019	Mayo	706,00	683,83	22,78	706,61
2019	Junio	707,00	669,05	12,25	681,30
2019	Julio	682,00	665,98	7,90	673,89
2019	Agosto	674,00	663,14	4,87	668,01
2019	Septiembre	669,00	662,47	3,29	665,77
2019	Octubre	666,00	685,65	8,69	694,34
2019	Noviembre	695,00	728,45	17,93	746,39
2019	Diciembre	747,00	769,87	24,17	794,04
2020	Enero	795,00	797,58	24,89	822,47
2020	Febrero	823,00	655,73	40,83	696,57
2020	Marzo	697,00	645,53	27,84	673,37
2020	Abril	674,00	658,11	24,14	682,25
2020	Mayo	683,00	701,29	27,27	728,56
2020	Junio	729,00	706,55	22,76	729,31
2020	Julio	730,00	683,87	13,28	697,15
2020	Agosto	698,00	674,70	8,23	682,93
2020	Septiembre	683,00	668,61	5,11	673,72
2020	Octubre	674,00	666,09	3,42	669,51
2020	Noviembre	670,00	691,50	7,55	699,06
2020	Diciembre	700,00	741,25	15,88	757,12
2021	Enero	758,00	789,34	22,29	811,63
2021	Febrero	812,00	819,72	23,79	843,51
2021	Marzo	844,00	709,21	45,89	755,10
2021	Abril	756,00	675,74	28,79	704,52
2021	Mayo	705,00	681,43	23,81	705,24
2021	Junio	706,00	724,00	25,45	749,45
2021	Julio	750,00	729,28	22,75	752,03
2021	Agosto	753,00	700,44	14,60	715,03
2021	Septiembre	716,00	684,43	8,83	693,26
2021	Octubre	694,00	674,65	5,48	680,13
2021	Noviembre	681,00	669,96	3,60	673,56
2021	Diciembre	674,00	696,15	6,39	702,54
2022	Enero	703,00	751,41	13,59	765,00
2022	Febrero	766,00	806,27	20,15	826,42
2022	Marzo	827,00	840,36	22,53	862,89
2022	Abril	863,00	763,99	49,45	813,44
2022	Mayo	814,00	709,67	30,85	740,52
2022	Junio	741,00	705,21	23,80	729,01
2022	Julio	730,00	745,10	23,71	768,81
2022	Agosto	769,00	751,83	22,67	774,49
2022	Septiembre	775,00	718,83	16,11	734,94
2022	Octubre	735,00	695,54	9,74	705,28
2022	Noviembre	706,00	681,52	6,04	687,55
2022	Diciembre	688,00	674,31	3,90	678,21
2023	Enero	679,00	699,69	5,25	704,94
2023	Febrero	705,00	758,80	11,11	769,92
2023	Marzo	770,00	820,37	17,73	838,11
2023	Abril	839,00	859,30	21,09	880,39
2023	Mayo	881,00	818,40	51,43	869,83

2023	Junio	870,00	747,86	33,78	781,65
2023	Julio	782,00	730,21	24,28	754,49
2023	Agosto	755,00	764,93	22,16	787,09
2023	Septiembre	788,00	773,94	22,45	796,39
2023	Octubre	797,00	738,95	17,72	756,66
2023	Noviembre	757,00	708,25	10,93	719,18
2023	Diciembre	720,00	689,40	6,77	696,17

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen del pronóstico realizado:

Variación de demanda según años		
Año	Demanda	Variación
2016	6382,00	
2017	8002,00	25%
2018	8087,00	1%
2019	8294,00	2,6%
2020	8556,00	3,2%
2021	8849,00	3,4%
2022	9117,00	3,0%
2023	9343,00	2,5%

Por otro lado, para validar el método es necesario observar el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE), el cual, si este valor es menor al 20%, indicará que este pronóstico es el más adecuado. A continuación, se muestran los resultados de la medición de error:

Periodo	Demanda	Pronóstico	Error de pronóstico	Desviación absoluta media (MAD)	Error cuadrático medio (MSE)	Error porcentual absoluto medio (MAPE)
1	488	488	0,00	0,00	0,00	0,00%
2	341	488	-147,00	147,00	21609,00	43,11%
3	443	467	-24,42	24,42	596,34	5,51%
4	367	458	-91,12	91,12	8303,07	24,83%
5	312	439	-126,51	126,51	16004,13	40,55%
6	353	410	-57,29	57,29	3282,69	16,23%
7	569	387	182,29	182,29	33229,08	32,04%
8	930	394	535,62	535,62	286890,73	57,59%
9	761	459	302,20	302,20	91323,00	39,71%
10	683	512	171,03	171,03	29250,13	25,04%
11	686	559	127,13	127,13	16162,65	18,53%
12	449	606	-157,46	157,46	24792,94	35,07%
13	537	619	-82,29	82,29	6771,74	15,32%
14	776	636	139,65	139,65	19502,54	18,00%
15	481	681	-200,19	200,19	40074,72	41,62%
16	401	684	-283,03	283,03	80108,03	70,58%
17	574	667	-93,27	93,27	8700,13	16,25%
18	589	666	-76,76	76,76	5892,14	13,03%
19	626	663	-36,83	36,83	1356,24	5,88%
20	823	662	160,59	160,59	25787,82	19,51%

