

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



GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO EN LA EMPRESA COMERCIAL
FIGUELA & JR S. A. C. PARA INCREMENTAR EL NIVEL DE
SERVICIO

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR
ALEX RAÚL REQUEJO PAZ

ASESOR
ÓSCAR KELLY VÁSQUEZ GERVAZI
<https://orcid.org/0000-0002-3893-0516>

Chiclayo, 2020

**GESTIÓN DE ABASTECIMIENTO EN LA EMPRESA
COMERCIAL FIORELA & JR S. A. C. PARA
INCREMENTAR EL NIVEL DE SERVICIO**

PRESENTADA POR:

ALEX RAÚL REQUEJO PAZ

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Cesar Ulises Cama Pelaez
PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo
SECRETARIO

Óscar Kelly Vásquez Gervasi
VOCAL

DEDICATORIA

A mis padres por todo su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanos por el empuje y la motivación.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre por acompañarme durante todo el proceso y no dejarme abandonar el rumbo.

A mi padre por las enseñanzas brindadas y por motivarme a superarme cada día.

Al señor Franco Rubén Paz Acuña y su esposa Yeny Suarez León, propietarios de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. Por la oportunidad de realizar este trabajo en su empresa y por todo el apoyo brindado.

A todos mis maestros y maestras que durante toda mi formación académica me inculcaron conocimientos.

RESUMEN

El presente trabajo se ha realizado en la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C. dedicada a la producción y comercialización de muebles, especialmente camas y camarotes, los cuales distribuye en el mercado local y nacional; y que debido a su operación en un contexto de planificación y toma de decisiones empíricas, ha ocasionado un nivel de servicio de 81,98%, generando unos ingresos no percibidos de 98 780 soles. Debido al alto índice de actividades improductivas, tiempo de ciclo largos, desabastecimiento de materiales y paros de producción por ruptura de stock identificado en el diagnóstico, se planteó una metodología basada en el diseño de una nueva planta de producción, se realizó un análisis de equilibrio y se planteó una gestión de abastecimiento mediante el uso de la herramienta de Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) y el Modelo P. Mediante la primera herramienta se logró eliminar las largas distancias entre las áreas de trabajo mediante el método Guerchet y posteriormente mejorar la redistribución del área de trabajo utilizando el método SLP. Con la segunda herramienta, se determinó el tiempo estándar para disminuir los tiempos de espera elevados y desperdicios que no agreguen valor al producto. Y finalmente, con la última herramienta se logró determinar qué materiales se deben de comprar, el tiempo y la cantidad a solicitar. La propuesta de estas herramientas permitió aumentar el nivel de servicio al 95%, reducir el tiempo de ciclo en 88% y eliminar las rupturas de stock. Finalmente se realizó el cálculo del costo – beneficio obteniendo un valor de 1,51 el cual significa que por cada sol invertido se obtendrán 0,51 soles de ganancia, por lo que el proyecto es viable económicamente.

PALABRAS CLAVES: Gestión de abastecimiento, distribución de planta, nivel de servicio.

ABSTRACT

This work has been carried out in the company Comercial Fiorela & JR S.A.C. dedicated to the production and marketing of furniture, especially beds and cabins, which it distributes in the local and national market; and that due to its operation in a context of planning and empirical decision-making, it has caused a service level of 81.98%, generating unearned income of 98,780 soles. Due to the high rate of unproductive activities, long cycle times, shortage of materials and production stoppages due to stock breakage identified in the diagnosis, a methodology based on the design of a new production plant was proposed, a balance analysis was carried out and a supply management was proposed through the use of the Material Requirement Plan (MRP) tool and Model P. Through the first tool, it was possible to eliminate long distances between work areas using the Guerchet method and subsequently improve the redistribution of the workspace using the SLP method. With the second tool, the standard time was determined to reduce long waiting times and waste that did not add value to the product. And finally, with the last tool, it was possible to determine what materials should be purchased, the time and the quantity to request. The proposal of these tools allowed to increase the level of service to 95%, reduce cycle time by 88% and eliminate stock breaks. Finally, the cost-benefit calculation was carried out, obtaining a value of 1.51, which means that for each sun invested, 0.51 soles of profit will be obtained, so the project is economically viable.

KEYWORDS: Supply management, layout distribution, service level.

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN.....	15
II.	MARCO TEÓRICO	17
	2.1. ANTECEDENTES	17
	2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS	21
	Proceso productivo	21
	Sistemas productivos	21
	Sistema de producción intermitente	21
	Indicadores de productividad.....	21
	Producción	21
	Productividad	22
	Capacidad.....	22
	Capacidad de diseño:	22
	Capacidad efectiva.....	22
	Capacidad real:	23
	Utilización de la capacidad	23
	Eficiencia de producción	23
	Indicadores logísticos	23
	Nivel de servicio.....	23
	Plazo de aprovisionamiento	24
	Ruptura de Stock	24
	Gestión de abastecimiento	24
	Planificación de los Requerimientos de Materiales	24
	Gestión de inventarios	25
	Método P.....	25
	Distribución de plantas productivas	26

Método Guerchet.....	27
Cuello de botella:.....	28
Balance de línea:.....	28
Clasificación ABC.....	29
Tamaño de muestra.....	29
Pronóstico de la demanda	30
III. RESULTADOS	31
3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	31
3.1.1. LA EMPRESA	31
a. Ubicación.....	31
b. Organigrama de la empresa	32
c. Clientes	33
d. Proveedores	33
3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO	34
a. Decisión de la unidad de análisis.....	34
b. Producto.....	39
c. Desperdicios	41
d. Materia prima	41
e. Insumos.....	43
f. Mano de obra.....	44
g. Equipos	45
h. Maquinaria.....	45
i. Suministros.....	50
3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS	50
a. Proceso logístico.....	50
b. Proceso productivo de las partes del parante de camarote.	54
3.1.4. ANÁLISIS DEL PROCESO	68

a.	Indicadores actuales del proceso	78
b.	Cuadro resumen de indicadores actuales del proceso	86
3.1.5.	IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS	86
a.	Análisis y evaluación de la información del proceso	86
b.	Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas.....	88
c.	Instrumento de orientación de enfoque de Investigación	89
d.	Problemas, causas y propuestas de solución en el sistema de producción	91
3.2.	DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	93
3.2.1.	MEJORA I. REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	93
a.	Método Guerchet	93
b.	Método SPL.....	96
3.2.2.	MEJORA II. ANÁLISIS DE EQUILIBRIO	100
a.	Cálculo del tiempo normal y tiempo estándar	101
b.	Resumen de los nuevos indicadores	115
c.	Cálculo de actividades productivas e improductivas.....	116
3.2.3.	MEJORA 3. PROGRAMA DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA EMPRESA COMERCIAL FIORELA & JR S.A.C.	118
a.	Plan de producción	118
b.	Estructura del producto.....	120
c.	Plan de necesidades netas	123
d.	Plan maestro de producción.....	125
e.	Gestión de abastecimiento con el método P	126
3.2.4.	CUADRO COMPARATIVO DE LOS INDICADORES ACTUALES Y CON LA MEJORA	129
3.3.	ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA	130
3.3.1.	COSTOS Y GASTOS EN CADA TAPA DE IMPLEMENTACIÓN	130

a.	Costos de la nueva distribución de planta	130
b.	Pago al nuevo personal.....	131
c.	Compra de materiales	132
d.	Consumo de energía eléctrica.....	132
3.3.2.	BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN	133
3.3.3.	FLUJO DE CAJA.....	134
3.3.4.	ANALISIS COSTO BENEFICIO	136
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	137
4.1	CONCLUSIONES.....	137
4.2	RECOMENDACIONES	138
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	139
VI.	ANEXOS	144

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de los locales de la empresa	32
Figura 2. Organigrama de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C.....	32
Figura 3. Vista isométrica del camarote capirona de 1 ½ plza. y sus componentes	37
Figura 4. Criticidad de desabastecimiento de las piezas	38
Figura 5. Diagrama de Flujo del abastecimiento de Materia prima	51
Figura 6. Diagrama de flujo del abastecimiento de piezas.....	53
Figura 7. Medidas del Parante de camarote	54
Figura 8. Cursograma analítico del proceso de producción de puentes	57
Figura 9. Cursograma analítico del proceso de producción de refuerzos	60
Figura 10. Cursograma analítico del proceso de producción de patas	63
Figura 11. Cursograma analítico del proceso de producción de ensamble de piezas	65
Figura 12. Cursograma analítico del proceso de producción de acabado final	67
Figura 13. Diagrama de análisis de proceso de puentes del parante	69
Figura 14. Diagrama de análisis de proceso para los refuerzos del parante	71
Figura 15. Diagrama de análisis de proceso para las patas del parante	73
Figura 16. Diagrama de análisis de proceso para el ensamble del parante.....	75
Figura 17. Diagrama de análisis de proceso para el acabado final del parante	77
Figura 18. Diagrama de Ishikawa de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C.....	87
Figura 19. Gráfico de relaciones de las áreas de la empresa	98
Figura 20. Croquis de la propuesta de distribución de la planta	99
Figura 21. Estructura arboreal del producto	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación	30
Tabla 2. Distribución de los trabajadores por áreas y sub áreas.....	33
Tabla 3. Clasificación de los productos por línea de productos	35
Tabla 4. Matriz ABC para productos de la Línea 1	36
Tabla 5. Porcentaje de desabastecimiento por componente	38
Tabla 6. Ficha técnica del parante de camarote	39
Tabla 7. Ficha técnica del puente de parante	40
Tabla 8. Ficha técnica del refuerzo de parante	40
Tabla 9. Ficha técnica de la pata de parante	41
Tabla 10. Ficha técnica de la madera comercial	42
Tabla 11. Ficha técnica de la madera de paquetería	43
Tabla 12. Ficha técnica de patas sin procesar	43
Tabla 13. Perfil del personal que labora en la empresa.....	44
Tabla 14: Especificaciones técnicas del compresor de aire PLUS 11	45
Tabla 15. Especificaciones técnicas de la amoladora DWE4336.....	46
Tabla 16. Especificaciones técnicas de la máquina circular GTS-10J	46
Tabla 17. Especificaciones técnicas de la máquina circular 2 GTS-10J	47
Tabla 18. Especificaciones técnicas de la máquina escopleadora.....	47
Tabla 19. Especificaciones técnicas de la máquina espigadora	48
Tabla 20. Especificaciones técnicas de la sierra de cinta BM3000.....	48
Tabla 21. Especificaciones técnicas de la máquina garlopa WO103	49
Tabla 22. Especificaciones técnicas de la máquina tupi WS500R.....	49
Tabla 23. Tabla resumen de las máquinas de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C	49
Tabla 24. Criterios de selección de proveedores	52
Tabla 25. Resumen de los cursogramas del proceso de los parantes	68
Tabla 26. Costos de materiales directos	79
Tabla 27. Costos de materiales indirectos	79
Tabla 28. Costos de mano de obra directa	79
Tabla 29. Costos la energía consumida por maquinarias	80
Tabla 30. Resumen de los costos de producción	80
Tabla 31. Cuadro resumen de la capacidad de la empresa.....	81
Tabla 32. Capacidades de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C.....	82
Tabla 33. Demanda no atendida e ingresos no percibidos en el 2018.....	83
Tabla 34. Razones por las que no se atendieron los camarotes de 1 1/2 plzas.	83
Tabla 35. Paros de producción por desabastecimiento de materiales	84

Tabla 36. Resumen de indicadores actuales de producción	86
Tabla 37. Cuadro problemas, causas y pérdidas	88
Tabla 38. Matriz de operacionalización.....	90
Tabla 39. Cálculo de la superficie necesaria para el área de producción	95
Tabla 40. Listado de las áreas con sus respectivas superficies	96
Tabla 41. Valores de proximidad	97
Tabla 42. Matriz triangular de relaciones de las áreas de la empresa	97
Tabla 43. Diagrama relacional de actividades	98
Tabla 44. Análisis comparativo de los operarios de elaboración de galleta	100
Tabla 45. Evaluación de los factores de calificación	101
Tabla 46. Tiempo de observación promedio para la elaboración de puentes	102
Tabla 47. Tiempo estándar para la elaboración de puentes.....	103
Tabla 48. Tiempo de observación promedio para la elaboración de refuerzos	105
Tabla 49. Tiempo estándar para la elaboración de refuerzos	106
Tabla 50. Tiempo de observación promedio para la elaboración de patas	108
Tabla 51. Tiempo estándar para la elaboración de patas	108
Tabla 52. Tiempo de observación promedio para el ensamble de camarote	110
Tabla 53. Tiempo estándar para el ensamble de camarote.....	111
Tabla 54. Tiempo de observación promedio para el acabado final	113
Tabla 55. Tiempo estándar para el acabado final	113
Tabla 56. Nuevos indicadores con el análisis de equilibrio	115
Tabla 57. Capacidades de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C.....	116
Tabla 58. Actividades productivas con la mejora	117
Tabla 59. Actividades improductivas con la mejora.....	117
Tabla 60. Demanda de camarotes de plaza y media 2016-2018	119
Tabla 61. Demanda proyectada de camarotes de plaza y media para el año 2019	120
Tabla 62. Cuadro de precedencia de los productos que conforman el parante.....	122
Tabla 63. Plan de necesidades netas	123
Tabla 64. Plan maestro de producción.....	125
Tabla 65. Determinación de la desviación estándar de demanda durante el período de revisión (T+L).....	127
Tabla 66. Cálculo de la cantidad a solicitar del producto (Q).....	128
Tabla 67. Porcentaje de actividades productivas	129
Tabla 68. Cuadro comparativo de los indicadores actuales y con la mejora.....	129
Tabla 69. Costos de la nueva distribución de planta.....	131
Tabla 70. Remuneración anual para trabajadores	131

Tabla 71. Costo de materiales por unidad de venta	132
Tabla 72. Consumo de energía eléctrica de todas las máquinas	133
Tabla 73. Beneficios en unidades monetarias.....	133
Tabla 74. Flujo de caja de la propuesta	135
Tabla 94. Costo - beneficio de la propuesta.....	136

I. INTRODUCCIÓN

El sector forestal maderable agrupa a tres grandes procesos de la cadena productiva, los cuales son: el manejo forestal; la primera transformación, relacionada al aserrado de madera y la segunda transformación relacionada a la fabricación de productos de madera. A nivel mundial, este sector representa el 3,8% del PBI con un valor económico de US\$ 137 mil millones en el año 2017, siendo los principales exportadores la Unión Europea, Canadá y China. [1]

Según [2], el Perú a pesar de contar con una extensa área forestal, sus exportaciones representaron solo el 1% del comercio mundial en el año 2018, debido a que el sector se encuentra muy fragmentado y no se tiene un control de calidad de materia prima. A esto se suma, el poco acceso a la tecnología y el desarrollo de capacidades productivas, los cuales son factores que no han permitido ofrecer productos de mayor valor agregado y de exportación. En cuanto a la industria manufacturera de muebles de madera en Perú, el mercado más importante es Lima, ya que representa el 44% de fabricación de muebles de madera, le siguen Arequipa con el 7%, Ancash, Junín, Piura, La Libertad y San Martín 4% cada una, y entre otros ocupan el 29%. [2].

Pineda [3] afirma que los principales problemas que enfrenta el sector de muebles en el Perú es el poco control de inventario, generando que la empresa quede desabastecida durante el proceso de producción. Otro de los problemas, es el incumplimiento con los tiempos de entrega, debido a que los problemas presentados durante el proceso, genera que los tiempos se alarguen y no se cumpla con los pedidos de los clientes. Asimismo, menciona que este sector se caracteriza por el tener maquinaria muy mal distribuida y que normalmente la mercancía se encuentra en desorden y es difícil de identificarla, tanto el producto en proceso como el producto terminado. Por su parte la Organización Internacional del Trabajo, menciona problemas como el acceso a financiamiento, poca innovación de productos, baja disponibilidad de mano de obra, poco equipo tecnológico e infraestructura inadecuada. [4]

Tal es el caso de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C, dedicada a la producción y comercialización de muebles del hogar, entre ellos camas, camarotes, colchones, roperos, reposteros, entre otros. El principal producto comercializado por la empresa es el camarote de 1 ½ plza. que representó el 44,39% de los ingresos totales de

la empresa en el año 2019, en el mismo periodo la empresa a satisfecho toda la demanda de ese producto, el cual tuvo un nivel de servicio de 81,98%. Las razones por las que no se cumplió con la demanda, son principalmente una mala planificación de la producción reflejada en periodos de escasas de materia prima y piezas, lo cual representó el 24,24% de rupturas de stock, así como el 21,88% de días sin producción. Asimismo, se presentaron problemas dentro del proceso de producción reflejados en una productividad global de 0,77 y una utilización de la planta de solo el 72,25%.

Frente a esa problemática surge la interrogante ¿La mejora de la gestión de abastecimiento en la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. podrá aumentar el nivel de servicio? Como respuesta a esta pregunta se propuso la redistribución del área de trabajo y la gestión de abastecimiento. Se planteó como objetivo principal gestionar el abastecimiento de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. para aumentar el nivel de servicio, para ello fue importante primero diagnosticar el sistema productivo actual de la empresa, después, se propuso mejoras al sistema productivo y finalmente se realizó un análisis costo – beneficio de la propuesta.

De esta forma, la presente investigación se ha realizado con el fin de brindar una base de estudio para empresas que no estén cumpliendo con la demanda como consecuencia de problemas dentro del proceso de producción. Por lo que, se pretende proporcionar una alternativa para satisfacer la demanda del consumidor mediante la planificación de producción y la eliminación de transportes innecesarios que generan baja productividad en las empresas del sector.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

En 2014, Ribera, Ortega y Pereyra [5] en su investigación titulada “*Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes*”, hablan sobre la importancia del Planeamiento de Requerimiento de Materiales (MRP) dentro del proceso productivo de las empresas, para enfrentar los inventarios excesivos, los retrasos en los pedidos, los costos de producción y costos de almacenamiento. Este artículo, tiene como objetivo presentar procedimientos adecuados y recomendaciones para la implementación de MRP en pymes; la metodología utilizada es revisión de la literatura y estudio de un caso, lograron proponer un procedimiento para la implementación del MRP en pymes identificando 4 factores críticos de éxito, de las que destaca, la participación, compromiso y liderazgo de los involucrados en el proceso. Como resultados, se obtuvo la reducción de los costos de inventario, reflejado en 50% menos, la mejora del servicio al cliente reduciendo los pedidos no atendidos en un 40%. Con la literatura mostrada y el caso práctico se evidencia que el MRP es una buena herramienta para reducir costos de las pymes. Se utilizó este antecedente para seguir la metodología para la implementación del MRP teniendo en cuenta los factores de éxito también mostrados.

En 2016, Oliveira, Silva, Manicoba y Ferreira [6] en su artículo “*Dimensionamento do lote no MRP com sequenciamento de itens: aplicação em uma empresa de fabricação de PVC*” tuvo como objetivo general planificar y controlar la producción considerando el tamaño de lote en el MRP y los efectos de sus variaciones. Para ello, determinó la inactividad de las máquinas en el proceso de producción de una empresa de PVC, que al cambiar de lote a lote (LxL) a regla cantidad fija (EOQ) se redujo la inactividad de la máquina, de esta forma concluye que la secuencia de los elementos en el proceso de producción debe considerarse al decidir dimensionamiento de lotes en MRP. Esta investigación se ha utilizado para reconocer la metodología empleada en la realización de un MRP, el cual ha sido aplicada teniendo en cuenta distintos esquemas y herramientas empleadas en su desarrollo como el Plan maestro de producción (MPS), Planeamiento de necesidades de materiales (MRP), lead time y plazos de entrega.

En 2018, Guamán, García y Moyano [7] en su artículo *“Desarrollo de un sistema MRP en la manufactura de muebles modulares para el aumento de productividad y calidad”* tuvo como objetivo elaborar un programa en Matlab para disminuir la cantidad de materia prima acumulada en el inventario y controlar la cantidad y el momento adecuado de reabastecimiento. Para ello, primero se recopiló información de las variables a estudiar, luego se utilizó la biblioteca GUI para elaborar la interfaz gráfica del software y finalmente se visualizaron los resultados en los periodos determinados. Como resultados, se estableció que, para cumplir con los pedidos de los clientes, la empresa debe de abastecerse de 53,4 m² de madera, 960 tornillos y 462 m de canto para la primera semana de cada mes. Se concluye que al utilizar la herramienta de MRP se ahorra los recursos de la empresa, puesto que se minimizan los costos de inventario, los tiempos de proceso y se mejoran los tiempos de reacción de la línea de ensamblaje, convirtiendo a la empresa en más flexible y competitiva.

Estos antecedentes brindarán la metodología MRP (Plan de requerimiento de materiales) para aplicar durante la investigación. Esto con el fin de conocer el tiempo, la cantidad y el tipo de material que se debe de abastecer en la empresa para aumentar el nivel de servicio de la organización.

En 2016, Peña, Neira y Ruiz [8] en su investigación titulada *“Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento”* tiene como objetivo realizar un balance de línea para obtener un flujo continuo y uniforme. Para ello, primero se realizó un estudio de tiempos de las actividades implicadas, luego se halló el tiempo estándar de las operaciones mediante el uso del balanceo de línea. Este estudio se desarrolló mediante un modelo de programación lineal, el cual es programado por el software AMPL y es resuelto a través del NEOS SOLVER con el solver KNITRO. Como resultado se obtuvo que la empresa actualmente cuenta con 4 estaciones de trabajo, generando que exista una carga de trabajo excedida en la tarea que involucra a los bodegueros. Asimismo, se obtuvo un tiempo de ciclo de 66,66 horas para 4 Cedis y una carga de trabajo de 23,81 horas/ hombre en la bodega 1 y 39,50 horas/hombre para la bodega 2. Ante esta mejora, se logra aumentar la velocidad del proceso, aumentar la productividad, disminuir tiempos de espera y costos operativos.

En 2017 Sudharsan, Balthilak y Santhosh [9] en su investigación titulada “*Balancing of Production Line in a Bearing Industry to improve Productivity*” tiene como objetivo lograr una correcta combinación de estaciones de trabajo para minimizar los tiempos de inactividad en las actividades del proceso de producción. Para ello, primero se evaluó la falta de materiales, mano de obra y cambios de diseño en el producto. Una vez evaluado los factores se propuso aumentar la producción de rodamientos mediante la aplicación del método de balanceo de línea, primero utilizando un software Timer Pro Professional para agrupar actividades similares y descubrir la productividad más optimizada, y luego, reorganizando las actividades existentes en cada estación de trabajo. Se concluye que la producción aumentó en 55 770 unidades utilizando el software y 4 628 unidades bajo el agrupamiento de actividades. Como resultado, estudio sugiera que la empresa debería modificar su línea de operaciones para mejorar la productividad y rentabilidad de esta misma.

En 2019, Miño, Moyano y Santillán [10] en su investigación “*Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro*” tiene como objetivo determinar los tiempos estándar en el área de soldadura de la empresa Ciudad del Auto para balancear la línea de automóviles modelo cuatro (4M). La metodología utilizada, se basó, en primero lugar, en identificar las actividades en cada una de las siete estaciones de trabajo, utilizando recursos audiovisuales. Posteriormente, se realiza la medición, cálculo y registro de los tiempos normales, tiempos estándar utilizando como factor de desempeño de trabajo sobre la base de las tablas de Westinghouse, y cálculo de los suplementos de trabajo, valores propios de la Empresa. Como resultado, se obtuvo que existe un tiempo de ciclo de 18 191 segundos, un takt time de 2 730 segundos con una demanda en ese período de 10 unidades. Una vez, hallado los tiempos estándar se realiza los diagramas de precedencia para con ellos determinar el balanceo de línea y la correspondiente asignación de trabajo con un total 10 personas, debido a que se tiene que realizar las operaciones sincrónicamente planificadas tanto en el lado derecho como izquierdo del auto.

Estos antecedentes brindan la metodología que se debe de seguir para realizar el balanceo de línea mediante el estudio de la carga laboral y lograr el flujo continuo de producción.

En 2018, Zambrano [11] en su investigación “*Propuesta del diseño de una planta procesadora para la producción de michelada mix*” tuvo como objetivo proponer un diseño de una planta industrial para la producción de Michelada Mix mediante el uso del método Guerchet. Para ello, primero se elaboró una proyección de ventas, utilizando datos históricos, añadiendo las proyecciones de crecimiento de la empresa para determinar el tamaño de la planta. Luego, se definió el proceso productivo y las máquinas compatibles, evaluando sus características físicas y capacidades. Finalmente se definió la cantidad de operarios con los que contará la empresa. Como resultados, se obtuvo que según el método Guerchet, el layout de la planta debe tener un tamaño de 1 100 m², y que considerando la proyección de ventas la empresa necesita una inversión de \$1 314 638 y un punto de equilibrio en unidades de 282 066.

Este antecedente ayudará a aplicar el método Guerchet con el fin de distribuir correctamente las superficies de la empresa y exista un mejor aprovechamiento de las áreas.

2.2. BASES TEÓRICO CIENTÍFICAS

Proceso productivo

Según Niebel [12], el proceso de producción es el conjunto de procedimientos destinados a transformar una materia en producto terminado. Prácticamente un proceso productivo se identifica con una línea o red de producción formada por un número dado de estaciones de trabajo y un tiempo predeterminado en cada una de ellas.

Sistemas productivos

Son un conjunto objetos y personas que interactúan entre sí para procesar insumos con la finalidad de obtener productos terminados. Existen varios tipos de sistemas productivos, pero los más comunes son: los continuos, intermitentes, modulares y por proyectos: [13]

Sistema de producción intermitente

Ramírez y Margot [14], afirman que la producción intermitente elabora bienes no estandarizados, es decir, pedidos específicos en lotes relativamente pequeños, los operarios suelen ser polifuncionales y emplean máquinas, equipos y herramientas diversas. La distribución de planta es por proceso, por lo que se juntan las máquinas de proceso similar en cada sección, administrando apropiadamente la integridad del proceso productivo. Este tipo de proceso crea la flexibilidad necesaria para producir diversos artículos o servicios en cantidades significativas. La personalización es relativamente alta y el volumen de cualquier producto o servicio en particular es bajo. Sin embargo, los volúmenes no son tan bajos como para los procesos de proyecto, los cuales, por definición no producen grandes cantidades. La fuerza de trabajo y el equipo son flexibles y se ocupan de diversas tareas.

Indicadores de productividad

Según Rodríguez, en un estudio de métodos, los principales indicadores de producción y productividad a tomar en cuenta son los siguientes: [15]

Producción

Es la cantidad de productos obtenidos en un cierto periodo de tiempo, los cuales son el resultado de un proceso de transformación de materias primas.

Su fórmula es:

$$Producción = \frac{tb}{ciclo}$$

Siendo:

Tiempo base (tb): Minutos, horas, días, semanas, etc.

Ciclo: Llamado también cuello de botella, es la operación con mayor duración en un proceso productivo.

Productividad

La productividad es la capacidad del sistema para elaborar los productos que son requeridos y a su vez del grado en que aprovechan los recursos utilizados” [15], es decir la producción entre los recursos utilizados.

$$Productividad = \frac{Producción\ obtenida}{Cantidad\ de\ recurso\ empleado}$$

El recurso utilizado puede ser materia prima, insumos, mano de obra o capital.

Capacidad

Es el número de unidades o producción que una organización puede encargarse, almacenar o producir en un periodo de tiempo fijo. [16] La capacidad conlleva a determinar cuánto se puede producir a un nivel constante, sin la presencia de fallas ni interrupciones, y cuánto se logra producir en condiciones reales. Detalladamente, existen tres tipos de capacidades: capacidad de diseño, capacidad efectiva, capacidad real y la utilización de capacidad. Estas se detallan a continuación: [17]

Capacidad de diseño:

Se le conoce el nivel de operación, es la máxima producción teórica que se puede alcanzar bajo condiciones ideales. Alcanzar esta capacidad implica que las máquinas estén en constante funcionamiento, la mano de obra labore en su máxima eficiencia en el periodo de trabajo establecido.

Capacidad efectiva

Es la capacidad esperada de una empresa, teniendo en cuenta la mezcla de bienes, procesos de sistematización y estándares de calidad conseguida en un periodo determinado. Considera que la mayoría de las empresas no opera en su máxima

capacidad, por existen restricciones típicas como mantenimiento de maquinaria, errores del personal, tiempos perdidos, entre otros.

Capacidad real:

Es la producción conseguida en un periodo determinado, dado los controles operativos. Este concepto es útil al ser utilizado en conjunto con la capacidad de diseño y la capacidad efectiva con la finalidad de calcular la utilización de capacidad y la eficiencia de producción. Una vez definidos los tipos de capacidad de una empresa, se puede obtener la utilización y eficiencia de ella:

Utilización de la capacidad

Este indicador permite conocer qué tanto se está aprovechando la capacidad de diseño de la compañía. Cuando se calcula, ambas medidas deben contemplar el mismo tiempo y las mismas unidades.

$$\textit{Utilización de capacidad} = \frac{\textit{Capacidad real}}{\textit{Capacidad de diseño}}$$

Eficiencia de producción

Es el cociente entre la producción real (capacidad real) y la capacidad efectiva. La relación de eficiencia se obtiene según se acerca al índice 1 o 100%.

$$\textit{Eficiencia de producción} = \frac{\textit{Capacidad real}}{\textit{Capacidad efectiva}}$$

Indicadores logísticos

Nivel de servicio

Puede definirse con la probabilidad de poder satisfacer la demanda de los clientes sin enfrentarse a pedidos pendientes o a una venta perdida [18]. Se puede hallar mediante la siguiente formula:

$$NS = \frac{\textit{Demanda no atendida}}{\textit{Demanda total}}$$

Plazo de aprovisionamiento

De acuerdo con López [19], aprovisionar es una función destinada a poner a disposición de la empresa todos los productos, bienes y servicios del exterior que son necesarios para su funcionamiento, su cálculo se simplifica en la siguiente formula.

$$PA = \text{Fecha de recepción del pedido} - \text{Fecha de emisión del pedido}$$

Ruptura de Stock

Según Viciano [20], la ruptura de stock es la insatisfacción de la cantidad de demanda por un consumidor provocado por la ausencia de stock. El nivel de stock hace referencia a la cantidad almacenada de un artículo en un momento dado, por ello es necesario tener un nivel de stock óptimo para evitar llegar al punto de ruptura al igual que evitar un exceso inútil de existencias y por tanto mayores costes de almacenamiento.

