



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“DISEÑO DE LAS HERRAMIENTAS LEAN
MANUFACTURING EN LOS PROCESOS DE
PLANCHADO PARA INCREMENTAR LA
PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA BETOSCAR
SERVIS E.I.R.L.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor(es):

Bach. Flor Thalía Marín Chávez

Bach. Fanny Yudith Tafur Tapia

Asesor:

Ing. Elmer Aguilar Briones

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y haberme permitido llegar hasta este punto, venciendo todos los obstáculos y fortaleciendo mi corazón.

A mi madre, que desde el cielo me guía, me cuida y nunca me deja desvanecer.

A mi abuela, que gracias a ella soy la mujer que soy ahora, ella me enseñó a nunca rendirme, y siempre ser una mujer luchadora, siempre me decía que el cuerpo es una máquina y que hay que aprovecharlo.

Flor Thalía Marín Chávez

Dedico de manera muy especial a Dios por su guía, inspiración y fortaleza en los momentos difíciles y débiles que tuve que afrontar en la vida.

A mi familia, que siempre me motivaron y confiaron en mí, brindándome su apoyo incondicional con el fin de lograr ser una gran persona y excelente profesional.

Fanny Yudith Tafur Tapia

AGRADECIMIENTO

A Dios, a las personas que me rodean, y que me motivan brindándome su apoyo, como mis familiares, mi novio, mis futuros suegros, mi asesor de tesis y amigos quienes siempre están ahí para apoyarme en todo lo que necesito.

Flor Thalía Marín Chávez

A mis padres, por su apoyo y motivación en los momentos difíciles, buscando siempre mi bienestar y poder concluir este objetivo de vida.

A PRONABEC por el otorgamiento de la beca universitaria, para cumplir uno de mis más grandes sueños, el de ser profesional.

Agradezco a todo el equipo de profesionales pertenecientes a la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte- Cajamarca; de manera muy especial a mi Asesor: Ing. Elmer Aguilar Briones, por su constante apoyo en la realización de la presente investigación.

Fanny Yudith Tafur Tapia

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE CONTENIDOS	3
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ECUACIONES	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Realidad Problemática:	10
1.2 Formulación del Problema	15
1.3 Objetivos	15
1.4 Hipótesis.....	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	16
2.1 Tipo de investigación	16
2.2 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	16
2.3 Procedimiento.....	20
2.4 Matriz de Operacionalización	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	22
3.1 Resultados del diagnóstico situacional de la empresa	22
3.2 Diagnóstico del área en estudio	23
3.3 Desarrollo y Aplicación de la mejora	71
3.4. Análisis Económico.....	156
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	166
REFERENCIAS	171
ANEXOS.....	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas para la recolección de datos	16
Tabla 2 Instrumentos para la recolección de datos	17
Tabla 3 Matriz de Operacionalización de Variables	21
Tabla 4 Servicios que brinda la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	22
Tabla 5 Maquinaria y equipos de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	23
Tabla 6 Tiempo de las actividades de planchado daño leve.....	38
Tabla 7 Tiempo de las actividades de planchado daño mediano.....	41
Tabla 8 Tiempo de las actividades de planchado daño fuerte	44
Tabla 9 Demoras del proceso de planchado daño leve.....	45
Tabla 10 Demoras del proceso de planchado daño mediano.....	45
Tabla 11 Demoras del proceso de planchado daño fuerte	46
Tabla 12 Distancias recorridas entre área de trabajo	50
Tabla 13 Distancia recorrida entre área de trabajo	52
Tabla 14 Distancia recorrida entre área de trabajo	54
Tabla 15 Empleados Capacitados y No Capacitados de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	61
Tabla 16 Tiempo de ciclo de acuerdo al nivel de daño.....	62
Tabla 17 Cálculo de la producción de acuerdo al nivel de daño	62
Tabla 18 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve	63
Tabla 19 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve	63
Tabla 20 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano	63
Tabla 21 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano	64
Tabla 22 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte	64
Tabla 23 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte.....	64
Tabla 24 Tiempo promedio en el área de trabajo.....	66
Tabla 25 Oxígeno necesario para cada nivel de abolladura	67
Tabla 26 Carburo necesario para cada nivel de abolladura.....	67
Tabla 27 Consumo de energía mensual de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	68
Tabla 28 Resultados del Diagnóstico de la variable independiente	69
Tabla 29 Resultados del Diagnóstico de la variable dependiente.....	70
Tabla 30 Equipos, Herramientas y elementos necesarios.....	74
Tabla 31 Equipos, Herramientas y elementos innecesarios	75
Tabla 32 Criterio de reorganización.....	78
Tabla 33 Cronograma de actividades de limpieza.....	80
Tabla 34 Formato de inspección orden y aseo	82
Tabla 35 Especificaciones técnicas del carrito de reparación.....	91
Tabla 36 Características especiales del carrito de reparación.....	91
Tabla 37 Velocidad de la máquina Gysliner.....	92
Tabla 38 Resultado del desempeño laboral del área de planchado.....	96
Tabla 39 Asignación de equipo de trabajo	96
Tabla 40 Estandarización para la identificación de daño en el taller Betoscar Servis E.I.R.L.	97
Tabla 41 Formato de estandarización daño leve.....	99
Tabla 42 Formato de estandarización daño leve (flujograma)	100
Tabla 43 Formato de estandarización daño mediano.....	101
Tabla 44 Formato de estandarización daño mediano (flujograma)	102
Tabla 45 Formato de estandarización daño fuerte	103
Tabla 46 Formato de estandarización daño fuerte (flujograma).....	104
Tabla 47 Rendimiento Laboral Incrementado.	108
Tabla 48 Tiempo de las actividades de planchado daño leve mejorado	110
Tabla 49 Tiempo de las actividades de planchado daño mediano mejorado.	112
Tabla 50 Tiempo de las actividades de planchado daño fuerte mejorado.....	115
Tabla 51 Demoras del proceso de planchado daño leve, mediano y fuerte mejorado.....	116
Tabla 52 Áreas construidas de la empresa Betoscar Servis.....	117
Tabla 53 Superficie estática de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	121

Tabla 54 Superficie de gravitación de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.....	121
Tabla 55 Superficie de evolución empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	122
Tabla 56 Procedimiento para el desarrollo de kanban	123
Tabla 57 Distancias recorridas entre área de trabajo mejorado.....	133
Tabla 58 Distancia recorrida entre área de trabajo mejorado	135
Tabla 59 Distancia recorrida entre área de trabajo.	137
Tabla 60 Puestos de trabajo de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	142
Tabla 61 Presupuesto para plan de Capacitación Anual	144
Tabla 62 Tiempo de ciclo de acuerdo al nivel de daño mejorado	146
Tabla 63 Cálculo de la producción de acuerdo al nivel de daño mejorado	146
Tabla 64 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve mejorado.....	147
Tabla 65 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve mejorado.....	147
Tabla 66 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano mejorado.....	147
Tabla 67 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano mejorado.....	148
Tabla 68 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte mejorado	148
Tabla 69 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte mejorado	148
Tabla 70 Tiempo promedio en el área de trabajo VSM Futuro	150
Tabla 71 Cantidad de Oxígeno mejorado para los diferentes tipos de abolladura.....	151
Tabla 72 Cantidad de Carburo mejorado para los diferentes tipos de abolladura.	152
Tabla 73 Consumo de Energía proyectado.....	153
Tabla 74 Inversión de activos tangibles e intangibles.....	159
Tabla 75 Costo para implementar condiciones de trabajos	160
Tabla 76 Costo de implementos de maquinaria	161
Tabla 77 Costos de Capacitaciones	161
Tabla 78 Costos proyectados	162
Tabla 79. Ingresos proyectados por tipo de abolladura.....	164
Tabla 80 Ingresos proyectados	164
Tabla 81 Flujo de Caja Neto Proyectado	164
Tabla 82 Indicadores económicos	165

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Procedimiento de la realización de la mejora.	20
Figura 2. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio movimientos.	24
Figura 3. Análisis y Categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado.	26
Figura 4. Análisis y Categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado Continuación.	27
Figura 5. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio tiempo de espera.	29
Figura 6. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura leve.	31
Figura 7. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura mediano.	33
Figura 8. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura Fuerte.	34
Figura 9. Diagrama de análisis de operaciones del daño leve.	36
Figura 10. Diagrama de análisis de operaciones daño mediano.	39
Figura 11. Diagrama de análisis daño fuerte.	42
Figura 12. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio transporte.	47
Figura 13. Diagrama de flujo del proceso daño leve.	49
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso daño mediano.	51
Figura 15. Diagrama de flujo del proceso daño fuerte.	53
Figura 16. Distribución actual de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	56
Figura 17. Diagrama de recorrido nivel de abolladura Leve.	57
Figura 18. Diagrama de recorrido nivel de abolladura medio.	58
Figura 19. Diagrama de recorrido nivel de abolladura fuerte.	59
Figura 20. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio Capital Humano.	60
Figura 21. VSM actual del proceso de planchado.	65
Figura 22. Formato de evaluación 5S antes de la mejora.	72
Figura 23. Nivel de Cumplimiento 5S antes de la mejora.	73
Figura 24. Herramientas proceso planchado.	74
Figura 25. Almacén Herramientas.	74
Figura 26. Tarjeta Roja para Seiri.	75
Figura 27. Herramientas desordenadas 1.	76
Figura 28. Herramientas desordenadas 2.	76
Figura 29. Herramientas desordenadas 3.	77
Figura 30. Piso sin señalización.	77
Figura 31. Técnica para organizar 1.	78
Figura 32. Técnica para organizar 2.	78
Figura 33. Imágenes muestra para aplicar sistema de limpieza.	79
Figura 34. División de secciones del taller para la realización de actividades de limpieza.	81
Figura 35. Señalización del suelo.	83
Figura 36. Estante para organización.	83
Figura 37. Señalización zona segura.	83
Figura 38. Señalización extintores.	84
Figura 39. Imagen estandarizar.	84
Figura 40. Formato de evaluación 5S después de la mejora.	85
Figura 41. Nivel de Cumplimiento 5S antes de la mejora.	86
Figura 42. Diseño de área y puesto de trabajo del área de planchado.	87
Figura 43. Análisis y Categorización Mejorado de Movimientos Therbligs en el área de Planchado. ..	88
Figura 44. Análisis y Categorización Mejorado de Movimientos Therbligs en el área de Planchado. Continuación.	89
Figura 45: Gysliner – Carrito de reparación de carrocería de acero.	91
Figura 46. Modelo de interruptor diferencial.	92
Figura 47. Formato de evaluación del desempeño Operario 1.	93
Figura 48. Formato de evaluación del desempeño Operario 2.	94
Figura 49. Formato de evaluación del desempeño Operario 3.	95
Figura 50. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 1.	105
Figura 51. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 2.	106
Figura 52. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 3.	107
Figura 53. Diagrama de análisis de operaciones del daño leve mejorado.	109
Figura 54. Diagrama de análisis de operaciones daño mediano mejorado.	111
Figura 55. Diagrama de análisis daño fuerte mejorado.	114
Figura 56. Distribución de planta mejorada.	119

Figura 56. Coeficiente k de acuerdo al rubro de la empresa.	120
Figura 58. Formato tarjeta kanban del proceso leve.	124
Figura 59. Formato tarjeta kanban del proceso Mediano.	125
Figura 60. Formato tarjeta kanban del proceso Fuerte.....	126
Figura 61. Formato de supervisión para el cumplimiento de responsabilidades en la empresa.	127
Figura 62. Lista de colores para marcas en el piso.	128
Figura 63. Situación mejorada mediante control visual del taller Betoscar Servis E.I.R.L.	129
Figura 64. Formato de supervisión mejorado para el cumplimiento de responsabilidades en la empresa.	130
Figura 65. Diagrama de flujo del proceso daño leve mejorado.	132
Figura 66. Diagrama de flujo del proceso daño mediano mejorado.	134
Figura 67. Diagrama de flujo del proceso daño fuerte mejorado.	136
Figura 68. Diagrama de recorrido nivel de abolladura Leve mejorado.	138
Figura 69. Diagrama de recorrido nivel de abolladura medio mejorado.	139
Figura 70. Diagrama de recorrido nivel de abolladura fuerte.	140
Figura 71. Cronograma de Capacitaciones en Lean Manufacturing para la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	145
Figura 72. VSM futuro del proceso de planchado	149
Figura 73. Resultados después de la mejora de la variable Lean Manufacturing.	154
Figura 74. Resultados del Diagnóstico de la variable Productividad.	155
Figura 75. Flujo neto	165