21	938	688	249,83	249,83	62417,06	26,63%
22	886	733	153,16	153,16	23459,24	17,29%
23	777	774	3,03	3,03	9,21	0,39%
24	594	606	-12,46	12,46	155,20	2,10%
25	607	619	-12,29	12,29	151,06	2,02%
26	620	636	-16,35	16,35	267,27	2,64%
27	637	681	-44,19	44,19	1952,46	6,94%
28	682	684	-2,03	2,03	4,14	0,30%
29	685	667	17,73	17,73	314,19	2,59%
30	668	666	2,24	2,24	5,02	0,34%
31	666	663	3,17	3,17	10,07	0,48%
32	663	662	0,59	0,59	0,34	0,09%
33	663	688	-25,17	25,17	633,32	3,80%
34	689	733	-43,84	43,84	1921,59	6,36%
35	733	774	-40,97	40,97	1678,17	5,59%
36	774	800	-26,20	26,20	686,62	3,39%
37	801	640	161,41	161,41	26053,00	20,15%
38	640	646	-6,15	6,15	37,80	0,96%
39	647	659	-12,35	12,35	152,44	1,91%
40	660	706	-45,87	45,87	2104,39	6,95%
41	706	707	-0,61	0,61	0,38	0,09%
42	707	681	25,70	25,70	660,48	3,64%
43	682	674	8,11	8,11	65,82	1,19%
44	674	668	5,99	5,99	35,83	0,89%
45	669	666	3,23	3,23	10,46	0,48%
46	666	694	-28,34	28,34	802,92	4,25%
47	695	746	-51,39	51,39	2640,46	7,39%
48	747	794	-47,04	47,04	2213,08	6,30%
49	795	822	-27,47	27,47	754,57	3,46%
50	823	697	126,43	126,43	15985,43	15,36%
51	697	673	23,63	23,63	558,15	3,39%
52	674	682	-8,25	8,25	68,08	1,22%
53	683	729	-45,56	45,56	2075,43	6,67%
54	729	729	-0,31	0,31	0,10	0,04%
55	730	697	32,85	32,85	1079,02	4,50%
56	698	683	15,07	15,07	227,23	2,16%
57	683	674	9,28	9,28	86,08	1,36%
58	674	670	4,49	4,49	20,14	0,67%
59	670	699	-29,06	29,06	844,22	4,34%
60	700	757	-57,12	57,12	3263,22	8,16%
61	758	812	-53,63	53,63	2876,37	7,08%
62	812	844	-31,51	31,51	992,88	3,88%
63	844	755	88,90	88,90	7902,82	10,53%
64	756	705	51,48	51,48	2649,85	6,81%
65	705	705	-0,24	0,24	0,06	0,03%
66	706	749	-43,45	43,45	1887,86	6,15%
67	750	752	-2,03	2,03	4,12	0,27%
68	753	715	37,97	37,97	1441,60	5,04%
69	716	693	22,74	22,74	516,95	3,18%

70	694	680	13,87	13,87	192,38	2,00%
71	681	674	7,44	7,44	55,31	1,09%
72	674	703	-28,54	28,54	814,58	4,23%
73	703	765	-62,00	62,00	3844,60	8,82%
74	766	826	-60,42	60,42	3650,11	7,89%
75	827	863	-35,89	35,89	1287,82	4,34%
76	863	813	49,56	49,56	2456,17	5,74%
77	814	741	73,48	73,48	5399,89	9,03%
78	741	729	11,99	11,99	143,73	1,62%
79	730	769	-38,81	38,81	1506,60	5,32%
80	769	774	-5,49	5,49	30,16	0,71%
81	775	735	40,06	40,06	1604,62	5,17%
82	735	705	29,72	29,72	883,46	4,04%
83	706	688	18,45	18,45	340,32	2,61%
84	688	678	9,79	9,79	95,92	1,42%
85	679	705	-25,94	25,94	672,67	3,82%
86	705	770	-64,92	64,92	4214,20	9,21%
87	770	838	-68,11	68,11	4638,34	8,84%
88	839	880	-41,39	41,39	1713,08	4,93%
89	881	870	11,17	11,17	124,84	1,27%
90	870	782	88,35	88,35	7805,91	10,16%
91	782	754	27,51	27,51	756,83	3,52%
92	755	787	-32,09	32,09	1029,85	4,25%
93	788	796	-8,39	8,39	70,37	1,06%
94	797	757	40,34	40,34	1626,97	5,06%
95	757	719	37,82	37,82	1430,51	5,00%
96	720	696	23,83	23,83	567,87	3,31%
Suma de errores			586,90	5 710,93	938 270,42	892,30%

Seguidamente, se muestra el cuadro resumen de la validación realizada:

$CFE = \sum \text{Error de pronóstico}$	586,90
$MAD = \frac{\sum Real - Pronóstico }{n}$	59,49
$MSE = \frac{\sum \text{Error de pronóstico}^2}{n}$	9 773,65
$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 Real_i - Pronóstico_i }{Real_i \cdot n}$	9,29%
$Señal de rastreo = \frac{CFE}{MAD}$	9,87

Finalmente, el valor de Error Porcentual Absoluto Medio (MAPE) obtenido fue de 9,29% por lo que el método realizado es válido, ya que un error menor a 20% tiene mayores posibilidades de acertar a la demanda futura.