Gestión de abastecimiento

Planificación de los Requerimientos de Materiales

Según Krajewski y Ritzman [21], nos afirma que la planificación de los requerimientos de materiales (Material Requirements Planning, MRP) es una técnica de demanda dependiente que utiliza listas de materiales, registros de inventarios y compras, recepciones programadas y un programa maestro de producción para determinar las necesidades de materiales. Entre los beneficios que se han encontrado en el MRP son:

- Mejor respuesta a los pedidos de los clientes como resultado de un mejor cumplimiento de los programas.
- Una respuesta más rápida a los cambios del mercado
- Mejor utilización de las instalaciones y de la mano de obra
- Reducción de los niveles de inventario.

Esta técnica permite dar una mejor respuesta a los pedidos de los clientes y al mercado permite ganar pedidos y cuota de mercado; una mejor utilización de las instalaciones y del personal brinda mayor productividad y mejor retorno de la inversión; la reducción de inventarios libera capital y espacio para otros usos.

Hay que tener en cuenta que Sipper y Bulfin [22] manifiestan que los tres componentes principales de un sistema MRP son:

- El programa maestro de producción: es el insumo fundamental del MRP ya que permite conocer las necesidades por cada fase del producto terminado y convertirlos en requerimientos de componentes individuales.
- Los registros del estado del inventario: contienen el estado de todos los productos en el inventario. Este mantiene actualizado las transacciones del inventario y contienen factores de planeación como: inventario de seguridad, el tiempo de entrega del artículo, desperdicio permitido, tamaños de lote, etc.
- La lista de materiales (estructura del producto): es un diagrama que refleja el orden en que se producen y ensamblan la materia prima, las partes que se compran y los sub-ensambles para formar un artículo final.

Gestión de inventarios

Amaya [23], nos dice que la gestión de inventarios se refiere a la planificación y control de inventarios para mantener la cantidad adecuada y así la empresa alcance sus prioridades competitivas de la forma más eficiente, importante para lograr el máximo potencial de la cadena de suministro.

Además, según Sierra, Guzmán y García [24], la administración de los inventarios es importante para lograr el pleno potencial de toda cadena de valor. Para esto se requiere de información sobre las demandas esperadas, las cantidades de inventario disponibles y en proceso de pedido, entre otros.

Método P

Según Krajewski y Ritzman [21], el método P también llamado sistema periódico mediante el cual los pedidos se realizan en un tiempo constante y las cantidades a pedir varían de un periodo a otro según el nivel de inventario y demanda pronosticada. Un sistema de periodo fijo el inventario se realiza sólo en algunas ocasiones (cada semana, cada mes, etc., según política), así mismo se recomienda que cuando se cuente el inventario se realice el pedido sobre todo en caso cuando el proveedor hace visitas de rutina a los clientes y pueda levantar el pedido de toda una línea de producción o cuando el comprador realice pedidos de dos o más productos, sobre todo para minimizar en costos de transporte.

La cantidad a comprar de estos productos se evalúan de acuerdo a un tiempo determinado (T), restándole lo que ya se tiene (I). [25]

$$Q = \underline{d}(T + L) + Z\sigma(T + L) - I$$

$$\sigma_{(T+L)} = \sqrt{(T + L)(\sigma_d)^2}$$

Q = Cantidad a solicitar del producto.

d = Demanda diaria promedio del producto.

σ_d = Desviación estándar de la demanda diaria.

T = Periodo de revisión.

L = Lead Time.

N = Nivel de servicio esperado.

Z = Número de desviaciones estándar para un N específico.

σ_(T+L) = Desviación estándar de la demanda durante el periodo de revisión (T+L).

I = Stock actual al momento de realizar el cálculo.

Cuando las demandas son inesperadas o existen retrasos en las entregas de los proveedores se necesitan el **Stock de seguridad** el cual es un previsto que funciona como un colchón que complementa al stock de ciclo. [26]

Distribución de plantas productivas

El objetivo del análisis de una distribución es el de economizar espacio y el de reducir el recorrido de los circuitos. Una deficiente distribución supondrá una fuente constante de pérdidas para la empresa. Los principales problemas que afectan al problema de la distribución de planta son:

- Movimiento de materiales, que vendrá afectado por las distancias a recorrer, la complejidad de los itinerarios y la posibilidad de ayudarse con la gravedad.
- Movimiento de personal, aspecto en que debe cuidarse tanto de lo referente al personal interno como al externo a la empresa, que deba moverse ocasionalmente por ella.
- Eliminación de despilfarros, en tiempos perdidos de personas y materiales, sea en los procesos productivos u otros.
- Construcción e instalaciones de la planta, facilitados por el diseño de la misma y su distribución.
- Seguridad y condiciones de trabajo: aspectos relacionados con la eliminación de riesgos, ergonomía de la planta y sus puestos de trabajo, iluminación, etc.

Método Guerchet

Para Álvarez, Domínguez y García [27], nos dicen que el método Guerchet evalúa la superficie necesaria para una planta de producción, además la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parciales: estática, de gravitación y de evolución. Es un método de cálculo de superficies de distribución. En principio bastara con conocer cuál es la superficie total de la planta para, en una primera aproximación, cuadrificarla y estimar la disponibilidad para cada sección.

- **Superficie total (St)**

Es la suma de las áreas estáticas, de gravitación y de evolución.

$$St = Ss + Sg + Se$$

- **Superficie estática (Ss)**

Es la superficie donde se colocan los objetos que no tienen movimiento como máquinas, equipos y muebles.

$$Ss = L * A$$

Dónde: L: Largo; A: Ancho

- **Superficie de gravitación (Sg)**

Es la superficie utilizada por el obrero y por el material acoplado para las operaciones en curso, alrededor de los puestos de trabajo. No interviene en almacenes.

$$Sg = Ss * norte$$

Dónde: N: número de lados de operación de la máquina.

- **Superficie de evolución**

Es el espacio que necesita para la circulación, movimiento de materiales y servicios. Es la que se reserve entre los puestos de trabajos para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.

$$Se = (Ss + Sg) * K$$

Dónde: K: constante del proceso productivo (entre 0,05 y 3), y

$$K = \frac{APO}{2} (AME)$$

Dónde: APO: altura promedio de los operarios y AME: altura media de máquina y muebles.

Cuello de botella:

Es la parte de la cadena de producción más lenta, que ralentiza la producción global y por ende determina la cantidad de piezas a producir en un determinado tiempo.

Balance de línea:

Radica en distribuir las tareas para que los recursos productivos sean utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. Una cadena está equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra. [28]

García [29] utiliza las siguientes fórmulas para lograr un balance de línea:

- **Tiempo muerto**

$$Tiempo\ muerto = kc - \sum ti$$

- k: número de estaciones
- c: ciclo o cuello de botella
- ti: tiempo de operación en cada estación de trabajo
-

- **Eficiencia de la línea**

$$E = \frac{\sum tiempo\ tareas}{(\# ET\ actual) \times (Tiempo\ ciclo)}$$

- ET: Número de estaciones

- **Número mínimo de estaciones**

$$Número\ de\ estaciones = \frac{Tiempo\ producción\ x\ producción\ diaria}{Tiempo\ operación\ disponible}$$

$$N^{\circ}\ min\ ET = \sum_{t=1}^n \frac{Tiempo\ para\ tarea\ i}{Tiempo\ ciclo}$$

- **Equilibrio del tiempo de las actividades**

$$Tiempo\ equilibrado = \frac{tiempo\ de\ ciclo}{N^{\circ}\ de\ operaciones}$$

- **Producción diaria**

$$Producción\ diaria = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ equilibrado}$$

- **Takt time, ciclo real y ciclo máximo**

$$\text{Ciclo real} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones (redondeado al mayor)}} = \frac{t_p}{n} \leq \text{takt time}$$

$$\text{Ciclo máximo} = \text{Takt time} = \frac{\text{Tiempo de ciclo}}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones (sin redondear)}} = \frac{t_p}{n}$$

- **Número de trabajadores**

$$\text{Número de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo producción}}{\text{Tiempo flujo equilibrado}}$$

Clasificación ABC

Según Vidal [30], la clasificación ABC sirve para clasificar los artículos del inventario en tres grupos en base a la representación de su volumen anual en unidades monetarias de un artículo en relación a los demás artículos. Lo que se busca con este sistema, es que la gerencia pueda enfocar su atención en aquellos productos que tengan una mayor representación monetaria para la empresa, por ello se debe diferenciar los artículos y de acuerdo al grado de importancia de cada uno establecer estrategias diferenciadas que faciliten una gestión eficiente

Por otro lado Ballou [31], se plantea tres niveles para la clasificación, teniendo en primer lugar la clase A, que significa que el 20 % de los artículos representan el 80 % del valor de inventario, el de clase B que significa el 20% de, la clase B que significa que el 30 % de los artículos representan el 15 % del valor y los artículos de clase C, el 50 % de los artículos representan el 5% del valor de inventario.

Tamaño de muestra

El tamaño de muestra se realizará en base a la información brindada por Time Study Manual de los Eric Works the General Electric Company, la cual determina el número de ciclos de observaciones según el tiempo de ciclo observado, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1. Número recomendado de ciclos de observación

Tiempo de ciclo (minutos)	Número de ciclos recomendados
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	25
2,00 – 5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
40,00-a más	3

Fuente: Niebel [32]

Tiempo promedio: Se toman los tiempos y se divide entre el número de ciclos observados

$$Tiempo\ promedio = \frac{Suma\ de\ tiempos\ observados}{Número\ de\ ciclos\ observados}$$

Pronóstico de la demanda

Consiste en detallar información acerca del futuro, este proceso comprende una serie de decisiones concernientes a la planeación a largo plazo, el cual considera distintos factores como las condiciones económicas, las preferencias en el mercado, el contexto político y social en general. Un pronóstico de demanda a largo plazo se realiza de 5 años. [33]

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

3.1.1. LA EMPRESA

Comercial Fiorela & JR S.A.C es una empresa que inició sus actividades el 1 de noviembre del 2009, está registrada como Sociedad Anónima Cerrada de propiedad de los esposos Franco Rubén Paz Acuña y Yeny Edith Suarez León. Es una empresa dedicada a la producción y comercialización de muebles del hogar, entre ellos camas, camarotes, colchones, roperos, reposteros, entre otros. Al principio era solo un pequeño taller de producción que al mismo tiempo era una tienda para la venta de muebles, y en la actualidad ya cuenta con dos tiendas y dos talleres de producción.

a. Ubicación

La empresa está ubicada en el parque industrial de Villa el Salvador en la ciudad de Lima, está distribuida en 4 locales, dos de ellos de producción y dos locales de venta.

Taller 1: Es un local alquilado de 300 m², está ubicado en el Jr. Maquinarias a 600m de distancia de la tienda 1 y a 450m de la tienda 2. El taller 1 es el taller de producción principal, se encuentran la mayor parte de la maquinaria (98%) y se fabrican todos los productos que la empresa fabrica en su totalidad.

Taller 2: Es un espacio de 400m², está ubicado en la calle Huaral a 1,3 km de distancia de la tienda 1; 1,1 km de la tienda 2 y 1,7 km del taller 1. En este lugar se les da el acabado final a los productos fabricados en el taller 1. Además, se fabrican las sabaneras (pieza componente de la cama sabanera).

Tienda 1: Es un local alquilado de dos pisos ubicado en calle los artesanos Mz U Lt 18, tiene una superficie total de 380 m². En este lugar se ofrecen a la venta productos de las tres líneas de producción.

Tienda 2: Es un local alquilado de 500m², ubicado a 200 m de distancia de la tienda 1, en este lugar se venden los productos de la línea 3.

En la figura 1 se muestra la zona del parque industrial en el que están ubicados todos los locales de la empresa.

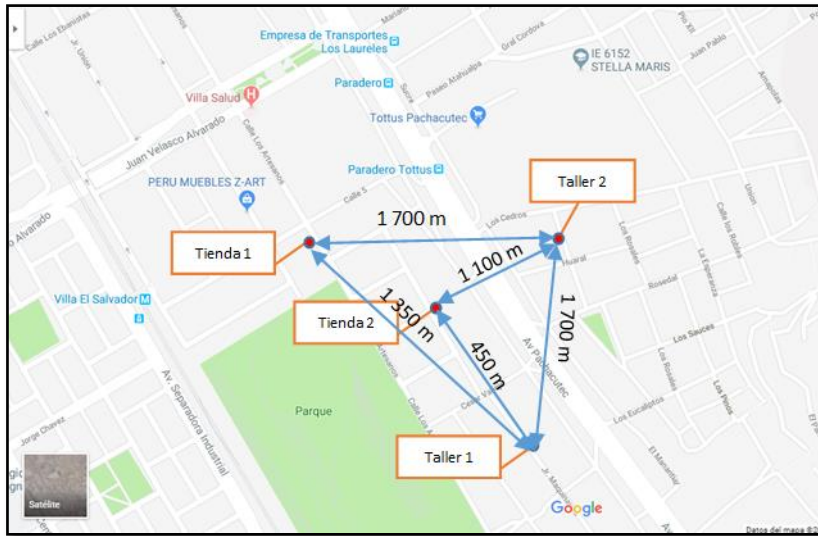


Figura 1. Ubicación de los locales de la empresa
 Fuente: Adaptado de Google maps

b. Organigrama de la empresa

La empresa se encuentra jerarquizada por áreas, en la cabeza está el gerente general, le sigue el administrador, las áreas de producción, de acabado final, ventas y logística.

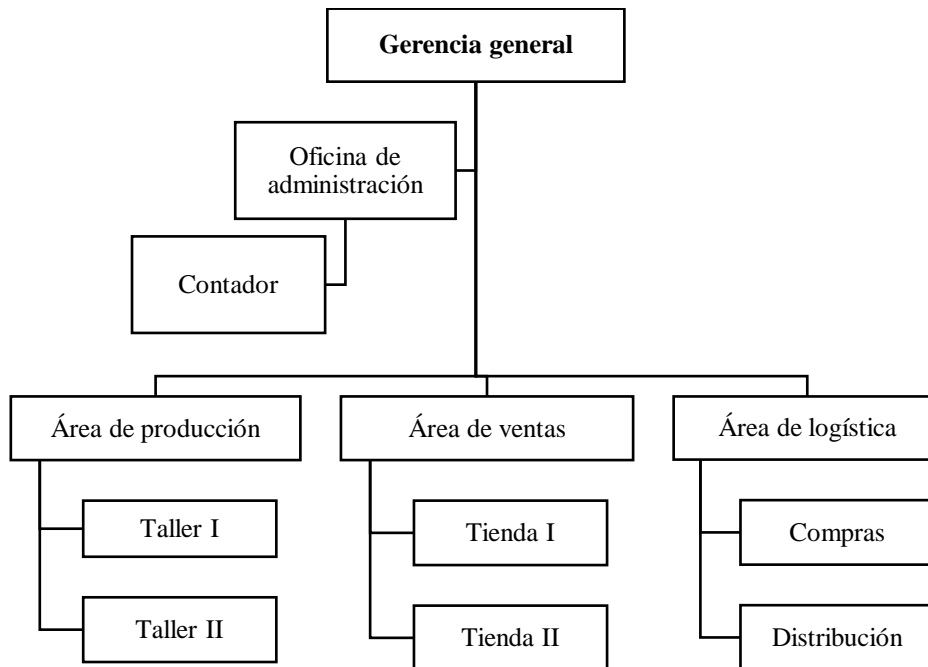


Figura 2. Organigrama de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C.
 Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

En la tabla 2 se muestra la distribución y cantidad de trabajadores por cada área de la empresa, se aprecia que el área de producción tiene la mayor cantidad de trabajadores, y estos están divididos en dos talleres.

Tabla 2. Distribución de los trabajadores por áreas y sub áreas

Área	Lugar	Sub Área	Nº de trabajadores	Total
Producción	Taller 1	Habilitado de madera	2	18
		Fabricación de parantes	2	
		Fabricación de tarimas	3	
		Fabricación de camas rancheras	2	
	Taller 2	Producción de parrilla y bandas	3	
		Acabado final	4	
		Fabricación de sabaneras	2	
		Fabricación de roperos	2	
Ventas	Tienda 1	Toma de pedido	2	6
		Despacho de mercadería	1	
	Tienda 2	Toma de pedido	2	
		Despacho de mercadería	1	
Logística		Abastecimiento	1	1
Administración	Tienda 2	Gerencia	1	3
	Tienda 1	Administración	1	
	Externo	Contabilidad	1	

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

c. Clientes

Al estar ubicada en una zona industrial y mayorista, los clientes de Comercial Fiorela & JR S. A. C. son empresas y adquieren productos al por mayor. Estas empresas se encuentran en Lima, siendo Atocongo y La Victoria los principales destinos de los productos; le siguen los mercados de Ica, Pisco, Ayacucho, Cuzco; en menor medida. Asimismo, la empresa también dirige sus productos a las personas naturales que van al lugar a comprar por unidad y para consumo directo.

d. Proveedores

Actualmente la empresa tiene dos tipos de proveedores, proveedores locales y proveedores externos. Los criterios de selección de proveedores varían de acuerdo al tipo.

- Proveedores locales

La empresa llama proveedores locales a aquellos que abastecen de materia prima en pequeñas cantidades y tienen su centro de distribución cerca de los talleres de producción, es decir en el Parque Industrial de Villa el Salvador.

- **Proveedores externos**

La empresa llama proveedores externos a aquellos que abastecen de materia prima en grandes cantidades. Estos proveedores están ubicados en Pucallpa, lugar de explotación y acopio de la madera.

3.1.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO

La empresa posee un sistema por lote o intermitente, este sistema radica en producir según la demanda de los clientes. Este tiene distintos productos que se elaboran según la orden de planificación por pedido.

a. Decisión de la unidad de análisis

La empresa vende tres líneas de productos, el criterio utilizado para determinar la pertenencia a una línea de productos es el lugar de fabricación.

Línea 1: Productos que la empresa fabrica (todas las piezas que las componen).

Línea 2: Productos que la empresa subcontrata (algunas piezas y produce otras).

Línea 3: Productos que la empresa compra y los vende (sin añadirles valor).

Se ha hecho la diferenciación debido a que tienen diferente tratamiento. En el caso de los productos de la línea 1, al ser procesados en su totalidad por la empresa dependen solo del sistema productivo de la empresa, mientras que en la línea 2 y 3, se depende del sistema productivo de proveedores externos.

En la tabla 3 se muestran los productos que la empresa vende clasificados en las respectivas líneas antes mencionadas. Cabe recalcar que la empresa vende más productos, sin embargo, no son permanentes, varían de acuerdo a la temporada y al acceso a la materia prima.

Tabla 3. Clasificación de los productos por línea de productos

<i>Línea de productos</i>	<i>Producto</i>	<i>Línea de productos</i>	<i>Producto</i>
Línea 1	Tarima Económica - 1 1/2 plza. ¹	Línea 3	Colchón Gami 2 años
	Tarima Económica - 2 plza.		Colchón Gami 6 años
	Tarima 3 x 3 - 1 plza.		Colchón El Cisne 2 Albania
	Tarima 3 x 3 - 1 1/2 plza.		Colchón El Cisne 2 Apu
	Tarima 3 x 3 - 2 plza.		Colchón Romantic Danubio
	Cama Ranchera - 1 1/2 plza.		Colchón Romantic Soñador
	Cama Ranchera - 2 plza.		Espuma Romantic Económica
	Camarote - 1 plza.		Espuma Romantic Zebra
	Camarote - 1 1/2 plza.		Ropero adulto 70 cm
	Camarote Mixto		Ropero adulto 1 m
	Camarote Grueso - Mixto		Ropero adulto 1,2 m
Línea 2	Cama Biblioteca 1 1/2 plza.	Ropero adulto 1,5 m	
	Cama Biblioteca 2 plza.	Ropero niño 2 puertas	
	Cama Sabanera - 1 1/2 plza. -	Ropero niño 3 puertas	
	Cama Sabanera - 2 plza. -	Ropero tocador niño	
	Cama Baúl 1 1/2 plza.	Repostero 60 cm	
	Cama Baúl 2 plza.	Repostero 1 m	
		Repostero 1,2 m	

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tal como se observa en la tabla anterior, la empresa posee una amplia gama de productos, por lo que es necesario establecer una priorización en el servicio al cliente que, partiendo de la premisa que no todos los productos son rentables, se enfoca el tema de asignación de recursos. Para lograrlo, se realizó una clasificación ABC, de acuerdo a su importancia de la demanda o ventas anuales, la cual es recomendada para productos terminados. [34] En ella se logra evidenciar que el 44,42% de los ingresos de la empresa son generados por el camarote de 1 1/2 plza. Por lo que se elegirá como unidad de análisis para la presente investigación.

¹ En este trabajo se utilizará la abreviatura plza. en representación a “plaza” que es la unidad de medida utilizada para las camas y colchones.

Tabla 4. Matriz ABC para productos de la Línea 1

Descripción	Importe (S/)	Porcentaje	Acumulado	Clasificación
Camarote de 1 1/2 plza.	S/ 645 920,00	44,42%	44,42%	A
Cama Ranchera de 1 1/2 plza.	S/ 124 630,00	9,57%	53,99%	
Tarima 3 x 3 de 2 plza.	S/ 120 690,00	8,30%	62,29%	B
Camarote Mixto	S/ 101 640,00	6,99%	69,28%	
Cama Ranchera de 2 plza.	S/ 92 345,00	5,35%	74,63%	
Tarima 3 x 3 de 1 1/2 plza.	S/ 86 700,00	5,96%	80,59%	
Tarima Económica de 1 1/2 plza.	S/ 74 240,00	5,10%	85,69%	
Camarote Grueso de Mixto	S/ 66 960,00	4,60%	90,29%	C
Tarima Económica de 2 plza.	S/ 60 775,00	4,18%	94,47%	
Camarote de 1 Plza.	S/ 42 210,00	2,90%	97,37%	
Tarima 3 x 3 de 1 plza.	S/ 38 165,00	2,63%	100%	
TOTAL	S/ 1 454 275,00	100,00%		

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Sin embargo, el camarote capirona de 1 ½ plza. es un mueble de descanso de dos niveles y es el resultado del ensamble de 11 piezas: 2 parantes, 4 bandas, 2 paquetes de parrilla, una baranda y una escalera. Por lo que se pretende estudiar los componentes más críticos en la empresa. Actualmente, la empresa posee un stock de bandas, parrillas, escaleras y barandas, pues son fáciles y rápidas de hacer, y cuando la demanda es mucha, tienden a tercerizar, pero los parantes sí son productos elaborados en la misma empresa, por lo que requieren más análisis. La siguiente imagen muestra el producto de estudio y sus componentes.

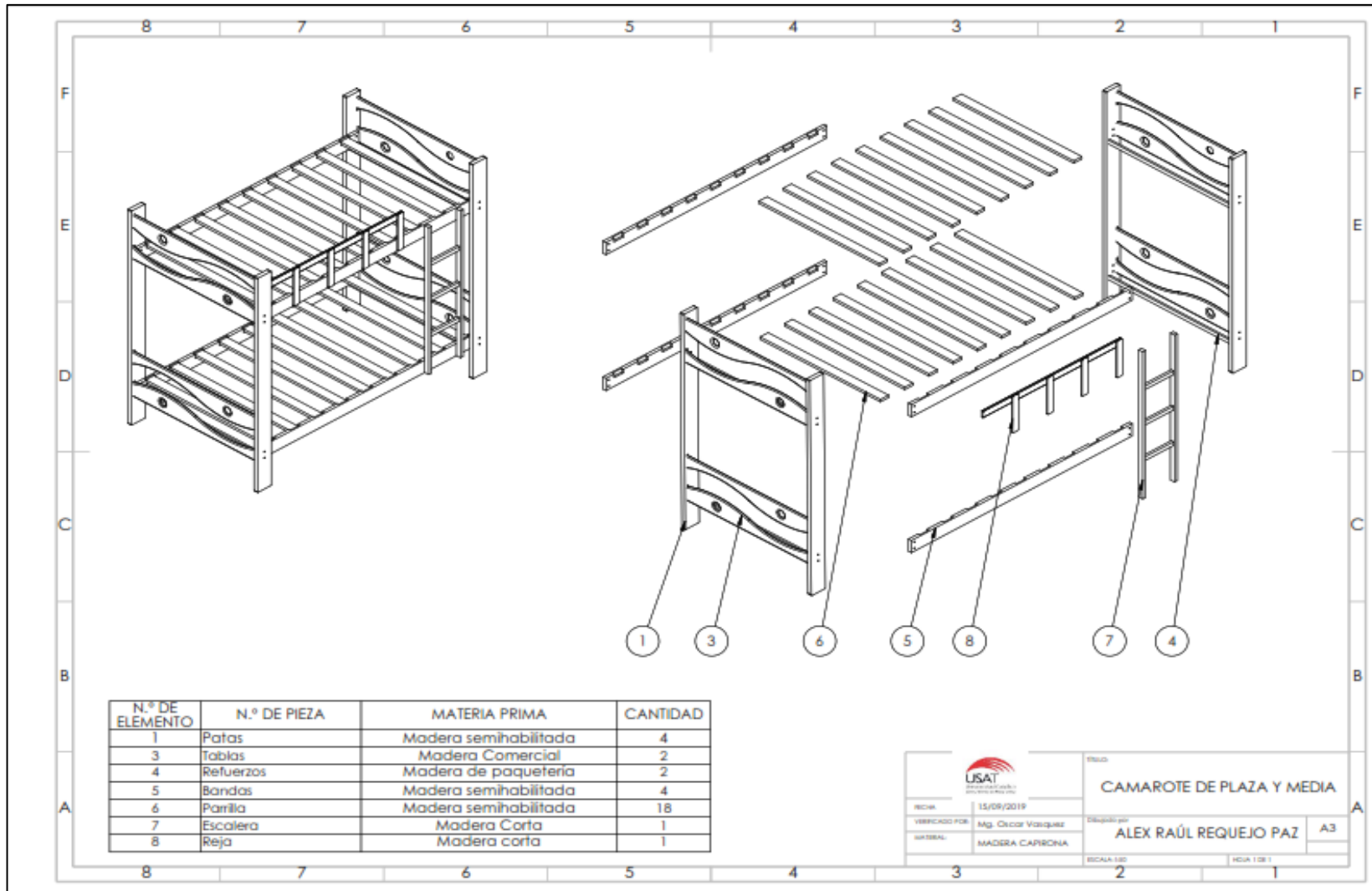


Figura 3. Vista isométrica del camarote capirona de 1 ½ plza. y sus componentes

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Cada pieza del camarote de 1 ½ plza. tiene un proceso productivo independiente, algunas como las bandas son sencillas de fabricar, por lo que no tienen rupturas de stock considerables, sin embargo, otras como los parantes tienen un proceso productivo más complejo cuya fabricación requiere más tiempo, lo que genera que no se concreten las ventas. En la siguiente tabla se muestra los porcentajes de los componentes del producto que mayores dificultades han tenido en ser producidos. En el anexo 1 se puede evidenciar las causas a mayor detalle.

Tabla 5. Porcentaje de desabastecimiento por componente

Componente	Cantidad	Porcentaje	Acumulado
Parante	118	52,91%	52,91%
Parrilla	47	21,08%	73,99%
Bandas	41	18,39%	92,38%
Rejas	12	5,38%	97,76%
Escalera	5	2,24%	100,00%
Total	223	100,00%	

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tal como se muestra en la tabla anterior el parante es el producto que posee mayor criticidad con un porcentaje de 43,56%. Esto se puede evidenciar de forma gráfica en la figura 4, la cual muestra un resumen de las veces en las que no se concretaron las ventas por causa de falta de alguna pieza.

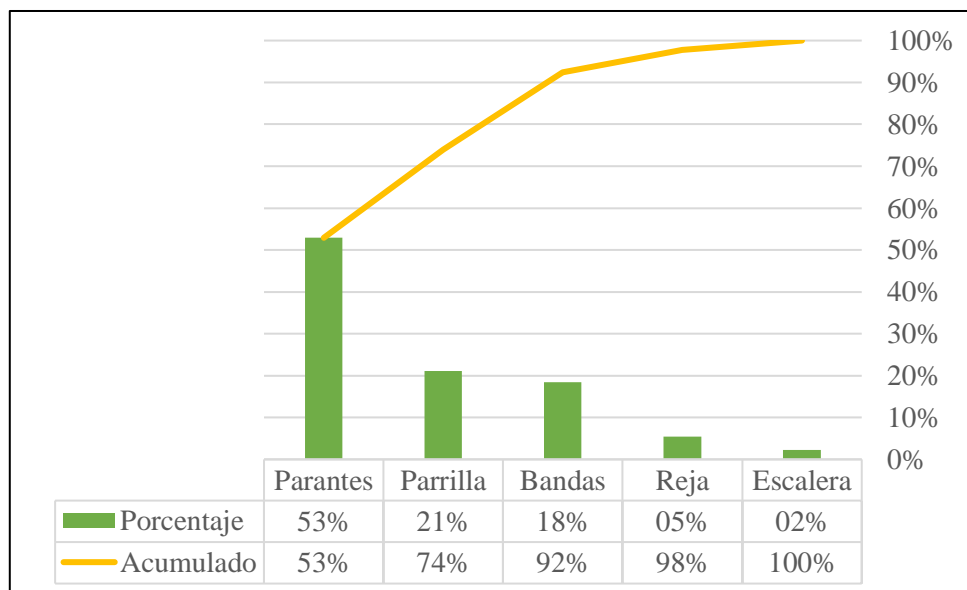


Figura 4. Criticidad de desabastecimiento de las piezas

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Se puede apreciar que la pieza que produce más rupturas de stock son los parantes, esto debido al tiempo, la complejidad y el uso de distintas materias primas en su fabricación. Es por ello, que se elegirá como el componente de mayor importancia, ya que requiere de más análisis y cuidado a diferencia de otros. Por lo tanto, será la unidad de análisis para la presente investigación.

b. Producto

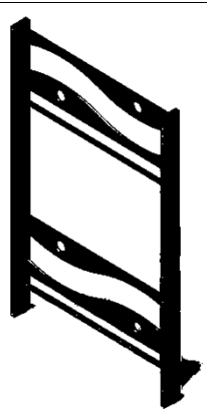
Descripción del producto

- Parante de camarote de 1 ½ plza.