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Movimientos Eficientes	28
Ecuación 2 Movimientos Ineficientes	28
Ecuación 3 Número de observaciones	32
Ecuación 4 Tiempo de ciclo total	35
Ecuación 5 Tiempo de espera	45
Ecuación 6 Empleados capacitados	61
Ecuación 7 Producción.....	62
Ecuación 8 Ritmo de producción	62
Ecuación 9 Productividad de mano de obra.....	66
Ecuación 10 Productividad de materiales	66
Ecuación 11 Productividad de Energía Utilizada.....	68

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la empresa Betoscar Servis E.I.R.L, en los procesos de planchado: daño leve, mediano y fuerte, con el objetivo de incrementar la productividad de la empresa con el diseño de las herramientas Lean Manufacturing; donde se identificó 4 desperdicios: movimientos; tiempo de espera; transporte, y capital humano, lo que afecta a la productividad. La metodología utilizada fue de una investigación aplicada, pre experimental de tipo transversal-descriptivo, y las técnicas que se utilizaron fueron la observación, entrevista, encuesta y análisis documental. Tras el estudio realizado se concluyó que esta investigación permite incrementar la productividad en la empresa, así la producción trimestral incrementa de 13 Unid a 27 Unid leve, de 5 Unid a 6.2 Unid en mediano y de 1 Unid a 1.4 Unid en fuerte, así también incrementa la productividad de mano de obra de 0.010 Unid/Hora hombre a 0.018Unid/ hora hombre; la productividad de materiales, en Oxígeno de 0.5 unid/m³ a 0.67 unid/ m³ leve; de 0.20 unid/m³ a 0.22 unid/ m³ mediano, 0.13 unid/ m³ a 0.17 unid/ m³ fuerte; la productividad del carburo, un aumento de 0.20 unid/kg a 0.25 unid/kg leve, 0.06 unid/kg a 0.074 unid/kg mediano y 0.03 unid/kg a 0.036 unid/kg fuerte y la productividad de energía incrementó de 0.038 unid/kwh a 0,076 unid/kwh. Además los indicadores económicos son favorables: VA de S/ 53 147,87; VAN de S/30 885,87 proyectados a 5 años, TIR de 64% y un IR de 2.39, siendo esta información un criterio de apoyo para la implementación de la propuesta.

Palabras Clave: Lean Manufacturing, proceso, planchado, desperdicios, productividad

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad Problemática:

La industria automotriz en el mundo es un rubro altamente competitivo puesto que ha ido evolucionando a través del tiempo, en el Perú este sector está sufriendo algunas bajas debido a la desaceleración económica de nuestro país, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019) en Julio de este año el comercio automotriz tuvo una contracción de -2,50% por menor venta de vehículos (tracto-camiones, automóvil, camiones, camionetas) y menor venta, mantenimiento y reparación de motocicletas y de sus partes piezas y accesorios. Sin embargo, mostró ascenso la venta de partes, piezas y accesorios de vehículos automotores y el servicio de mantenimiento y reparación de vehículos automotores por mayores montos reportados de talleres mecánicos y servicios técnicos (p.31).

Debido al incremento de los servicios en el rubro automotriz, las empresas deben tener conocimiento de los mismos, para hacer frente a la demanda, satisfacerla eficientemente y ser altamente competitivas; así pues la Oficina de Estadística del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018) muestra que el parque automotor en el departamento de Cajamarca es de 27 674 unidades, distribuidos por clase de vehículo en Automóvil (7 458 unidades); Station Wago (5 188 unidades); Camionetas: Pick Up (4 955 unidades), Rural (5 758 unidades), Panel (390 unidades); Ómnibus (796 unidades); Camión (2 211 unidades); Remolcador (237 unidades) y Remolque Semi-Rem. (681 unidades). Las unidades mostradas, representan que aunque se haya producido un decreciente crecimiento en el comercio del sector automotriz, se cuenta con bastas unidades para ser atendidas en los talleres mecánicos, ya sea por mantenimiento, u otros servicios como los relacionados a la reparación de vehículos, en su mayoría de casos producto de accidentes de tránsito, así en 2018, el INEI registró en Cajamarca 2 077 casos, de los cuales 1 158 se debieron a choques, requiriendo estos servicios de reparación.

En cuanto a la reparación de vehículos, este viene siendo uno de los principales servicios que brindan los talleres mecánicos; y por lo tanto el que les genera mayores ingresos, teniendo como procesos más importantes el de planchado y pintura. Así como el proceso de Planchado debe recuperar las características estructurales originales, tanto en forma como en resistencia a la deformación; el proceso de Pintura debe ser óptimo de manera que el acabado final perdure en el tiempo, tenga características semejantes a la aplicación de fábrica y al mismo tiempo las técnicas y tiempos de reparación formen parte de un proceso altamente rentable (Castañeda, 2018).

Uno de los talleres mecánicos que posee como principal fuente de ingresos la reparación de vehículos es la empresa Betoscar Servis E.I.R.L., ubicado en Av. San Martín de Porres nro. 669 Cajamarca, también brinda servicios de mecánica automotriz como inyección electrónica y mecánica, electricidad del automotor, lubricación, planchado, pintura, servicio de grúa las 24 horas del día, también la comercialización de productos como neumáticos, aros, repuestos y objetos de limpieza de vehículos en general. Además, se cuenta con las siguientes áreas: gerencia general, taller de servicio, ventas, almacén, contabilidad. En el área del taller se ofrecen servicios que no demoran más de dos horas como son alineación, enllantaje, balanceo, rotación, cambio de aceite, reparación de pinchazos, inflado de neumáticos, entre otros; también se ofrecen servicios de más de 3 horas como limpieza de inyectores, cambio de neumáticos, entre otros, y otros servicios que pueden tomar días como son planchado, pintura, reparación de motor estas actividades toman más tiempo y espacio.

En los procesos del área de planchado de la mencionada empresa, identificamos que existen algunos problemas como el orden y limpieza que no se ajustan a las actividades ocasionando demoras y algunos desperfectos, identificamos además una inadecuada distribución en el área ocasionando exceso de transporte, además de que la estandarización en los procesos debe mejorar. Adicional a ello, de las demoras que ocasiona buscar herramientas dejando al proceso en espera, y la falta de capacitación a los operarios en temas de Lean Manufacturing sobre todo evidenciándose en el poco trabajo en equipo y uso de la creatividad de los propios trabajadores para realizar mejoras en su mismo puesto de trabajo; además de los altos tiempos que demoran cada unidad para terminar el proceso y pasar al proceso siguiente, los desperdicios de materiales y el consumo de energía elevado al ser procesos lentos por la falta de inversión en nueva maquinaria, ya que actualmente se cuenta con maquinaria tradicional para este tipo de procesos.

Ante la mirada de un contexto general sobre la situación del sector automotriz, se analiza que el incremento de las reparaciones de los vehículos, genera en las empresas de este sector la necesidad de ser atractivas para sus potenciales clientes ya sea por la eficacia de sus procesos, la rapidez de los servicios, o el prestigio de las mismas. En este entorno los talleres mecánicos deben adoptar metodologías de optimización, mejora continua y nuevas herramientas a fin de lograr resultados a corto y largo plazo; con el fin de mantener clientes satisfechos y más aún fidelizados; es por ello que en el contexto de Cajamarca se analiza la problemática dentro de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L., en uno de sus procesos más críticos como es el de planchado, por la demora que este genera y el retraso para la entrega del vehículo, puesto que muchas veces se generan demoras internas, estos aspectos además de la falta de orden y limpieza afectan a la productividad de la empresa, por lo que si se mejora este proceso, incrementará la cantidad de vehículos atendidos, y así también la productividad en sus diversos componentes aumentará.

El Lean Manufacturing o la producción esbelta es un conjunto de metodologías y técnicas que tiene como objetivo mejorar la calidad, la eficiencia del sistema de producción mediante la eliminación del desperdicio, ya sea de forma directa o bien a través de la reducción de la variación de los procesos productivos, a través de su colección de herramientas: 5S, VSM, TPM, Kanban, Kaizen, Jidoka, Heijunka, etc. (Madariaga, 2013). Estas permiten dar prioridad y mejorar la cadena de valor, eliminando todo lo que no aporta al proceso; mejorando así el flujo continuo de las actividades, agilizando los procesos y permitiendo llegar al cliente con mayor rapidez y con la mejor calidad.

El Lean Manufacturing al ser también una filosofía, no solo se enfoca en los procesos; sino, además, en la forma de pensar de las personas que ejecutan los mismos, al utilizar eficientemente los recursos de la empresa, por lo que ello tiene gran impacto en la productividad así lo afirma Herrera (2013): La productividad necesita que se manifieste primero la eficacia al usar los recursos básicos sin desperdiciar, como son; el tiempo, el espacio y la materia-energía; con la finalidad de no mermarlos; para efectuar las actividades lo más rápido posible; y lograr ahorro actuando con rapidez; recurriendo a la aplicación de la ciencia en técnicas con creatividad; en las síntesis de dos finalidades inseparables; ahorro de recursos y velocidad del proceso, para producir o crear (p.17). Por lo tanto, la productividad se refiere básicamente al empleo eficiente de los diferentes recursos para obtener mayores o mejores resultados en el ámbito de la producción, este aspecto también es muy importante porque las empresas obtendrían mayores ingresos y utilidades; pues al utilizar mejor los recursos se genera un ahorro de ellos, mejorando la competitividad de la empresa.

Son muchos estudios los que evidencian que con las herramientas Lean Manufacturing se puede obtener mejoras significativas en las empresas en términos de productividad, así en el país de Ecuador, en 2016, Gallardo realizó una investigación en la que propuso la implementación de la metodología Lean Manufacturing en un taller automotriz, permitiéndole obtener mejoras muy significativas en la productividad, reducción de costos y la participación del personal, reducción del tiempo de espera del cliente de 60 minutos a 40 minutos por vehículo, también se pudo disminuir el abastecimiento de stock de 120 minutos a 60 minutos, el cambio de Layout permitió separar en 2 grandes grupos los servicios del taller, mecánica liviana y mecánica rápida lo que aumentó la eficiencia de toda el área y redujo a 100% los desperdicios de toda índole, y por último la herramienta VSM permitió identificar de forma visual todo el flujo de información y materiales de la empresa así como procesos que no generaban valor.

En Lima debido a la alta demanda de los servicios mecánicos, a causa del elevado parque automotor y la alta tasa de accidentes de tránsito, se ha centrado en 4 investigaciones en este rubro: Valdivieso López y Zúñiga Calcina (2016), en la que se centra en la mejora de los procesos de un taller de reparación de carrocería y pintura aplicando herramientas de Lean, en la cual se clasificó los daños de la carrocería en: leve, mediano y fuerte; y los procesos de pintura en: preparación, coloración y pintura. En la propuesta las herramientas utilizadas fueron: VSM (Actual y Futuro), 5S, Smed, Jidoka, Tack Time, Kanban y Heijunka. Estas brindaron importantes resultados, pues en VSM actual se identificó que un vehículo tenía una permanencia en el taller de 18,3 días de los cuales 2,5 días representa sólo trabajo productivo; se logró eliminar 16 minutos de tiempo muerto por reparación en el proceso de preparación. Para la validación de la propuesta se utilizó herramientas operativas de simulación como el software Arena, teniendo como resultado un tiempo de permanencia de 12,5 días; y herramientas financieras, dando como resultado un VAN de 52 174,23 soles y un TIR del 47%, lo cual determinó que el proyecto era viable.

Cabrera Valverde (2016), mostró que mediante la implementación de técnicas Lean Service en el área de servicio mecánico de una empresa automotriz, el tiempo de espera del cliente se redujo de 133,37 minutos a 32,49 minutos, el proceso actual de compra se redujo de 1 actividad a 0 actividades tras la fijación de un stock de seguridad en el inventario, también se redujo el proceso actual de vehículos que ingresaban 4 y quedaban 2 en la cola, ahora ingresan 3 vehículos y salen 3 vehículos, y se obtuvo un valor actual de 14 500 soles y una tasa interna de retorno del 31% superior al costo de oportunidad lo cual indica que la propuesta es viable.

En 2017, Guardia al implementar el programa de herramientas de mejora en un taller mecánico de autos de lujo demuestra que el tiempo de las unidades en el taller se redujo a 3 días, ahorro de tiempo que corresponde al subproceso de entrega de unidades puesto que el vehículo ya no permanece tanto tiempo en el taller esperando su recojo, el porcentaje de la satisfacción al cliente se incrementó en un 17%, los reingresos se redujeron de un 20% hasta un 16,61% aproximadamente; concluyéndose que dicho programa optimiza tiempo, recursos y mejora la productividad, haciendo del taller una organización competitiva y que pueda mantenerse en el tiempo.