Anexo 54. Total de horas disponibles al mes

Jul-18	HORAS	Ago-18	HORAS	Set-18	HORAS	Oct-18	HORAS	Nov-18	HORAS	Dic-18	HORAS
domingo, 1 de Julio de 2018		miércoles, 1 de Agosto de 2018	9.00	sábado, 1 de Setiembre de 2018	5.00	lunes, 1 de Octubre de 2018	9.00	jueves, 1 de Noviembre de 2018	9.00	sábado, 1 de Diciembre de 2018	5.00
lunes, 2 de Julio de 2018	9.00	jueves, 2 de Agosto de 2018	9.00	domingo, 2 de Setiembre de 2018		martes, 2 de Octubre de 2018	9.00	viernes, 2 de Noviembre de 2018	9.00	domingo, 2 de Diciembre de 2018	
martes, 3 de Julio de 2018	9.00	viernes, 3 de Agosto de 2018	9.00	lunes, 3 de Setiembre de 2018	9.00	miércoles, 3 de Octubre de 2018	9.00	sábado, 3 de Noviembre de 2018	5.00	lunes, 3 de Diciembre de 2018	9.00
miércoles, 4 de Julio de 2018	9.00	sábado, 4 de Agosto de 2018	5.00	martes, 4 de Setiembre de 2018	9.00	jueves, 4 de Octubre de 2018	9.00	domingo, 4 de Noviembre de 2018		martes, 4 de Diciembre de 2018	9.00
jueves, 5 de Julio de 2018	9.00	domingo, 5 de Agosto de 2018		miércoles, 5 de Setiembre de 2018	9.00	viernes, 5 de Octubre de 2018	9.00	lunes, 5 de Noviembre de 2018	9.00	miércoles, 5 de Diciembre de 2018	9.00
viernes, 6 de Julio de 2018	9.00	lunes, 6 de Agosto de 2018	9.00	jueves, 6 de Setiembre de 2018	9.00	sábado, 6 de Octubre de 2018	5.00	martes, 6 de Noviembre de 2018	9.00	jueves, 6 de Diciembre de 2018	9.00
sábado, 7 de Julio de 2018	5.00	martes, 7 de Agosto de 2018	9.00	viernes, 7 de Setiembre de 2018	9.00	domingo, 7 de Octubre de 2018		miércoles, 7 de Noviembre de 2018	9.00	viernes, 7 de Diciembre de 2018	9.00
domingo, 8 de Julio de 2018		miércoles, 8 de Agosto de 2018	9.00	sábado, 8 de Setiembre de 2018	5.00	lunes, 8 de Octubre de 2018	9.00	jueves, 8 de Noviembre de 2018	9.00	sábado, 8 de Diciembre de 2018	5.00
lunes, 9 de Julio de 2018	9.00	jueves, 9 de Agosto de 2018	9.00	domingo, 9 de Setiembre de 2018		martes, 9 de Octubre de 2018	9.00	viernes, 9 de Noviembre de 2018	9.00	domingo, 9 de Diciembre de 2018	
martes, 10 de Julio de 2018	9.00	viernes, 10 de Agosto de 2018	9.00	lunes, 10 de Setiembre de 2018	9.00	miércoles, 10 de Octubre de 2018	9.00	sábado, 10 de Noviembre de 2018	5.00	lunes, 10 de Diciembre de 2018	9.00
miércoles, 11 de Julio de 2018	9.00	sábado, 11 de Agosto de 2018	5.00	martes, 11 de Setiembre de 2018	9.00	jueves, 11 de Octubre de 2018	9.00	domingo, 11 de Noviembre de 2018		martes, 11 de Diciembre de 2018	9.00
jueves, 12 de Julio de 2018	9.00	domingo, 12 de Agosto de 2018		miércoles, 12 de Setiembre de 2018	9.00	viernes, 12 de Octubre de 2018	9.00	lunes, 12 de Noviembre de 2018	9.00	miércoles, 12 de Diciembre de 2018	9.00
viernes, 13 de Julio de 2018	9.00	lunes, 13 de Agosto de 2018	9.00	jueves, 13 de Setiembre de 2018	9.00	sábado, 13 de Octubre de 2018	5.00	martes, 13 de Noviembre de 2018	9.00	jueves, 13 de Diciembre de 2018	9.00
sábado, 14 de Julio de 2018	5.00	martes, 14 de Agosto de 2018	9.00	viernes, 14 de Setiembre de 2018	9.00	domingo, 14 de Octubre de 2018		miércoles, 14 de Noviembre de 2018	9.00	viernes, 14 de Diciembre de 2018	9.00
domingo, 15 de Julio de 2018		miércoles, 15 de Agosto de 2018	9.00	sábado, 15 de Setiembre de 2018	5.00	lunes, 15 de Octubre de 2018	9.00	jueves, 15 de Noviembre de 2018	9.00	sábado, 15 de Diciembre de 2018	5.00
lunes, 16 de Julio de 2018	9.00	jueves, 16 de Agosto de 2018	9.00	domingo, 16 de Setiembre de 2018		martes, 16 de Octubre de 2018	9.00	viernes, 16 de Noviembre de 2018	9.00	domingo, 16 de Diciembre de 2018	
martes, 17 de Julio de 2018	9.00	viernes, 17 de Agosto de 2018	9.00	lunes, 17 de Setiembre de 2018	9.00	miércoles, 17 de Octubre de 2018	9.00	sábado, 17 de Noviembre de 2018	5.00	lunes, 17 de Diciembre de 2018	9.00
miércoles, 18 de Julio de 2018	9.00	sábado, 18 de Agosto de 2018	5.00	martes, 18 de Setiembre de 2018	9.00	jueves, 18 de Octubre de 2018	9.00	domingo, 18 de Noviembre de 2018		martes, 18 de Diciembre de 2018	9.00
jueves, 19 de Julio de 2018	9.00	domingo, 19 de Agosto de 2018		miércoles, 19 de Setiembre de 2018	9.00	viernes, 19 de Octubre de 2018	9.00	lunes, 19 de Noviembre de 2018	9.00	miércoles, 19 de Diciembre de 2018	9.00
viernes, 20 de Julio de 2018	9.00	lunes, 20 de Agosto de 2018	9.00	jueves, 20 de Setiembre de 2018	9.00	sábado, 20 de Octubre de 2018	5.00	martes, 20 de Noviembre de 2018	9.00	jueves, 20 de Diciembre de 2018	9.00