El parante es la principal pieza del camarote, es el resultado del ensamble de tres tipos de componentes, 4 puentes, 2 refuerzos y 2 patas, los cuales se han unido mediante un ensamble de embutido, el cual consiste en introducir una parte de los puentes y los refuerzos en las patas sin traspasarlas por completo, este tipo de ensamble le da consistencia y aumenta la vida útil del parante. La empresa fabrica tres modelos de parantes, los cuales solo se diferencian por la forma de los puentes, están los parantes modelos lineal, los modelo pescado y modelo corona. En la tabla 6 se muestra su ficha técnica.

Tabla 6. Ficha técnica del parante de camarote

Especificaciones técnicas	
Nombre	Parante
Modelo	Pescado
Materia	Madera capirona
Color	Natural
Dimensiones	1,10m x 10cm x 1,80m
Tipo de ensamble	Embutido
Garantía (años)	8



Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

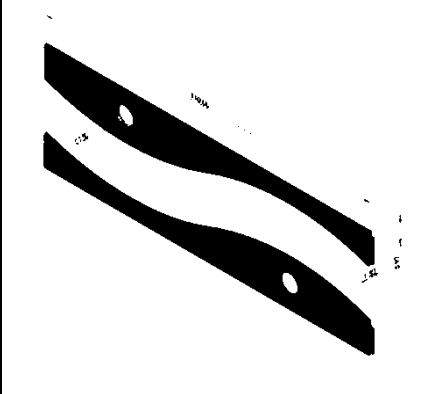
El parante de camarote está compuesto por:

- **Puentes**

Los puentes de parante son aquellas piezas que unen a ambas patas a través de un ensamble embutido, son los que le dan el modelo al camarote. La materia prima utilizada para fabricarlos es la madera comercial.

Tabla 7. Ficha técnica del puente de parante

Especificaciones técnicas	
Nombre	Puente
Modelo	Pescado
Materia prima	Madera comercial
Color	Natural
Dimensiones	1,10m x 18cm x 2,54cm
Consumo (puentes/por parante)	4



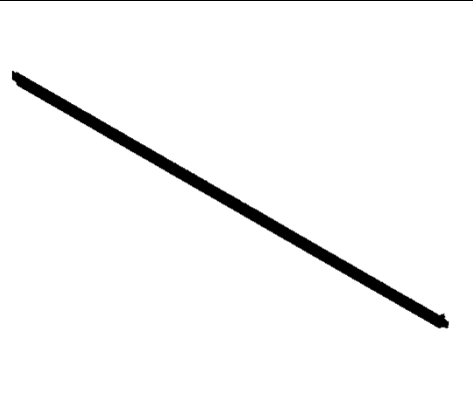
Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

- **Refuerzos**

Los refuerzos de parante son aquellas piezas que ayudan a fijar y se unen a fijar a las patas por medio de un ensamble embutido, tienen la finalidad de darle consistencia al parante y ser un soporte para las bandas una vez armado el camarote. La materia prima utilizada para su fabricación es la madera de paquetería.

Tabla 8. Ficha técnica del refuerzo de parante

Especificaciones técnicas	
Nombre	Refuerzo
Modelo	Lineal
Materia prima	Madera paquetería
Color	Natural
Dimensiones	1,10m x 1,8cm x 2,54cm
Tipo de desbaste	Espigado
Garantía (años)	8



Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

- **Patas**

Las patas de parante son aquellas piezas que sirven de estructura, tienen cavidades huecas en las que se alojan los puentes y los refuerzos, a través de un ensamble de embutido, la materia prima utilizada para fabricarlos son las patas sin procesar.

Tabla 9. Ficha técnica de la pata de parante

Especificaciones técnicas	
Nombre	Patas
Modelo	Normal
Materia prima	Patas sin procesar
Color	Natural
Dimensiones	10m x 3cm x 1,80m
Tipo de ensamble	Embutido
Garantía (años)	8



Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

c. Desperdicios

- **Leña**

Son los sobrantes de la madera después de obtener las medidas requeridas, ya no pueden ser utilizadas para ninguna otra pieza de los productos.

- **Viruta**

Es un desperdicio obtenido por la estandarización de las medidas de los troncos de madera, es generada principalmente en la máquina cepilladora.

- **Arcilla**

Es un desperdicio que se obtiene en los cortes de la madera, junto con la viruta son vendidos para camas de pollos o para hornos de ladrillo.

RECURSOS DEL PROCESO

d. Materia prima

La madera Capirona es una madera pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es moderadamente estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media a alta. Madera moderadamente fácil de aserrar y de buen comportamiento a la trabajabilidad. Al secado artificial se comporta en forma regular, requiere un programa suave para evitar los riesgos de agrietamiento. Tiene buena


resistencia al ataque biológico, no requiere preservación, madera durable, especialmente en elementos fuera del contacto con el suelo. [35]

La empresa compra esta madera en tres presentaciones:

- **Madera Comercial**

Es la madera de mejor calidad y la empresa solo la utiliza para la elaboración de puentes, los cuales necesitan tablas anchas. Llega en varias presentaciones, pero la más común son troncos de 11 pies de largo, 10 pulgadas de ancho y 5 pulgadas de espesor. La que rinde para 30 puentes de parante de 1 ½ plza.

Tabla 10. Ficha técnica de la madera comercial

Especificaciones técnicas		
Nombre	Madera comercial	
Largo (ft)	> 12	
Ancho (in)	7 - 15	
Espesor (in)	3 - 7	
Precio P. Mayorista (soles/pt.)	S/ 3,50	
Precio P. Minorista (soles/pt.)	S/ 3,80 – S/ 5,00	


Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

- **Madera de paquetería**

Es una madera de calidad intermedia, por lo general sub producto del aserrado, la empresa la utiliza para la elaboración de refuerzos, los cuales están tras los puentes. Llega en varias presentaciones, pero la más común son troncos de 3,5 pies de largo, 4,5 pulgadas de ancho y 2 pulgadas de espesor; el cual rinde para 18 refuerzos de parante de 1 ½ plza.

Tabla 11. Ficha técnica de la madera de paquetería

Especificaciones técnicas	
Nombre	Madera de paquetería
Largo (ft)	> 3,5
Ancho (in)	3 - 6
Espesor (in)	1 - 3
Precio P. Mayorista (soles/pt.)	S/ 2,50
Precio P. Minorista (soles/pt.)	S/ 2,80 – S/ 3,50




Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

- Patas sin procesar:

Son troncos semihabilitados, la empresa ya los compra por pares de patas, llegan con 6 pies de largo; 4 pulgadas de ancho y 1,25 pulgadas de espesor.

Tabla 12. Ficha técnica de patas sin procesar

Especificaciones técnicas	
Nombre	Patas sin procesar
Largo (ft)	> 6
Ancho (in)	> 4
Espesor (in)	> 1,25
Precio P. Mayorista (soles/par)	S/ 16,00
Precio P. Minorista (soles/pt.)	S/ 16,50 – S/ 18,00



Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

e. Insumos

- Cola

En la empresa usan cola sintética de la marca Maestro, la cual es un producto a base de poliacetato de vinilo de alta calidad, desarrollado para la unión de madera entre sí, pegado de cartones y papeles, puertas contraplacadas y enchapes de madera a aglomerados. Presenta resistencia al frío. Un galón de cola rinde para el ensamble de 200 parantes.

- **Clavos**

En la empresa utilizan clavos de hierro sin cabeza, en el caso del parante, estos son utilizados en la fijación de las tablas a las patas. Un kilogramo de clavos rinde para ensamblar 200 parantes de camarotes.

- **Laca**

Es un producto elaborado a base de resina alquídica modificada, nitrocelulosa y materia prima que le confieren al producto excelentes propiedades preservantes y de brillo. Cuatro galones de laca rinden para dar el acabado final a 200 parantes.

- **Thinner**

Es un diluyente, compuesto por una mezcla de disolventes orgánicos derivados del petróleo diluye sustancias insolubles en agua, en la empresa es usado para diluir la laca. Cuatro galones de thinner rinden para dar el acabado final a 200 parantes.

f. Mano de obra

En la empresa laboran un total de 28 trabajadores, de los cuales 9 intervienen en el proceso de producción del parante de 1 ½ plza. y uno adicional que es el encargado de la distribuir las piezas de los talleres hacia las tiendas para su posterior venta.

Tabla 13. Perfil del personal que labora en la empresa

<i>Sub área</i>	<i>Cargo</i>	<i>Edad</i>	<i>Formación</i>	<i>Tiempo de trabajo</i>
Habilitado de madera	OP 1	31	Secundaria incompleta	6 años
	OP 2	53	Secundaria completa	1 año
Parantes	OP 3	31	Secundaria incompleta	5 años
	OP 4	28	Primaria completa	2 años
Parrilla y bandas	OP 5	17	Secundaria incompleta	1 año
	OP 6	23	Secundaria completa	5 años
Acabado final	OP 7	22	Secundaria completa	6 años
	OP 8	23	Secundaria completa	2 años
	OP 9	47	Secundaria incompleta	1 año
Distribución	Chofer	23	Secundaria Completa	6 años

Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

Tal como se observa en la tabla anterior, existen 9 trabajadores de los cuales, ninguno tiene formación profesional o técnica; además según manifestaron a ninguno se le brindó ningún tipo de capacitación al iniciar a trabajar, por lo que tuvieron que aprender manera empírica y autodidacta. También se aprecia que algunos han tenido una temprana inserción en la vida laboral, ocasionando dejar trunco sus estudios secundarios, como es el caso de los operarios 5 y 9.


g. Equipos

- Compresor de aire

La empresa posee un compresor que es el que abastece de aire comprimido a la empresa. Este es necesario para las máquinas de huequeado y espigadora. El compresor con el que cuenta la empresa es uno de tanque horizontal de media presión, acoplado a un motor de 5 hp de potencia, que asegura una presión de salida de aire de 2 750 psi.

Tabla 14: Especificaciones técnicas del compresor de aire PLUS 11

Especificaciones técnicas	
Modelo	PLUS 11-10 500 ES
Compresor de Aire	5HP
Tensión	24V-Trifásico
Tipo de transmisión	Por correas
Capacidad	500L
Dimensiones	1,5x1x0,8
Vida útil(años)	10



Fuente: HYUNDAI [36]

h. Maquinaria

- Máquina Amoladora

En la empresa se utiliza una máquina amoladora manual, la cual es utilizada para el lijado de las patas y las talas en el proceso de fabricación de parantes de camarote. Es tipo industrial, tiene una potencia de 1 hp y puede alcanzar velocidades de 1 500 RPM, trabaja con una lija de disco N° 240.

Tabla 15. Especificaciones técnicas de la amoladora DWE4336

Especificaciones técnicas	
Modelo	DWE4336
Amoladora	0,5HP
Tensión	220V
Capacidad	1500 RPM
Diámetro del disco	0,115
Vida útil(años)	8



Fuente: EDIPESA [37]

- **Sierra de mesa circular 1**

Es una máquina muy potente, al igual que la máquina 1, consta de un motor de 7 hp de potencia. Este se une a un eje al cual está acoplado a un disco de corte de gran resistencia, este eje se encuentra sobre una mesa de trabajo metálica de ángulo ajustable, que asegura la precisión en el corte. En esta máquina que se realiza todo el habilitado de la madera para todos los productos.

Tabla 16. Especificaciones técnicas de la máquina circular GTS-10J

Especificaciones técnicas	
Modelo	GTS-10 J
Sierra de mesa circular	10HP
Tensión	220 V
Material	Base de metal / protector de disco de plástico
Capacidad	79 mm en 45°/56 mm en 45°
Dimensiones	2,2x2x1,2
Vida útil(años)	10




Fuente: SODIMAC [38]

- **Sierra de mesa circular 2**

Es una máquina de doble función, parecida a la máquina 1, pero esta es accionada por un motor de solo 1,5 hp de potencia, por lo que solo se utiliza como taladro para piezas delgadas.

Tabla 17. Especificaciones técnicas de la máquina circular 2 GTS-10J

Especificaciones técnicas	
Modelo	GTS-10 J
Máquina Circular	5HP
Tensión	220 V
Material	Base de metal / protector de disco de plástico
Capacidad	79 mm en 45°/56 mm en 45°
Dimensiones	2,2x2x1,2
Vida útil(años)	10




Fuente: SODIMAC [38]

- Escopleadora

Es una máquina semi automatizada accionada por dos motores de 2 hp cada uno, a través de un sistema de transmisión hacen girar dos brocas, las cuales no solamente hacen movimientos circulares, sino que también los hace horizontales, logrando agujeros lo suficientemente anchos para que ingresen las tablas y los puentes. Esta máquina tiene dos puestos de trabajo para que trabajen dos operarios, además esta máquina necesita de un flujo de aire comprimido, el cual sirve para sujetar las piezas que se están escopleando.

Tabla 18. Especificaciones técnicas de la máquina escopleadora

Especificaciones técnicas	
Modelo	MS-3112
Huequeadora/ escopleadora	8HP
Tensión	220 V
Capacidad	5/8"
Dimensiones	2,25x1,3x1,8
Vida útil(años)	10




Fuente: Inversiones Malqui [39]

- Máquina Espigadora

Es una máquina semi automatizada, encargada de realizar los rebajos a las tablas y los puentes para que puedan calzar en los orificios hechos en la máquina escopleadora. La máquina espigadora tiene dos cabezales, pero solo puede trabajar en ellos un operario.

Tabla 19. Especificaciones técnicas de la máquina espigadora

Especificaciones técnicas	
Modelo	ESP-I/DREMAX
Espigadora	5HP
Tensión	220 V
Peso	650 kg
Diámetro máximo de la sierra	350 mm
Dimensiones	3,4x1,2x1,8
Vida útil(años)	10




Fuente: ALL BIZ [40]

- Sierra de cinta

Es una sierra de hoja de corte delgada, tiene un corte fino, lo que permite que se puedan tener diseños en esos cortes, es accionada por un motor jaula de ardilla de 5 hp. En la empresa se utiliza la máquina para el corte de los diseños de las tablas.

Tabla 20. Especificaciones técnicas de la sierra de cinta BM3000

Especificaciones técnicas	
Modelo	BM3000
Sierra de cinta	5HP
Tensión	220 V
Mesa de corte	Móvil
Dimensiones	1,9x0,8x2,5
Vida útil(años)	10




Fuente: Alitecnoperu [41]

- Máquina Garlopa

Garlopa o cepillo mecánico es una máquina de carpintería que se utiliza para cepillar, hacer rebajes, y rectificar listones o tirantes de madera. Se diferencia de la cepilladora porque esta requiere que el operario ejerza la presión necesaria para que se haga el desbaste.

Tabla 21. Especificaciones técnicas de la máquina garlopa WO103

Especificaciones técnicas	
Modelo	W0103
Garlopa	5HP
Capacidad	1/2"
Dimensiones	3,4x1,2x1,8
Vida útil(años)	10




Fuente: EDIPESA [42]

- Máquina Tupi

La máquina tupi es una herramienta eléctrica que se usa para fresar un área determinada de piezas de la madera. En la empresa se utiliza para conseguir el boleado de las tablas y hacer perder el filo de ellas. Está acoplada un motor de 1 hp, y funciona con una fresa de desbaste.

Tabla 22. Especificaciones técnicas de la máquina tupi WS500R

Especificaciones técnicas	
Modelo	WS500R
Tupi	1HP
Velocidad	1400 RPM
Dimensiones	2,2x0,9x1,2
Vida útil(años)	10



Fuente: MAQUITULS [43]

La siguiente tabla muestra en resumen de todas las máquinas que utiliza la empresa durante el proceso de producción del camarote capirona de 1 1/5 plza.

Tabla 23. Tabla resumen de las máquinas de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C

<i>Nombre de máquina</i>	<i>Función</i>	<i>Sub área</i>	<i>Potencia (hp)</i>
Amoladora	Lijado	Fabricación de patas	0,5
Máquina Circular 1	Corte y taladrado	Habilitado de madera	10
Máquina Circular 2	Lijado y taladrado	Fabricación de tablas y patas	5
Huequeadora	Taladrado y Huequeado	Fabricación de patas	8
Espigadora	Boleado	Fabricación de tablas	5
Sierra de cinta	Corte fino	Fabricación de tablas	5
Garlopa	Cepillado	Habilitado de madera	5
Tupi	Boleado	Fabricación de tablas	1

Fuente: Comercial Fiorela & JR S. A. C.

i. Suministros

La empresa utiliza como fuente de energía la eléctrica trifásica para el funcionamiento de las máquinas y los equipos.

En temporadas en las que las temperaturas del ambiente son bajas, utiliza energía calorífica para agilicen el secado de los productos después de la etapa de laqueada madera, la cual la obtienen del quemado de leña.

3.1.3. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

a. Proceso logístico

El proceso logístico de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. se da en dos momentos, uno de ellos es el abastecimiento de materia prima, a través del cual la empresa adquiere los materiales para poder procesarlos, y el segundo es cuando la empresa abastece sus tiendas con piezas de productos.

- Abastecimiento de materia prima

El abastecimiento de materia prima está relacionado con la compra de materiales, y el traslado de estos a los talleres de producción de la empresa, en el caso de la madera se utiliza dos tipos de proveedores, proveedores locales y los proveedores mayoristas.

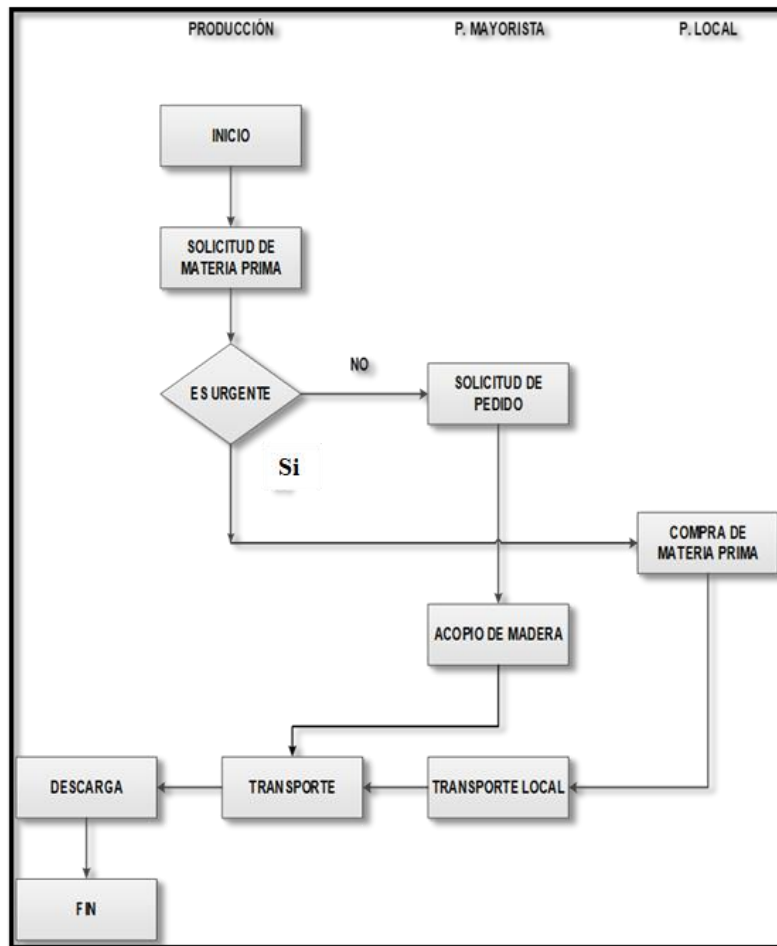


Figura 5. Diagrama de Flujo del abastecimiento de Materia prima

El proceso de abastecimiento de materia prima inicia en el área de producción, en donde de acuerdo a la pieza y las cantidades que se van a fabricar, se realiza un requerimiento de materia prima. No obstante, si se necesita el producto para atender un pedido urgente se compra la materia prima de un proveedor local y esta es transportada por el chofer de la empresa. Caso contrario, si el requerimiento no es urgente se hace un pedido a un proveedor mayorista, el cual iniciará a acopiar la materia prima y en un lapso de 30 días.

- **Proveedor local**

Los proveedores locales son aquellos aserraderos que se encuentran dentro o cerca del parque industrial de Villa el Salvador, estos cuentan con madera de diferentes tipos y medidas, sin embargo, el precio al que lo ofrecen es mucho más elevado que comprar a un proveedor mayorista. La Empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. utiliza este tipo de proveedor cuando se necesita materia prima urgente para cumplir con un pedido, la principal ventaja de utilizar este canal de abastecimiento es el ahorro de tiempo, ya que pueden suministrar de materia prima a la empresa de forma inmediata.

El proceso para adquirir materia prima de un proveedor local es el siguiente:

- Un cálculo de la cantidad y tipo de materia prima que se requiere.
- Se cotiza entre proveedores locales.
- Una vez que se tiene definido el mejor proveedor se procede a realizar la compra.

El transporte de la madera desde el aserradero hasta los talleres de la empresa va por cuenta de la misma empresa.

- **Proveedor mayorista**

Los proveedores mayoristas son aquellos aserraderos que se encuentran por lo general en el lugar de explotación de la madera (Pucallpa), estos abastecen a la empresa en grandes cantidades. La Empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. utiliza este tipo de proveedor cuando se termina la materia prima o queda muy poco en almacén.

El procedimiento para adquirir materia prima de un proveedor mayorista es el siguiente:

- Se cotiza la materia prima requerida
- Se elige a un proveedor, el criterio de selección es principalmente el precio.
- Se fija una fecha tentativa de recepción de materia prima.

Las ventajas de utilizar uno u otro tipo de proveedor se muestran en la tabla 24, en la cual se ha definido algunos de los criterios que diferencian un proveedor del otro y que influyen en la decisión de compra. Asimismo, de acuerdo a la entrevista realizada al gerente de la empresa, las razones por las que se prefiere a los proveedores mayoristas son los bajos precios y la facilidad de pago que le brindan; mientras que los proveedores locales son preferidos por la rapidez en la atención y la variedad de medidas.

Tabla 24. Criterios de selección de proveedores

Criterio	Local	Mayorista
Precios bajos		✓
Rapidez en tiempo de entrega	✓	
Diversidad de medidas de materia prima	✓	
Facilidad de pago		✓

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

- Abastecimiento del taller a las tiendas

Este proceso es realizado en la camioneta de la empresa por el chofer el cual es el encargado de cargar las piezas, transportarlas y descargarlas en ambas tiendas.

Debido a que actualmente no se cuenta con un sistema que prevea el desabastecimiento dentro de los talleres de producción, no se tiene un control de las piezas que faltan por producir e incluso el no trasladar las piezas de los talleres a las tiendas a tiempo ocasiona que no se concrete una venta.

Además, el chofer al trabajar sin un plan de trabajo, muchas veces se le ordena interrumpir un traslado para realizar otro, ocasionando retrasos en el traslado de las piezas.

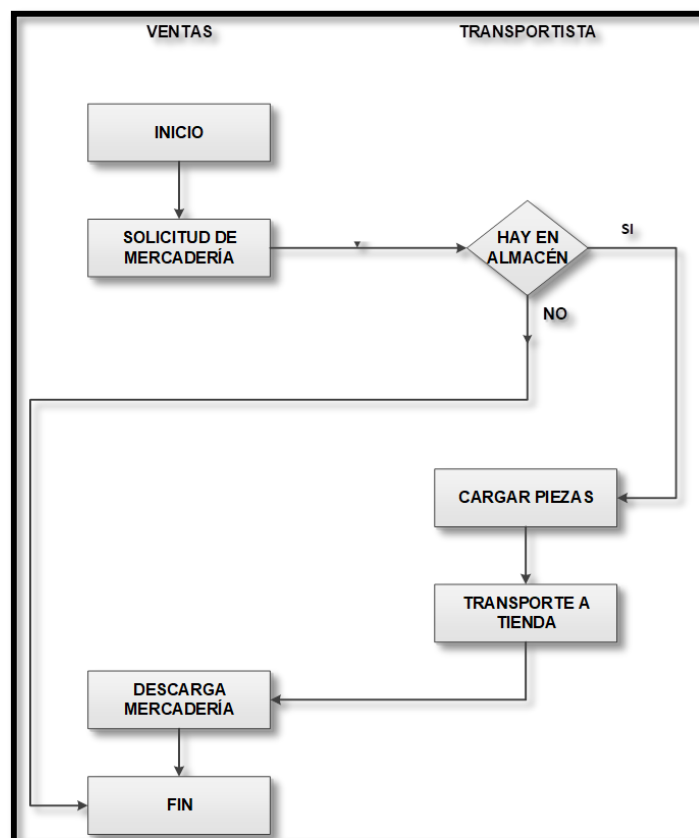


Figura 6. Diagrama de flujo del abastecimiento de piezas

El proceso logístico de abastecimiento de piezas a las tiendas inicia con la solicitud de mercadería de parte de las tiendas, por lo que se hace la consulta si existe la pieza requerida en almacén, de haberlo el chofer va en la camioneta, carga las piezas, las lleva a la tienda y las descarga; de no haber piezas en almacén, no se atiende el pedido.

b. Proceso productivo de las partes del parante de camarote.

Los parantes del camarote capirona de 1 1/2 plaza está compuesto por los puentes, los refuerzos y patas. La siguiente imagen muestra las medidas de cada parte del parante.