Valencia (2018) muestra los resultados después de implementar las 5'S en el ambiente de planchado automotriz en MEGAAUTOS S.A.C.; en el cual se denota que su productividad ha mejorado, así como la eficiencia y eficacia. Al finalizar la investigación se determinó que su productividad mejoró en un 25,89%; esto gracias a la aplicación correcta de las 5S. Además, mediante el análisis inferencial quedó justificado que el índice de la eficiencia (27,79%), así como la de eficacia (23,24%) mejoró con la implementación de las 5S. Para lograr todo ello, se utilizó diversas cartas de control, lo cual les permitió conocer las incidencias en el ambiente de trabajo, así como las capacitaciones continuas, respecto a las mejoras implementadas.

En Cajamarca una investigación realizada por Herrera y López (2016), luego de implementadas las herramientas Lean Manufacturing en la producción de la microempresa D'J LO servicios generales E.I.R.L. se logró impactar considerablemente en los indicadores siguientes: incremento de la producción en un 66,67%, incremento de la productividad total en un 26,01%, incremento de la productividad laboral en un 66,67% ; reducción del takt time en un 40%, incremento del ratio de valor añadido en un 69,15%, además de la reducción del tiempo en transporte entre las estaciones de trabajo en un 66,67%, y la reducción del tiempo ocioso en un 10,31%.

En el presente estudio para mejorar el proceso de planchado de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L se utiliza las herramientas Lean Manufacturing para eliminar despilfarros de todo tipo, mediante una estructura similar a Valdivieso López y Zúñiga Calcina (2016) en la que se selecciona las herramientas en función a los problemas que presenta la empresa, para mejorar así la eficiencia del proceso mediante la eliminación del despilfarro como lo menciona Madariaga (2013); y la validación de resultados con el software Arena y herramientas financieras. Como nueva propuesta y mejora, en el presente enfoque se utiliza las herramientas Lean Manufacturing sólo en los procesos de planchado de vehículos livianos (Camionetas), con el objetivo de incrementar la productividad; la validación de resultados se realizará con la evaluación costo-beneficio.

Para el desarrollo de la propuesta se utilizará las herramientas VSM (actual y futuro), 5S, Kanban, Kaizen y Control Visual de Lean Manufacturing, además de otras propuestas relacionadas a mejorar la distribución del área, la tecnología de la empresa, el rendimiento laboral, las cuales requieren un diagnóstico inicial tanto de la variable Independiente (Lean Manufacturing) en función a sus 8 desperdicios, como de la variable Dependiente (Productividad) y una evaluación posterior luego de la propuesta, para lo cual se utilizó check list para verificar que efectivamente las herramientas Lean incrementan su nivel de cumplimiento, lo que diferencia a la investigación de la estructura mencionada anteriormente. Además, la selección de los procesos, ya que en este caso solo se selecciona el proceso planchado, puesto que es, en esta área la que presenta mayores problemas, dejando de lado el área de pintura debido a las mejoras realizadas recientemente en dicha área; a diferencia de las investigaciones que toman a ambos procesos de planchado y pintura. Finalmente, la evaluación costo-beneficio, desarrolla más a detalle y muestra los diversos indicadores como VA, VAN, TIR, IR, Periodo de recuperación; los que brindan mayor información y pueden resultar más atractivos para la evaluación e influya en la decisión de la empresa en implementar o no la presente propuesta.

1.2 Formulación del Problema

¿En qué medida el diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado incrementará la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Incrementar la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L. con el diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado.

1.3.2 Objetivos específicos

- Hacer un diagnóstico de los desperdicios y la productividad en el área de planchado de la empresa.
- Diseñar las herramientas Lean Manufacturing para los procesos de planchado.
- Analizar los desperdicios y la productividad de la empresa después del diseño de las herramientas Lean Manufacturing.
- Realizar una evaluación económica a través de la metodología costo-beneficio.

1.4 Hipótesis

El diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado incrementará la productividad en la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

2.1.1. Según su fin: Aplicada, ya que utiliza métodos y técnicas para la medición de ambas variables.

Además busca la aplicación o utilización de los conocimientos nuevos que se adquieren (Robles, 2019).

2.1.2. Según el diseño de investigación: Pre experimental

2.1.2. Según se alcance: Transversal: Descriptiva.

2.1.3. Según su método: Deductivo – Inductivo.

La investigación realizada, es aplicada, pre experimental, de tipo transversal: descriptivo, aplicando un método deductivo – inductivo; puesto que se aplicará las herramientas Lean Manufacturing a la realidad actual de la empresa sin manipular las variables en estudio e identificaremos los problemas, hechos, que atraviesa la empresa, definiremos las variables, mediremos, evaluaremos el antes y después de la propuesta, además describiremos conceptos e identificaremos el costo beneficio para la propuesta de mejora.

2.2 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos, para el recojo y procesamiento de información utilizando el método cualitativo y cuantitativo de fuente primaria se tienen:

2.2.1 Técnicas de recolección de datos

Tabla 1 *Técnicas para la recolección de datos*

Método	Fuente	Técnica
Cualitativo	Primaria	Observación
		Entrevista
		Encuesta
Cuantitativo	Primaria	Análisis documental

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2 Instrumentos de recolección de datos

Tabla 2 *Instrumentos para la recolección de datos*

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	INSTRUMENTOS	APLICADO EN
OBSERVACIÓN	Permite observar el proceso de planchado de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L para la identificación de problemas, además ver el grado de productividad de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> Guía de observación 	<p>Las instalaciones y los trabajadores de la empresa en estudio.</p> <p>Todo el proceso de planchado.</p>
ENTREVISTA	Permite conocer y analizar la perspectiva del gerente general.	<ul style="list-style-type: none"> Guía de entrevista 	Gerente general de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.
ENCUESTA	Permitirá saber más sobre los procesos de planchado a través del personal.	<ul style="list-style-type: none"> Cuestionario 	Trabajadores del proceso de planchado.
ANÁLISIS DOCUMENTAL	Nos brindará información histórica de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"> Hoja de cálculo (MS EXCEL). 	Historial de empresa.

Fuente: Elaboración propia

2.2.2.1 Observación:

Objetivo:

Conocer los procesos de planchado de la empresa para la identificación de problemas, además ver el grado de productividad de los trabajadores.

Procedimiento:

Observación

- Participar durante los procesos, desde la recepción del vehículo que llega al área de planchado, para registrar los procesos, inconvenientes, demoras y fallas hasta finalizar el proceso de planchado.
- Registrar con la ayuda de las fotografías los procesos productivos de planchado

Secuencia de la Observación

- Registro fotográfico de los procesos en el área de planchado.
- Registro fotográfico de maquinaria o herramientas con problemas durante los procesos.
- Analizar la información registrada.

Instrumentos

- Guía de observación
- Cámara

2.2.2.2 Entrevista

Objetivo:

Conocer la situación de los procesos de la empresa y analizar la perspectiva del gerente general con el fin de obtener información más específica.

Procedimiento:

Preparación de la entrevista

- La entrevista se prepara anticipadamente con una guía de entrevista donde se formula preguntas antes revisadas para obtener la información necesaria.
- La entrevista tendrá una duración de 30 minutos.

Secuencia de la entrevista

- Escribir notas importantes para la investigación.
- Archivar la información para el análisis posterior.

Instrumentos

- Guía de entrevista
- Cámara

2.2.2.3 Encuesta

Objetivo:

Obtener información sobre los procesos de planchado de la empresa para identificar los desperdicios y conocer el grado de productividad.

Procedimiento:

Preparación de la Encuesta

- El grupo investigador encuestará a los operarios del área de planchado de la empresa.
- La encuesta tendrá una duración de 30 minutos.
- El lugar donde se realizará la encuesta será en el taller de la empresa.

Secuencia de la Encuesta

- Escribir los resultados.
- Archivar los resultados de la encuesta para referencia y análisis posteriores.

Instrumentos:

- Cuestionario
- Lapiceros

2.2.2.4 Análisis de documentos

Objetivo

Nos brindará información histórica de la empresa.

Procedimiento

Recolección de Documentos

Para recolectar toda la información se utilizaron los siguientes documentos.

- Registros
- Costos de producción
- Ingresos
- Recibos (electricidad)

Instrumentos:

- Hoja de cálculo (MS EXCEL).
- Correo Electrónico.

2.3 Procedimiento

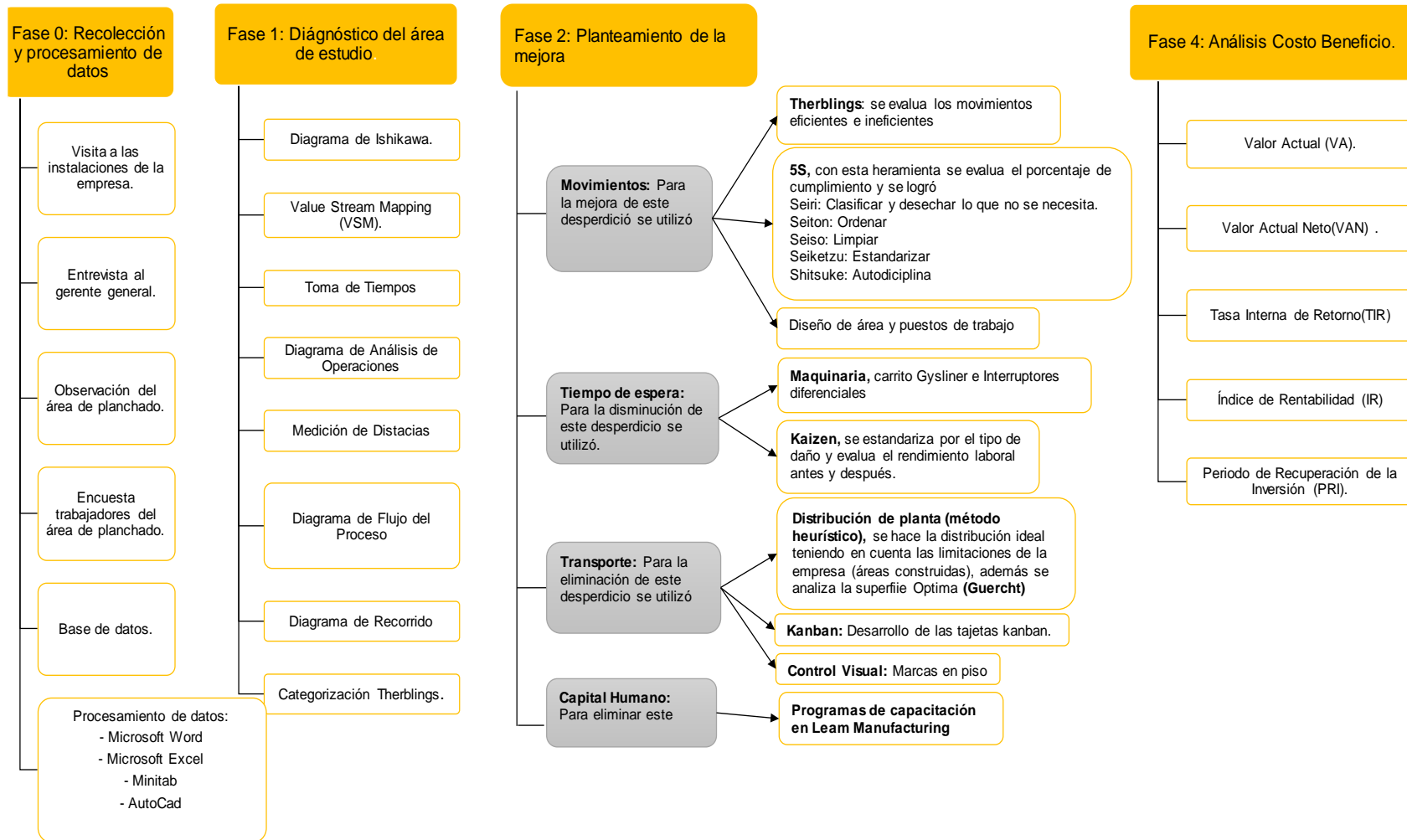


Figura 1. Procedimiento de la realización de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Matriz de Operacionalización de Variables