sábado, 21 de Julio de 2018	5.00	martes, 21 de Agosto de 2018	9.00	viernes, 21 de Setiembre de 2018	9.00	domingo, 21 de Octubre de 2018		miércoles, 21 de Noviembre de 2018	9.00	viernes, 21 de Diciembre de 2018	9.00
domingo, 22 de Julio de 2018		miércoles, 22 de Agosto de 2018	9.00	sábado, 22 de Setiembre de 2018	5.00	lunes, 22 de Octubre de 2018	9.00	jueves, 22 de Noviembre de 2018	9.00	sábado, 22 de Diciembre de 2018	5.00
lunes, 23 de Julio de 2018	9.00	jueves, 23 de Agosto de 2018	9.00	domingo, 23 de Setiembre de 2018		martes, 23 de Octubre de 2018	9.00	viernes, 23 de Noviembre de 2018	9.00	domingo, 23 de Diciembre de 2018	
martes, 24 de Julio de 2018	9.00	viernes, 24 de Agosto de 2018	9.00	lunes, 24 de Setiembre de 2018	9.00	miércoles, 24 de Octubre de 2018	9.00	sábado, 24 de Noviembre de 2018	5.00	lunes, 24 de Diciembre de 2018	9.00
miércoles, 25 de Julio de 2018	9.00	sábado, 25 de Agosto de 2018	5.00	martes, 25 de Setiembre de 2018	9.00	jueves, 25 de Octubre de 2018	9.00	domingo, 25 de Noviembre de 2018		martes, 25 de Diciembre de 2018	9.00
jueves, 26 de Julio de 2018	9.00	domingo, 26 de Agosto de 2018		miércoles, 26 de Setiembre de 2018	9.00	viernes, 26 de Octubre de 2018	9.00	lunes, 26 de Noviembre de 2018	9.00	miércoles, 26 de Diciembre de 2018	9.00
viernes, 27 de Julio de 2018	9.00	lunes, 27 de Agosto de 2018	9.00	jueves, 27 de Setiembre de 2018	9.00	sábado, 27 de Octubre de 2018	5.00	martes, 27 de Noviembre de 2018	9.00	jueves, 27 de Diciembre de 2018	9.00
sábado, 28 de Julio de 2018	5.00	martes, 28 de Agosto de 2018	9.00	viernes, 28 de Setiembre de 2018	9.00	domingo, 28 de Octubre de 2018		miércoles, 28 de Noviembre de 2018	9.00	viernes, 28 de Diciembre de 2018	9.00
domingo, 29 de Julio de 2018		miércoles, 29 de Agosto de 2018	9.00	sábado, 29 de Setiembre de 2018	5.00	lunes, 29 de Octubre de 2018	9.00	jueves, 29 de Noviembre de 2018	9.00	sábado, 29 de Diciembre de 2018	5.00
lunes, 30 de Julio de 2018	9.00	jueves, 30 de Agosto de 2018	9.00	domingo, 30 de Setiembre de 2018		martes, 30 de Octubre de 2018	9.00	viernes, 30 de Noviembre de 2018	9.00	domingo, 30 de Diciembre de 2018	
martes, 31 de Julio de 2018	9.00	viernes, 31 de Agosto de 2018	9.00			miércoles, 31 de Octubre de 2018	9.00	lunes, 31 de Diciembre de 2018	9.00		
TOTAL DE HORAS AL MES	218.00	TOTAL DE HORAS AL MES	227.00	TOTAL DE HORAS AL MES	205.00	TOTAL DE HORAS AL MES	227.00	TOTAL DE HORAS AL MES	218.00	TOTAL DE HORAS AL MES	214.00
Ene-19	HORAS	Feb-19	HORAS	Mar-19	HORAS	Abr-19	HORAS	May-19	HORAS	Jun-19	HORAS
martes, 1 de Enero de 2019	9.00	viernes, 1 de Febrero de 2019	9.00	viernes, 1 de Marzo de 2019	9.00	lunes, 1 de Abril de 2019	9.00	miércoles, 1 de Mayo de 2019	9.00	sábado, 1 de Junio de 2019	5.00
miércoles, 2 de Enero de 2019	9.00	sábado, 2 de Febrero de 2019	5.00	sábado, 2 de Marzo de 2019	5.00	martes, 2 de Abril de 2019	9.00	jueves, 2 de Mayo de 2019	9.00	domingo, 2 de Junio de 2019	
jueves, 3 de Enero de 2019	9.00	domingo, 3 de Febrero de 2019		domingo, 3 de Marzo de 2019		miércoles, 3 de Abril de 2019	9.00	viernes, 3 de Mayo de 2019	9.00	lunes, 3 de Junio de 2019	9.00
viernes, 4 de Enero de 2019	9.00	lunes, 4 de Febrero de 2019	9.00	lunes, 4 de Marzo de 2019	9.00	jueves, 4 de Abril de 2019	9.00	sábado, 4 de Mayo de 2019	5.00	martes, 4 de Junio de 2019	9.00
sábado, 5 de Enero de 2019	5.00	martes, 5 de Febrero de 2019	9.00	martes, 5 de Marzo de 2019	9.00	viernes, 5 de Abril de 2019	9.00	domingo, 5 de Mayo de 2019		miércoles, 5 de Junio de 2019	9.00
domingo, 6 de Enero de 2019		miércoles, 6 de Febrero de 2019	9.00	miércoles, 6 de Marzo de 2019	9.00	sábado, 6 de Abril de 2019	5.00	lunes, 6 de Mayo de 2019	9.00	jueves, 6 de Junio de 2019	9.00
lunes, 7 de Enero de 2019	9.00	jueves, 7 de Febrero de 2019	9.00	jueves, 7 de Marzo de 2019	9.00	domingo, 7 de Abril de 2019		martes, 7 de Mayo de 2019	9.00	viernes, 7 de Junio de 2019	9.00
martes, 8 de Enero de 2019	9.00	viernes, 8 de Febrero de 2019	9.00	viernes, 8 de Marzo de 2019	9.00	lunes, 8 de Abril de 2019	9.00	miércoles, 8 de Mayo de 2019	9.00	sábado, 8 de Junio de 2019	5.00
miércoles, 9 de Enero de 2019	9.00	sábado, 9 de Febrero de 2019	5.00	sábado, 9 de Marzo de 2019	5.00	martes, 9 de Abril de 2019	9.00	jueves, 9 de Mayo de 2019	9.00	domingo, 9 de Junio de 2019	