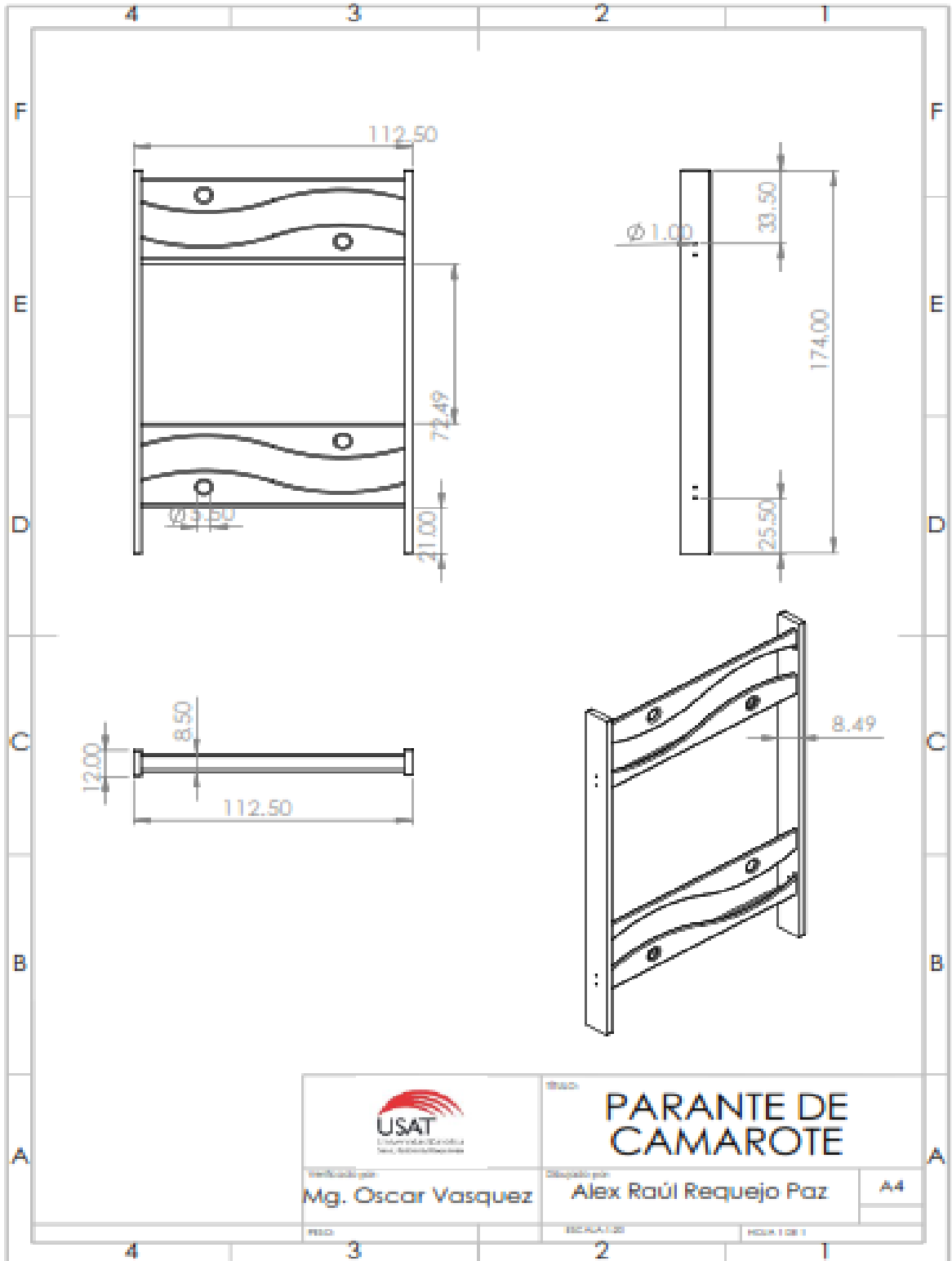


Figura 7. Medidas del Parante de camarote

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Proceso productivo de elaboración de puentes

i. Selección de materia prima

Esta operación consiste en elegir los troncos de madera, es realizada por el operario 1 y su trabajo consiste en asegurarse que los troncos tengan las medidas adecuadas, por lo general se seleccionan los troncos de 10,5 pies de largo; 10 pulgadas de ancho y 5 pulgadas de espesor, los troncos que no tienen esta medida son utilizados para fabricar otros productos. La selección se realiza de forma empírica ya que se basa en la experiencia del operario para elegir los troncos.

ii. Trozado

Una vez seleccionado el tronco de madera se procede a cortar el largo con la sierra circular manual para facilitar el traslado, esta operación es realizada en el mismo lugar de almacenamiento de la madera comercial y es ejecutada por el operario 1 quien corta los troncos a un largo de 3,5 m, medida aproximada de lo que se necesitará para la producción de tablas.

iii. Garlopeado

Es una de las operaciones más importantes dentro del proceso, consiste en hacer pasar el tronco de madera, cortados en la operación anterior, a través de la máquina garlopa, la cual tiene un eje de cuchillas giratorias que van a nivelar los lados del tronco, eliminando las imperfecciones o desniveles que se podrían presentar en el tronco. Esta operación se realiza para darle una textura liza y escuadrada, características imprescindibles para la siguiente operación, el garlopeado es realizada por el operario 1.

iv. Habilitado

Una vez que los lados del tronco forman una escuadra perfecta, se procede a cortarlos en tablas de 1 pulgada de espesor, obteniendo 5 tablas de cada tronco recibido de la operación anterior, es realizada por el operario 1, quien manualmente dirige los troncos hacia el disco de la sierra de mesa circular 1.

v. Lijado

Esta operación consiste en lijar las caras de las tablas procedentes de la operación anterior con la finalidad de eliminar los rastros dejados por el disco de la sierra de mesa circular 1. Para ello, se acercan las patas hacia el disco de la máquina de mesa circular, este disco

posee lijas pegadas para realizar el proceso de lijado con mayor facilidad. Esta operación es realizada por el operario 2.

vi. Cinteado

La operación de cinteado es realizada por el operario 3, consiste en pasar las tablas recibidas de la operación anterior a través de la sierra para hacer un corte transversal. Esta operación se realiza en la máquina sierra de cinta y el corte puede ser lineal, o puede ser siguiendo una trayectoria en forma de corona o pescado, dependiendo de diseño que se le quiera dar al parante.

vii. Espigado

Esta operación consiste en espigar las puntas de las tablas obtenidas en la operación anterior, la cual debe ser de las mismas dimensiones de la cavidad escopleada en las patas, con esto se obtiene un ensamble de embutido. Esta operación es realizada en la máquina espigadora por el operario 2, el cual coloca y saca las tablas de la espigadora una vez realizada la operación.

viii. Boleado

La operación busca eliminar los filos de las tablas obtenidas en el proceso anterior, la finalidad es evitar accidentes por cortaduras que pueda tener con el uso, además de darle un mejor acabado al producto final, es realizada por el operario 3, quien hace pasar las tablas a través de la máquina tupi, la cual en su centro tiene un eje giratorio en cuyo extremo se ha acoplado una fresa de desbaste, encargada de darle forma redondeada a los filos de las tablas.

ix. Almacenamiento

Una vez terminada la operación de boleado, los puentes ya están listos para el ensamble, por lo que se las almacena en algún espacio libre en el taller hasta que sean trasladadas al taller 2 para su ensamble justo al resto de piezas.

A continuación, se presenta el cursograma, el cual representa de forma gráfica, las operaciones que se realizan durante el proceso de producción de los puentes del parante. Los tiempos observados en la imagen, son el resultado de la toma de tiempos realizadas durante una jornada de trabajo.

Producto: Puentes de parante		Resumen					Tiempo [min]	Distancia [m]	
		Actividad	Símbolo						
		Operación	○						
		Inspección	□						
Lugar: Producción		Combinada	◻				1		
Lote: 800 unidades		Espera	D				-		
Operarios: 4		Transporte	⇒				6		
		Almacenamiento	▽				1		
N°	Descripción	Símbolo					Tiempo [min]	Distancia [m]	
		○	□	◻	D	⇒			▽
1	Almacenamiento de madera comercial						-	-	
2	Selección de materia prima			●			40,80	-	
3	Trozado	●					67,10	-	
4	Transporte a garlopeado					●	96,00	10,5	
5	Garlopeado	●					118,20	-	
6	Transporte a habilitado					●	36,90	5,0	
7	Habilitado	●					107,20	-	
8	Transporte de lijado					●	34,50	3,0	
9	Lijado	●					192,80	-	
10	Cintado	●					167,00	-	
11	Transporte a espigado					●	19,00	10	
12	Espigado	●					133,80	-	
13	Transporte a boleado					●	18,10	7	
14	Boleado	●					133,80	-	
15	Transporte a almacén					●	21,10	5	
16	Almacenamiento					●	-	-	
TOTAL		7	-	1	-	6	2	1 186,30	40,50

Figura 8. Cursograma analítico del proceso de producción de puentes

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Proceso productivo de elaboración de refuerzos

i. Selección de materia prima

Esta operación consiste en elegir los troncos de madera, es realizada por el operario 1 y su trabajo consiste en asegurarse que los troncos tengan las medidas adecuadas, por lo general se seleccionan los troncos de 3,5 pies de largo; 4,5 pulgadas de ancho y 2 pulgadas de espesor, los troncos que no tienen esta medida son utilizados para fabricar otros productos. La selección se realiza de forma empírica ya que se basa en la experiencia del operario para elegir los troncos.

ii. Garlopeado

Es una de las operaciones más importantes dentro del proceso, consiste en hacer pasar el tronco de madera, cortados en la operación anterior, a través de la máquina garlopa, la cual tiene un eje de cuchillas giratorias que van a nivelar los lados del tronco, eliminando las imperfecciones o desniveles que se podrían presentar en el tronco. Esta operación se realiza para darle una textura liza y escuadrada, características imprescindibles para la siguiente operación, el garlopeado es realizada por el operario 1.

iii. Habilitado

Una vez que los lados del tronco forman una escuadra perfecta, se procede a cortarlos en tablas de 0,75 pulgada de espesor, obteniendo 6 tablas de cada tronco recibido de la operación anterior, es realizada por el operario 1, quien manualmente dirige los troncos hacia el disco de la sierra de mesa circular 1.

iv. Espigado

Esta operación consiste en espigar las puntas de las tablas obtenidas en la operación anterior, la cual debe ser de las mismas dimensiones de la cavidad escopleada en las patas, con esto se obtiene un ensamble de embutido. Esta operación es realizada en la máquina espigadora por el operario 2, el cual coloca y saca las tablas de la espigadora una vez realizada la operación.

v. Almacenamiento

Una vez terminada la operación de boleado, los puentes ya están listos para el ensamble, por lo que se las almacena en algún espacio libre en el taller hasta que sean trasladadas al taller 2 para su ensamble junto al resto de piezas.

A continuación, se presenta el cursograma, el cual representa de forma gráfica, las operaciones que se realizan durante el proceso de producción de los refuerzos del parante. Los tiempos observados en la imagen, son el resultado de la toma de tiempos realizadas durante una jornada de trabajo.

Cabe recalcar que, para la realización del análisis del proceso actual se realizó la toma de tiempos de cada una de las actividades, bajo condiciones normales.

Producto: Refuerzos de parante		Resumen					Cantidad		
		Actividad	Símbolo						
		Operación	○			4			
		Inspección	□			-			
Lugar: Producción		Combinada	◻			1			
Lote: 400 unidades		Espera	D			-			
Operarios: 4		Transporte	⇒			4			
		Almacenamiento	▽			2			
N°	Descripción	Símbolo					Tiempo [min]	Distancia [m]	
		○	□	◻	D	⇒			▽
1	Almacenamiento de madera paquetería						-	-	
2	Selección de materia prima			●			48,60	-	
3	Trozado	●					57,80	-	
4	Transporte a garlopeado					●	84,40	10	
5	Garlopeado	●					97,40	-	
6	Transporte a habilitado					●	42,19	5	
7	Habilitado	●					166,60	-	
8	Transporte a espigado					●	28,86	9,5	
9	Espigado	●					163,40	-	
10	Transporte a almacén					●	34,54	3,5	
11	Almacenamiento					●	-	-	
TOTAL		4	-	1	-	4	2	723,80	28

Figura 9. Cursograma analítico del proceso de producción de refuerzos

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Proceso productivo de la elaboración de patas

La materia prima para la elaboración de patas es comprada por cientos de pares, la cual es almacenada dentro del área de producción del taller 1. La madera viene en tablillas de 12cm de ancho; 1,80m de largo y 3,5 cm de espesor.

i. Selección de materia prima

En esta etapa se realiza una inspección de la materia prima, en la que se comprueba que las medidas sean las adecuadas para elaborar el producto, además la inspección visual sirve para identificar la presencia de fallas en la materia prima, las más frecuentes son exceso de humedad y rajaduras, de ser el caso de exceso de humedad es puesto en contacto con la luz solar para agilizar el secado; si es el caso de rajaduras el operario identifica otro uso que se puede hacer con la parte buena, esta operación es realizada por el operario 1.

ii. Cabeceado

Esta operación consiste en uniformizar el largo de las patas sin procesar, para ello se corta a una medida de 1,80m de largo, utilizando la sierra de mesa circular. Esta operación es realizada por el operario 2 en la sierra de mesa circular 1.

iii. Escopleado

Este proceso consiste en realizar cavidades huecas sobre las patas, estas son de dos tamaños: cuatro de 7,0cm de largo; 1,0cm de ancho y 1,5cm de profundidad, las que sirven para alojar la punta de las tablas y dos cavidades de 2,0 cm de largo; 1cm ancho y 1,5cm de profundidad. Con esta operación se busca lograr uniones más consistentes; es ejecutada por los operarios 1 y 2, quienes trabajan simultáneamente en la máquina escopleadora, ellos se encargan de colocar las patas en la escopleadora y retirarlas luego que esta haya hecho el orificio.

iv. Taladrado

Este proceso consiste en realizar 4 orificios circulares de 10mm de diámetro por los que pasarán los pernos en el momento del ensamble final. Es realizada por el operario 2 quien dirige las patas empujándolas hacia la broca que está acoplada en el extremo del eje que gira en la sierra de mesa circular 2 para ser taladradas, repite la acción 4 veces una por cada orificio.

v. Lijado

Esta operación busca obtener una superficie lisa y libre de grumosidades propias de la madera, es realizada por el operario 2 quien coloca las patas sobre una mesa de trabajo y las va lijando con la amoladora industrial por ambas caras, la amoladora utiliza una lija al agua N° 120.

vi. Almacenamiento

Una vez terminada la operación de lijado, se coloca las patas en un espacio libre del taller formando 40 camas de 10 patas cada una, las patas esperarán que las demás piezas estén listas para ser trasladadas todas al taller 2 para el ensamble.

A continuación, se presenta el cursograma, el cual representa de forma gráfica, las operaciones que se realizan durante el proceso de producción de las patas del parante. Los tiempos observados en la imagen, son el resultado de la toma de tiempos realizadas durante una jornada de trabajo.

Cabe recalcar que, para la realización del análisis del proceso actual se realizó la toma de tiempos de cada una de las actividades, bajo condiciones normales.

Producto: Patas de parante		Resumen		
		Actividad	Símbolo	Cantidad
		Operación	○	5
		Inspección	□	-
Lugar: Producción		Combinada	◻	1
Lote: 400 unidades		Espera	D	-
Operarios: 4		Transporte	⇒	5
		Almacenamiento	▽	2

N°	Descripción	Símbolo						Tiempo [min]	Distancia [m]
		○	□	◻	D	⇒	▽		
1	Almacenamiento de patas sin procesar							-	-
2	Selección de materia prima			●				48,40	-
3	Transporte a Habilitado					●		10,00	10,5
4	Habilitado	●						48,00	
5	Transporte a cabeceado					●		133,8	-
6	Cabeceado	●						25,62	-
7	Transporte a huequeado					●		15,4	9
8	Huequeado	●						266,60	-
9	Transporte a taladrado					●		27,66	11
10	Taladrado	●						253,6	-
11	Lijado	●						94,00	-
12	Transporte a almacén					●		21,3	9
13	Almacenamiento						●		
TOTAL		5	-	1	-	5	2	944,38	39,5

Figura 10. Cursograma analítico del proceso de producción de patas

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Proceso de ensamble del parante de camarote

i. Transporte al taller 2

Esta operación es realizada por el chofer, quien es el encargado de cargar las piezas (800 puentes, 400 refuerzos y 400 patas) a la camioneta, transportarlas y finalmente descargarlas en el taller 2, en donde se realizará el ensamble.

ii. Preparación del área de trabajo

Una vez descargadas las piezas, el operario 4 procede a acomodarlas de manera que estén al alcance del trabajador para facilitar el proceso de ensamble.

iii. Encolado

Esta operación es realizada por el operario 3, consiste en colocar las patas sobre el piso con las cavidades escopleadas hacia arriba, luego se le unta con cola dichas cavidades.

iv. Armado

Consiste en colocar tanto los puentes como los refuerzos en las cavidades de las patas con la ayuda de un martillo. Seguido a eso el operario coloca cola en las patas que irán al otro extremo, las cuales son reforzadas con los golpes del martillo.

v. Prensado

En esta operación el operario 3 se asegura que el parante esté perfectamente escuadrado, luego hace presión con la ayuda de prensas, las cuales impiden que se vuelva a descuadrar, y solo se retiran una vez que seque la cola, para asegurarse que en el futuro no se descuadre o se abra el producto le agregan clavos a cada puente, esto asegura una mayor fijación.

vi. Almacenamiento

Una vez seca la cola se retira las prensas que sujetaban al parante, el operario 3 procede a trasladar los parantes a un espacio libre en donde se los almacena y posteriormente se les da el acabado final.

A continuación, se presenta el cursograma, el cual representa de forma gráfica, las operaciones que se realizan durante el proceso de armado del parante. Los tiempos observados en la imagen, son el resultado de la toma de tiempos realizadas durante una jornada de trabajo.

Cabe recalcar que, para la realización del análisis del proceso actual se realizó la toma de tiempos de cada una de las actividades, bajo condiciones normales.

Producto: Ensamble de piezas		Resumen					Cantidad		
		Actividad	Símbolo						
Operación		○					3		
Inspección		□					-		
Lugar: Producción		◻					1		
Lote: 200 unidades		D					-		
Operarios: 4		⇒					1		
		▽					2		
N°	Descripción	Símbolo						Tiempo [min]	Distancia [m]
		○	□	◻	D	⇒	▽		
1	Almacenamiento de piezas en proceso							-	-
2	Transporte al taller 2							192,14	-
3	Preparación del área de trabajo							20,26	1 700
4	Encolado							21,02	-
5	Armado							311,08	-
6	Prensado							126,06	-
7	Transporte a almacén							130,12	5
8	Almacenamiento							-	-
TOTAL		4	-	-	-	2	2	800,68	1 705

Figura 11. Cursograma analítico del proceso de producción de ensamble de piezas

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Proceso productivo de acabado final

i. Masillado

Esta operación consiste en realizar una inspección visual e identificar elementos que quiten valor al producto, como las grietas, manchas o betas, de existir defectos se añade masilla con la ayuda de una espátula; esta operación realizada por los operarios 5 y 6.

ii. Lijado

Esta operación consiste en eliminar los excesos de masilla y corregir áreas rugosas, es realizada por los operarios 5 y 6, y se utiliza la lija al agua N° 180.

iii. Laqueado 1

Operación en la que se unta a todas las partes de los parantes una solución de laca y thinner, con la finalidad de darle una textura totalmente lisa y uniforme, es realizada por los operarios 5 y 6, los cuales untan la solución con la ayuda de guaipe.

iv. Secado 1

Luego de la pasada de laca, se procede a colocar los parantes alrededor de un cilindro de brasa, la cual emite calor y agiliza el proceso de secado de la laca.

v. Suavizado

Una vez seca la madera se vuelve a lijar, esta operación la realizan los operarios 5 y 6 con una lija al agua N° 320, la cual elimina los residuos de la laca y uniformiza la superficie.

vi. Laqueado 2

En esta operación los operarios 5 y 6 vuelven a untar de solución de laca y thinner al parante, obteniendo una mayor fijación de la laca y un color más claro y brillante.

vii. Secado 2

Luego del laqueado se vuelve a colocar los parantes alrededor de la fuente de calor, este proceso agiliza el secado de la laca y es una operación muy importante, ya que un mal secado ocasiona que se formen superficies rugosas con la laca, que ocasiona rechazos o disminución del valor del producto.

viii. Almacenamiento

Una vez seco el parante se procede a almacenarlo hasta que se lo lleve a las tiendas para su posterior venta.

A continuación, se presenta el cursograma, el cual representa de forma gráfica, las operaciones que se realizan durante el proceso de acabado final del parante. Los tiempos observados en la imagen, son el resultado de la toma de tiempos realizadas durante una jornada de trabajo.

Cabe recalcar que, para la realización del análisis del proceso actual se realizó la toma de tiempos de cada una de las actividades, bajo condiciones normales.

Producto: Acabado final		Resumen					Tiempo [min]	Distancia [m]	
		Actividad	Símbolo						Cantidad
		Operación	○				3		
		Inspección	□				-		
Lugar: Producción		Combinada	◻				3		
Lote: 10 unidades		Espera	D				2		
Operarios: 4		Transporte	⇒				2		
		Almacenamiento	▽				1		
N°	Descripción	Símbolo					Tiempo [min]	Distancia [m]	
		○	□	◻	D	⇒			▽
1	Inspección de parantes			●			11,4	-	
2	Transporte a área de trabajo					●	11	5	
3	Masillado			●			21,6	-	
4	Lijado	●					40,2	-	
5	Laqueado 1	●					64,2	-	
6	Secado 1				●		5,48	-	
7	Suavizado			●			18,8	-	
8	Laqueado 2	●					42,6	-	
9	Secado 2				●		5,18	-	
10	Transporte a almacén					●	25,4	4	
11	Almacenamiento					●	-	-	
TOTAL		3	-	3	2	2	1	245,86	9

Figura 12. Cursograma analítico del proceso de producción de acabado final

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tabla 25. Resumen de los cursogramas del proceso de los parantes

N°	Proceso	Tiempo (min)	Tiempo en transporte	Distancia (m)
1	Puentes de parante	1 186,30	225,6	40,5
2	Refuerzos de parante	723,80	189,99	28
3	Patas de parante	944,38	74,36	39,5
4	Ensamble de piezas	800,68	150,38	1 705
5	Acabado final	245,86	36,4	9
	TOTAL	3 901,02	676,73	1 822

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

3.1.4. ANÁLISIS DEL PROCESO

Los tiempos mostrados en la tabla 25 son resultados de una primera medición, y a partir de ella se halló el tamaño de la muestra, según lo establecido por la compañía General Electric, la cual determina el número de mediciones a realizar, según el tiempo total del ciclo del proceso. [32] De tal forma, como el tiempo de ciclo es mayor a 40 minutos entonces el número de ciclos a cronometrar será de 3 (Anexos del 2 al 6). Finalmente, se obtuvo el tiempo promedio por actividad y es el que se colocó en los diagramas de análisis para determinar los indicadores correspondientes.

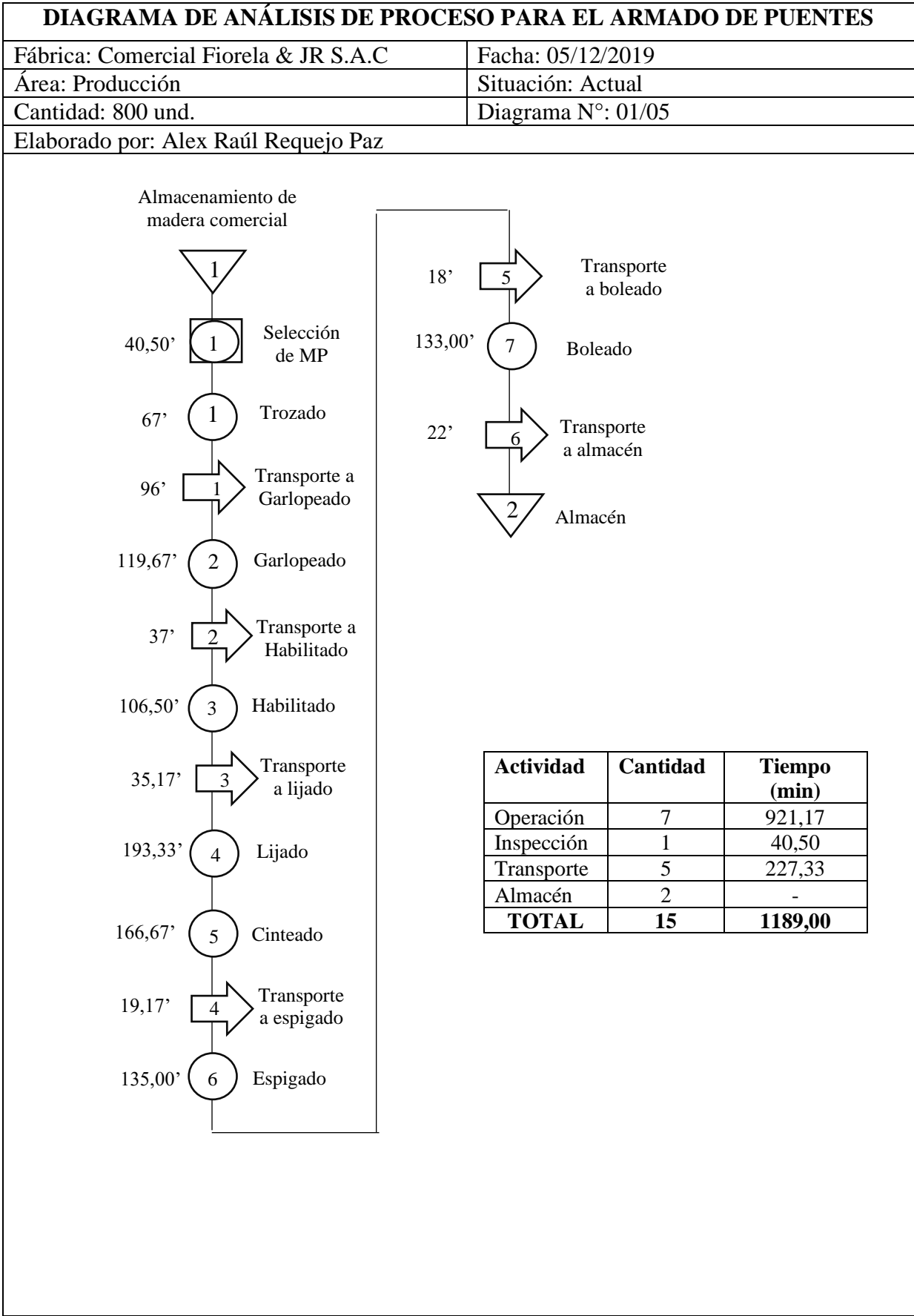


Figura 13. Diagrama de análisis de proceso de puentes del parante

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para la elaboración de los puentes del parante se obtuvo un total de 1 189 minutos, como resultado de 15 actividades, dentro de ellas se encontraron 7 operaciones, 1 operación combinada, 5 transportes y 2 almacenamientos. A partir de ello, se determinó el porcentaje de actividades productivas según el tiempo.

- **Porcentaje de actividades productivas según el tiempo**

Entre las actividades productivas, operaciones e inspección-operaciones, se obtuvo un total de 961 min después del cálculo obtuvimos 81% de actividades productivas.

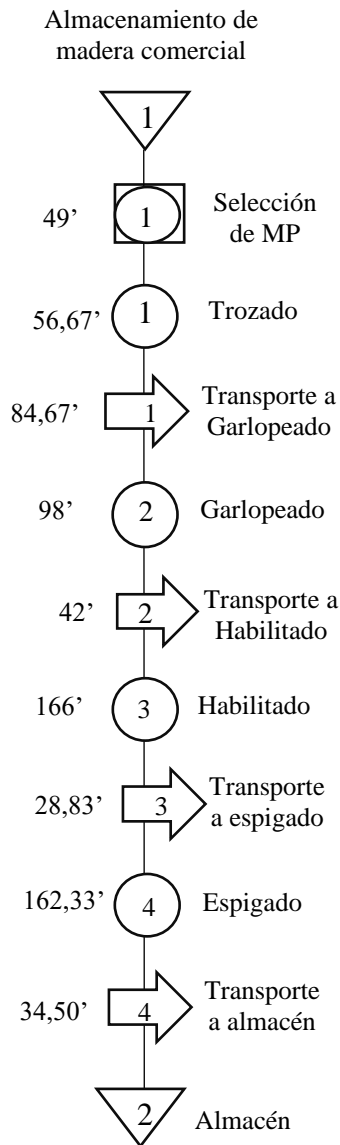
$$\% \text{ Act. productivas} = \frac{921,17 + 40,50}{1\ 189} \times 100 = 81\%$$

- **Porcentaje de actividades improductivas según el tiempo**

Dentro de las actividades improductivas están el transporte y los almacenamientos, obteniéndose un total de 227,33 min. Esto ha determinado que el 19% de las actividades son improductivas.

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{227,33}{1\ 189} \times 100 = 19\%$$

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO PARA EL ARMADO DE REFUERZOS	
Fábrica: Comercial Fiorela & JR S.A.C	Fecha: 05/12/2019
Área: Producción	Situación: Actual
Cantidad: 400 und.	Diagrama N°: 02/05
Elaborado por: Alex Raúl Requejo Paz	



Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	4	483,00
Inspección	1	49,00
Transporte	4	190,00
Almacén	2	
TOTAL	11	722,00

Figura 14. Diagrama de análisis de proceso para los refuerzos del parante

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para la elaboración de los refuerzos del parante se obtuvo un total de 722 minutos, como resultado de 11 actividades, dentro de ellas se encontraron 4 operaciones, 1 operación

combinada, 4 transportes y 2 almacenamientos. A partir de ello, se determinó el porcentaje de actividades productivas según el tiempo.

- **Porcentaje de actividades productivas según el tiempo**

Entre las actividades productivas, operaciones e inspección-operaciones, se obtuvo un total de 532 min después del cálculo obtuvimos 73,68% de actividades productivas.

$$\% \text{ Act. productivas} = \frac{483 + 49}{722} \times 100 = 73,68\%$$

- **Porcentaje de actividades improductivas según el tiempo**

Dentro de las actividades improductivas están el transporte y los almacenamientos, obteniéndose un total de 190 min. Esto ha determinado que el 26,32% de las actividades son improductivas.

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{190}{722} \times 100 = 26,32\%$$

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO PARA EL ARMADO DE PATAS

Fábrica: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Fecha: 05/12/2019

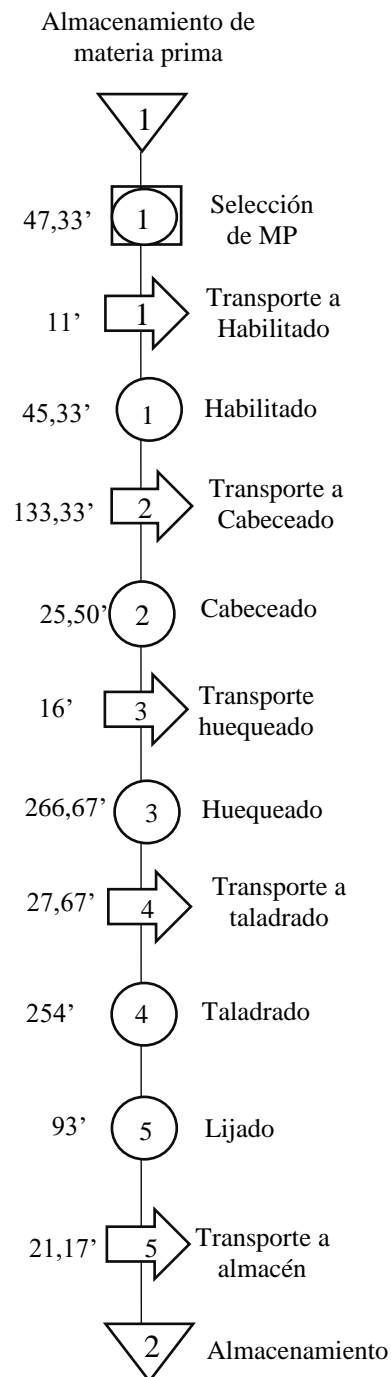
Área: Producción

Situación: Actual

Cantidad: 400 und.

Diagrama N°: 03/05

Elaborado por: Alex Raúl Requejo Paz



Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	5	684,50
Inspección	1	47,33
Transporte	5	209,17
Almacén	2	
TOTAL	13	941,00

Figura 15. Diagrama de análisis de proceso para las patas del parante

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para la elaboración de las patas del parante se obtuvo un total de 941 minutos, como resultado de 13 actividades, dentro de ellas se encontraron 5 operaciones, 1 operación combinada, 5 transportes y 2 almacenamientos. A partir de ello, se determinó el porcentaje de actividades productivas según el tiempo.