Tabla 3 Matriz de Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	Metodología que tiene por objetivo la eliminación de cualquier tipo de despilfarro, (todas aquellas acciones que no aportan valor al producto o servicio) y aprovechar todo el potencial a lo largo de la cadena de valor. (Rajadell & Luis, 2010)	MOVIMIENTOS	% Movimientos Eficientes
			% Movimientos Ineficientes
		TIEMPO DE ESPERA	Tiempo de Ciclo Total
			Tiempo de espera por Tipo de Daño
		TRANSPORTE	Distancia Recorrida
CAPITAL HUMANO	%Empleados capacitados		
VARIABLE DEPENDIENTE PRODUCTIVIDAD	Permite medir que tan eficientemente utilizamos nuestro trabajo y nuestro capital para producir valor económico. Una alta productividad implica producir más con lo mismo (Galindo Mariana, 2015)	PRODUCCIÓN	Unidades producidas por tipo de daño
			Ritmo de producción por tipo de daño
		PRODUCTIVIDAD	Productividad de M.O
			Productividad de Materiales
	Productividad de Energía		

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1 Resultados del diagnóstico situacional de la empresa

La empresa Betoscar Servis E.I.R.L donde se desarrolló la investigación, inicio sus actividades en el año 2006 en el rubro de la mecánica automotriz. Entre los principales servicios que brinda se encuentran los siguientes:

Tabla 4 *Servicios que brinda la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.*

N°	SERVICIO	DESCRIPCIÓN
1	Planchado	Este servicio consiste en recuperar la forma original que tenía el vehículo al salir de fábrica; para lo cual la empresa cuenta con personal y herramientas enfocadas a ello.
2	Pintura	El servicio de pintura se presenta en dos modalidades: por requerimiento solo del servicio; y por acabado final luego del proceso de planchado.
3	Mecánica y Electricidad	Actividades: Inyección eléctrica y mecánica, electricidad de motor, lubricación, alineación, enllantaje, balanceo, rotación, reparación de motor, entre otros.
4	Servicio de Grúa	Para ello la empresa cuenta con una grúa disponible las 24 horas del día.
5	Lavado de carrocería	El lavado de carrocería se realiza a mano y con maquinaria, de acuerdo a las zonas en las que se va a realizar el lavado.
6	Encerado Básico	Este procedimiento de encerado se realiza para dar brillo a la superficie del vehículo, además sirve de protección para la pintura.
7	Lavado de motor	Es un proceso de sumo cuidado que consiste en eliminar la suciedad que acumula con el tiempo el motor.
8	Pulverizado de motor	Este servicio consta principalmente en darle un acabado brillante al motor.
9	Lavado de salón	Es un tipo de lavado a profundidad de los asientos, donde implica la limpieza de pisos, alfombras, maletera y techo del vehículo.
10	Venta de repuestos	Se comercializan: Neumáticos, aros, repuestos, objetos de limpieza, etc.

Fuente: Elaboración propia.

Para la siguiente investigación se ha tomado en cuenta el área de planchado puesto que es la que más problemas enfrentan según entrevista y tiene una gran influencia en la rentabilidad de la empresa. Para sus servicios de planchado la mencionada empresa también cuenta con algunas máquinas, equipos que se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 5 *Maquinaria y equipos de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.*

N°	Maquinaria y equipos
1	Máquina de Traccionamiento
2	Expansor Hidráulico
3	Máquina de Soldadura Autógena
4	Amoladora
5	Taladro

Fuente: Elaboración propia

3.2 Diagnóstico del área en estudio

Para el diagnóstico del área de estudio se hizo un análisis de los desperdicios y la productividad en el área de planchado donde se tomó en cuenta los ocho desperdicios de la manufactura esbelta y la producción de la empresa.

3.2.1 Diagnóstico de la variable independiente (Lean Manufacturing)

En el diagnóstico de la variable independiente se logró identificar cuatro desperdicios: (movimientos, tiempo de espera, transporte y capital humano) en la empresa Betoscar Servis E.I.R.L específicamente en el área de planchado que fue el punto de estudio.

3.2.1.1 Movimientos

Para identificar las causas que se ocasionan en este desperdicio se tomó en cuenta el diagrama Ishikawa.

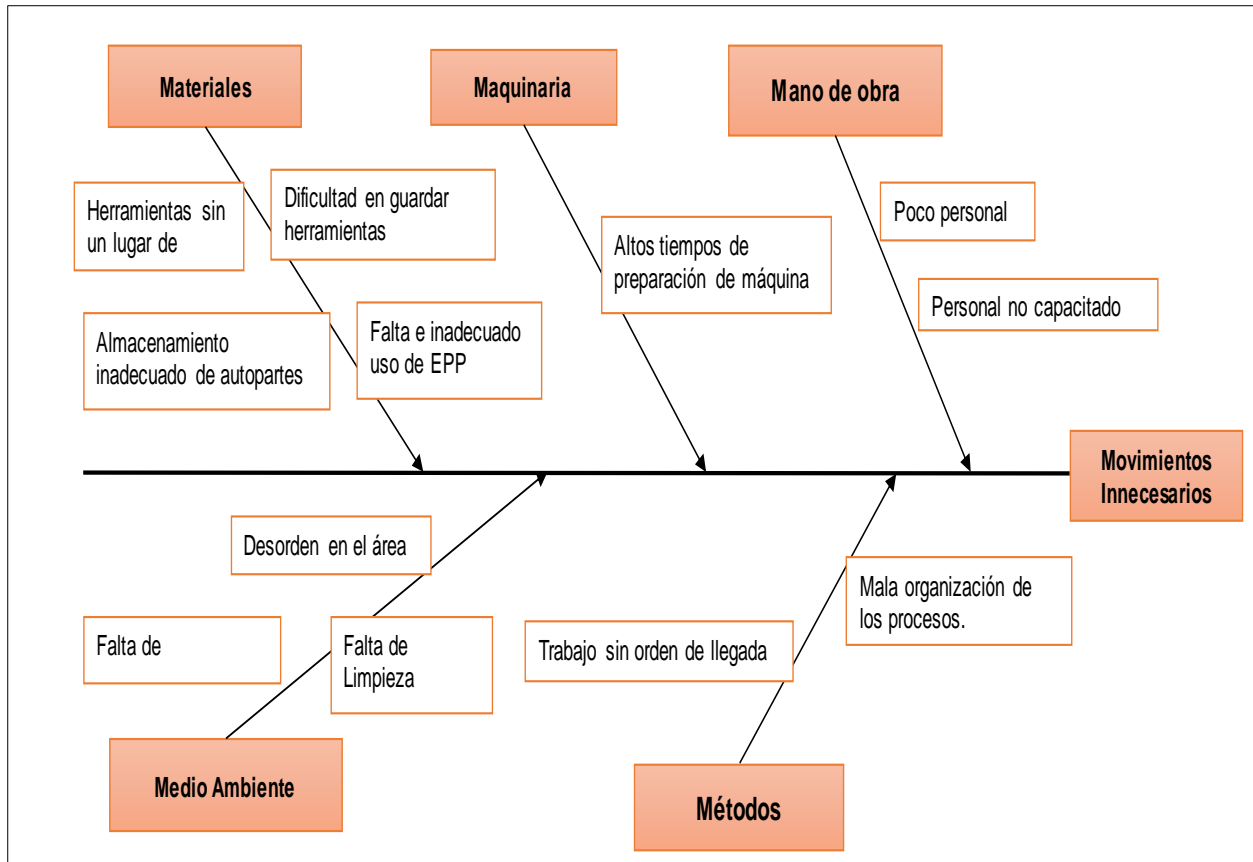


Figura 2. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio movimientos.

Fuente: Elaboración propia.

a) Materiales:

- Existen demoras y movimientos innecesarios e ineficientes porque hay equipos y herramientas que no están disponibles por falta de orden en los estantes de los almacenes, lo que origina que los trabajadores no sepan donde se encuentran sus herramientas y equipos, provocando demoras al momento de utilizarlos. Además de la falta e inadecuado uso de EPP.

b) Mano de obra:

- Poco personal y personal no capacitado lo que ocasiona movimientos ociosos al momento de realizar sus actividades.

c) Métodos:

- Trabajo sin orden de llegada, los colaboradores muchas veces realizan una operación antes de otra sin un previo control en las operaciones, por lo que existe una mala organización en los mismos.

d) Medio Ambiente:

- En el área de planchado se pudo observar que existe polvo y desechos que son arrojados al suelo y se encuentran dispersos, además de partes de autos sin utilizar, herramientas y equipos por el suelo, estantes en pésimas condiciones que contienen equipos malogrados y la falta de señalización es evidente.

e) Maquinaria

- Altos tiempos de preparación de maquinaria lo que ocasiona movimientos ociosos en los trabajadores.

3.2.1.1.1 Clasificación de movimientos Therblig

Para el estudio de movimientos en el taller se tomó en cuenta la herramienta Therblig que son los 17 movimientos en los que se puede subdividir cualquier tarea laboral para estudiar la productividad, además los Therblig se dividen en dos ramas que son los movimientos eficientes y los movimientos no eficientes (Ver Anexo n°8).

A continuación, se muestra la tabla Terbling aplicado en el área de planchado.







N°	EVIDENCIAS	THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TIPO	
					EFICIENTE	INEFICIENTE
1		Buscar	S	El operario utiliza ojos y manos para buscar una herramienta para el trabajo.		X
2		Seleccionar	SE	Selecciona una pieza entre las distintas que se encuentran su área de trabajo.		X
3		Desensamblar	DA	Retira o separa las partes o piezas dañadas del vehículo.	X	
4		Preposicionar	PP	El operario orienta el objeto durante el trabajo, para su posterior uso.	X	
5		Utilizar	U	Manipula una máquina de soldar para unir las piezas removidas.	X	
6		Retraso Evitable	AD	Tiempo ocioso, como observar el proceso que realiza su compañero de trabajo.		X
7		Sujetar	G	El operario sujeta el objeto con los manos y dedos.	X	
8		Parar	H	Una mano del operario sujeta un martillo, mientras la otra realiza trabajo útil.		X

Figura 3. Análisis y Categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado.

Fuente: Elaboración propia








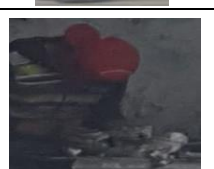
N°	EVIDENCIAS	THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TIPO	
					EFICIENTE	INEFICIENTE
9		Sujetar	G	El operario sujeta una pieza para ser ensamblada posteriormente.	X	
10		Retraso evitable	AD	Tiempo ocioso, por acomodar audifonos para escuchar música.		X
11		Preposicionar	PP	El operario coloca llanta, para luego recibir uso posterior.	X	
12		Alcanzar	RE	El operario mueve la mano para sujetar el objeto desde el piso.	X	
13		Buscar	S	Desplazamiento del operario, para buscar herramientas en el almacén 1.		X
14		Mover	M	Movimiento de la mano cargando un objeto, para realizar trabajo.	X	
15		Mover	M	Movimiento de la mano cargando un objeto, para realizar trabajo.	X	
16		Inspeccionar	I	El operario compara el objeto con el estándar, usando las manos y la vista.		X
TOTAL					9	7

Figura 4. Análisis y Categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado Continuación.

Fuente: Elaboración propia

3.2.1.1.1.1 Movimientos Eficientes

Ecuación 1 Movimientos Eficientes

$$ME = \frac{\sum \text{movimientos eficientes}}{\sum \text{total de movimientos}} * 100$$

$$ME = \frac{9 \text{ Movimientos}}{16 \text{ Movimientos}} * 100$$

$$ME = 56,3\%$$

Del estudio realizado en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado se identifica un 56,3% de movimientos eficientes.

3.2.1.1.1.2. Movimientos Ineficientes

Ecuación 2 Movimientos Ineficientes

$$MI = \frac{\sum \text{movimientos Ineficientes}}{\sum \text{total de movimientos}} * 100$$

$$MI = \frac{7 \text{ Movimientos}}{16 \text{ Movimientos}} * 100$$

$$MI = 43,7\%$$

Del estudio realizado en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado se identifica un 43,7% de movimientos ineficientes.

3.2.1.2. Tiempo de Espera

Para identificar las causas que se ocasionan en este desperdicio también se tomó en cuenta el diagrama Ishikawa.