jueves, 10 de Enero de 2019	9.00	domingo, 10 de Febrero de 2019		domingo, 10 de Marzo de 2019		miércoles, 10 de Abril de 2019	9.00	viernes, 10 de Mayo de 2019	9.00	lunes, 10 de Junio de 2019	9.00
viernes, 11 de Enero de 2019	9.00	lunes, 11 de Febrero de 2019	9.00	lunes, 11 de Marzo de 2019	9.00	jueves, 11 de Abril de 2019	9.00	sábado, 11 de Mayo de 2019	5.00	martes, 11 de Junio de 2019	9.00
sábado, 12 de Enero de 2019	5.00	martes, 12 de Febrero de 2019	9.00	martes, 12 de Marzo de 2019	9.00	viernes, 12 de Abril de 2019	9.00	domingo, 12 de Mayo de 2019		miércoles, 12 de Junio de 2019	9.00
domingo, 13 de Enero de 2019		miércoles, 13 de Febrero de 2019	9.00	miércoles, 13 de Marzo de 2019	9.00	sábado, 13 de Abril de 2019	5.00	lunes, 13 de Mayo de 2019	9.00	jueves, 13 de Junio de 2019	9.00
lunes, 14 de Enero de 2019	9.00	jueves, 14 de Febrero de 2019	9.00	jueves, 14 de Marzo de 2019	9.00	domingo, 14 de Abril de 2019		martes, 14 de Mayo de 2019	9.00	viernes, 14 de Junio de 2019	9.00
martes, 15 de Enero de 2019	9.00	viernes, 15 de Febrero de 2019	9.00	viernes, 15 de Marzo de 2019	9.00	lunes, 15 de Abril de 2019	9.00	miércoles, 15 de Mayo de 2019	9.00	sábado, 15 de Junio de 2019	5.00
miércoles, 16 de Enero de 2019	9.00	sábado, 16 de Febrero de 2019	5.00	sábado, 16 de Marzo de 2019	5.00	martes, 16 de Abril de 2019	9.00	jueves, 16 de Mayo de 2019	9.00	domingo, 16 de Junio de 2019	
jueves, 17 de Enero de 2019	9.00	domingo, 17 de Febrero de 2019		domingo, 17 de Marzo de 2019		miércoles, 17 de Abril de 2019	9.00	viernes, 17 de Mayo de 2019	9.00	lunes, 17 de Junio de 2019	9.00
viernes, 18 de Enero de 2019	9.00	lunes, 18 de Febrero de 2019	9.00	lunes, 18 de Marzo de 2019	9.00	jueves, 18 de Abril de 2019	9.00	sábado, 18 de Mayo de 2019	5.00	martes, 18 de Junio de 2019	9.00
sábado, 19 de Enero de 2019	5.00	martes, 19 de Febrero de 2019	9.00	martes, 19 de Marzo de 2019	9.00	viernes, 19 de Abril de 2019	9.00	domingo, 19 de Mayo de 2019		miércoles, 19 de Junio de 2019	9.00
domingo, 20 de Enero de 2019		miércoles, 20 de Febrero de 2019	9.00	miércoles, 20 de Marzo de 2019	9.00	sábado, 20 de Abril de 2019	5.00	lunes, 20 de Mayo de 2019	9.00	jueves, 20 de Junio de 2019	9.00
lunes, 21 de Enero de 2019	9.00	jueves, 21 de Febrero de 2019	9.00	jueves, 21 de Marzo de 2019	9.00	domingo, 21 de Abril de 2019		martes, 21 de Mayo de 2019	9.00	viernes, 21 de Junio de 2019	9.00
martes, 22 de Enero de 2019	9.00	viernes, 22 de Febrero de 2019	9.00	viernes, 22 de Marzo de 2019	9.00	lunes, 22 de Abril de 2019	9.00	miércoles, 22 de Mayo de 2019	9.00	sábado, 22 de Junio de 2019	5.00
miércoles, 23 de Enero de 2019	9.00	sábado, 23 de Febrero de 2019	5.00	sábado, 23 de Marzo de 2019	5.00	martes, 23 de Abril de 2019	9.00	jueves, 23 de Mayo de 2019	9.00	domingo, 23 de Junio de 2019	
jueves, 24 de Enero de 2019	9.00	domingo, 24 de Febrero de 2019		domingo, 24 de Marzo de 2019		miércoles, 24 de Abril de 2019	9.00	viernes, 24 de Mayo de 2019	9.00	lunes, 24 de Junio de 2019	9.00
viernes, 25 de Enero de 2019	9.00	lunes, 25 de Febrero de 2019	9.00	lunes, 25 de Marzo de 2019	9.00	jueves, 25 de Abril de 2019	9.00	sábado, 25 de Mayo de 2019	5.00	martes, 25 de Junio de 2019	9.00
sábado, 26 de Enero de 2019	5.00	martes, 26 de Febrero de 2019	9.00	martes, 26 de Marzo de 2019	9.00	viernes, 26 de Abril de 2019	9.00	domingo, 26 de Mayo de 2019		miércoles, 26 de Junio de 2019	9.00
domingo, 27 de Enero de 2019		miércoles, 27 de Febrero de 2019	9.00	miércoles, 27 de Marzo de 2019	9.00	sábado, 27 de Abril de 2019	5.00	lunes, 27 de Mayo de 2019	9.00	jueves, 27 de Junio de 2019	9.00
lunes, 28 de Enero de 2019	9.00	jueves, 28 de Febrero de 2019	9.00	jueves, 28 de Marzo de 2019	9.00	domingo, 28 de Abril de 2019		martes, 28 de Mayo de 2019	9.00	viernes, 28 de Junio de 2019	9.00
martes, 29 de Enero de 2019	9.00			viernes, 29 de Marzo de 2019	9.00	lunes, 29 de Abril de 2019	9.00	miércoles, 29 de Mayo de 2019	9.00	sábado, 29 de Junio de 2019	5.00
miércoles, 30 de Enero de 2019	9.00			sábado, 30 de Marzo de 2019	5.00	martes, 30 de Abril de 2019	9.00	jueves, 30 de Mayo de 2019	9.00	domingo, 30 de Junio de 2019	
jueves, 31 de Enero de 2019	9.00			domingo, 31 de Marzo de 2019				viernes, 31 de Mayo de 2019	9.00		
TOTAL DE HORAS AL MES	227.00	TOTAL DE HORAS AL MES	200.00	TOTAL DE HORAS AL MES	214.00	TOTAL DE HORAS AL MES	218.00	TOTAL DE HORAS AL MES	227.00	TOTAL DE HORAS AL MES	205.00