- **Porcentaje de actividades productivas según el tiempo**

Entre las actividades productivas, operaciones e inspección-operaciones, se obtuvo un total de 731,83 min después del cálculo obtuvimos 77,77% de actividades productivas.

$$\% \text{ Act. productivas} = \frac{684,50 + 47,33}{941} \times 100 = 77,77\%$$

- **Porcentaje de actividades improductivas según el tiempo**

Dentro de las actividades improductivas están el transporte y los almacenamientos, obteniéndose un total de 209,17 min. Esto ha determinado que el 22,23% de las actividades son improductivas.

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{209,17}{941} \times 100 = 22,23\%$$

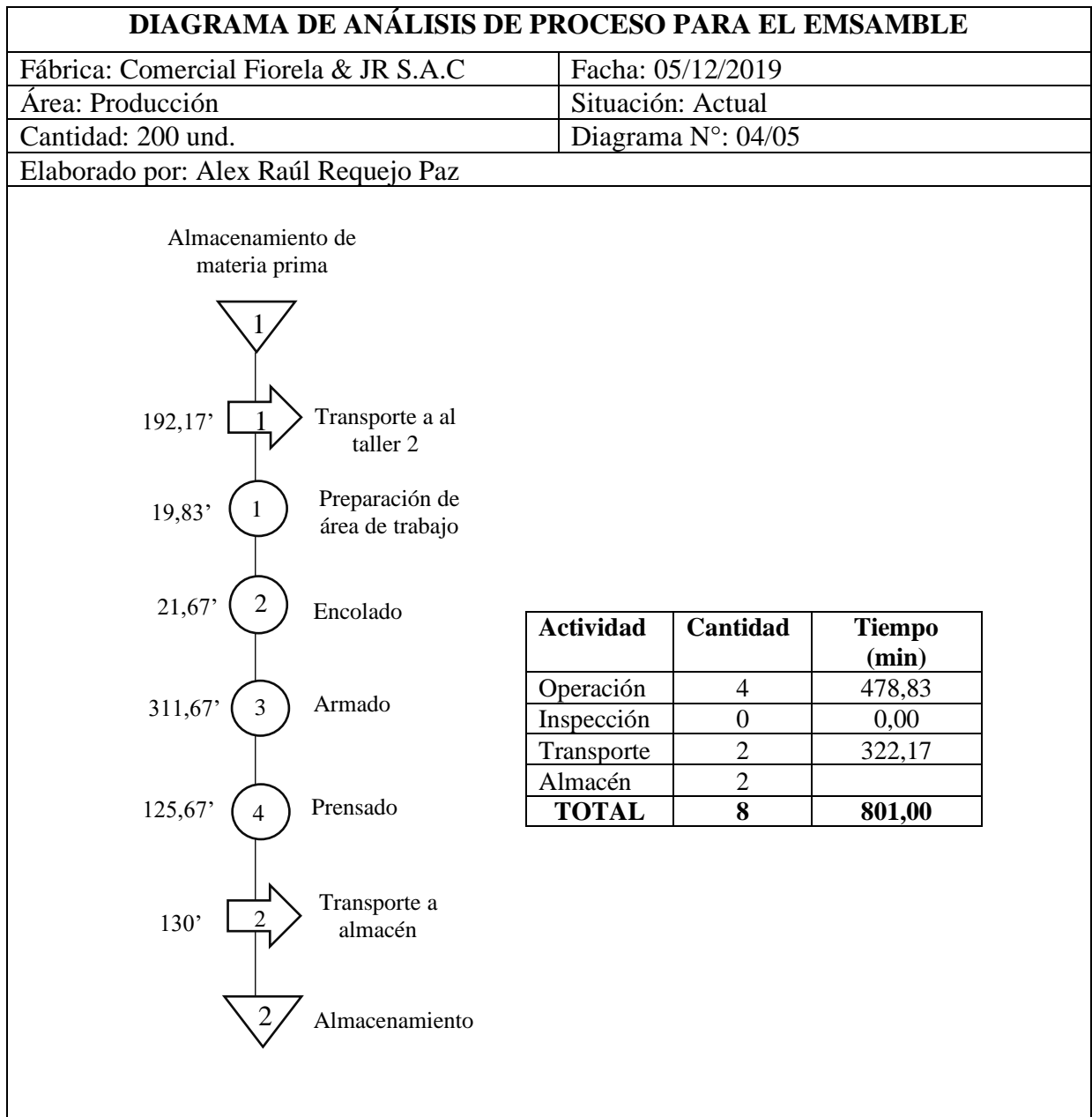


Figura 16. Diagrama de análisis de proceso para el ensamble del parante

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para la elaboración del ensamble del parante se obtuvo un total de 801 minutos, como resultado de 8 actividades, dentro de ellas se encontraron 4 operaciones, 2 transportes y 2 almacenamientos. A partir de ello, se determinó el porcentaje de actividades productivas según el tiempo.

- Porcentaje de actividades productivas según el tiempo

Entre las actividades productivas, operaciones e inspección-operaciones, se obtuvo un total de 478,83 min después del cálculo obtuvimos 59,78% de actividades productivas.

$$\% \text{ Act. productivas} = \frac{478,83}{801} \times 100 = 59,78\%$$

- **Porcentaje de actividades improductivas según el tiempo**

Dentro de las actividades improductivas están el transporte y los almacenamientos, obteniéndose un total de 322,17 min. Esto ha determinado que el 40,22% de las actividades son improductivas.

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{322,17}{801} \times 100 = 40,22\%$$

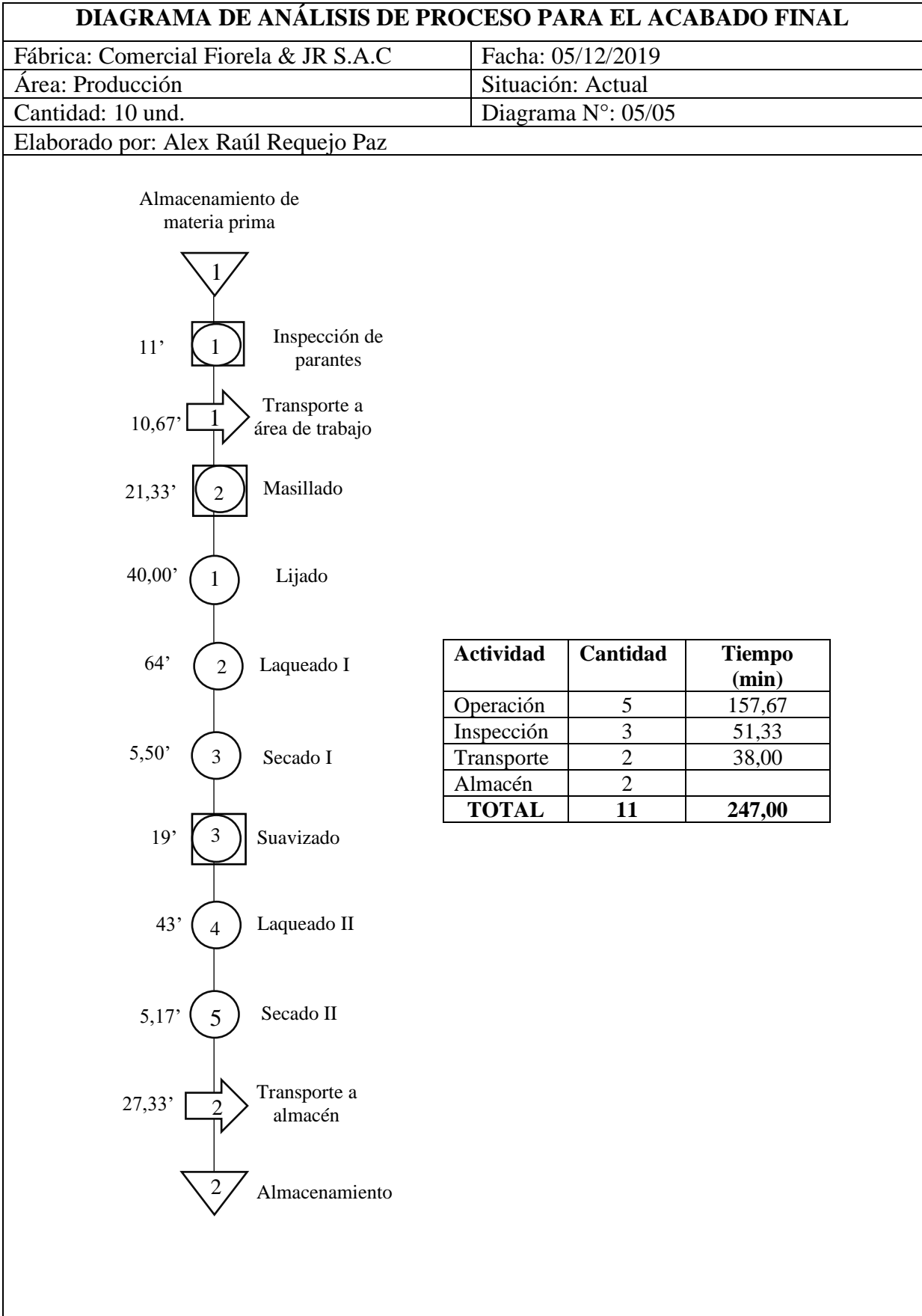


Figura 17. Diagrama de análisis de proceso para el acabado final del parante

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para la elaboración del acabado final del parante se obtuvo un total de 247 minutos, como resultado de 11 actividades, dentro de ellas se encontraron 5 operaciones, 3 combinadas, 2 transportes y 2 almacenamientos. A partir de ello, se determinó el porcentaje de actividades productivas según el tiempo.

- **Porcentaje de actividades productivas según el tiempo**

Entre las actividades productivas, operaciones e inspección-operaciones, se obtuvo un total de 209 min después del cálculo obtuvimos 84,62% de actividades productivas.

$$\% \text{ Act. productivas} = \frac{157,67 + 51,33}{247} \times 100 = 84,62\%$$

- **Porcentaje de actividades improductivas según el tiempo**

Dentro de las actividades improductivas están el transporte y los almacenamientos, obteniéndose un total de 38 min. Esto ha determinado que el 15,39% de las actividades son improductivas.

$$\% \text{ Act. improductivas} = \frac{38}{247} \times 100 = 15,39\%$$

a. Indicadores actuales del proceso

Según Rodríguez [15], en un estudio de métodos, los principales indicadores a tomar en cuenta son los siguientes:

Producción

Para calcular la producción de la empresa se dividirá el tiempo total disponible entre el tiempo de ciclo.

$$\text{Producción} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{3\,900 \frac{\text{min}}{\text{lote}}} = 3,69 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \text{ o } 738 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$$

Eficiencia económica

Para el cálculo de la eficiencia económica se identificó los costos en los que se incurre la empresa para fabricar el parante. Se ha considerado los costos para una producción de 200 parantes.

Tabla 26. Costos de materiales directos

Piezas	Tipo de madera	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Patas	Patas sin procesar	Pares	S/ 18,00	200	S/ 3 600,00
Puentes	Madera comercial	Tronco	S/ 206,25	27	S/ 5 568,75
Refuerzos	Madera de paquetería	Tronco	S/ 9,18	23	S/ 211,14
Total					S/ 9 379,89

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

El costo de la materia prima para la fabricación de 200 parantes es S/ 9379,89; esto es utilizando el precio de los proveedores minoristas.

Tabla 27. Costos de materiales indirectos

Insumo	Unidad	Costo Unitario	Cantidad	Costo total
Cola	Galón	S/ 20,00	2,5	S/ 50,00
Clavos	Kg	S/ 8,00	1	S/ 8,00
Thinner	Galón	S/ 15,90	4	S/ 63,60
Laca	Galón	S/45,50	4	S/ 182,00
Total				S/ 303,60

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

El costo de los materiales indirectos para la fabricación de 200 parantes es S/ 303,60.

Tabla 28. Costos de mano de obra directa

Costo de mano de obra directa			
Cargo	Tiempo trabajado (h)	Costo (soles/hora)	Total (S/)
Operario 1	19,77	S/ 10,19	S/ 201,46
Operario 2	17,01	S/ 8,33	S/ 141,69
Operario 3	15,47	S/ 10,19	S/ 157,63
Operario 4	8,24	S/ 8,33	S/ 68,64
Operario 5	3,67	S/ 10,19	S/ 37,39
Operario 6	3,67	S/ 10,19	S/ 37,39
Chofer	3,2	S/ 5,55	S/ 17,76
Total	71,03	62,97	S/ 661,96

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

El costo de la mano de obra para la fabricación de 200 parantes es S/ 661,96.

Tabla 29. Costos la energía consumida por maquinarias

Máquina	Potencia (kW)	Tiempo en proceso (h)	Costos (Soles/kWh)	Total (S/)
Amoladora	0,85	3,21	0,18	S/ 0,49
Sierra Circular 1	7,46	4,99	0,18	S/ 6,70
Sierra Circular 2	3,73	5,79	0,18	S/ 3,89
Escopleadora	5,97	0,70	0,18	S/ 0,75
Espigadora	3,73	4,46	0,18	S/ 2,99
Sierra de cinta	3,73	2,78	0,18	S/ 1,87
Garlopa	3,73	3,94	0,18	S/ 2,65
Tupi	0,75	2,23	0,18	S/ 0,30
Compresor	5,22	3,21	0,18	S/ 3,02
Total				S/ 22,65

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

El costo de la energía eléctrica para la fabricación de 200 parantes es S/ 22,65.

Tabla 30. Resumen de los costos de producción

Costos	Subtotal (S/)
Costo de materia prima	S/ 9 379,89
Costo de insumos	S/ 303,60
Costos de energía	S/ 22,65
Costos de mano de obra directa	S/ 661,96
Total	S/ 10 368,10

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

$$Eficiencia\ económica = \frac{80 \frac{\text{soles}}{\text{parante}} \times 738 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{10\ 368,1 \text{ soles}} = 5,69$$

Por lo tanto, la empresa tiene una eficiencia económica de 5,69 soles. Esto quiere decir que por cada sol invertido en la producción de parantes se obtiene S/ 4,69 de ganancia.

Productividad de mano de obra

Para la productividad de la mano de obra se utilizará las horas hombre necesarias para la producción de 200 parantes, con lo que se tiene.

$$Productividad\ de\ MO = \frac{738 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{71,03 \text{ hora.hombre}} = 10,38 \frac{\text{parantes}}{\text{hora.hombre}}$$

Productividad global

Productividad global

$$= \frac{\text{Materia prima que sale (procesada)}}{(\text{MO} * \text{costo}) + (\text{MP ingresa} * \text{costo}) + (\text{insumos empleados} * \text{costo})}$$

$$\text{Productividad global} = \frac{3,69 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times 40 \frac{\text{soles}}{\text{parante}}}{661,96 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 9\,379,89 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 303,60 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 22,65 \frac{\text{soles}}{\text{lote}}}$$
$$= 0,014$$

Tal como se observa, la elaboración de los parantes tiene una productividad global de 0,014, esto quiere decir que es menor a 1, por lo que según Oliveras es negativo para la empresa, ya que podría estar generando pérdidas económicas. [44]

Capacidad utilizada, diseñada y utilización de la empresa

Para determinar el porcentaje de utilización y eficiencia, se procede a calcular las capacidades de la empresa.

Tabla 31. Cuadro resumen de la capacidad de la empresa

Indicador	Valor	Unidades
Tiempo de ciclo por lote	3 900	min/lote
Tiempo de ciclo por unidad	19,5	min/und
Tiempo disponible	600	min/día
Capacidad de diseño	30	und/día

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

En 8 horas, a nivel teórico la máxima producción es de 30 unidades. No obstante, la mano de obra no trabaja continuamente durante toda la jornada laboral, ya que existen tiempos perdidos ocasionados por el uso de servicios higiénicos, estiramientos, conversan, toman pausas, entre otras causas. Por lo tanto, al tiempo total se le resta el porcentaje correspondiente a este tipo de actividades, lo que se le conoce como suplementos, tolerancias o concesiones de la medición del trabajo. En la empresa manufacturera se consideró un porcentaje de suplemento del 15% [17], por lo que se trabajó con un porcentaje del 85% del tiempo de trabajo total (9 horas). Por eso, se multiplicó la capacidad de diseño por 85% que es el tiempo efectivo de trabajo de la mano de obra.

No obstante, en la práctica, se asume este valor como si toda la producción se realizara de forma normal, pero lo más común es que ocurran tropiezos y problemas que no tienen relación con la mano de obra, sino con el área administrativa. Por lo que se suele considerar, un 83% como factor de merma inherente de proceso; este valor es obtenido en registros basados en las causas de retraso. [45]

Con los valores de capacidad de diseño, producción real y capacidad efectiva calculados, se halló el porcentaje de utilización de la capacidad y eficiencia de producción.

Tabla 32. Capacidades de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C

Producto	Por lote	Por unidad
Capacidad diseñada	0,92	184,62
Capacidad real	0,78	156,92
Capacidad utilizada	0,67	133,38
Capacidad ociosa	0,26	51,23
Utilización (%)	72,25%	72,25%
Eficiencia (%)	85%	85,00%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Por lo tanto, con un turno de 9 horas, la empresa tiene un porcentaje de utilización del 72% y la eficiencia de 85%.

Nivel de servicio

Para determinar el nivel de servicio de la empresa se utilizó la información de los productos vendidos y los ingresos no percibidos generados por los no atendidos. Tal como se muestra en la siguiente tabla, la empresa en el año 2018 tuvo un ingreso no percibido de S/98 780, generado por 449 camarotes no atendidos.

Tabla 33. Demanda no atendida e ingresos no percibidos en el 2018

Mes	Cantidad demandada	Pedido atendido	Pedido no atendido	Pedidos rechazados	Ingresos no percibidos
Enero	141	120	16	5	4 620
Febrero	146	131	9	6	3 300
Marzo	153	130	15	8	5 060
Abril	151	125	22	4	5 720
Mayo	192	155	30	7	8 140
Junio	108	84	20	4	5 280
Julio	298	200	83	15	21 560
Agosto	152	120	26	6	7 040
Septiembre	195	152	36	7	9 460
Octubre	355	295	50	10	13 200
Noviembre	210	180	24	6	6 600
Diciembre	390	350	28	12	8 800
TOTAL	2 491	2 042	359	90	98 780

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Considerando los datos de tabla 33 se calculó el nivel de servicio:

$$\text{Nivel de servicio} = \frac{2\,042 \text{ camarotes}}{2\,491 \text{ camarotes}} \times 100 = 81,98\%$$

Se ha calculado un nivel de servicio de 81,98% para el camarote de plaza y media. Esto nos indica que, de 100 productos demandados, existieron 29 que no han sido atendidos. A. Ferrín [46] afirma que el nivel de servicio de una empresa debe aproximarse al 95%. Por lo que es importante realizar mejoras que aumenten el nivel de servicio, pero primero se analizaron las razones por las que no se atendieron esos pedidos. Estos se detallan a continuación:

Tabla 34. Razones por las que no se atendieron los camarotes de 1 1/2 plzas.

Pedidos	Razón	Cantidad	Porcentaje	
Pedidos no atendidos	Falta de piezas	244	54,34%	77,73%
	Falta de materia prima	105	23,39%	
Pedidos rechazados	Presencia de defectos en las piezas	32	7,13%	22,27%
	Por no entregar a tiempo	68	15,14%	
TOTAL		449	100%	100%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

En la tabla anterior, se muestra que las razones por las que no se vendió el camarote son debido a pedidos no atendidos con un 77,73% y pedidos rechazados 22,27%; dentro de los pedidos no atendidos las principales razones fueron la falta de piezas al momento de realizar los parantes (54,34%) y la falta de materia prima en el área de producción (23,39%); por otro lado entre las razones por las que los clientes rechazaron el producto son la presencia de defectos (7,130%) y porque no se terminó el pedido a tiempo (15,14%).

Ruptura de stock

La empresa ha presentado ruptura de stock durante el 2018, es decir no ha cumplido la demanda de los clientes. Estas rupturas de stock han ocasionado paros en la producción, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 35. Paros de producción por desabastecimiento de materiales

Mes	Fecha	Material	Cantidad requerida	Cantidad en almacén	Paros de producción (días)
Enero	4	Madera comercial	152	90	3
	14	Madera de paquetería	130	150	2
	28	cola	2	0	0,5
Febrero	16	Madera de paquetería	282	260	3
Marzo	7	Madera de paquetería	310	265	4
	8	Clavos	100	52	0,5
	24	Laca	5	1	1
Abril	5	Thinner	5	1	1
	16	Madera comercial	302	250	3
Mayo	6	Madera comercial	384	250	4
	6	Madera de paquetería	384	302	2
	9	Clavos	50	20	0,5
	28	Thinner	8	2	1
Junio	15	Madera de paquetería	216	168	2
Julio	2	Clavos	100	55	0,5
	15	Madera de paquetería	590	400	4
	17	Thinner	8	2	1

Agosto	4	Thinner	4	3	0,5
	15	Clavos	60	30	0,5
	18	Madera de paquetería	304	240	2
Septiembre	8	Madera de paquetería	390	240	3
Octubre	20	Madera comercial	710	590	4
	31	Thinner	12	4	1
Noviembre	22	Laca	8	5	1
	28	Madera de paquetería	420	360	3
	28	Madera comercial	420	310	4
Diciembre	4	cola	2	0	1
	4	Madera de paquetería	780	700	4
	15	Laca	12	7	1
	18	Thinner	12	2	2
	22	Madera comercial	780	500	3
Total			6 942	5 259	63

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

La tabla 35 muestra los paros de producción generados por el desabastecimiento de materiales. Tal como se observa en la tabla anterior, durante los meses de enero a diciembre se han solicitado 6 942 materiales, entre ellos, madera comercial y de paquetería, cola, Thinner, laca y clavos; pero en almacén solo se encontraron con 5 259 de los productos ya antes mencionado, generando 63 días de paro de producción. Esto no significa que la empresa deje de funcionar, sino que los trabajadores realizan otras labores y no los pedidos de los camarotes de plaza y media. Asimismo, las rupturas de stock ocasionan que existan productos en medio del proceso (inventario), las cuales no han sido concluidas generando días de retraso en su entrega a clientes. A continuación, se muestra el porcentaje de días que paran de producir por desabastecimiento de materia prima.

$$\% \text{ de días sin producción} = \frac{63}{288} \times 100 = 21,88\%$$

Por lo tanto, el 21,88% de los días se dedican a realizar otros productos. Asimismo, se determinó que la empresa solo ha contado con el 75,76% de los materiales requeridos para la producción del camarote de plaza y media, mientras que el 24,24% no se encontraron en el almacén, ocasionando consigo ruptura de stock y paros en la producción.

$$\% \text{ de materiales abastecidos} = \frac{5\ 259}{6\ 942} \times 100 = 75,76\%$$

Tal como se observa, uno de los principales problemas de la empresa es que no cuenta con una planificación de su producción, en el que produzcan la cantidad necesaria de piezas para abastecer su demanda. Esto ocasiona que frecuentemente haya quiebres de stock, por alguna de las piezas.

b. Cuadro resumen de indicadores actuales del proceso

De acuerdo al diagnóstico realizado, se han determinado los siguientes indicadores:

Tabla 36. Resumen de indicadores actuales de producción

Indicador	Valor
Tiempo de ciclo	3 900 min/lote
Producción máxima	738 unidades/mes
Eficiencia económica	1,54
Productividad de mano de obra	2,82 parantes/h.hombre
Productividad global	0,77
Capacidad diseñada	0,83
Capacidad real	0,71
Capacidad utilizada	0,60
Capacidad ociosa	0,23
Utilización (%)	72,25%
Eficiencia (%)	85%
Nivel de servicio	81,98%
% días sin producción	21,88%
Ruptura de stock	75,76%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

3.1.5. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN Y SUS CAUSAS

a. Análisis y evaluación de la información del proceso

Para el análisis y evaluación del proceso productivo de camarotes de plaza y media en la empresa Comercial Fiorela, se utilizará la técnica de Diagrama de Ishikawa, la cual cuestiona al detalle el problema y las causas que lo generan, con sus respectivos indicadores. Se puede apreciar en la Figura 18.

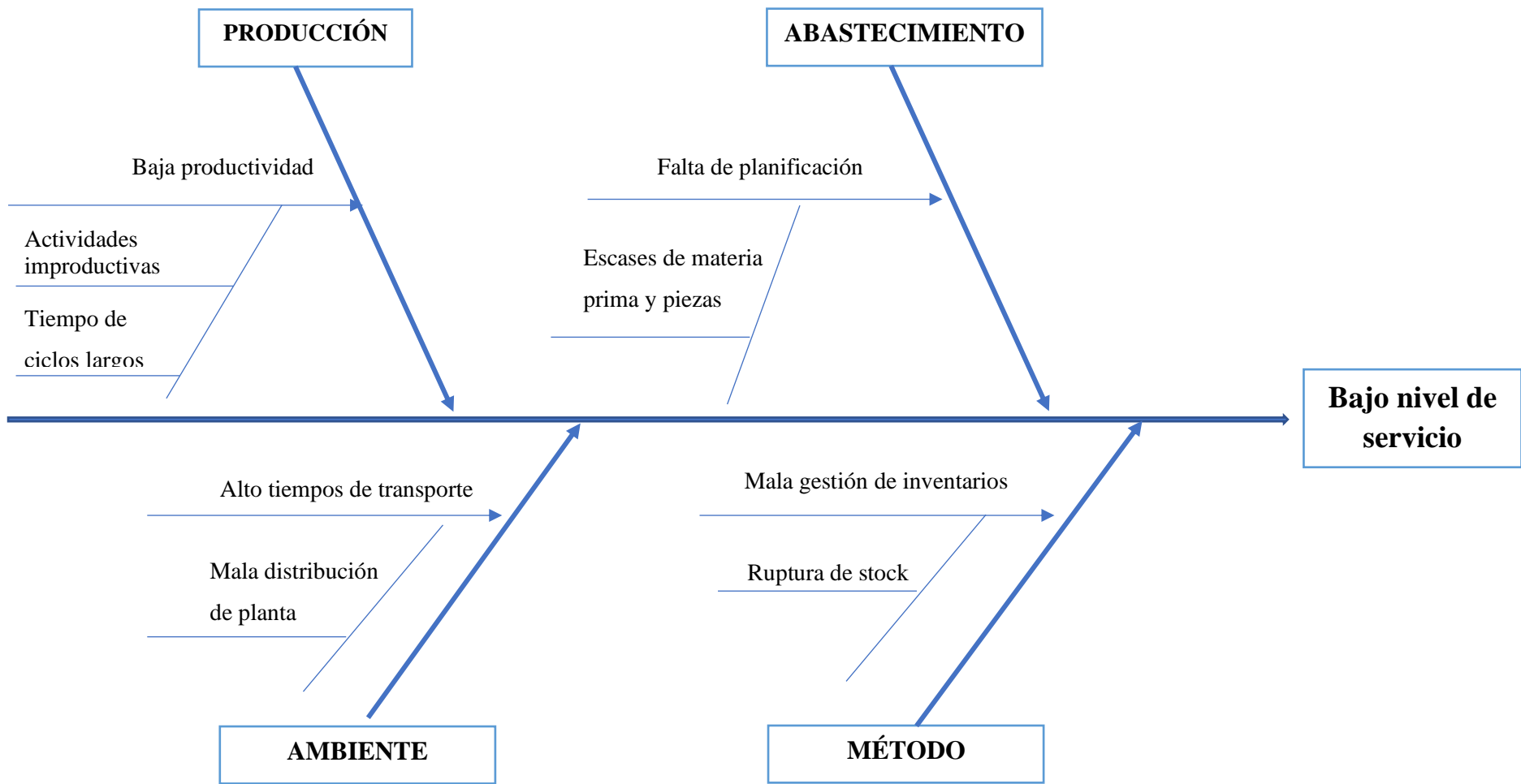


Figura 18. Diagrama de Ishikawa de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

b. Cuadro de Problemas, Causas y Pérdidas

En la Tabla 37 se muestran los problemas principales, las causas que los generan y las pérdidas económicas que traen consigo en el periodo de agosto de 2018 a enero de 2019.

- **Nivel de servicio**

$$(359 \text{ und} + 90 \text{ und}) \times \frac{220 \text{ soles}}{\text{und}} = 98\,780 \text{ soles}$$

- **Días sin producción por desabastecimiento**

$$63 \text{ días} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{d}} = 504 \text{ horas}$$

$$504 \text{ horas} \times \frac{1 \text{ und}}{65 \text{ h}} = 7 \text{ unidades}$$

$$7 \text{ unidades} \times 220 \frac{\text{soles}}{\text{und}} = 1\,540 \text{ soles}$$

- **Tiempo muerto**

$$985,3 \text{ min} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} = 16,42 \frac{\text{h}}{\text{und}}$$

$$2\,042 \text{ und atendidos} \times 16,42 \frac{\text{h}}{\text{und}} = 33\,529,64 \text{ h}$$

$$33\,529,64 \text{ h} \times \frac{1 \text{ und}}{65 \text{ h}} = 515 \text{ unidades}$$

$$515 \text{ unidades} \times 220 \frac{\text{soles}}{\text{und}} = 113\,300 \text{ soles}$$

- **Capacidad ociosa**

$$0,23 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times 200 \frac{\text{und}}{\text{lote}} \times 220 \frac{\text{soles}}{\text{und}} = 10\,120 \text{ soles}$$

Tabla 37. Cuadro problemas, causas y pérdidas

PROBLEMA	CAUSA	PÉRDIDAS ECONÓMICAS
BAJO NIVEL DE SERVICIO	Pedidos no atendidos	S/ 98 780
	Desabastecimiento de materiales	S/ 1 540
	Tiempo muerto	S/ 113 300
	Capacidad ociosa	S/ 10 120
TOTAL		S/ 223 740

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

c. Instrumento de orientación de enfoque de Investigación

El instrumento utilizado para orientar la investigación es la Matriz de Operacionalización, en donde se planifica de manera preliminar la ejecución del proyecto, de esta manera se observa el problema, las causas que lo generan, las técnicas a utilizar para mejorarlo y lo que se quiere lograr aplicándolo.