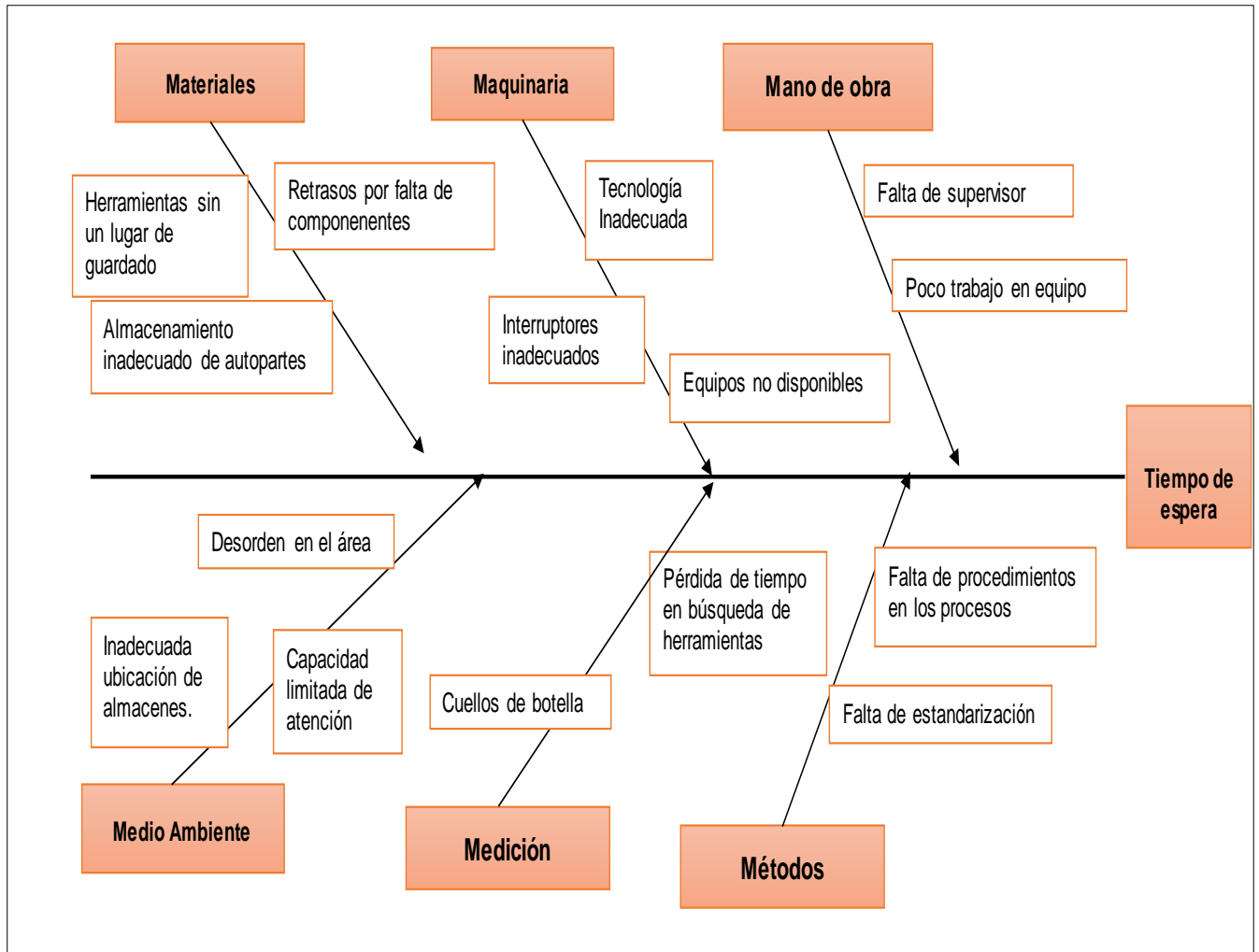


Figura 5. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio tiempo de espera.

Fuente: Elaboración propia

a) Materiales:

- Existe tiempos de espera y demoras por el inadecuado almacenamiento de autopartes, por la búsqueda de herramientas que no tienen un lugar de guardado y no están disponibles por falta de orden en los estantes de los almacenes, lo que origina que los trabajadores no sepan donde se encuentran sus herramientas y equipos, provocando tiempos ociosos, además a veces existe retraso por falta de componentes.

b) Mano de obra:

- Demoras en el personal por falta de supervisor, y poco trabajo en equipo.

c) Métodos:

- Falta de procedimientos en los procesos.
- Mala organización de los procesos lo que origina inadecuados tiempos de espera.

d) Medio Ambiente:

- En el área de planchado se pudo observar que existe desorden en el área además de una inadecuada ubicación de los almacenes lo que ocasiona que los trabajadores tengan que hacer largos recorridos en busca de sus herramientas y actualmente existe capacidad limitada de atención.

e) Maquinaria:

- Inadecuada tecnología porque se utiliza herramientas de trabajo manual, y maquinaria tradicional, además de la exposición inadecuada de interruptores y toma corrientes, que pueden poner en riesgo a los trabajadores.
- Equipos no disponibles.

f) Medición:

- Cuellos de botella por el elevado tiempo de algunos procesos.
- Pérdidas de tiempo en búsqueda de herramientas.

El tiempo de espera son los tiempos perdidos y muertos identificados en una determinada área, en nuestro estudio se realizó una toma de tiempos y se optó por dividir el proceso en tres categorías: nivel de abolladura leve, nivel de abolladura mediano, y nivel de abolladura fuerte; además, en la toma de tiempos se identificó esperas de operarios por paradas no planificadas, pérdidas de tiempo por falta de orden y limpieza, cuellos de botella que se identificaron anteriormente con el diagrama Ishikawa.

Para la toma de tiempos se tomó como unidades de estudio los vehículos livianos (camionetas), consideramos los tres niveles de abolladura leve, mediano y fuerte en un trimestre, como a continuación se muestra:

Toma de Tiempos del servicio de planchado (leve)											
Empresa:	Betoscar Servis E.I.R.L										
Área:	Planchado										
Elaborado:	Marín Chávez, Flor Thalía										
	Tafur Tapia, Fanny Yudith										
N° De Observaciones	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X
Recepción de vehiculo	13.3	12.9	13.5	13.4	13.6	10	13.6	13.8	13.9	10.3	12.8
Diagnóstico del problema	29.7	29.6	35.5	35.9	26	29.5	25.9	29.6	35	29.7	30.6
Cotización del servicio	15.2	15.6	15.3	14.1	18	16.9	14.8	13.9	15.9	18	15.8
Trasporte al area de planchado	8.6	8	7.5	7.6	7	8.5	9.5	10.1	9.9	8	8.5
Identificación de daños	45.5	55	46.8	46	47.9	50	49.9	45.6	44.1	48	47.9
Caminar hacia el area de almacen 1	5.1	4	5.3	7.6	7	5.6	3.6	6.5	10	9.9	6.5
Buscar herramientas	13.5	15.2	17	11.5	13.9	15	15.1	12.3	15.9	10.2	14.0
Traslado de herramientas	10.1	6.5	6.1	5.2	8.5	7.7	6.2	4.7	7.7	8.2	7.1
Desmontaje	210	218	119.3	110.5	202.3	195	296	255.6	295.2	115.5	201.7
Busca de herramientas y piezas	16.9	19.3	13.2	18.6	12.1	14.2	16.5	18.9	12.9	16.9	16.0
Soldado y ensamble	156.6	179.6	185.9	180.6	179.6	175.9	143.3	130.6	169.6	203.5	170.5
Caminar hacia el almacen 2	6.2	6.9	9.3	8.1	4.9	6.5	7.3	10	8.6	6.9	7.5
Busca de herramientas	20.6	23.6	19.3	25.3	22.4	21.4	25	26.5	24.4	30	23.9
Traslado de herramientas	5.6	4.6	5.1	6.1	4.2	5.9	7.5	6.5	4.5	7.5	5.8
Planchado	425	350.5	299.1	280.3	330.9	345.2	420.6	350.6	355.5	369	352.7
Inspección	10.1	9.9	7.6	5.1	9.2	8.8	7.6	6.8	9	6.9	8.1
A pintura	5.3	6.4	7.5	7.9	4.6	10.5	8	7.5	7.9	7	7.3
Σ	997.3	965.6	813.3	783.8	912.1	926.6	1070.4	949.5	1040	905.5	9364.1
Σ ²	994607.29	932383.36	661456.89	614342.44	831926.41	858587.56	1145756.16	901550.25	1081600	819930.25	8842140.6
										Promedio	936.41

Figura 6. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura leve

Fuente: Elaboración propia

Para comprobar si el número de observaciones es suficiente se empleó el método estadístico, y se utilizó un nivel de confianza del 95.45% y un margen de error del 5%. En la Figura 6, se muestra el número de observaciones preliminares (n') que se han realizado para obtener los siguientes resultados y aplicarlos en la ecuación:

Ecuación 3 Número de observaciones

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

n = Tamaño de la muestra que deseamos calcular (número de observaciones)

n' = Número de observaciones del estudio preliminar

\sum = Suma de los valores

x = Valor de las observaciones

40= Valor de A (constante para un nivel de confianza de 95.45%)

n'	10
$\sum x$	9364,1
$\sum x^2$	8842140.6

$$n = (40 * \frac{\sqrt{10(8842140,6) - (9364,1)^2}}{(9364,1)})^2$$

$$n = 0.0157 \text{ número de observaciones}$$

Según fórmula, el valor de n' (Número de observaciones preliminares) debe ser mayor que n (Número de observaciones), por lo tanto el número de observaciones realizada para la toma de tiempos es suficiente ya que $n' = 10$ y el resultado de n es 0.0157 para el proceso de planchado en daño leve.

Toma de Tiempos del servicio de planchado (Medio)					
Empresa:	Betoscar Servis E.I.R.L				
Área:	Planchado				
Elaborado:	Marín Chávez, Flor Thalía				
	Tafur Tapia, Fanny Yudith				
N° De Observaciones	1	2	3	4	x
Recepción de vehículo	20.5	25.9	30.5	28.4	26.3
Diagnóstico del problema	38.8	40.1	35.8	35.6	37.6
Cotización del servicio	17.5	15.1	18.2	15.9	16.7
Trasporte al área de planchado	9.6	8.6	6	8.9	8.3
Identificación de daños	50.5	48.9	51.2	48.5	49.8
Caminar hacia el area de almacen 1	5.1	4.9	6	7.7	5.9
Buscar herramientas	14.5	13.5	14.1	10	13.0
Traslado de herramientas	5.1	4	6.5	7.1	5.7
Desmontaje	505.3	495.9	508.9	500.5	502.7
Transporte al área de mecanica	20.9	12.1	15.5	22.9	17.9
traccionado y encuadre	495.6	489.3	480.6	475.6	485.3
Trasporte al área de planchado	10.6	16.3	15.6	14.2	14.2
Busca de herremientas y piezas	26.9	27.9	20.9	28.9	26.2
Reemplazo de componentes	516.6	522.3	530.5	510.5	520.0
Soldado y ensamble	216.6	214.6	220	225.9	219.3
caminar hacia el almacén 2	6.2	5.2	6.3	5.4	5.8
Busca de herramientas	20.8	15.1	18.9	16.4	17.8
Traslado de herramientas	4	5.9	6.1	5	5.3
Planchado	520	450.2	460.3	480.5	477.8
Inspección	10.1	9.1	9.5	8	9.2
A pintura	5.3	4.6	6.3	5.3	5.4
Σ	2520.5	2429.5	2467.7	2461.2	9878.9
Σ ²	6352920.25	5902470.25	6089543.29	6057505.44	24402439.2
				Promedio	2469.7

Figura 7. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura mediano

Fuente: Elaboración propia

$$n = (40 * \frac{\sqrt{4(24402439,2) - (9878,9)^2}}{(9878,9)})^2$$

$$n = 0.2802 \text{ número de obsevaciones}$$

Según fórmula, el valor de n'(Número de observaciones preliminares) debe ser mayor que n (Número de observaciones), por lo tanto el número de observaciones realizada para la toma de tiempos es suficiente ya que n' = 4 y el resultado de n es 0.2802 para el proceso de planchado en daño mediano.

Toma de Tiempos del servicio de planchado (Grave)		
Empresa:	Betoscar Servis E.I.R.L	
Área:	Planchado	
Elaborado:	Marín Chávez, Flor Thalía	
	Tafur Tapia, Fanny Yudith	
N° De Observaciones	1	Promedio
Recepción de vehículo	45.6	45.6
Diagnóstico del problema	80.6	80.6
Cotización del servicio	29.6	29.6
Trasporte al área de planchado	12.2	12.2
Identificación de daños	40.3	40.3
Caminar hacia el area de almacen 1	6.3	6.3
Buscar herramientas	15.2	15.2
Traslado de herramientas	6.9	6.9
Desmontaje	901.3	901.3
Transporte al área de mecanica	23.9	23.9
Traccionado y encuadre	702.9	702.9
Trasporte al área de planchado	15.6	15.6
Busca de herremientas y piezas	28.9	28.9
Reemplazo de componenetes	3028.5	3028.5
Soldado y ensamble	1280.9	1280.9
caminar hacia el almacén 2	8.1	8.1
Busca de herramientas	23.5	23.5
Traslado de herramientas	6	6.0
Planchado	6050.5	6050.5
Centrado	1209.9	1209.9
Inspección	27.9	27.9
A pintura	19.9	19.9
Σ	13564.5	13564.5
Σ'2	183995660	183995660
	Promedio	13564.5

Figura 8. Toma de tiempos para el estudio del nivel de abolladura Fuerte

Fuente: Elaboración propia

$$n = (40 * \frac{\sqrt{1(183995660) - (13564,5)^2}}{(13564,5)})^2$$

$n = 0.70$ número de obsevaciones

Según fórmula, el valor de n'(Número de observaciones preliminares) debe ser mayor que n (Número de observaciones), por lo tanto el número de observaciones realizada para la toma de tiempos es suficiente ya que n' = 10 y el resultado de n es 0.0157 para el proceso de planchado en daño leve.