Anexo 55. Evaluación de desempeño al área de gerencia y producción.

Para realizar el siguiente proceso de evaluación es necesario mencionar, que se tuvieron las siguientes limitaciones dentro de la empresa en investigación, taller metalmecánico Comercial Damián E.I.R.L.

- No existía disponibilidad presupuestaria para cubrir gastos elevados, debido al problema por el que estaban atravesando.
- No se pudo aplicar la evaluación de desempeño de 360° debido a que no se cuenta con el personal pertinente, para realizar dicho proceso ni se disponía de las herramientas necesarias.
- La totalidad de operarios, se encontraban muy ocupados en sus labores, durante el periodo de análisis.
- La empresa cuenta con un 70% colaboradores que tienen vínculos consanguíneos.

Es por ello, que considerando lo mencionado anteriormente, se realizó una evaluación de desempeño de 90°, la cual se ajustaba a la situación actual, en la que se involucró la participación del gerente general de la empresa Comercial Damián E.I.R.L, para la evaluación al área de gerencia; y con la participación del jefe de producción, para la evaluación al área de producción; ambos con el objetivo de medir el cumplimiento de las actividades de cada colaborador respecto a su puesto de trabajo, las cuales estaban afectando el cumplimiento de los pedidos programados por la empresa.

Los criterios establecidos para esta evaluación, son los siguientes:

Área de Gerencia	
Formación en el cargo	Cursos, talleres, seminarios, relacionados a su puesto de trabajo.
Compromiso	Capacidad que posee para realizar sus actividades en base a principios y objetivos de la empresa, pese a diversos cambios.
Resolución de conflictos	Capacidad de proponer soluciones de manera eficaz en un periodo corto de tiempo.
Responsabilidad	Capacidad de cumplir con las actividades asignadas eficientemente.
Productividad	Capacidad de trabajar y cumplir tareas en un tiempo mejor que el promedio.
Espíritu de colaboración	Apoya a los compañeros de trabajo de manera desinteresada.
Área de Producción	
Conoce su trabajo	Realizar correctamente sus actividades, de acuerdo al puesto de trabajo.
Productos sin defectos	Dentro de su puesto de trabajo, la cantidad de errores que cometió en la fabricación de los productos en investigación.
Compromiso	Capacidad que posee para realizar sus actividades en base a principios y objetivos de la empresa, pese a diversos cambios.
Responsabilidad	Capacidad de cumplir con las actividades asignadas eficientemente.
Proactividad	Capacidad de trabajar y cumplir tareas en un tiempo mejor que el promedio.
Espíritu de colaboración	Apoya a los compañeros de trabajo de manera desinteresada.