Tabla 38. Matriz de operacionalización

¿En qué medida la Gestión de abastecimiento en la empresa Comercial Fiorella &S. A. C permitirán aumentar el nivel del servicio?					
ÁREA	PROBLEMA	CAUSA	HERRAMIENTAS	LOGRO	INDICADOR
P R O D U C C I Ó N	Bajo nivel de servicio	Pedidos rechazados	Análisis de equilibrio	Eliminar los tiempos ociosos para atender toda la demanda.	$\Delta NS = \frac{\text{Pedidos atendidos a tiempo}}{\text{Total de pedidos}}$
		Pedidos no atendidos			$\text{Tiempo equilibrado} = \frac{\text{tiempo de ciclo}}{\text{N}^\circ \text{ de operaciones}}$
		Actividades improductivas			$\Delta\% \text{ Actividades productivas} = \frac{\text{Act productivas}}{\text{Total de actividades}} \times 100$
		Tiempo de ciclo largos			$\Delta \text{Producción} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Ciclo}}$
		Tiempo ocioso	Método de Guerchet	Optimizar las áreas para disminuir los transportes	$\Delta \text{Utilización} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad proyectada}}$
		Baja productividad			$\Delta \text{Productividad total} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$
		Capacidad ociosa			$\Delta \text{Eficiencia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Capacidad efectiva}}$
		Ruptura de stock	Plan de Requerimiento de materiales (MRP)	Incrementar la exactitud del aprovisionamiento de materiales	$\Delta NS = \frac{\text{Pedidos atendidos a tiempo}}{\text{Total de pedidos}}$
		Desabastecimiento de materiales			$\% \text{ de materiales abastecidos} = \frac{\text{cantidad en stock}}{\text{cantidad requerida}} \times 100$

Fuente: Elaboración propia

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

- Problema Principal:

La empresa tiene un bajo nivel de servicio, el cuál es de 81,98% lo que le genera unos ingresos no percibidos de S/ 98 780.

Causa 1. Pedidos rechazados

Se dan por incumplimiento por parte de la empresa, en la investigación se ha identificado que las principales sub causas son la presencia de defectos y por no cumplir con el plazo de entrega.

Causa 2. Pedidos no atendidos

Sucedan por falta de stock en las tiendas ocasionada por una baja productividad y mala planificación en la producción.

Causa 3. Actividades improductivas

En la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C los operarios realizan actividades que no agregan valor al producto como transportes, estos pueden ser hasta 1 8022 m por un lote de 200 unidades.

Causa 4. Tiempo de ciclo largos

Durante el proceso de producción existen actividades que no agregan valor como los transportes y demoras, las cuales suman 985,3 minutos. Es decir, en su mayoría los tiempos de ciclos largos se deben a tiempos improductivos que deben ser eliminados.

Causa 5. Baja productividad global

La elaboración de los parantes tiene una productividad global de 0,77, esto quiere decir que es menor a 1, por lo que según Oliveras es negativo para la empresa, ya que podría estar generando pérdidas económicas. [44]

Causa 6. Desabastecimiento de materiales

La empresa no cuenta con un plan de requerimiento de materiales y con ello una correcta gestión de inventarios, lo que está generando rupturas de stock del 24,24% y paradas de producción de hasta el 21,88%.

Mejora I. Rediseño de la planta de producción

Rediseño del área de trabajo, eliminando tiempos improductivos, generados principalmente por largas distancias entre las áreas de trabajo, luego se calculará nuevamente los tiempos estándares, para determinar el impacto de la mejora. Para ello, se utilizó el método Guerchet para el cálculo de las superficies necesarias para el área de producción y posteriormente mejorar la redistribución del área de trabajo utilizando el método SLP con la finalidad de optimizar el transporte de materiales.

Mejora II. Análisis de equilibrio

Mejorar el flujo de producción a través del análisis del equilibrio, el cual utilizará el tiempo estándar para disminuir los tiempos de espera elevados y desperdicios que no agreguen valor al producto.

Mejora III. Gestión de abastecimiento

Gestión de abastecimiento en el área de compra de materia prima, producción y distribución del área de producción a las tiendas, lo que permitirá que se produzca y se abastezca de materia prima según un plan de producción, para lo cual se utilizarán herramientas como la Planeación de requerimiento de materiales (MRP) y el modelo P.

3.2. DESARROLLO DE PROPUESTA DE MEJORAS EN EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

3.2.1. MEJORA I. REDISEÑO DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

La primera propuesta se centró en la eliminación de tiempos improductivos generados, principalmente, por transportes de materiales de un puesto de trabajo a otro, para ello se plantea unir dos talleres en uno solo, con la finalidad de eliminar el tiempo y la distancia de transporte que solo generan costos y ruptura de stock. Por lo tanto, primero se realizó una redistribución del área de trabajo utilizando el método Guerchet para determinar el tamaño de las áreas y posteriormente el método de SLP para la reubicación de las maquinarias en el área de producción.

a. Método Guerchet

Para la realización de esta mejora, se utilizó como fuente de investigación el artículo realizado por Zambrano [11] el cual se titula “*Propuesta del diseño de una planta procesadora para la producción de michelada mix*”. Este utilizó el método de Guerchet para proponer un diseño de una planta industrial, pero se basó en los datos históricos de ventas para realizar una proyección y en base a ello determinar el tamaño de la planta. No obstante, se siguió la misma metodología para el cálculo de las áreas.

1. Descripción de las áreas de la empresa

A continuación, se muestran las áreas con las que debe contar la empresa, algunas ya las tiene, pero no están definidas, y otras se deben implementar para una mejor optimización de los procesos.

1.1 Área de carga y descarga

Actualmente no tiene un área definida para esta función, generando que los operarios tengan que sacar la mercadería hasta la calle y con ello realizando movimientos que no añaden valor al producto. Se ha determinado que esta área debe tener 80 m², de tal manera que un camión de carga pueda maniobrar en buenas condiciones.

1.2 Almacén de materia prima

Actualmente la materia prima es almacenada en distintos lugares (donde hay espacio), generando desorden y dificulta el transporte de los materiales y operarios; se ha planteado que tenga su espacio bien delimitado.

1.3 Área de productos en proceso

Es un área destinada a almacenar, por un corto periodo de tiempo, los productos en proceso, o para los que terminan de ser ensamblado y tienen que esperar para su acabado final.

1.4 Área de producción

El área de producción es un área destinada a la fabricación de los diferentes productos que ofrece la empresa. Esta área se ha calculado utilizando el método Guerchet.

1.5 Área de ensamble

Es un área destinada a ensamblar las piezas en productos terminados, por un tema ergonómico se ha creído conveniente diseñar una mesa para que disminuya el riesgo de enfermedades ocupacionales.

1.6 Área de acabado final

Es un área destinada al acabado final de los productos, en este espacio se le agrega laca y se seca el producto final, antes de pasar al almacén de producto terminado.

1.7 Almacén de producto terminado

Es un área encargada de almacenar los productos recién fabricados, para su posterior traslado a las tiendas.

1.8 Comedor

El área del comedor consta de mesas y sillas para que los operarios puedan adquirir sus alimentos. No obstante, como la cantidad de trabajadores no es mucha se ha estimado que esta área debe ser de 10m².

1.9 Vestidores

Teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones, para 18 trabajadores que laboran en una industria el área total de vestuarios es de 18m².

1.10 Baños

Teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones, para 18 trabajadores que laboran en una industria el área total de servicios higiénicos es de 18m².

2. Cálculo de Áreas

Para el cálculo de las áreas se va a utilizar dos criterios, en el caso del área de producción se utilizó el método de Guerchet y para el resto de áreas, se asignaron los tamaños normalmente asignados en la literatura revisada, y aproximándolo a las áreas de las plantas del sector.

Para el caso del área de producción como ya se tiene determinada el número de maquinaria y equipos necesarios, se procede a evaluar la superficie para los mismos y la planta de producción en su totalidad. Según el Método Guerchet, la superficie total vendrá dada por la suma de tres superficies parcial las cuales se deben calcular.

En la tabla 39 se muestra el cálculo de la superficie necesaria para las máquinas del área de producción de la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. Además, se ha añadido dos elementos móviles que facilitarán el transporte de materiales de una máquina a otra.

Tabla 39. Cálculo de la superficie necesaria para el área de producción

K=	1,32										
Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (H)				
Elementos móviles											
Operarios	18				0		1,65				
Equipo móvil	2		1,2	0,8	0,96		1,5				
Elemento	n	N	Largo (L)	Ancho (A)	SS	SG	Altura (H)	SE	S	ST	
Elementos fijos											
Máquina circular	2	2	2,20	2,00	4,40	8,80	1,20	6,54	19,74	78,95	
Cepilladora	1	2	3,00	1,00	3,00	6,00	1,20	4,46	13,46	13,46	
Garlopa	1	1	3,50	0,80	2,80	2,80	1,20	2,77	8,37	8,37	
Escopleadora	1	2	2,25	1,30	2,93	5,85	1,80	4,35	13,12	13,12	
Espigadora	1	2	3,40	1,20	4,08	8,16	1,80	6,06	18,30	18,30	
Tupí	1	1	2,20	0,90	1,98	1,98	1,20	1,96	5,92	5,92	
Sierra de cinta	1	3	1,90	0,80	1,52	4,56	2,50	0,00	6,08	6,08	
Compresor de aire	1	1	1,50	1,00	1,50	1,50	0,80	0,00	3,00	3,00	
Machimbradora	1	1	3,60	1,00	3,60	3,60	3,00	0,00	7,20	7,20	
Sierra radial	1	1	2,50	0,80	2,00	2,00	1,20	1,98	5,98	5,98	
TOTAL							15,90			160,39	

Fuente: Elaboración propia

El cálculo de la constante del proceso productivo K, se realizó dividiendo la altura promedio de los operarios que es 1,65m entre 2, multiplicado esto por la altura media de

las máquinas y muebles siendo esta 1,60 m, al efectuar estos datos se obtuvo un factor de 1,32.

Tabla 40. Listado de las áreas con sus respectivas superficies

N°	Área de la empresa	Superficie (m ²)
1	Área de carga y descarga	80,00
2	Almacén de materia prima	70,00
3	Almacén de materiales en proceso	55,00
4	Almacén de producto terminado	60,00
5	Área de fabricación	160,39
6	Área de ensamblado	22,00
7	Área de acabado	20,00
8	Comedor	12,00
9	Vestuarios	18,00
10	Servicios Higiénicos	4,00
Superficie total		501,39

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

En la Tabla 40 se puede apreciar el área total de la empresa, siendo esta de 501,39 m²; donde el área de producción es 160,39 m², áreas para almacenes de carga y descarga, de materia prima, de material en proceso y producto terminado que suman 265 m² y por último el área más pequeña de la empresa es para los servicios higiénicos ocupando solo 4 m² el total.

Una vez calculado el total del área que se deben utilizar en la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. se procedió a determinar la ubicación de cada área mediante el método SPL.

b. Método SPL

Razones de la proximidad de áreas

Para la proximidad de la ubicación de las áreas se han considerado las siguientes razones, esto con el fin de que la propuesta sea eficiente para la empresa: [47]

- Flujo de materiales.
- Contacto personal.
- Supervisión
- Frecuencia de contacto.
- Costo de distribución de servicios.

- Utilizar el mismo equipo o herramienta.
- Compartir personal.

El método SPL utiliza una técnica que propone distribuir la planta en base a la conveniencia de cercanía entre los distintos departamentos de la empresa. Para ello, se ha utilizado la siguiente simbología:

Tabla 41. Valores de proximidad

A	Absolutamente necesario	=====	4
E	Especialmente importante	=====	3
I	Importante	=====	2
O	Ordinaria o normal	=====	1
U	Sin importancia		0
X	Indeseable	wwwwwwwwwwww	-1
XX	Muy indeseable	wwwwwwwwwwww	-2

Fuente: Wiyaratn y Watanapa

A partir de la simbología anterior se procedió a realizar la matriz triangular de relaciones de las áreas en la empresa.

Tabla 42. Matriz triangular de relaciones de las áreas de la empresa

DE		PARA								ÁREA (m ²)	
		2	3	4	5	6	7	8	9		10
1	Área de carga y descarga	A	A	A	E	O	O	U	U	XX	80,00
2	Almacén de materia prima		A	A	E	O	O	U	U	X	70,00
3	Almacén de materiales en proceso			A	E	I	I	U	X	X	55,00
4	Almacén de producto terminado				I	I	A	U	U	X	60,00
5	Área de fabricación					A	A	U	U	X	160,39
6	Área de ensamblado						A	U	U	X	22,00
7	Área de acabado							U	X	XX	20,00
8	Comedor								X	XX	12,00
9	Vestuarios									X	18,00
10	Servicios Higiénicos										4,00
TOTAL											501,39

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizada la matriz se procedió a elaborar el diagrama relacional de las actividades y posteriormente el gráfico de las relaciones de todas las áreas de la empresa.

Tabla 43. Diagrama relacional de actividades

1	Área de carga y descarga																			
2	Almacén de materia prima	A																		
3	Almacén de materiales en proceso		A																	
4	Almacén de producto terminado			A																
5	Área de fabricación				E															
6	Área de ensamblado	A	A	A																
7	Área de acabado																			
8	Comedor																			
9	Vestuarios																			
10	Servicios Higiénicos																			

Fuente: Elaboración propia

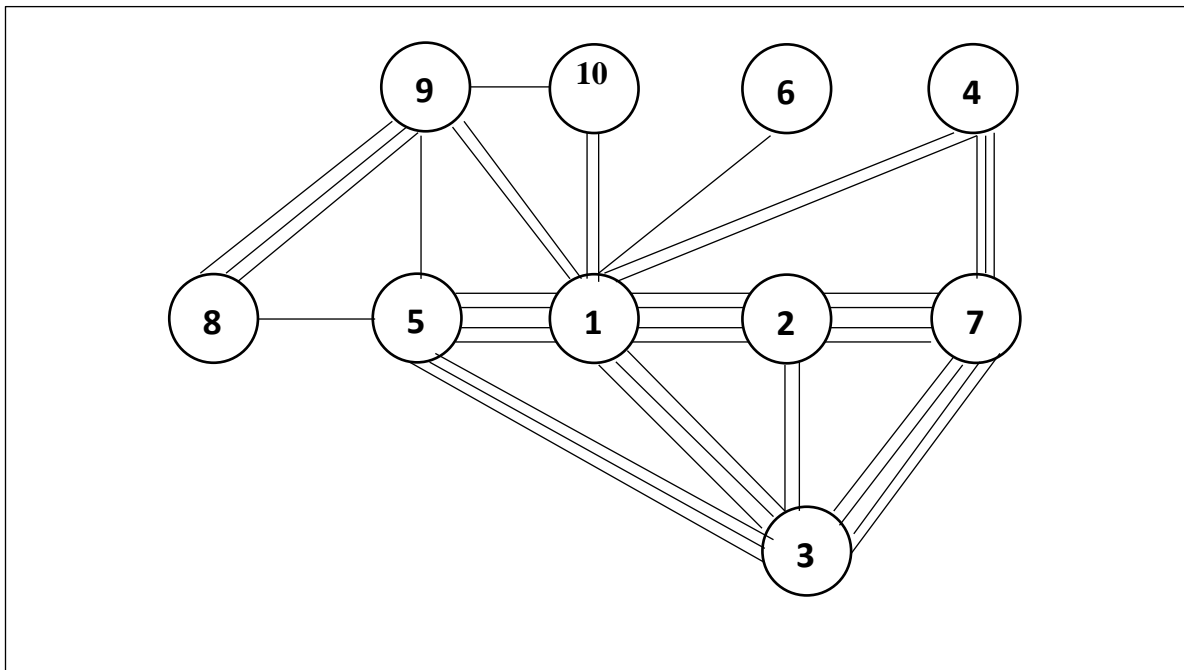


Figura 19. Gráfico de relaciones de las áreas de la empresa

Fuente: Elaboración propia

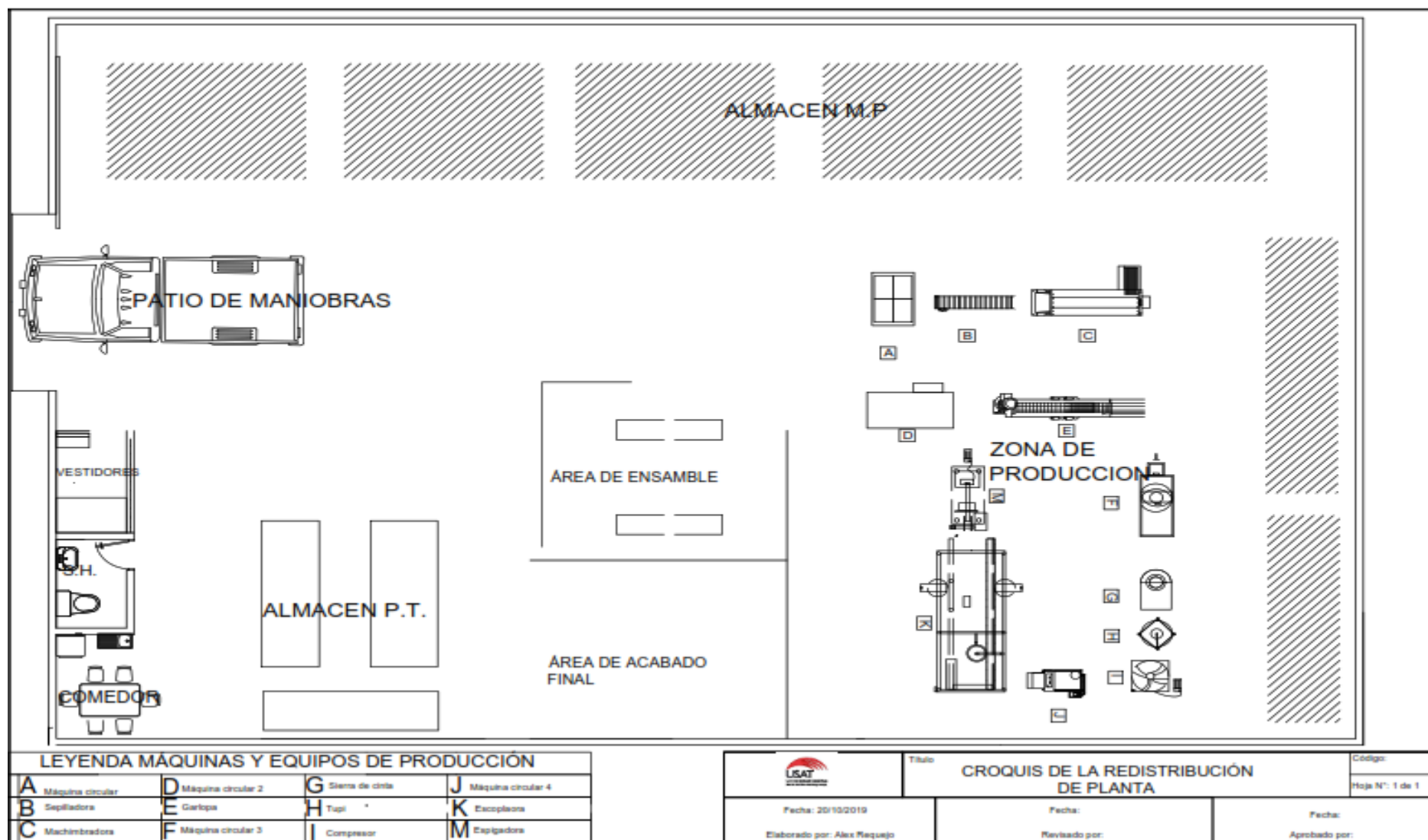


Figura 20. Croquis de la propuesta de distribución de la planta

Fuente: Elaboración propia

3.2.2. MEJORA II. ANÁLISIS DE EQUILIBRIO

Al realizar la redistribución del área de trabajo se redujeron la mayoría de transportes, inicialmente la secuencia para la fabricación de los productos era muy extensa y se realizaba traslados a grandes distancias, ahora la secuencia es lineal por lo que los tiempos de fabricación son mucho menores. Ante ello, la segunda mejora consiste en realizar un análisis de equilibrio en la empresa, esto se logra a través de la estandarización de trabajo.

Según Peña, Neira y Ruiz [8] en su investigación titulada “*Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento*” primero se debe realizar un estudio de tiempos de las actividades que se realizan y luego hallar el tiempo estándar de cada proceso, por lo que se procedió a hallar el tiempo normal, luego identificar los suplementos y finalmente el tiempo estándar.

Por su parte, Miño, Moyano y Santillán [10] en su investigación “*Tiempos estándar para balanceo de línea en área soldadura del automóvil modelo cuatro*” realizó las mediciones y registro de los tiempos normales, luego calculó los tiempos estándar utilizando como factor de desempeño de trabajo sobre la base de las tablas de Westinghouse, y finalmente calculó los suplementos de trabajo según las características de la empresa.

Dicho esto, se comenzará analizando a la mano de obra de la empresa. Los operarios encargados de la elaboración de camarotes son 4 los cuales tienen las siguientes características.

Tabla 44. Análisis comparativo de los operarios de elaboración de galleta

Operario	Edad	Tiempo de servicio	Grado de instrucción	Capacitación	Función
Op 1	35	3 años	Secundaria	No	Encargado de habilitado de madera
Op 2	26	2 años	Secundaria	No	
Op 3	37	6 años	Secundaria	No	
Op 4	30	5 años	Técnico	No	Elaboración de puentes, refuerzos y patas
Op 5	32	5 años	Técnico	No	
Op 6	27	2 años	Secundaria	No	Elaboración de ensamble y acabado final
Op 7	39	5 años	Secundaria	No	
Op 8	45	7 años	Secundaria	No	
Op 9	46	10 años	Técnico	No	

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Para todos los procesos se analizó los factores de calificación, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 45. Evaluación de los factores de calificación

Operario	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Factor calificación
Op 1	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 2	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 3	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 4	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 5	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 6	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 7	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 8	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08
Op 9	+0,03	+0,02	+0,02	+0,01	1,08

Fuente: Westinghouse Electric Company

Posteriormente, se determina el tiempo normal, el cual se obtiene a través de la multiplicación del tiempo promedio por el factor de calificación (anexo 7).

a. Cálculo del tiempo normal y tiempo estándar

i. Para la elaboración de puentes

Factor de calificación para la elaboración de puentes

Con la nueva distribución las distancias de los transportes han disminuido, y con ello los tiempos de producción, a continuación, se muestran los nuevos tiempos promedios:

Tabla 46. Tiempo de observación promedio para la elaboración de puentes

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	40	40,5	41	40,50
Trozado	67	68	66	67,00
Transporte a garlopeado	95	97	96	96,00
Garlopeado	120	118	121	119,67
Transporte a habilitado	14,73	14	15	14,58
Habilitado	105	106,5	108	106,50
Transporte a lijado	11,2	11	10,6	10,93
Lijado	195	193	192	193,33
Cinteado	167	165	168	166,67
Transporte a espigado	3,82	3	3,5	3,44
Espigado	134	135	136	135,00
Transporte a boleado	3,9	4	4,5	4,13
Boleado	134	133	132	133,00
Transporte a almacén	7	8	7,4	7,47
TOTAL				1 098,22
				18,30 h

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tiempo estándar para la elaboración de puentes

Una vez obtenido el tiempo normal, se multiplica ese valor por los suplementos (anexo 8) y se obtiene el tiempo estándar. Se utilizó los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza.

Tabla 47. Tiempo estándar para la elaboración de puentes

PROCESO	Tiempo promedio	Factor calificación	Tiempo normal	Suplementos					Tiempo estándar
				NP	F	TP	I	UF	
Selección de MP	40,50	1,08	43,74	5	4	2	2	3	50,74
Trozado	67,00	1,08	72,36	5	4	2	2	3	83,94
Transporte a garlopeado	96,00	1,08	103,68	5	4	0	2	3	118,20
Garlopeado	119,67	1,08	129,24	5	4	0	2	3	147,33
Transporte a habilitado	14,58	1,08	15,74	5	4	0	2	3	17,95
Habilitado	106,50	1,08	115,02	5	4	2	2	3	133,42
Transporte a lijado	10,93	1,08	11,81	5	4	2	2	3	13,70
Lijado	193,33	1,08	208,8	5	4	2	2	3	242,21
Cintado	166,67	1,08	180	5	4	2	2	3	208,80
Transporte a espigado	3,44	1,08	3,72	5	4	2	2	3	4,31
Espigado	135,00	1,08	145,8	5	4	2	2	3	169,13
Transporte a boleado	4,13	1,08	4,46	5	4	2	2	3	5,18
Boleado	133,00	1,08	143,64	5	4	2	2	3	166,62
Transporte a almacén	7,47	1,08	8,06	5	4	2	2	3	9,35
TOTAL	1 098,22		1 186,07						1 370,87

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Equilibrio del tiempo de actividades

Según Sudharsan, Balthilak y Santhosh [9] en su investigación titulada “*Balancing of Production Line in a Bearing Industry to improve Productivity*” se realizó una correcta combinación de estaciones de trabajo para minimizar los tiempos de inactividad dentro del proceso de producción. Por lo que primero, se evaluó el flujo de materiales y luego se propuso aumentar la producción mediante el método de balanceo de línea a través del flujo equilibrado.

Cálculo del tiempo de flujo equilibrado

Se determina el tiempo de flujo equilibrado para determinar el tiempo en que se deben adecuar las operaciones para mantener el equilibrio del sistema.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{\text{Tiempo de ciclo total}}{\# \text{ de operaciones}}$$

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{1\,370,87 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{14} = 97,92 \frac{\text{minutos}}{\text{operación}}$$

Cálculo de la producción diaria

Con este tiempo de flujo equilibrado se puede hallar una nueva producción diaria, la cual se presenta a continuación:

$$\text{Producción diaria} = \frac{\text{Tiempo de operación disponible}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$
$$\text{Producción diaria} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{97,92 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 147 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \text{ o } 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}$$

Cálculo del número de estaciones de trabajo

A partir de la producción diaria se puede calcular el número de estaciones y de operarios para lograr la flexibilidad del tiempo equilibrado.

$$\# \text{ de estaciones} = \frac{\text{Tiempo de producción total} \times \text{Producción diaria}}{\text{Tiempo de operación disponible}}$$
$$\# \text{ de estaciones} = \frac{1\ 370,87 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}} \times 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}} = 13$$

El cálculo del número ideales para realizar el trabajo del proceso de producción de 13.

Cálculo del número de trabajadores

Para esa cantidad de estaciones se necesitan 14 operarios

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{\text{Tiempo de producción total}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$
$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{1\ 370,87 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{97,92 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 14$$

Cálculo de tarjetas Kanban

El cálculo de estas tarjetas se realizó con la finalidad de que todas las actividades del proceso de producción se encuentren abastecidas. Para ello, primero se calculó la capacidad de cada contenedor Kanban, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2 y los siguientes datos:

$$\text{Capacidad de contenedor Kanban} = \frac{6 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \times 4 \frac{\text{patas}}{\text{unidad}} \times 22,85 \text{ horas}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 4 \frac{\text{patas}}{\text{lote}}} = 13,71 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}$$

$$\text{Kanban} = \frac{0,03 \frac{\text{lote}}{\text{día}} \times 22,85 \text{ horas} \times (1 + 1.2)}{13,71 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}} = 1 \text{ tarjeta kanban}$$

ii. Para la elaboración de Refuerzos

Factor de calificación para la elaboración de refuerzos

Con la nueva distribución las distancias de los transportes han disminuido, y con ello los tiempos de producción, a continuación, se muestran los nuevos tiempos promedios:

Tabla 48. Tiempo de observación promedio para la elaboración de refuerzos

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	48	49	50	49,00
Trozado	57	56	57	56,67
Transporte a garlopeado	83	85	86	84,67
Garlopeado	97	98	99	98,00
Transporte a habilitado	8,3	8	7,6	7,97
Habilitado	166	167	165	166,00
Transporte a espigado	3,6	3	3,5	3,37
Espigado	162	163	162	162,33
Transporte a almacenamiento	9,7	9	9,5	9,40
TOTAL (MINUTOS)				637,40
TOTAL (HORAS)				10,62

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tiempo estándar para la elaboración de refuerzos

Una vez obtenido el tiempo normal, se multiplica ese valor por los suplementos (anexo 8) y se obtiene el tiempo estándar. Se utilizó los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza.

Tabla 49. Tiempo estándar para la elaboración de refuerzos

PROCESO	Tiempo promedio	Factor calificación	Tiempo normal	Suplementos					Tiempo estándar (min)
				NP	F	TP	I	UF	
Selección de materia prima	49,00	1,08	52,92	5	4	2	2	3	61,39
Trozado	56,67	1,08	61,20	5	4	2	2	3	70,99
Transporte a garlopeado	84,67	1,08	91,44	5	4	0	2	3	104,24
Garlopeado	98,00	1,08	105,84	5	4	0	2	3	120,66
Transporte a habilitado	7,97	1,08	8,60	5	4	0	2	3	9,81
Habilitado	166,00	1,08	179,28	5	4	2	2	3	207,96
Transporte a espigado	3,37	1,08	3,64	5	4	2	2	3	4,22
Espigado	162,33	1,08	175,32	5	4	2	2	3	203,37
Transporte a almacenamiento	9,40	1,08	10,15	5	4	2	2	3	11,78
TOTAL	637,40	1,08	688,39	5	4	2	2	3	794,42

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Equilibrio del tiempo de actividades

Cálculo del tiempo de flujo equilibrado

Se determina el tiempo de flujo equilibrado para determinar el tiempo en que se deben adecuar las operaciones para mantener el equilibrio del sistema.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{794,42 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{9} = 88,27 \frac{\text{minutos}}{\text{operación}}$$

Cálculo de la producción diaria

Con este tiempo de flujo equilibrado se puede hallar una nueva producción diaria, la cual se presenta a continuación:

$$\text{Producción diaria} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{88,27 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 163 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \text{ o } 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}$$

Cálculo del número de estaciones de trabajo

A partir de la producción diaria se puede calcular el número de estaciones y de operarios para lograr la flexibilidad del tiempo equilibrado.

$$\# \text{ de estaciones} = \frac{794,42 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}} \times 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}} = 7$$

El cálculo del número ideales para realizar el trabajo del proceso de producción de 7.