3.2.1.2.1 Tiempo de ciclo total

Ecuación 4 Tiempo de ciclo total

$$Tiempo\ de\ ciclo\ total = Tiempo(1) + Tiempo(2) + Tiempo(3) \dots + Tiempo(n)$$

(Guevara & Julca Alcántara, 2018)

3.2.1.2.1.1 Diagrama Actual de Análisis de operaciones

Los siguientes diagramas de proceso de planchado muestra las actividades a realizar desde la recepción del vehículo hasta la entrega al área de pintura.

Diagrama de Análisis de operaciones daño leve

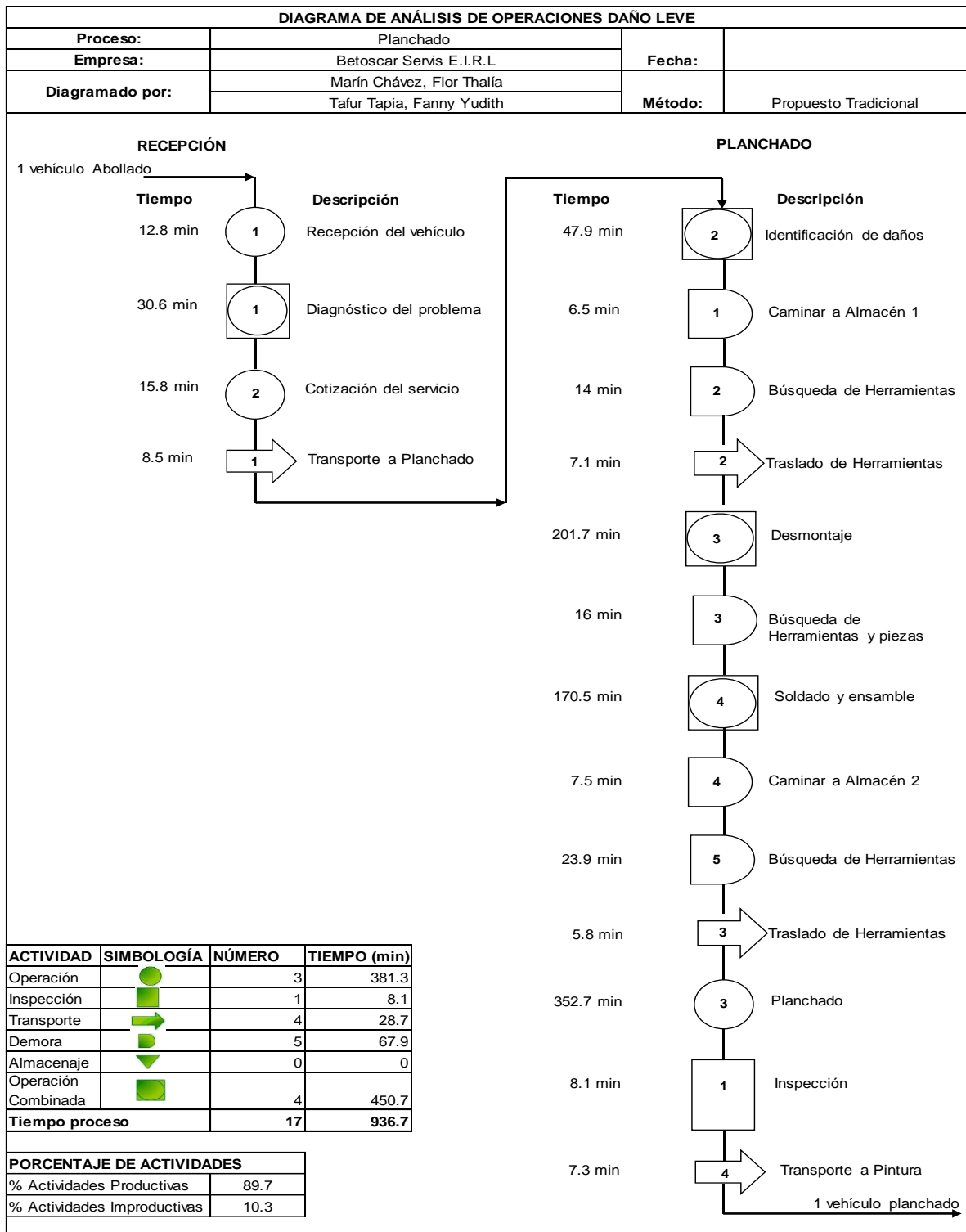


Figura 9. Diagrama de análisis de operaciones del daño leve.

Fuente: Elaboración propia

La Figura 9 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño leve, en los cuales observamos que se tiene un total de diecisiete actividades.

En las características principales del planchado del daño leve se realiza una reparación puntual, existe un desmontaje de piezas menores se utiliza martillos, hasta 2 metros cúbicos de oxígeno y 5kg de carburo.

El proceso de planchado con nivel de abolladura leve; se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa; el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnóstico; ve el trabajo que va a realizar e identifica daños en el vehículo; luego de esto el operario se dirige al almacén 1 con el propósito de buscar herramientas necesarias para el trabajo, encontradas las herramientas las traslada y procede con el desmontaje de las piezas; en el área como existe desorden busca herramientas en el piso y procede con el soldado y ensamble; terminada esta actividad, el operario va en busca de nuevas herramientas hacia el almacén 2; inmediatamente luego de encontrado las herramientas necesarias las traslada y empieza con el planchado del vehículo; una vez terminado pasa a inspección donde los operarios revisan que el vehículo este correctamente planchado luego pasa al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado leve también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y operación combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del planchado leve las cuales vendría a ser 89.7% y 10.3% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Leve

Tabla 6 *Tiempo de las actividades de planchado daño leve*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	12,8
Diagnóstico del problema	30,6
Cotización del servicio	15,8
Trasporte al área de planchado	8,5
Identificación de daños	47,9
Caminar hacia el área de almacén 1	6,5
Buscar herramientas	14,0
Traslado de herramientas	7,1
Desmontaje	201,7
Busca de herramientas y piezas	16,0
Soldado y ensamble	170,5
Caminar hacia el almacén 2	7,5
Busca de herramientas	23,9
Traslado de herramientas	5,8
Planchado	352,7
Inspección	8,1
A pintura	7,3
Tiempo de ciclo	936,5

Fuente: Elaboración Propia.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo de ciclo} = & 12,8\text{min} + 30,6\text{min} + 15,8\text{min} + 8,5\text{min} + 47,9\text{min} + 6,5\text{min} + 14\text{min} + \\
 & 7,1\text{min} + 201,7\text{min} + 16\text{min} + 170,5\text{min} + 7,5\text{min} + 23,9\text{min} + 5,8\text{min} + 352,7\text{min} + \\
 & 8,1\text{min} + 7,3\text{min}
 \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 936,5 \text{ min.}$$

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado leve, luego de la toma de tiempos de las mismas, obteniéndose un tiempo de ciclo de 936,5 minutos para el daño leve.

Diagrama de Análisis de operaciones daño mediano

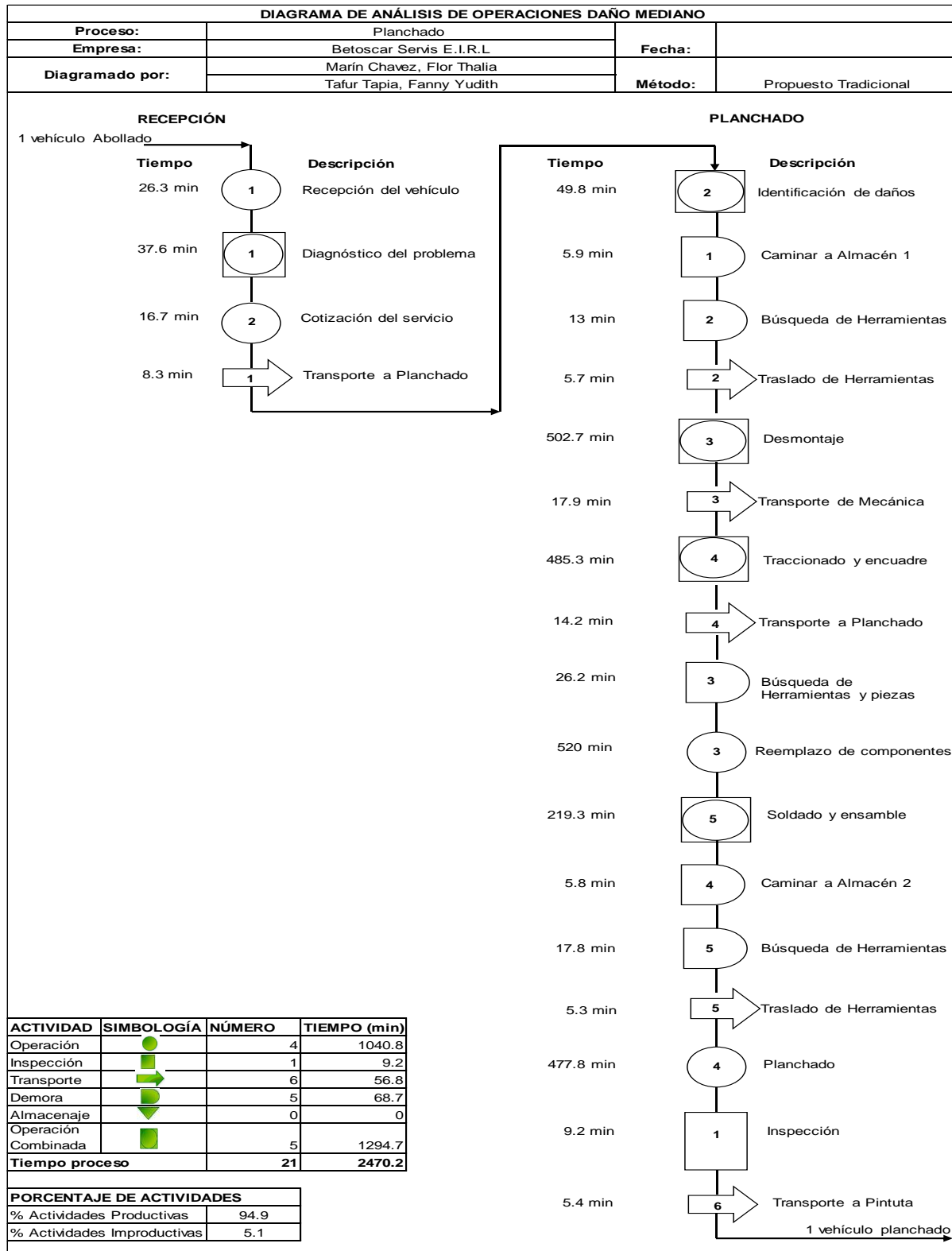


Figura 10. Diagrama de análisis de operaciones daño mediano.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 10 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño mediano, en los cuales observamos que se tiene un total de veintiún actividades.

En las características principales del planchado del daño mediano, según la información brindada por la empresa Betoscar Servis, existe reparación de los miembros estructurales, existe un desmontaje de piezas, traccionado además se utiliza martillos, alambres, hasta 5 metros cúbicos de oxígeno, y 15 kg de carburo.