Asimismo, se utilizó el método de escalas gráficas, que se menciona en el apartado 2.2.10. del marco teórico de la presente investigación, donde las escalas de calificación fueron: bueno, regular y no muy bueno. Siendo el criterio excluyente, aquellos colaboradores que obtengan un puntaje igual o menor a 12 dentro de la prueba aliada, pasaron un periodo de capacitación.

A continuación, se mostrarán los resultados obtenidos en el proceso de evaluación:

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Gerencia		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Administrador			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Formación en el cargo		X		SI
Compromiso			X	
Resolución de conflictos		X		
Responsabilidad		X		
Proactividad	X			
Espíritu de colaboración		X		
RESULTADO	1	8	3	
SUMA	12			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Gerencia		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Contador			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Formación en el cargo			X	NO
Compromiso			X	
Resolución de conflictos		X		
Responsabilidad			X	
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración		X		
RESULTADO		4	12	
SUMA	16			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Gerencia		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Secretario			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Formación en el cargo		X		NO
Compromiso			X	
Resolución de conflictos			X	
Responsabilidad			X	
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO		2	15	
SUMA	17			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Gerencia		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Tesorera			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Formación en el cargo			X	NO
Compromiso		X		
Resolución de conflictos		X		
Responsabilidad			X	
Proactividad		X		
Espíritu de colaboración		X		
RESULTADO		8	6	
SUMA	14			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Jefe de producción			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Formación en el cargo			X	NO
Compromiso			X	
Resolución de conflictos			X	
Responsabilidad			X	
Proactividad		X		
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO		2	15	
SUMA	17			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Trazado			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
	Inferior = 1	Regular = 2	Superior = 3	¿Necesita capacitación?
DESEMPEÑO	NO MUY BUENO	REGULAR	BUENO	
Conoce su trabajo	X			SI
Productos sin defectos	X			
Compromiso		X		
Responsabilidad		X		
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	2	4	6	
SUMA	12			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Doblado - 01			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		SI
Productos sin defectos	X			
Compromiso	X			
Responsabilidad		X		
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	2	4	6	
SUMA	12			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Doblado - 02			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		SI
Productos sin defectos	X			
Compromiso	X			
Responsabilidad		X		
Proactividad		X		
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	2	6	3	
SUMA	11			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Cortado - 01			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		SI
Productos sin defectos	X			
Compromiso	X			
Responsabilidad			X	
Proactividad		X		
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	2	4	6	
SUMA	12			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Cortado - 02			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		NO
Productos sin defectos		X		
Compromiso	X			
Responsabilidad			X	
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	1	4	9	
SUMA	14			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Taladrado			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		NO
Productos sin defectos			X	
Compromiso	X			
Responsabilidad		X		
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO	1	4	9	
SUMA	14			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO				
ÁREA	Producción		EVALUADOR	Angel Patazca Zamora
OPERARIO	Soldadura			
La presente evaluación de desempeño, cuenta con la siguiente puntuación:				
DESEMPEÑO	Inferior = 1 NO MUY BUENO	Regular = 2 REGULAR	Superior = 3 BUENO	¿Necesita capacitación?
Conoce su trabajo		X		NO
Productos sin defectos		X		
Compromiso		X		
Responsabilidad			X	
Proactividad			X	
Espíritu de colaboración			X	
RESULTADO		6	9	
SUMA	15			
Si el valor es de 6 a 12, necesita capacitación Si el valor es de 13 a más, no necesita capacitación				

Anexo 56. Resumen de toma de tiempos de fabricación de sujetador metálico.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																
Producto:	Sujetador metálico										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción										Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras				
Cantidad:	1 unidades										Fecha:	May-18				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	REDONDEAR (A-B)/(A+B)	N° observaciones según Mundel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Val. Max	Val. Min			
	1-May	3-May	5-May	7-May	9-May											
Transporte a área de trazado	16	16	15	17	17						16	17	15	0.06	0.06	4
Trazado	117	112	113	118	114						115	118	112	0.03	0.03	1
Transporte a área de corte	104	111	101	109	106						106	111	101	0.05	0.05	3
Demora por centrado de material en maquinaria	32	30	34	35	32						33	35	30	0.08	0.08	8
Corte de pieza	117	117	121	125	124						121	125	117	0.03	0.03	1
Transporte a área de taladro	140	148	160	157	159						153	160	140	0.07	0.07	6
Demora por centrado de material en maquinaria	30	33	32	30	31						31	33	30	0.05	0.05	3
Taladro de agujeros en pieza	256	251	253	252	271						257	271	251	0.04	0.04	1
Transporte a área de doblado	122	114	113	111	111						114	122	110.76	0.05	0.05	3
Doblado de pieza	384	373	391	401	408						391	408	373	0.04	0.04	1
Verificación	60	60	64	61	60						61	64	60	0.03	0.03	1
Transporte a almacén	113	106	107	114	107						110	114	106.2	0.04	0.04	1