Cálculo del número de trabajadores

Para esa cantidad de estaciones se necesitan 8 operarios.

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{794,42 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{88,27 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 8$$

Cálculo de tarjetas Kanban

El cálculo de estas tarjetas se realizó con la finalidad de que todas las actividades del proceso de producción se encuentren abastecidas. Para ello, primero se calculó la capacidad de cada contenedor Kanban, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2 y los siguientes datos:

$$\begin{aligned} \text{Capacidad de contenedor Kanban} &= \frac{6 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{refuerzos}}{\text{unidad}} \times 13,24 \text{ horas}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{refuerzos}}{\text{lote}}} \\ &= 7,94 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}} \end{aligned}$$

$$\text{Kanban} = \frac{0,815 \frac{\text{lote}}{\text{día}} \times 13,24 \text{ horas} \times (1 + 1.2)}{7,94 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}} = 3 \text{ tarjetas kanban}$$

iii. Para la elaboración de patas

Factor de calificación para la elaboración de patas

Con la nueva distribución las distancias de los transportes han disminuido, y con ello los tiempos de producción, a continuación, se muestran los nuevos tiempos promedios:

Tabla 50. Tiempo de observación promedio para la elaboración de patas

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	48	47	47	47,33
Transporte a Habilitado	10	11	12	11,00
Habilitado	47	45	44	45,33
Transporte a cabeceado	133	133	134	133,33
Cabeceado	5,6	6	5,8	5,80
Transporte a huequeado	16	16	16	16,00
Huequeado	266	267	267	266,67
Transporte a taladrado	3,5	4	4	3,83
Taladrado	255	254	253	254,00
Lijado	93	92	94	93,00
Transporte a almacenamiento	4,5	5	4	4,50
TOTAL (MINUTOS)				880,80
TOTAL (HORAS)				14,68

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tiempo estándar para la elaboración de patas

Una vez obtenido el tiempo normal, se multiplica ese valor por los suplementos (anexo 8) y se obtiene el tiempo estándar. Se utilizó los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza.

Tabla 51. Tiempo estándar para la elaboración de patas

PROCESO	Tiempo promedio	Factor calificación	Tiempo normal	Suplementos					Tiempo estándar (min)
				NP	F	TP	I	UF	
Selección de MP	47,33	1,08	51,12	5	4	2	2	3	59,30
Transporte a Habilitado	11,00	1,08	11,88	5	4	2	2	3	13,78
Habilitado	45,33	1,08	48,96	5	4	2	2	3	55,81
Transporte a cabeceado	133,33	1,08	144,00	5	4	2	2	3	164,16
Cabeceado	5,80	1,08	6,26	5	4	0	2	3	7,14
Transporte a huequeado	16,00	1,08	17,28	5	4	0	2	3	20,04
Huequeado	266,67	1,08	288,00	5	4	0	2	3	334,08
Transporte a taladrado	3,83	1,08	4,14	5	4	2	2	3	4,80
Taladrado	254,00	1,08	274,32	5	4	2	2	3	318,21
Lijado	93,00	1,08	100,44	5	4	2	2	3	116,51
Transporte a almacenamiento	4,50	1,08	4,86	5	4	2	2	3	5,64
TOTAL	880,80	1,08	951,26						1 099,48

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Equilibrio del tiempo de actividades

Cálculo del tiempo de flujo equilibrado

Se determina el tiempo de flujo equilibrado para determinar el tiempo en que se deben adecuar las operaciones para mantener el equilibrio del sistema.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{1\,099,48 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{11} = 99,95 \frac{\text{minutos}}{\text{operación}}$$

Cálculo de la producción diaria

Con este tiempo de flujo equilibrado se puede hallar una nueva producción diaria, la cual se presenta a continuación:

$$\text{Producción diaria} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{99,95 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 144 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \text{ o } 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}$$

Cálculo del número de estaciones de trabajo

A partir de la producción diaria se puede calcular el número de estaciones y de operarios para lograr la flexibilidad del tiempo equilibrado.

$$\# \text{ de estaciones} = \frac{1\,099,48 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}} \times 6 \frac{\text{unid}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}} = 11$$

El cálculo del número ideales para realizar el trabajo del proceso de producción de 11.

Cálculo del número de trabajadores

Para esa cantidad de estaciones se necesitan 11 operarios.

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{1\,099,48 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{99,95 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 11$$

Cálculo de tarjetas Kanban

El cálculo de estas tarjetas se realizó con la finalidad de que todas las actividades del proceso de producción se encuentren abastecidas. Para ello, primero se calculó la capacidad de cada contenedor Kanban, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2 y los siguientes datos:

$$\text{Capacidad de contenedor Kanban} = \frac{6 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{patas}}{\text{unidad}} \times 18,32 \text{ horas}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 2 \frac{\text{patas}}{\text{lote}}} = 10 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}$$

$$\text{Kanban} = \frac{0,72 \frac{\text{lote}}{\text{día}} \times 18,32 \text{ horas} \times (1 + 1.2)}{10 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}} = 3 \text{ tarjetas kanban}$$

iv. Para el ensamble de camarote

Factor de calificación para la elaboración de ensamble de camarote

Con la nueva distribución las distancias de los transportes han disminuido, y con ello los tiempos de producción, a continuación, se muestran los nuevos tiempos promedios:

Tabla 52. Tiempo de observación promedio para el ensamble de camarote

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Preparación del área de trabajo	20	20	19,5	19,83
Encolado	21	23	21	21,67
Armado	311	311	313	311,67
Prensado	126	125	126	125,67
Transporte al almacén parantes	50,5	51	50	50,50
TOTAL (MINUTOS)				529,33
TOTAL (HORAS)				8,82

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tiempo estándar para la elaboración de ensamble de camarote

Una vez obtenido el tiempo normal, se multiplica ese valor por los suplementos (anexo 8) y se obtiene el tiempo estándar. Se utilizó los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza.

Tabla 53. Tiempo estándar para el ensamble de camarote

PROCESO	Tiempo promedio	Factor calificación	Tiempo normal	Suplementos					Tiempo estándar (min)
				NP	F	TP	I	UF	
Preparación del área de trabajo	19,83	1,08	21,42	5	4	2	2	3	24,85
Encolado	21,67	1,08	23,40	5	4	2	2	3	27,14
Armado	311,67	1,08	336,60	5	4	2	2	3	383,72
Prensado	125,67	1,08	135,72	5	4	2	2	3	154,72
Transporte al almacén parantes	50,50	1,08	54,54	5	4	0	2	3	62,18
TOTAL	529,33	1,08	571,68						652,61

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Equilibrio del tiempo de actividades

Cálculo del tiempo de flujo equilibrado

Se determina el tiempo de flujo equilibrado para determinar el tiempo en que se deben adecuar las operaciones para mantener el equilibrio del sistema.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{652,61 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{5} = 130,52 \frac{\text{minutos}}{\text{operación}}$$

Cálculo de la producción diaria

Con este tiempo de flujo equilibrado se puede hallar una nueva producción diaria, la cual se presenta a continuación:

$$\text{Producción diaria} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{130,52 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 110 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \text{ o } 4 \frac{\text{unid}}{\text{día}}$$

Cálculo del número de estaciones de trabajo

A partir de la producción diaria se puede calcular el número de estaciones y de operarios para lograr la flexibilidad del tiempo equilibrado.

$$\# \text{ de estaciones} = \frac{652,61 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}} \times 4 \frac{\text{unid}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}} = 4$$

El cálculo del número ideales para realizar el trabajo del proceso de producción de 4.

Cálculo del número de trabajadores

Para esa cantidad de estaciones se necesitan 5 operarios.

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{652,61 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{130,52 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 5$$

Cálculo de tarjetas Kanban

El cálculo de estas tarjetas se realizó con la finalidad de que todas las actividades del proceso de producción se encuentren abastecidas. Para ello, primero se calculó la capacidad de cada contenedor Kanban, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2 y los siguientes datos:

$$\text{Capacidad de contenedor Kanban} = \frac{4 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \times 8 \frac{\text{partes}}{\text{unidad}} \times 10,88 \text{ horas}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 8 \frac{\text{partes}}{\text{unidad}}} = 4 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}$$

$$\text{Kanban} = \frac{0,55 \frac{\text{lote}}{\text{día}} \times 10,88 \text{ horas} \times (1 + 1.2)}{4 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}} = 3 \text{ tarjetas kanban}$$

v. Para el acabado final de camarote

Factor de calificación para la elaboración de acabado final de camarote

Con la nueva distribución las distancias de los transportes han disminuido, y con ello los tiempos de producción, a continuación, se muestran los nuevos tiempos promedios:

Tabla 54. Tiempo de observación promedio para el acabado final

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	10	12	11	11,00
Transporte a área de trabajo	10	12	10	10,67
Masillado	20	22	22	21,33
Lijado	39	40	41	40,00
Laqueado 1	64	63	65	64,00
Secado 1	5	6	5,5	5,50
Suavizado	18	19	20	19,00
Laqueado 2	42	44	43	43,00
Secado 2	5	5,5	5	5,17
Transporte a almacén de PT	5	6,5	6	5,83
TOTAL (MINUTOS)				225,50
TOTAL (HORAS)				3,76

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tiempo estándar para la elaboración el acabado final

Una vez obtenido el tiempo normal, se multiplica ese valor por los suplementos (anexo 8) y se obtiene el tiempo estándar. Se utilizó los siguientes suplementos: NP= necesidades personales, F= fatiga, TP= trabajo en pie, I= intensidad y UF= uso de fuerza.

Tabla 55. Tiempo estándar para el acabado final

PROCESO	Tiempo promedio	Factor calificación	Tiempo normal	Suplementos					Tiempo estándar (min)
				NP	F	TP	I	UF	
Selección de materia prima	11,00	1,08	11,88	5	4	2	2	3	13,78
Transporte a área de trabajo	10,67	1,08	11,52	5	4	2	2	3	13,36
Masillado	21,33	1,08	23,04	5	4	2	2	3	26,27
Lijado	40,00	1,08	43,20	5	4	2	2	3	49,25
Laqueado 1	64,00	1,08	69,12	5	4	2	2	3	78,80
Secado 1	5,50	1,08	5,94	5	4	2	2	3	6,89
Suavizado	19,00	1,08	20,52	5	4	2	2	3	23,80
Laqueado 2	43,00	1,08	46,44	5	4	2	2	3	53,87
Secado 2	5,17	1,08	5,58	5	4	2	2	3	6,47
Transporte a almacén de PT	5,83	1,08	6,30	5	4	0	2	3	7,31
TOTAL	225,50	1,08	243,54						279,80

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Equilibrio del tiempo de actividades

Cálculo del tiempo de flujo equilibrado

Se determina el tiempo de flujo equilibrado para determinar el tiempo en que se deben adecuar las operaciones para mantener el equilibrio del sistema.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{279,80 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{10} = 27,98 \frac{\text{minutos}}{\text{operación}}$$

Cálculo de la producción diaria

Con este tiempo de flujo equilibrado se puede hallar una nueva producción diaria, la cual se presenta a continuación:

$$\text{Producción diaria} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{27,98 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 514 \frac{\text{unid}}{\text{mes}} \text{ o } 21 \frac{\text{unid}}{\text{día}}$$

Cálculo del número de estaciones de trabajo

A partir de la producción diaria se puede calcular el número de estaciones y de operarios para lograr la flexibilidad del tiempo equilibrado.

$$\# \text{ de estaciones} = \frac{279,80 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}} \times 21 \frac{\text{unid}}{\text{día}}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{días}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}}} = 9$$

El cálculo del número ideales para realizar el trabajo del proceso de producción de 9.

Cálculo del número de trabajadores

Para esa cantidad de estaciones se necesitan 10 operarios.

$$\# \text{ de trabajadores} = \frac{279,80 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}}{27,98 \frac{\text{minutos}}{\text{lote}}} = 10$$

Cálculo de tarjetas Kanban

El cálculo de estas tarjetas se realizó con la finalidad de que todas las actividades del proceso de producción se encuentren abastecidas. Para ello, primero se calculó la capacidad de cada contenedor Kanban, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1,2 y los siguientes datos:

$$\text{Capacidad de contenedor Kanban} = \frac{21 \frac{\text{unid}}{\text{día}} \times 1 \text{ parante} \times 4,66 \text{ horas}}{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 1 \text{ parante}} = 9 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}$$

$$\text{Kanban} = \frac{2,57 \frac{\text{lote}}{\text{día}} \times 4,66 \text{ horas} \times (1 + 1.2)}{9 \frac{\text{unidades}}{\text{contenedor}}} = 3 \text{ tarjetas kanban}$$

b. Resumen de los nuevos indicadores

A partir del análisis de equilibrio se pueden hallar los nuevos indicadores de productividad, para ello, se presentó primero la siguiente tabla con los indicadores hallados con la mejora.

Tabla 56. Nuevos indicadores con el análisis de equilibrio

Indicador	Puentes	Refuerzos	Patas	Ensamble	Acabado final
Tiempo de ciclo estándar (min)	1 370,87	794,42	1 099,48	652,61	279,80
Tiempo de flujo equilibrado (min)	97,92	88,27	99,95	130,52	27,98
Producción diaria	6	6	6	4	21
Estaciones de trabajo	13	7	11	4	9
Número de trabajadores	14	8	11	5	10
Capacidad de contenedor Kanban	13,71	7,94	10	4	9
Kanban	1	3	3	3	3

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

2.1 Producción mensual

Una vez determinado el tiempo de flujo equilibrado para cada proceso se procedió a hallar la nueva producción de la empresa.

$$\text{Producción} = \frac{10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 60 \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \times 24 \frac{\text{días}}{\text{mes}}}{444,64 \frac{\text{min}}{\text{lote}}} = 32,39 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \text{ o } 6\,477 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}$$

2.2 Eficiencia económica

Con la mejora la empresa podrá tener una eficiencia económica de 49,98 soles.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{80 \frac{\text{soles}}{\text{parante}} \times 6\,477 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{10\,368,1 \text{ soles}} = 49,98$$

2.3 Productividad de mano de obra

Con la mejora la empresa podrá tener una productividad de mano de obra de 91,19 parantes por hombre al mes.

$$\text{Productividad de MO} = \frac{6\,477 \frac{\text{unidades}}{\text{mes}}}{71,03 \text{ hora.hombre}} = 91,19 \frac{\text{parantes}}{\text{hora.hombre}}$$

2.4 Productividad global

Con la mejora la empresa podrá tener una productividad global de 0,13.

$$\begin{aligned} \text{Productividad global} &= \frac{32,39 \frac{\text{lote}}{\text{mes}} \times 40 \frac{\text{soles}}{\text{parante}}}{661,96 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 9\,379,89 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 303,60 \frac{\text{soles}}{\text{lote}} + 22,65 \frac{\text{soles}}{\text{lote}}} \\ &= 0,13 \end{aligned}$$

2.5 Capacidades de la empresa

Tabla 57. Capacidades de la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C

Producto	Por lote	Por unidad
Capacidad diseñada	8,10	1 619,29
Capacidad real	6,88	1 376,39
Capacidad utilizada	5,85	1 169,94
Capacidad ociosa	2,25	449,35
Utilización (%)	72,25%	72,25%
Eficiencia (%)	85%	85,00%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

c. Cálculo de actividades productivas e improductivas

Una vez hallado los tiempos estándar de cada proceso, se determinaron los nuevos indicadores de actividades productivas e improductivas para la elaboración de los parantes. Esto se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 58. Actividades productivas con la mejora

Proceso	% Actividades productivas		
	Sin mejora	Con mejora	Variación
Elaboración de puentes	81%	87,70%	7%
Elaboración de refuerzos	73,68%	83,63%	10%
Elaboración de patas	77,77%	81,04%	3%
Ensamble del parante	59,78%	90,47%	31%
Acabado final	84,62%	92,61%	8%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tabla 59. Actividades improductivas con la mejora

Proceso	%Actividades improductivas		
	Sin mejora	Con mejora	Variación
Elaboración de puentes	19%	12,30%	6,70%
Elaboración de refuerzos	26,32%	16,37%	9,95%
Elaboración de patas	22,23%	18,96%	3,27%
Ensamble del parante	40,22%	9,53%	30,69%
Acabado final	15,39%	7,39%	8,00%

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

3.2.3. MEJORA 3. PROGRAMA DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES PARA LA EMPRESA COMERCIAL FIORELA & JR S.A.C.

El MRP es una lista estructurada de todos los materiales o partes necesarias para producir un producto determinado en un periodo de tiempo establecido. Según Ribera, Ortega y Pereyra [5] en su investigación titulada “*Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes*”, las empresas deben aplicar MRP para enfrentar los inventarios excesivos, los retrasos en los pedidos, los costos de producción y costos de almacenamiento.

Por su parte Oliveira, Silva, Manicoba y Ferreira [6] en su artículo “*Dimensionamento do lote no MRP com sequenciamento de itens: aplicação em uma empresa de fabricação de PVC*” manifiesta que para llevar a cabo el MRP se necesita tener tres elementos:

- Plan de producción
- Estructura del producto
- Las cantidades de los pedidos dadas por los proveedores y tiempo de fabricación o suministro.

a. Plan de producción

El plan de producción está determinado por las cantidades a producir, con la información histórica obtenida por parte de la empresa se procede a pronosticar la demanda del camarote de plaza y media para el año 2019.

Tabla 60. Demanda de camarotes de plaza y media 2016-2018

Mes	Semana	Año		
		2016	2017	2018
AGOSTO	S 31	50	37	44
	S 32	31	32	29
	S 33	72	77	79
	S 34	41	52	43
SETIEMBRE	S 35	47	48	42
	S 36	121	106	111
	S 37	146	159	151
	S 38	59	57	51
OCTUBRE	S 39	27	29	32
	S 40	80	62	72
	S 41	62	57	64
	S 42	56	39	46
NOVIEMBRE	S 43	32	33	28
	S 44	99	99	105
	S 45	93	102	94
	S 46	99	104	107
DICIEMBRE	S 47	88	89	84
	S 48	76	67	76
	S 49	64	75	68
	S 50	89	93	84

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Tal como se aprecia en la tabla, la demanda es estacionalizada teniendo picos de producción en diferentes semanas por cada mes, además se observa que los meses de septiembre y noviembre aumenta la demanda. Debido a que la demanda es estacionalizada, se utilizará el modelo de proyección de Holt Winters aplicado a data estacionaria como lo es la demanda del camarote, teniendo sus picos de producción a fin de año.

Tabla 61. Demanda proyectada de camarotes de plaza y media para el año 2019

AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
S31 - S34	S35 - S38	S39 - S42	S43 - S46	S47 - S50
55	50	36	35	95
47	131	87	123	91
88	172	75	111	83
45	60	51	116	96

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Una vez establecido las cantidades que se necesitarán producir para satisfacer la demanda del camarote, se procede a hacer un mapeo de necesidades de cada una de las piezas y materias primas que son necesarias para la producción del camarote de plaza y media.

b. Estructura del producto

La figura 21 muestra los niveles que componen el producto de análisis. En esta se observa el nivel 1, las 3 partes que lo componen los cuales pasan por un proceso de manufactura y en el nivel 2 se encuentran las materias primas que se utilizan para realizar los productos de nivel 1 como son las maderas comerciales y de paquetería, y las patas sin procesar.

ESTRUCTURA DEL PRODUCTO

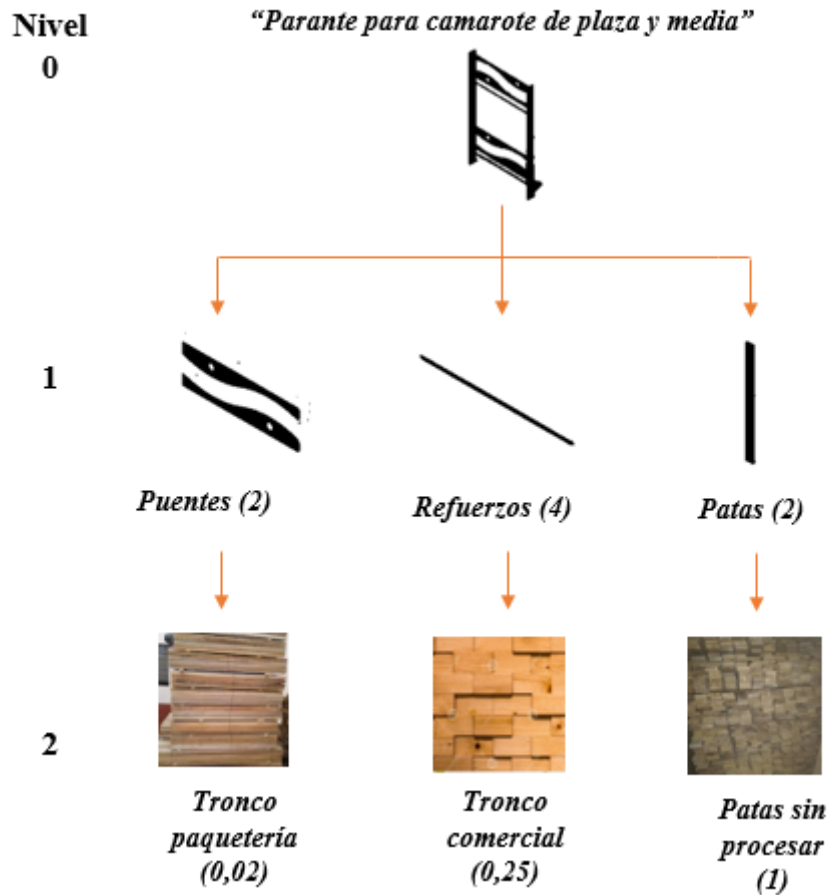


Figura 21. Estructura arboreal del producto

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

El desarrollo de la tercera mejora consiste en determinar las cantidades de materiales que la empresa necesita tener para cumplir con la demanda. Para ello, primero se ha elaborado a siguiente tabla la cual contiene el código de producto, el nivel de precedencia, el plazo de entrega y el tamaño del lote mínimo que debe tener cada componente.

Tabla 62. Cuadro de precedencia de los productos que conforman el parante

Producto	Código	Precedente	Plazo de entrega	Lote mínimo
Camarote de plaza y media	A	...	0 semana	L
Parantes	B	A	1 semana	L
Pernos	E	A	0 semana	1000 uni
Patas	F	B	1 semana	L
Tablas	G	B	1 semana	L
Puentes	H	B	1 semana	L
Patas en bruto	J	F	3 semanas	400 uni
Madera comercial	I	G	4 semanas	500 uni
Madera de paquetería	K	H	4 semanas	500 uni

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

Una vez identificada la información que se necesita, se procedió a realizar el plan de necesidades netas de cada producto, tal como se puede observar en las siguientes tablas:

c. Plan de necesidades netas

Tabla 63. Plan de necesidades netas

							PLAN DE NECESIDADES NETAS																								
Tamaño del lote	Plazo	Disponibles	Stock de seguridad	Asignación	Código de nivel inferior	Identificación del artículo	Periodo de tiempo (Semanas)																								
							31	32	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
LxL	3 días				1	parantes	Necesidades brutas	94	176	90	100	262	344	120	72	174	150	102	70	246	222	232	190	182	166	192	0				
							Recepción programada	94																							
							Disponibles estimados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Necesidades netas		176	90	100	262	344	120	72	174	150	102	70	246	222	232	190	182	166	192	0	0	0	0	
							Recepciones de pedidos planificados		176	90	100	262	344	120	72	174	150	102	70	246	222	232	190	182	166	192	0	0	0	0	0
							Emisión de pedidos planificados	176	90	100	262	344	120	72	174	150	102	70	246	222	232	190	182	166	192	0	0	0	0	0	0
LXL	3 días				2	puentes	Necesidades brutas	704	360	400	1048	1376	480	288	696	600	408	280	984	888	928	760	728	664	768	0	0				
							Recepción programada	704																							
							Disponibles estimados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Necesidades netas		360	400	1048	1376	480	288	696	600	408	280	984	888	928	760	728	664	768	0	0	0	0	0	
							Recepciones de pedidos planificados		360	400	1048	1376	480	288	696	600	408	280	984	888	928	760	728	664	768	0	0	0	0	0	0
							Emisión de pedidos planificados	360	400	1048	1376	480	288	696	600	408	280	984	888	928	760	728	664	768	0	0	0	0	0	0	0
LXL	2 días				2	patas	Necesidades brutas	352	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0				
							Recepción programada	352																							
							Disponibles estimados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Necesidades netas		180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	
							Recepciones de pedidos planificados		180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	0
							Emisión de pedidos planificados	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	0	0
LXL	2 días				2	refuerzo	Necesidades brutas	352	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0				
							Recepción programada	352																							
							Disponibles estimados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
							Necesidades netas		180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	0
							Recepciones de pedidos planificados		180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	0
							Emisión de pedidos planificados	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0	0	0	0	0

PLAN DE NECESIDADES NETAS

Tamaño del lote	Plazo	Disponibilidad	Stock de seguridad	Asignación	Código de nivel inferior	Identif del artículo	Periodo de tiempo (Semanas)																								
							31	32	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20					
LXL	1 día				1	Madera comerca 1	Necesidades brutas	45	50	131	172	60	36	87	75	51	35	123	111	116	95	91	83	96	0	0	0				
							Recepción programada	500																							
							Disponibles estimado	0	455	405	274	102	42	6	383	308	257	222	99	362	246	151	60	386	290	290	290	290			
							Necesidades netas							30					22				31					0			
							Recepciones de pedidos planificados							30					22	0			31					0			
							Emisión de pedidos planificados					500							500			500						0			
LXL	1 día				1	Madera de paquetería	Necesidades brutas	45	50	131	172	60	36	87	75	51	35	123	111	116	95	91	83	96	0	0	0				
							Recepción programada	500																							
							Disponibles estimado	0	455	405	274	102	42	6	383	308	257	222	99	362	246	151	60	386	290	290	290	290			
							Necesidades netas							30					22				31					0			
							Recepciones de pedidos planificados							30					22	0			31					0			
							Emisión de pedidos planificados					500							500			500						0			
LXL	1 día				1	Patatas sin habilitar	Necesidades brutas	45	50	131	172	60	36	87	75	51	35	123	111	116	95	91	83	96	0	0	0				
							Recepción programada	500																							
							Disponibles estimado	0	455	405	274	102	42	6	383	308	257	222	99	362	246	151	60	386	290	290	290	290			
							Necesidades netas							30					22				31					0			
							Recepciones de pedidos planificados							30					22	0			31					0			
							Emisión de pedidos planificados					500							500			500						0			

Fuente: Comercial Fiorela & JRSAC

d. Plan maestro de producción

A partir del plan neto de producción se obtiene el plan de producción a manera general, el cual se detalla a continuación.

Periodo de tiempo (Semanas)																				
Pieza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Puentes	360	400	1048	1376	480	288	696	600	408	280	984	888	928	760	728	664	768	0	0	0
Patas	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0
Refuerzos	180	200	524	688	240	144	348	300	204	140	492	444	464	380	364	332	384	0	0	0
Madera comercial	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0
Madera de paquetería	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0
Patas sin habilitar	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0	0	0	500	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 64. Plan maestro de producción

Fuente: Comercial Fiorela & JR S.A.C

e. Gestión de abastecimiento con el método P

Una vez determinada las cantidades de piezas y materiales que se deben adquirir y los plazos de entrega de cada componente del parante, se utilizó el modelo de gestión de inventario de tipo periodo múltiple (P) para no solo balancear los costos de inventar y el nivel de servicio sino para saber exactamente qué comprar y en qué momento hacerlo. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q = \underline{d}(T + L) + Z\sigma(T + L) - I$$

Esta fórmula considera la cantidad a comprar de los productos en un tiempo determinado (T), el stock actual al momento de realizar el cálculo o pedido (I), así como un stock de seguridad para reducir el riesgo de desabastecimiento.

De esta forma, tal como se evidenció en el diagnóstico, la empresa tiene un nivel de servicio actual de 81,92%, no obstante, según lo determinado por la empresa se pretende alcanzar un nivel de servicio del 95% con el fin de aumentar sus ingresos y cumplir con sus clientes.

Asimismo, se determinó la desviación estándar de la demanda durante el período de revisión (T+L), durante 20 semanas (T=20) y L va a depender del tipo de producto, el cual se encuentra detallado en la tabla 62.

$$\sigma_{(T+L)} = \sqrt{(T + L)(\sigma_d)^2}$$

Para este caso práctico, se simuló que no existe stock en almacén de ninguna pieza ni material por lo que el valor de I es 0. Además, para determinar la desviación estándar de la demanda se ha utilizado las fórmulas de Wang las cuales siguen una distribución normal, las cuales se encuentran detalladas a continuación.