El proceso de planchado, se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa, el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnostico ve el trabajo que va a realizar e identifica daños en el vehículo, luego de esto el operario se dirige al almacén 1 con el propósito de buscar herramientas necesarias para el trabajo, encontradas las herramientas las traslada y procede con el desmontaje de las piezas, luego traslada al vehículo hacia el área de mecánica para el traccionado y encuadre, luego hacen el transporte hacia el área de planchado, como existe desorden el operario busca las herramientas y piezas en el área y piso para que proceda con el reemplazo de los componentes luego que pone los componentes procede con el soldado y ensamble, terminada esta actividad el operario va en busca de nuevas herramientas hacia el almacén 2, inmediatamente luego de encontrado las herramientas necesarias las traslada y empieza con el planchado del vehículo, una vez terminado pasa a inspección donde los operarios revisan que el vehículo esté correctamente planchado para pasar al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado medio también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y operación combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del nivel de abolladura mediano las cuales vendría a ser 94.9% y 5.1% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Mediano

Tabla 7 *Tiempo de las actividades de planchado daño mediano*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	26,3
Diagnóstico del problema	37,6
Cotización del servicio	16,7
Trasporte al área de planchado	8,3
Identificación de daños	49,8
Caminar hacia el área de almacén 1	5,9
Buscar herramientas	13,0
Traslado de herramientas	5,7
Desmontaje	502,7
Transporte al área de mecánica	17,9
traccionado y encuadre	485,3
Trasporte al área de planchado	14,2
Busca de herramientas y piezas	26,2
Reemplazo de componentes	520,0
Soldado y ensamble	219,3
Caminar hacia el almacén 2	5,8
Busca de herramientas	17,8
Traslado de herramientas	5,3
Planchado	477,8
Inspección	9,2
A pintura	5,4
Tiempo de ciclo	2 469,7

Fuente: Elaboración Propia.

$$\begin{aligned}
 \text{Tiempo de ciclo} = & 26,3\text{min} + 37,6\text{min} + 16,7\text{min} + 8,3\text{min} + 49,8\text{min} + 5,9\text{min} + 13\text{min} + \\
 & 5,7\text{min} + 502,7\text{min} + 17,9\text{min} + 485,3\text{min} + 14,2\text{min} + 26,2\text{min} + 520\text{min} + 219,3\text{min} + \\
 & 5,8\text{min} + 17,8\text{min} + 5,3\text{min} + 477,8\text{min} + 9,2\text{min} + 5,4\text{min}
 \end{aligned}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 2\ 469,7\text{min.}$$

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado mediano, luego de la toma de tiempos de las mismas obteniéndose un tiempo de ciclo de 2469,7 minutos para el daño mediano.

Diagrama de Análisis de operaciones daño fuerte.

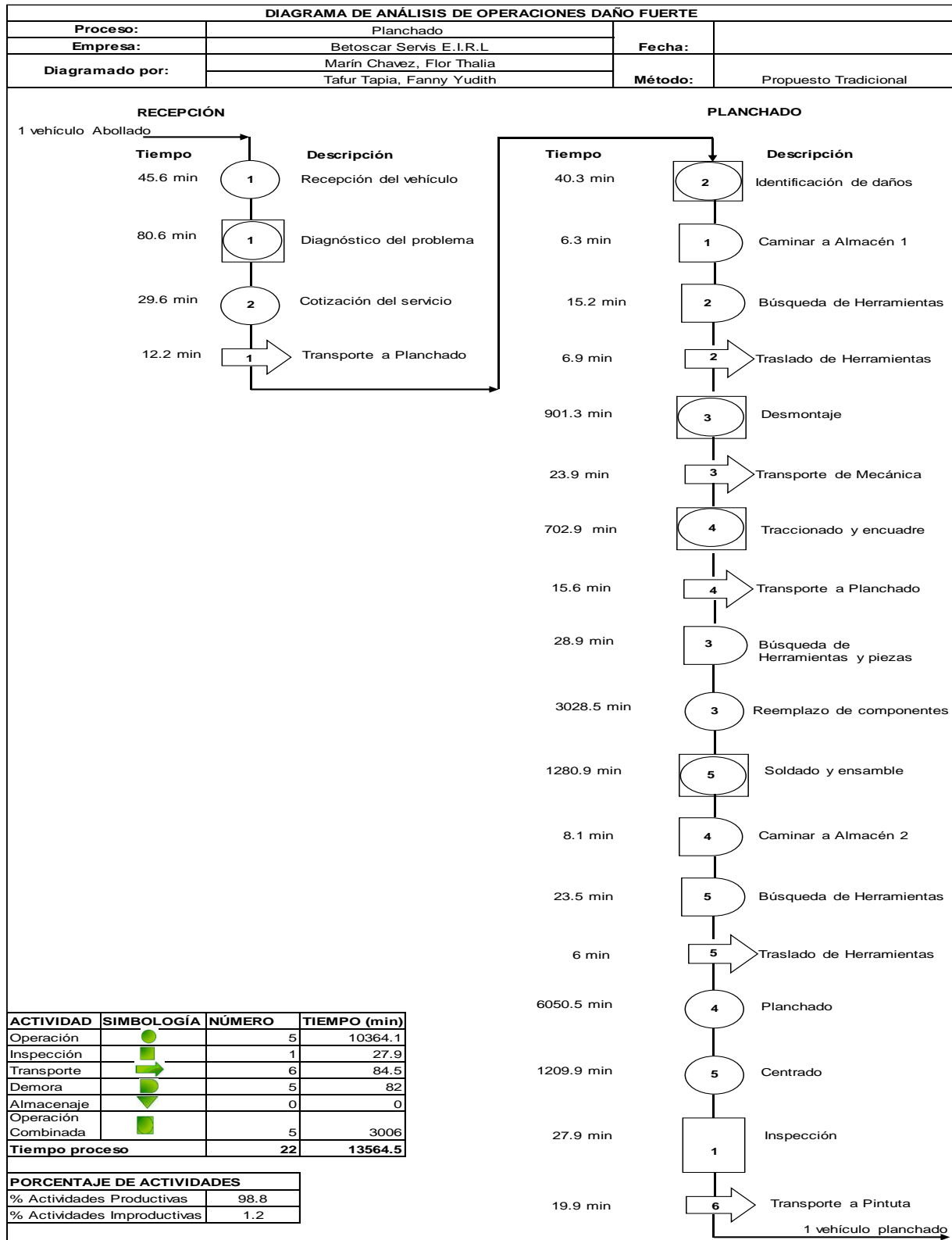


Figura 11. Diagrama de análisis daño fuerte.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 11 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño fuerte, en los cuales observamos que se tiene un total de veintidós actividades.

En las características principales del planchado del daño fuerte, según la información brindada por la empresa Betoscar Servis, existe reparación de los miembros estructurales, existe un desmontaje de piezas, traccionado, un ensamble de piezas, reemplazo de componentes además se utiliza martillos, alambres, hasta 8 metros cúbicos de oxígeno y 30 kg de carburo.

El proceso de planchado, se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa, el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnóstico ve el trabajo que va a realizar e identifica daños en el vehículo, luego de esto el operario se dirige al almacén 1 con el propósito de buscar herramientas necesarias para el trabajo, encontradas las herramientas las traslada y procede con el desmontaje de las piezas, luego traslada al vehículo hacia el área de mecánica para el traccionado y encuadre, una vez terminada esa operación hacen el transporte hacia el área de planchado, como existe desorden en el área el operario busca las herramientas y piezas en el piso para que proceda con el reemplazo de los componentes luego que pone los componentes procede con el soldado y ensamble, terminada esta actividad y el operario va en busca de nuevas herramientas hacia el almacén 2, inmediatamente luego de encontrado las herramientas necesarias las traslada y empieza con el planchado del vehículo, centra al vehículo y está listo para la inspección necesaria donde los operarios revisan que el vehículo esté correctamente planchado para pasar al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado fuerte también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del nivel de abolladura fuerte las cuales vendría a ser 96.8% y 1.2% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Fuerte

Tabla 8 *Tiempo de las actividades de planchado daño fuerte*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	45,6
Diagnóstico del problema	80,6
Cotización del servicio	29,6
Trasporte al área de planchado	12,2
Identificación de daños	40,3
Caminar hacia el área de almacén 1	6,3
Buscar herramientas	15,2
Traslado de herramientas	6,9
Desmontaje	901,3
Transporte al área de mecánica	23,9
Traccionado y encuadre	702,9
Trasporte al área de planchado	15,6
Busca de herramientas y piezas	28,9
Reemplazo de componentes	3028,5
Soldado y ensamble	1280,9
Caminar hacia el almacén 2	8,1
Busca de herramientas	23,5
Traslado de herramientas	6
Planchado	6050,5
Centrado	1209,9
Inspección	27,9
A pintura	19,9
Tiempo de ciclo	13564,5

Fuente: Elaboración Propia.

$$\begin{aligned}
 \textit{Tiempo de ciclo} = & 45,6\textit{min} + 80,6\textit{min} + 29,6\textit{min} + 12,2\textit{min} + 40,3\textit{min} + 6,3\textit{min} + 15,2\textit{min} + \\
 & 9,9\textit{min} + 901,3\textit{min} + 23,9\textit{min} + 702,9\textit{min} + 15,6\textit{min} + 28,9\textit{min} + 3028,5\textit{min} + \\
 & 1280,9\textit{min} + 8,1\textit{min} + 23,5\textit{min} + 6\textit{min} + 6050,5\textit{min} + 1209,9\textit{min} + 27,9\textit{min} + 19,9\textit{min}
 \end{aligned}$$

$$\textit{Tiempo de ciclo} = 13\ 564,5\textit{min}.$$

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado mediano, luego de la toma de tiempos de las mismas obteniéndose un tiempo de ciclo de 13 564,5 minutos para el daño fuerte.

3.2.1.2. Tiempo de espera por el tipo de daño

Ecuación 5 Tiempo de espera

$$\text{Tiempo de espera} = \text{Demora}(1) + \text{Demora}(2) + \text{Demora}(3) \dots + \text{Demora}(n)$$

Tiempo de espera: Leve

Tabla 9 *Demoras* del proceso de planchado daño leve

Descripción de Elementos	Demora (min)
Caminar hacia el área de almacén 1	6,5
Buscar herramientas para Desmontaje	14,0
Busca de herramientas y piezas para Soldado y Ensamble	16,0
Caminar hacia el área de almacén 2	7,5
Busca de herramientas para Planchado	23,9
Total	67,9

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Tiempo de espera} = 6,5 \text{ min} + 14 \text{ min} + 16 \text{ min} + 7,5 \text{ min} + 23,9 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de espera} = 67,9 \text{ min.}$$

El tiempo de espera en el proceso de planchado con daño leve, se considera al tiempo de demora, pues en este el proceso se encuentra paralizado y en espera para ser ejecutado, teniendo 67,9 min; para este tipo de daño, elaborado en base al diagrama de análisis de operaciones de daño leve.

Tiempo de espera: Mediano

Tabla 10 *Demoras* del proceso de planchado daño mediano

Descripción de Elementos	Demora (min)
Caminar hacia el área de almacén 1	5,9
Buscar herramientas para Desmontaje	13,0
Busca de herramientas y piezas para Soldado y Ensamble	26,2
Caminar hacia el área de almacén 2	5,8
Busca de herramientas para Planchado	17,8
Total	68,7

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Tiempo de espera} = 5,9 \text{ min} + 13 \text{ min} + 26,2 \text{ min} + 5,8 \text{ min} + 17,8 \text{ min}$$

$$\text{Tiempo de espera} = 68,7 \text{ min.}$$

El tiempo de espera en el proceso de planchado con daño mediano, se considera al tiempo de demora, pues en este el proceso se encuentra paralizado y en espera para ser ejecutado, teniendo 68,7 min; para este tipo de daño. Elaborado en base al diagrama de análisis de operaciones de daño mediano.

Tiempo de espera: Fuerte

Tabla 11 *Demoras* del proceso de planchado daño fuerte

Descripción de Elementos	Demora (min)
Caminar hacia el área de almacén 1	6,3
Buscar herramientas para Desmontaje	15,2
Busca de herramientas y piezas para Soldado y Ensamble	28,9
Caminar hacia el área de almacén 2	8,1
Busca de herramientas para Planchado	23,5
Total	82

Fuente: Elaboración Propia.

$$Tiempo\ de\ espera = 6,3\ min + 15,2\ min + 28,9\ min + 8,1\ min + 23,5\ min$$

$$Tiempo\ de\ espera = 82\ min.$$

El tiempo de espera en el proceso de planchado con daño fuerte, se considera al tiempo de demora, pues en este el proceso se encuentra paralizado y en espera para ser ejecutado, teniendo 82 min para este tipo de daño. Elaborado en base al diagrama de análisis de operaciones de daño fuerte.

3.2.1.2 Transporte

Para identificar las causas que se ocasionan en este desperdicio se tomó en cuenta el diagrama Ishikawa.