Toma de tiempos - Estudio del trabajo en minutos															
Producto:	Sujetador metálico										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora			
Proceso:	Producción										Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras			
Lote:	1 unidades										Fecha:	May-18			
Actividad	Muestra (min)										Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
	1-May	3-May	5-May	7-May	9-May										
Transporte a área de trazado	0.26	0.26	0.25	0.28							0.26	0.30			
Trazado	1.95										1.95	2.22			
Transporte a área de corte	1.73	1.85	1.68								1.76	2.00			
Demora por centrado de material en maquinaria	0.54	0.50	0.56	0.59	0.54						0.55	0.62			
Corte de pieza	1.96										1.96	2.23			
Transporte a área de taladro	2.33	2.47	2.67	2.62	2.65						2.55	2.84			
Demora por centrado de material en maquinaria	0.50	0.55	0.54								0.53	0.57			
Taladro de agujeros en pieza	4.27										4.27	4.86			
Transporte a área de doblado	2.04	1.91	1.88								1.94	2.26			
Doblado de pieza	6.40										6.40	7.30			
Verificación	1.00										1.00	1.14			
Transporte a almacén	1.89										1.89	2.13			
TOTAL											25.0	28.45			

Anexo 57. Resumen de toma de tiempos de fabricación de cubierta metálica.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																
Producto:	Cubierta metálica									Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora					
Proceso:	Producción									Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras					
Lote:	1 unidades									Fecha:	May-18					
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	(A-B)/(A+B)	N° observaciones según Mundel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Valor máximo	Valor mínimo			
Transporte a área de trazado	17	19	17	18	18						17.884	18.7	17	0.05	0.05	1
Trazado	165	165	135	165	150						156	165	135	0.10	0.10	7
Transporte a área de corte	211	207	202	192	203						203	211	192	0.05	0.05	1
Demora por centrado de material en maquinaria	32	33	30	31	29						31.02	33	28.6	0.07	0.07	3
Corte de pieza	150	120	150	120	150						138	150	120	0.11	0.11	8
Transporte a área de doblado	114	105	107	124	97						109.512	123.66	97.2	0.12	0.12	10
Doblado de pieza	368	364	365	380	375						366	380	364	0.02	0.02	1
Verificación	75	86	78	80	89						81.6	89	75	0.09	0.09	5
Transporte a almacén	135	132	146	148	147						141.498	148.05	131.67	0.06	0.06	2

Toma de tiempos - Estudio del trabajo en minutos																
Producto:	Cubierta metálica									Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora					
Proceso:	Producción									Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras					
Lote:	1 unidades									Fecha:	May-18					
Actividad	Muestra (min)										Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Transporte a área de trazado	0.3														0.29	0.34
Trazado	2.8	2.8	2.3	2.8	2.5										2.60	2.97
Transporte a área de corte	3.5														3.52	3.93
Demora por centrado de material en maquinaria	0.5	0.6	0.5												0.53	0.60
Corte de pieza	2.5	2.0	2.5	2.0	2.5										2.30	2.70
Transporte a área de doblado	1.9	1.8	1.8	2.1	1.6										1.83	2.10
Doblado de pieza	6.1														6.10	6.95
Verificación	1.3	1.4	1.3	1.3	1.5										1.36	1.55
Transporte a almacén	2.2	2.2													2.22	2.60
TOTAL													20.74	23.75		

Anexo 58. Resumen de toma de tiempos de fabricación de plataforma metálica.

Toma de tiempos - Estudio del trabajo																
Producto:	Plataforma metálica										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción										Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras				
Lote:	1 unidades										Fecha:	May-18				
Actividad	Muestra (s)										Tiempo promedio	Metodología Mundel		(A-B)/(A+B)	(A-B)/(A+B)	N° observaciones según Mundel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Valor máximo	Valor mínimo			
	1-May	3-May	5-May	7-May	9-May											
Transporte a área de trazado	17	16	17	17	16						16.65	17.1	15.75	0.04	0.04	1
Trazado	38	38	34	38	33						36.2	38	33	0.07	0.07	3
Transporte a área de corte	203	212	190	213	203						204.2	213	190	0.06	0.06	2
Demora por centrado de material en maquinaria	32	32	25	25	32						28.98	31.5	25.2	0.11	0.11	8
Corte de pieza	105	90	105	90	105						99	105	90	0.08	0.08	4
Transporte a área de doblado	175	176	177	180	161						173.76	180	160.8	0.06	0.06	2
Doblado de pieza	600	720	720	720	720						696	720	600	0.09	0.09	5
Verificación	54	53	48	53	54						52.4	54	48	0.06	0.06	2
Transporte a almacén	169	165	157	171	155						163.18	170.56	154.98	0.05	0.05	1

Toma de tiempos - Estudio del trabajo en minutos																
Producto:	Plataforma metálica										Evaluador:	Angel Wilfredo Patazca Zamora				
Proceso:	Producción										Motivo:	Análisis de proceso luego de mejoras				
Lote:	1 unidades										Fecha:	May-18				
Actividad	Muestra (min)										Tiempo promedio (min)	Tiempo estándar (min)				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
	1-May	3-May	5-May	7-May	9-May											
Transporte a área de trazado	0.3													0.29	0.31	
Trazado	0.6	0.6	0.6											0.61	0.70	
Transporte a área de corte	3.4	3.5												3.46	8.89	
Demora por centrado de material en maquinaria	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5									0.48	0.55	
Corte de pieza	1.8	1.5	1.8	1.5										1.63	1.85	
Transporte a área de doblado	2.9	2.9												2.93	3.36	
Doblado de pieza	10.0	12.0	12.0	12.0	12.0									11.60	13.22	
Verificación	0.9	0.9												0.89	1.02	
Transporte a almacén	2.8													2.82	3.10	
TOTAL													24.70	28.00		