Tabla 65. Determinación de la desviación estándar de demanda durante el período de revisión (T+L)

Artículo	Período de revisión (T)	Lead time (L)	Desviación estándar de la demanda diaria (σ_d)	$(\sigma_d)^2$	$\sigma_{(T+L)}$
Puentes	20	1	28,860	832,914	132,254
Patas	20	1	28,860	832,914	132,254
Refuerzos	20	1	28,860	832,914	132,254
Madera comercial	20	4	28,860	832,914	141,386
Madera de paquetería	20	4	28,860	832,914	141,386
Patas sin habilitar	20	3	28,860	832,914	138,409

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Cálculo de la cantidad a solicitar del producto (Q)

Artículo	Demanda	Período de revisión (T)	Nivel de servicio	Lead time (L)	Número de desviaciones estándar (Z)	$\sigma_{(T+L)}$	Stock de seguridad $Z\sigma(T + L)$	Stock actual al momento de realizar el cálculo (I)	Cantidad a solicitar del producto (Q)
Puentes	11 656	20	95%	1	1,96	132,254	259	0	245 035
Patas	5 828	20	95%	1	1,96	132,254	259	0	122 647
Refuerzos	5 828	20	95%	1	1,96	132,254	259	0	122 647
Madera comercial	1 500	20	95%	4	1,96	141,386	277	0	36 277
Madera de paquetería	1 500	20	95%	4	1,96	141,386	277	0	36 277
Patas sin habilitar	1 500	20	95%	3	1,96	138,409	271	0	34 771

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla anterior se concluye que a partir de un período de 20 semanas la cantidad a solicitar del producto es 245 035 puentes 122 647 patas y refuerzos, 36 277 madera comercial y de paquetería y 34 771 patas sin habilitar.

3.2.4. CUADRO COMPARATIVO DE LOS INDICADORES ACTUALES Y CON LA MEJORA

Tabla 67. Porcentaje de actividades productivas

Proceso	Sin mejora	Con mejora
Elaboración de puentes	81%	87,70%
Elaboración de refuerzos	73,68%	83,63%
Elaboración de patas	77,77%	81,04%
Ensamble del parante	59,78%	90,47%
Acabado final	84,62%	92,61%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Cuadro comparativo de los indicadores actuales y con la mejora

Indicador	Sin mejora	Con mejora
Producción	350 und/mes	504 und/mes
Eficiencia económica	5,69	49,98
Productividad de mano de obra	10,38 parantes/h.hombre	91,19
Productividad global	0,014	0,13
Capacidad diseñada	184,62	1 619,29
Capacidad real	156,92	1 376,39
Capacidad utilizada	133,38	1 169,94
Capacidad ociosa	51,23	449,35
Utilización (%)	72,25%	85%
Eficiencia (%)	85,00%	85%
Nivel de servicio	81,98%	95%
%días sin producción	21,88%	-
Ruptura de stock	75,76%	-

Fuente: Elaboración propia

3.3. ANÁLISIS COSTO BENEFICIO DE LA PROPUESTA

Una vez realizado el diagnóstico de la situación actual de la empresa y la propuesta de mejora, se planteó como tercer objetivo realizar un análisis financiero que permita determinar la viabilidad de la propuesta con el fin de aumentar el nivel de servicio en la empresa Comercial Fiorela & JR S.A.C. Para ello, primero se han planteado las siguientes mejoras:

La primera mejora consiste en un rediseño de la planta de producción por lo que se plantea unir dos talleres en uno solo, con la finalidad de eliminar el tiempo y la distancia de transporte que solo generan costos y ruptura de stock. La segunda mejora consiste en realizar un análisis de equilibrio mediante la estandarización de trabajo. Y finalmente, una tercera mejora enfocada en un programa de requerimiento de materiales para producir un producto determinado en un periodo de tiempo establecido, con el fin de enfrentar los inventarios excesivos, los retrasos en los pedidos y aumentar el nivel de servicio.

A continuación, se describe de forma detallada los gastos y beneficios que llevaría la implementación de la propuesta, así mismo el beneficio monetario que generaría.

3.3.1. COSTOS Y GASTOS EN CADA TAPA DE IMPLEMENTACIÓN

a. Costos de la nueva distribución de planta

Los costos de la propuesta están asociados a la distribución de planta, para ello se propone alquilar en los alrededores del parque industrial un local de al menos 600 m², además de incurrir en los siguientes gastos para su acondicionamiento:

Tabla 69. Costos de la nueva distribución de planta

<i>Gasto de alquiler</i>		<i>S/ 1 700</i>
Garantía de instalaciones		500
Pago de alquiler mensual		1 200
<i>Gastos de acondicionamiento</i>		<i>S/ 4 800</i>
Compra de luminarias		1 800
Compra de elementos de señalización		850
Implementación de andamios		2 150
<i>Gastos de traslado</i>		<i>S/ 800</i>
Contratación a la grúa		500
Contratación de personal para acondicionar la maquinaria		300
<i>Total</i>		<i>S/ 7 300</i>

Fuente: Elaboración propia

b. Pago al nuevo personal

Actualmente la empresa cuenta con 9 operarios, pero según la propuesta de mejora la empresa debería contar con 14 operarios para tener un flujo de producción equilibrado, por lo tanto, se pretende contratar 5 operarios más los cuales se determinará el costo fijo mensual según la función que realicen, esto se detalla a continuación:

Tabla 70. Remuneración anual para trabajadores

Operario	Cantidad	Salario mensual (S/)	Beneficios (51%)	Sub total Mensual/Op	Total Anual/Op
Lijador	1	950	475	1 425	17 100
Espigador	1	950	475	1 425	17 100
Boleador	1	950	475	1 425	17 100
Garlopeador	1	950	475	1 425	17 100
Habilitador	1	950	475	1 425	17 100
TOTAL	5	4 750	2 375	7 125	85 500

Fuente: Elaboración propia

c. Compra de materiales

Para la producción de camarote de plaza y media se requiere comprar madera comercial, patas sin procesar y madera de paquetería como materiales directos, y materiales indirectos como cola, clavos, thinner y laca.

Tabla 71. Costo de materiales por unidad de venta

Materiales	Unidad	Precio	Índice de consumo	Monto por unidad (\$)
Patas sin procesar	kg	S/12,00	1,00	12,00
Madera comercial	und	S/160,00	0,14	21,60
Madera de paquetería	und	S/3,20	0,12	0,37
Costo Total de Materiales Directos				33,96800
Cola	Galón	S/12,00	0,325	3,90
Clavos	Kg	S/5,00	0,13	0,65
Thinner	Galón	S/8,00	0,52	4,16
Laca	Galón	30,50	0,52	15,86
Costo Total de Materiales Indirectos				15,86
Costo de materiales por unidad de venta				49,82800

Fuente: Elaboración propia

Tal como se observa en la tabla anterior los costos de los materiales directos es de 33,97 soles y los costos totales de materiales indirectos es de 15,86 soles, por lo que el costo por unidad de venta es de 49,83 soles.

d. Consumo de energía eléctrica

Con la producción de flujo equilibrado se requiere que todos los operarios trabajen en simultáneo, por lo que el consumo de energía eléctrica va a ser mayor, ya que las máquinas estarán funcionando durante toda la jornada de trabajo. Esto se detalla a continuación:

Tabla 72. Consumo de energía eléctrica de todas las máquinas

Año	Consumo de energía			Costo por kwh	Costo anual (S/)
	Kwh	Kwdía	Kwmes		
Amoladora	0,99	9,95	238,68	2,37	6 788,06
Sierra Circular 1	13,00	130,00	3 119,93	2,37	88 730,75
Escopleadora	2,29	22,89	549,36	2,37	15 623,80
Espigadora	7,70	77,00	1 847,95	2,37	52 555,75
Sierra de cinta	4,25	42,53	1 020,82	2,37	29 032,01
Garlopa	6,07	60,72	1 457,33	2,37	41 446,41
Tupi	0,31	3,08	73,80	2,37	2 098,87
Compresor	3,92	39,16	939,89	2,37	26 730,41
TOTAL	38,5323	385,323	9 247,752	18,96	263 006,07

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

La implementación de la propuesta traerá beneficios no solo económicos, sino también laborales los cuales están enfocados en el ahorro por las compras de materiales a tiempo, por la producción en menor tiempo y sobre todo por la reducción de los tiempos muertos durante el proceso.

A continuación, se presentan los beneficios económicos detallados de acuerdo a la gestión de abastecimiento propuesta.

Tabla 73. Beneficios en unidades monetarias

Mes	Producción sin mejora (und)	Producción con mejora (und)	Producción (und)	Precio de Venta (S/)	Total de Ingresos (S/)
Enero	350	504	154	240	36 960
Febrero	295	504	209	240	50 160
Marzo	130	504	374	240	89 760
Abril	125	504	379	240	90 960
Mayo	155	504	349	240	83 760
Junio	84	504	420	240	100 800
Julio	200	504	304	240	72 960
Agosto	120	504	384	240	92 160
Setiembre	152	504	352	240	84 480
Octubre	131	504	373	240	89 520
Noviembre	180	504	324	240	77 760
Diciembre	120	504	384	240	92 160
Total	2 042	6 048	4 006	2880	961 440

Fuente: Elaboración propia

3.3.3. FLUJO DE CAJA

Una vez determinado los beneficios económicos que podría tener la empresa con la mejora propuesta se realiza el flujo de caja, el cual presenta a detalle los ingresos y egresos de dinero que tiene la empresa en el primer año. Tal como se observa, la empresa recupera la inversión en el segundo mes, esto se detalla a continuación:

Tabla 74. Flujo de caja de la propuesta

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
INGRESOS												
Cobranzas ventas año	36 960	50 160	89 760	90 960	83 760	100 800	72 960	92 160	84 480	89 520	77 760	92 160
TOTAL INGRESOS	36 960	50 160	89 760	90 960	83 760	100 800	72 960	92 160	84 480	89 520	77 760	92 160
EGRESOS												
Gastos de distribución de planta	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300	7 300
Mano de obra	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00	7 125,00
Materiales directos	5 231,07	7 099,31	12 704,03	12 873,87	11 854,83	14 266,56	10 326,27	13 043,71	11 956,74	12 670,06	11 005,63	13 043,71
Materiales indirectos	2 442,44	3 314,74	5 931,64	6 010,94	5 535,14	6 661,20	4 821,44	6 090,24	5 582,72	5 915,78	5 138,64	5 138,64
Energía eléctrica	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17	21 917,17
TOTAL EGRESOS	44 015,68	46 756,22	54 977,84	55 226,98	53 732,14	57 269,93	51 489,88	55 476,12	53 881,63	54 928,02	52 486,44	54 524,52
SALDO BRUTO (antes de impuesto)	-7 055,68	3 403,76	34 782,16	35 733,02	30 027,86	43 530,07	21 470,12	36 683,87	30 598,37	34 591,98	25 273,56	37 635,47
Impuesto a la renta (30%)	-2 116,70	1 021,13	10 434,65	10 719,90	9 008,36	13 059,02	6 441,03	11 005,16	9 179,51	10 377,59	7 582,07	11 290,64
SALDO (después de impuestos)	-4 938,98	2 382,64	24 347,51	25 013,11	21 019,50	30 471,05	15 029,08	25 678,71	21 418,86	24 214,39	17 691,49	26 344,83
SALDO FINAL (Defecit/Superavit)	-4 938,97	2 382,64	24 347,51	25 013,11	21 019,49	30 471,04	15 029,08	25 678,71	21 418,86	24 214,38	17 691,48	26 344,83

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. ANALISIS COSTO BENEFICIO

Tal como se observa en la tabla anterior, los costos totales suman un total de 634 765,43 soles mientras que los beneficios de la propuesta tienen un total de 961 440 soles, esto da como resultado que el indicador de costo/beneficio sea de 1,51 soles. Esto significa que por cada sol invertido se obtiene un beneficio de 0,51 soles, por lo tanto, la inversión en este proyecto es rentable.

Tabla 75. Costo - beneficio de la propuesta

Concepto	Total
Costos totales	S/634 765,43
Beneficios totales	S/ 961 440
Costo / Beneficio	1,51

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. Se espera gestionar el abastecimiento en la empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. mediante la identificación y posterior solución a las causas que ocasionaban el bajo nivel de servicio, aplicando el rediseño de la planta de producción, la metodología de análisis de equilibrio y el programa de requerimiento de materiales para lograr incrementar el nivel de servicio en un 15,88%.
2. Se identificó que de los productos que fabrica la Empresa Comercial Fiorela & JR S. A. C. el camarote de plaza y media es el que representa un 44,42% de los ingresos, también se identificó que la empresa tiene dos talleres de producción separados por más de 1 km uno del otro, y tiene un sistema de producción por lotes. Se evidenció un nivel de servicio de 81,98%, ocasionado por una mala gestión del abastecimiento de materiales y piezas, ocasionando paros en la producción, demoras en las entregas, entre otros; asimismo se identificó un alto índice de actividades improductivas especialmente las de almacenamiento y de transporte que llegan a representar hasta un 41% del proceso, a esto se suma, los tiempos de ciclo largos.
3. Se rediseñó una nueva planta de producción, un análisis de equilibrio y se planteó una gestión de abastecimiento mediante el uso de la herramienta de Plan de Requerimiento de Materiales (MRP) y el Modelo P. Mediante la primera herramienta se logró eliminar las largas distancias entre las áreas de trabajo mediante el método Guerchet y posteriormente mejorar la redistribución del área de trabajo utilizando el método SLP. Con la segunda herramienta, se determinó el tiempo estándar para disminuir los tiempos de espera elevados y desperdicios que no agreguen valor al producto. Y finalmente, con la última herramienta se logró determinar qué materiales se deben de comprar, el tiempo y la cantidad a solicitar. El desarrollo de esta propuesta permitió aumentar el nivel de servicio al 95%, reducir el tiempo de ciclo en 88% y eliminar las rupturas de stock.
4. El modelo de gestión de abastecimiento permitirá aumentar el nivel de servicio en la empresa, obteniendo como resultado del análisis económico financiero un costo beneficio de S/ 1,51, lo cual significa que por cada sol invertido se obtiene 0,51 soles de ganancia.

4.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que se evalúe el tamaño del lote de producción, que actualmente es de 100 camarotes, en lotes más pequeños, buscando de esa manera reducir los stocks de los materiales en proceso y de los productos terminados.
2. Que se alquile un local ya esté acondicionado para realizar trabajos de carpintería con el fin de incurrir en fuertes gastos de acondicionamiento, como los referentes a las instalaciones eléctricas debido a la necesidad de grandes potencias para el funcionamiento de las maquinarias.
3. Se recomienda que la contratación de los 5 operarios más debe ir acompañada con una capacitación con el fin de que se puedan integrar rápidamente y se adapte al ritmo de producción establecido con el nuevo balance de línea.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, «Reporte Comercial de Productos de Madera,» Lima, 2018.
- [2] Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Instituto Tecnológico de la Producción, «Industrial de la Madera en el Perú,» FAO, Lima, 2018.
- [3] J. Pineda, «Prezi,» 2 agosto 2016. [En línea]. Available: <https://prezi.com/qbqyzoihrqmf/problemas-y-posibles-soluciones-de-empresa-muebles-chepeto/>. [Último acceso: 5 junio 2020].
- [4] Organización Internacional del Trabajo, «Investigación de acción para promover mejores condiciones de trabajo en el sector de madera y muebles: estudio de delimitación,» International Labour Office, Suiza, 2016.
- [5] J. M. Rivera Poma, E. Ortega Pernia y J. Pereyra Quiroz, «Diseño e implementación del sistema MRP en las pymes,» *Industrial Data*, vol. 2, n° 17, pp. 48-55, 2014.
- [6] R. Oliveira, R. Silva, A. Manicoba y W. Ferreira, «Dimensionamento do lote no MRP consequenciamento de itens: aplicação em uma empresa de fabricação de PVC,» *Exacta*, vol. 14, n° 4, pp. 567-578, 2016.
- [7] A. Guamán, A. García y J. Moyano, «Desarrollo de un sistema MRP en la manufactura de muebles modulares para el aumento de productividad y calidad,» *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, vol. 1, n° 56, pp. 1-11, 2018.
- [8] D. Peña, Á. Neira y R. Ruiz, «Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento,» *Scientia Et Technica*, vol. 21, n° 3, pp. 239-247, 2016.
- [9] S. Sudharsan, A. Balthilak y S. B, «Balancing of Production Line in a Bearing Industry to improve Productivity,» *The Hilltop Review*, vol. 9, n° 2, pp. 98-114, 2017.
- [10] G. Miño, J. Moyano y C. Santillán, «Tiempos estándar para balanceo de línea en área de soldadura del automóvil modelo cuatro,» *Redalyc*, vol. XL, n° 2, pp. 110-122, 2019.

- [1 M. Zambrano, «PROPUESTA DEL DISEÑO DE UNA PLANTA
1] PROCESADORA PARA LA PRODUCCIÓN DE MICHELADA MIX,» Quito,
2018.
- [1 W. Niebel, Ingeniería Industrial Métodos: Tiempos y Movimientos, Alfaomega,
2] 2000.
- [1 R. Carro y D. González, «Diseño y selección de procesos,» Universidad nacional de
3] Mar de Plata, Lima, 2012.
- [1 E. Ramírez y C. Margort, Proyectos de inversión competitivos, Colombia: Palmira:
4] Universidad Nacional, 2004.
- [1 F. Rodriguez y L. Gómez, «Indicadores de calidad y productividad en la empresa,»
5] Corporación Andine de Fomento, Venezuela, 1991.
- [1 C. Rojas, «Diseño y control de producción,» La Libertad, Trujillo, 1996.
6]
- [1 D. Betancourt, «Capacidad de producción: ¿Qué es y cómo se calcula?,» Ingenio
7] Empresa, 11 abril 2016. [En línea]. Available:
[https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-
empresa/#Capacidad_de_diseno](https://ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa/#Capacidad_de_diseno). [Último acceso: 29 mayo 2020].
- [1 LOKAD, Definición de nivel de servicio, 2014.
8]
- [1 R. López, Logística de aprovisionameinto, Madrid: Ediciones Parainfo.
9]
- [2 A. Viciano, Gestión de stock y logística básica, ESPAÑA: IC EDITORIAL, 2016.
0]
- [2 L. Krajewski y L. Ritzman, Administración de operaciones, México: PEARSON
1] EDUCACION, 2008.
- [2 D. Sipper y R. Bulfin, Planeación y control de la producción, México: McGraw- Hill
2] Companies, Inc. , 1998.
- [2 J. Amaya, Logística integral: la gestión operativa de la empresa, Madrid, España:
3] ESIC, 2014.
- [2 J. Sierra, M. Guzmán y F. García, Administración de almacenes y control de
4] inventarios, 2015.

- [2 J. Heizer y R. Bary, Principios de administración de operaciones, México: Pearson, 5] 2009.
- [2 C. Portal, «Gestión de stock,» Mc Graw Hill, Paraguay, 2018. 6]
- [2 J. Álvarez, S. Dominguez y M. García, Dirección de operaciones: Aspectos tácticos 7] y operativos en la producción de servicios, Mc Graw Hill, 1995.
- [2 M. López, G. Martínez, A. Sosa y J. Sosa, «Balanceo de líneas utilizando 8] herramientas de manufactura esbelta,» *El Buzón de Pacioli*, n° 74, 2011.
- [2 R. García, «Balanceo de líneas de producción,» 2017. 9]
- [3 C. Vidal, Fundamentos de gestión y control de inventarios, Universidad del Valle, 0] Cali, Colombia: Programa Editorial, 2017.
- [3 R. Ballou, Logística: Administración de la cadena de suministros, 5ta edición ed., 1] Naucalpan de Juárez: Pearson Educación.
- [3 B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial, métodos estándares y diseño del 2] trabajo, México: Alfaomega, 2004.
- [3 J. Heizer y B. Render, Dirección de la producción y de operaciones. Decisiones 3] tácticas, Madrid: Pearson Educación S.A, 2008.
- [3 C. Castro y M. Vélez, «Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos 4] en la asignación de pesos,» *ITECKNE*, vol. 8, n° 2, pp. 163-170, 2011.
- [3 BusinessTech, «Capirona,» Maderas ODL, 15 agosto 2011. [En línea]. Available: 5] <http://www.maderasperu.com/capirona>. [Último acceso: 6 julio 2020].
- [3 HYUNDAI, «Especificaciones técnicas:compresores tornillo,» [En línea]. 6] Available: <https://www.emasa.cl/emasa/archivos/Documentos/78HYQUA1510.pdf>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [3 EDIPESA, «Amoladora DWE4314N-B2 4.5pulg 1500W,» [En línea]. Available: 7] <https://www.edipesa.com.pe/tienda/herramientas-el%C3%A9ctricas/amoladoras/dewalt-amoladora-dwe4314n-industrial-detalle>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].

- [3 SODIMAC, «Sierra de Banco 10" 1800W GTS 10 J,» [En línea]. Available: 8] [https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/533351/Sierra-de-Banco-10"-1800W-GTS-10-J/533351](https://www.sodimac.com.pe/sodimac-pe/product/533351/Sierra-de-Banco-10). [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [3 INVERSIONES MALQUI, «Escopladora horizontal,» [En línea]. Available: 9] <http://www.inversionesmalqui.com/escopladora-horizontal.php#>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [4 ALL BIZ, «Máquina espigadora de tres ejes,» [En línea]. Available: 0] <https://pe.all.biz/maquina-espigadora-de-3-ejes-g32199>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [4 ALITECNOPERU, «Sierra cinta bm 300,» [En línea]. Available: 1] <http://www.alitecno Peru.com/industrias/carnes/item/sierra-cinta-bm3000>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [4 EDIPESA, «Garlopa 8pulg W0103 2HP 4800RPM 4/cuchillas,» [En línea]. 2] Available: <https://www.edipesa.com.pe/tienda/carpinter%C3%ADa/garlopa/garlopa-2hp-detalle>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [4 MAQUITULS, «Tupi ws 500,» [En línea]. Available: 3] <https://www.maquituls.es/tupi/7079-tupi-ws500f.html>. [Último acceso: 20 Noviembre 2019].
- [4 E. Oliveras, «Productividad global de la empresa: Concepto y cálculo,» P&A 4] GROUP, 24 febrero 2017. [En línea]. Available: <https://blog.grupopya.com/productividad-global-la-empresa-concepto-calculo/#:~:text=La%20productividad%20global%20es%20el,a%20productividad%2C%20el%20grado%20de>. [Último acceso: 8 junio 2020].
- [4 Matemáticas empresariales, Matemáticas empresariales, 23 noviembre 2013. [En 5] línea]. Available: <https://matematicasempresariales.wordpress.com/2013/11/23/ejemplo-de-calculo-de-una-capacidad-de-produccion-en-estaciones-de-proceso/>. [Último acceso: 29 mayo 2020].
- [4 A. Ferrín, Gestión de stocks en la logística de almacenes., Bogotá: Ediciones de la 6] U, 2013.

[4 W. Wiyaratn y A. Watanapa, «Improvement Plant Layout Using Systematic Layout
7] Planning (SLP) for Increased Productivity,» *International Journal of Industrial and
Manufacturing Engineering*, vol. 4, n° 12, pp. 1382-1386, 2010.

[4 D. C. Arias, *Ingeniería de métodos*, México: LIMUSA, 2003.

8]

VI. ANEXOS

Fecha	Cantidad	Monto	Razón
4/07/2018	5	1 050	Bandas mal masilladas, tenía rajaduras
5/07/2018	8	1 680	Parante mal laqueado, sobresalían betas de la madera
6/07/2018	3	630	Parante mal laqueado, sin segunda mano
12/07/2018	3	630	No se produjo parrilla de plaza y media
13/07/2018	12	2 520	No se produjo parrilla de plaza y media
18/07/2018	6	1 260	Bandas mal laqueadas
20/07/2018	12	2 520	No hay stock de parantes
23/07/2018	3	630	No se fabricó escaleras
25/07/2018	8	1 680	Parante mal masillado
26/07/2018	7	1 470	No se baricó bandas
1/08/2018	6	1 260	No hay parrillas en stock
3/08/2018	7	1 470	Parrilla apolillada
13/08/2018	8	1 680	No se laqueó parantes
20/08/2018	4	840	No hay stock de parrillas
8/09/2018	6	1 260	Bandas muy manchadas
9/09/2018	4	840	Bandas muy manchadas
10/09/2018	12	2 520	Patas de parantes muy manchadas
11/09/2018	4	840	Sin stock de bandas
14/09/2018	6	1 260	Parantes sin ser laqueados
17/09/2018	10	2 100	Sin stock de parantes
19/09/2018	8	1 680	Sin stock de parantes
19/09/2018	6	1 260	Sin stock de bandas
27/09/2018	6	1 260	Sin stock de parantes
29/09/2018	2	420	Escaleras manchadas
2/10/2018	5	1 050	Sin stock de parillas
5/10/2018	6	1 260	No han laqueado parantes
5/11/2018	4	840	No han laqueado parantes
8/11/2018	1	210	Sin stock de parillas
15/11/2018	3	630	No se laqueó bandas
21/11/2018	6	1 260	Sin stock de parrillas
23/11/2018	6	1 260	Sin stock de parantes
8/12/2018	12	2 520	Rejas manchadas

30/12/2018	3	630	Sin stock de parrillas
30/12/2018	6	1 260	Sin stock de parantes
29/12/2018	3	630	Sin stock de parantes
30/12/2018	12	2 520	No han laqueado parantes
TOTAL	223	46 830	

Anexo 1. Causas de pedidos no atendidos por componente

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	40	40,5	41	40,50
Trozado	67	68	66	67,00
Transporte a garlopeado	95	97	96	96,00
Garlopeado	120	118	121	119,67
Transporte a habilitado	37,5	38	35,5	37,00
Habilitado	105	106,5	108	106,50
Transporte a lijado	36	34,5	35	35,17
Lijado	195	193	192	193,33
Cinteado	167	165	168	166,67
Transporte a espigado	19,5	18	20	19,17
Espigado	134	135	136	135,00
Transporte a boleado	19	18	17	18,00
Boleado	134	133	132	133,00
Transporte a almacén	22	23	21	22,00
TOTAL (MINUTOS)				1 189,00
TOTAL (HORAS)				19,82

Anexo 2. Medición de tiempos para el proceso de elaboración de puentes

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	48	49	50	49,00
Trozado	57	56	57	56,67
Transporte a garlopeado	83	85	86	84,67
Garlopeado	97	98	99	98,00
Transporte a habilitado	42	43	41	42,00
Habilitado	166	167	165	166,00
Transporte a espigado	29	28,5	29	28,83
Espigado	162	163	162	162,33
Transporte a almacenamiento	35,5	34	34	34,50
TOTAL (MINUTOS)				722,00
TOTAL (HORAS)				12,03

Anexo 3. Medición de tiempos para el proceso de elaboración de refuerzos

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Selección de materia prima	48	47	47	47,33
Área de habilitado	57	56	56	56,33
Transporte a cabeceado	133	133	134	133,33
Cabeceado	25	26	25,5	25,50
Transporte a escopleado	16	16	16	16,00
escopleado	266	267	267	266,67
Transporte a taladrado	27	28	28	27,67
Taladrado	255	254	253	254,00
Lijado	93	92	94	93,00
Transporte a almacenamiento	21,5	20	22	21,17
TOTAL (MINUTOS)				941,00
TOTAL (HORAS)				15,68

Anexo 4. Medición de tiempos para el proceso de elaboración de patas

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Transporte al taller 2	192	192,5	192	192,17
Preparación del área de trabajo	20	20	19,5	19,83
Encolado	21	23	21	21,67
Armado	311	311	313	311,67
Prensado	126	125	126	125,67
Transporte al almacén parantes	130	131	129	130,00
TOTAL (MINUTOS)				801,00
TOTAL (HORAS)				13,35

Anexo 5. Medición de tiempos para el proceso de ensamble

PROCESO	Medición (min)			Tiempo promedio
	1	2	3	
Inspección de parantes	10	12	11	11,00
Transporte a área de trabajo	10	12	10	10,67
Masillado	20	22	22	21,33
Lijado	39	40	41	40,00
Laqueado 1	64	63	65	64,00
Secado 1	5	6	5,5	5,50
Suavizado	18	19	20	19,00
Laqueado 2	42	44	43	43,00
Secado 2	5	5,5	5	5,17
Transporte a almacén de PT	24	35	23	27,33
TOTAL (MINUTOS)				247,00
TOTAL (HORAS)				4,12

Anexo 6. Medición de tiempos para el proceso de acabado final

Anexo 7. Porcentaje de calificación de la actuación del sistema Westinghouse

Destreza o habilidad		
+0,15	A1	Extrema
+0,13	A2	Extrema
+0,11	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,06	C1	Buena
+0,03	C2	Buena
0,00	D	Regular
-0,05	E1	Aceptable
-0,10	E2	Aceptable
-0,16	F1	Deficiente
-0,22	F2	Deficiente

Esfuerzo o empeño		
+0,16	A1	Excesivo
+0,12	A2	Excesivo
+0,10	B1	Excelente
+0,08	B2	Excelente
+0,05	C1	Buena
+0,02	C2	Buena
0,00	D	Regular
-0,04	E1	Aceptable
-0,08	E2	Aceptable
-0,12	F1	Deficiente
-0,17	F2	Deficiente

Consistencia		
+0,04	A	Perfecta
+0,03	B	Excelentes
+0,01	C	Buenas
0,00	D	Regulares
-0,02	E	Aceptables
-0,04	F	Deficientes

Condiciones		
+0,06	A	Ideales
+0,04	B	Excelente
+0,02	C	Buenas
0,00	D	Regulares
-0,03	E	Aceptable
-0,07	F	Deficientes

Anexo 8. Sistema de suplementos por descanso (%)

SUPLEMENTOS CONSTANTES	PONDERACIÓN
Suplementos por necesidades personales	5%
Suplementos por fatiga	4%
SUPLEMENTOS VARIABLES	PONDERACIÓN
Suplementos por trabajador de pie	2%
Postura por postura anormal	2%
Uso de fuerza/energía muscular	1%
Mala iluminación	0%
Condiciones atmosféricas	0%
Concentración intensa	2%
Ruido	2%
Tensión mental	0%
Monotonía	0%
Tedio	0%
PONDERACIÓN TOTAL	18%

Fuente: Arías y Díaz [48]