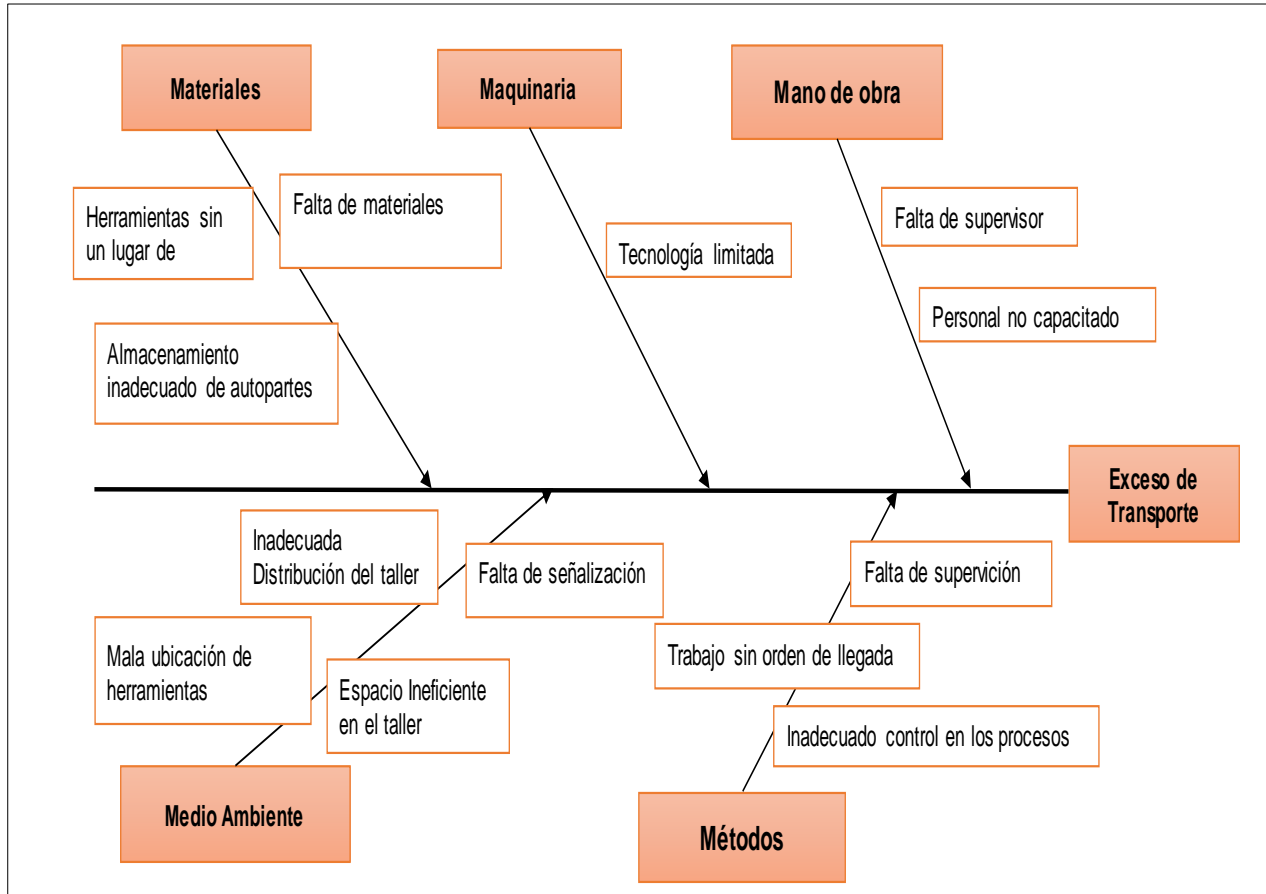


Figura 12. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio transporte.

Fuente: Elaboración propia

a) Materiales:

- Hay herramientas en el taller sin un lugar de guardado, también hay un almacenamiento inadecuado de autopartes y existe un transporte innecesario cuando se tiene que trasladar las herramientas de un sitio a otro para su uso, además de la falta materiales ocasiona que los operarios tengan que salir de sus puestos de trabajo a comprar.

b) Mano de obra:

- Falta de supervisor que ocasiona que los trabajadores no cumplan con sus responsabilidades dentro de la empresa.
- Personal no capacitado

c) Métodos:

- Trabajo sin orden de llegada.
- Inadecuado control de los procesos, ya que no se sabe en qué etapa se encuentra cada reparación del vehículo.
- Falta de supervisión de los procesos y métodos de trabajo.

d) Medio Ambiente:

- Inadecuada distribución de las áreas en el taller.
- Falta de señalización de pisos y paredes.
- Espacio ineficiente en el taller.
- Mala ubicación de herramientas.

e) Maquinaria:

- Tecnología Limitada por la cantidad, ya que el operario tiene que moverse entre área para disponer de ella.

3.2.1.2.1 Distancia Recorrida en el área de planchado

Para el análisis de este desperdicio en el proceso de planchado también se identificó 3 niveles de abolladuras en vehículos livianos (camionetas) en los tres niveles de abolladura leve, medio y fuerte donde se realizó la toma de tiempos, a partir de esta se construye los diagramas de flujo y de recorrido que nos dará el metraje transitado en cada uno de los niveles.

3.2.1.2.1.1 Diagrama Actual de Flujo del Proceso

Los siguientes diagramas de flujo del proceso de planchado muestran las actividades a realizar desde la recepción del vehículo hasta la entrega al área de pintura.

Diagrama de Flujo del proceso daño leve

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Leve										
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L			Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros				
Área: Planchado- Nivel de daño Leve			Operación	3						
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía		Combinada	4						
	Tafur Tapia, Fanny Yudith		Transporte	4						
			Demora	5						
			Inspección	1						
			Almacenamiento	0						
			Tiempo (min)	936.5						
			Distancia (m)	82						
Descripción de los elementos		Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones	
Recepción de vehículo		●	■	➔	⊔	▼		12.8		
Diagnóstico del problema		●	■	➔	⊔	▼		30.6		
Cotización del servicio		●	■	➔	⊔	▼		15.8		
Trasporte al área de planchado		●	■	➔	⊔	▼	8	8.5		
Identificación de daños		●	■	➔	⊔	▼		47.9		
Caminar hacia el área de almacén 1		●	■	➔	⊔	▼	15	6.5	Herramientas fuera del alcance	
Buscar herramientas		●	■	➔	⊔	▼		14.0	Falta de orden y limpieza	
Transporte de herramientas		●	■	➔	⊔	▼	15	7.1		
Desmontaje		●	■	➔	⊔	▼		201.7	Tiempo excesivo	
Busca de herramientas y piezas		●	■	➔	⊔	▼	6	16.0	Las herramientas no estan en el lugar correcto	
Soldado y ensamble		●	■	➔	⊔	▼		170.5		
Caminar hacia el almacén 2		●	■	➔	⊔	▼	16	7.5	Herramientas fuera del alcance	
Busca de herramientas		●	■	➔	⊔	▼		23.9		
Traslado de herramientas		●	■	➔	⊔	▼	16	5.8		
Planchado		●	■	➔	⊔	▼		352.7		
Inspección		●	■	➔	⊔	▼		8.1		
A pintura		●	■	➔	⊔	▼	6	7.3		
							82			

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso daño leve.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo del proceso leve, muestra que se toma un tiempo de 936,5 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura leve y existe 82 m durante el recorrido. Además, se puede observar que existe actividades productivas (3 operaciones, 4 operaciones combinadas, 1 inspección) y actividades improductivas (4 transportes, 5 demoras).

Este diagrama da a conocer que existe pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas, ya que los operarios están haciendo largos recorridos en la búsqueda de estas, van del almacén 1 hacia un almacén 2 sin saber donde están las herramientas a utilizar, en todo el proceso se pudo observar que también existe demoras por falta de orden y limpieza y mala ubicación de los almacenes y equipos de trabajo. Esto nos da a entender que necesita un reordenamiento y una estandarización en el área.

Tabla 12 *Distancias recorridas entre área de trabajo*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Caminar hacia el área de almacén 1	15
Buscar herramientas	
Transporte de herramientas	15
Desmontaje	
Busca de herramientas y piezas	6
Soldado y ensamble	
Caminar hacia el almacén 2	16
Busca de herramientas	
Traslado de herramientas	16
Planchado	
Inspección	
A pintura	
Total	82m

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se puede observar que el operario hace un recorrido de 82m en el área de planchado, siendo una significativa demora para el proceso.

Diagrama de Flujo del proceso daño Mediano

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Mediano										
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L		Elemento		Presente	Propuesto	Ahorros				
Área: Planchado- Nivel de daño Leve		Operación		4						
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía Tafur Tapia, Fanny Yudith	Combinada		5						
		Transporte		6						
		Demora		5						
		Insepección		1						
		Almacenamiento		0						
		Tiempo (min)		2469.7						
		Distancia (m)		135						
Descripción de los elementos		Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones	
Recepción de vehículo		●	■	→	⊔	▼		26.3		
Diagnóstico del problema		●	■	→	⊔	▼		37.6		
Cotización del servicio		●	■	→	⊔	▼		16.7		
Trasporte al área de planchado		●	■	→	⊔	▼	8	8.3		
Identificación de daños		●	■	→	⊔	▼		49.8		
Caminar hacia el área de almacén 1		●	■	→	⊔	▼	15	5.9	Herramientas fuera del alcance	
Buscar herramientas		●	■	→	⊔	▼		13.0	Falta de orden y limpieza	
Traslado de herramientas		●	■	→	⊔	▼	15	5.7	Movimientos innecesarios	
Desmontaje		●	■	→	⊔	▼		502.7	Tiempo excesivo	
Transporte al área de mecánica		●	■	→	⊔	▼	20	17.9		
Traccionado y encuadre		●	■	→	⊔	▼		485.3		
Trasporte al área de planchado		●	■	→	⊔	▼	20	14.2		
Busca de herremientas y piezas		●	■	→	⊔	▼	15	26.2	Las herramientas no están en el lugar correcto	
Reemplazo de componentes		●	■	→	⊔	▼		520.0		
Soldado y ensamble		●	■	→	⊔	▼		219.3	Movimientos innecesarios	
Caminar hacia el almacén 2		●	■	→	⊔	▼	18	5.8	Herramientas fuera del alcance	
Busca de herramientas		●	■	→	⊔	▼		17.8		
Traslado de herramientas		●	■	→	⊔	▼	18	5.25	Movimientos innecesarios	
Planchado		●	■	→	⊔	▼		477.75		
Inspección		●	■	→	⊔	▼		9.175		
A pintura		●	■	→	⊔	▼	6	5.375		
							135			

Figura 14. Diagrama de flujo del proceso daño mediano.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo del proceso mediano, muestra que se toma un tiempo de 2 469,7 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura medio y existe 135 m durante el recorrido. Además, se puede observar que existe productivas (4 operaciones, 5 operaciones combinadas, 1 inspección) y actividades improductivas (6 transportes, 5 demoras). Este diagrama también da a conocer que existe pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas, ya que los operarios están haciendo largos recorridos en la búsqueda de estas.

Tabla 13 *Distancia recorrida entre área de trabajo*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Caminar hacia el área de almacén 1	15
Buscar herramientas	
Traslado de herramientas	20
Desmontaje	
Transporte al área de mecánica	20
Traccionado y encuadre	
Trasporte al área de planchado	20
Busca de herramientas y piezas	15
Reemplazo de componentes	
Soldado y ensamble	
Caminar hacia el almacén 2	18
Busca de herramientas	
Traslado de herramientas	18
Planchado	
Inspección	
A pintura	6
Total	135

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se puede observar que el operario hace un recorrido de 135m en el área de planchado, siendo una significativa demora para el proceso de servicio en la mencionada área

Diagrama de Flujo del proceso daño Fuerte

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Fuerte									
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros				
Área: Planchado- Nivel de daño Leve		Operación	5						
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía Tafur Tapia, Fanny Yudith	Combinada	5						
		Transporte	6						
		Demora	5						
		Insepección	1						
		Almacenamiento	0						
		Tiempo (min)	13564.5						
		Distancia (m)	140						
Descripción de los elementos	Símbolo						Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones
Recepción de vehículo								45.6	
Diagnóstico del problema								80.6	
Cotización del servicio								29.6	
Trasporte al área de planchado							8	12.2	
Identificación de daños								40.3	
Caminar hacia el área de almacén 1							15	6.3	Herramientas fuera del alcance
Buscar herramientas								15.2	Falta de orden y limpieza
Traslado de herramientas							15	6.9	Movimientos innecesarios
Desmontaje								901.3	Tiempo excesivo
Transporte al área de mecánica							20	23.9	
Traccionado y encuadre								702.9	
Trasporte al área de planchado							20	15.6	
Busca de herremientas y piezas							18	28.9	Las herramientas no están en el lugar correcto
Reemplazo de componenetes								3028.5	
Soldado y ensamble								1280.9	Movimientos innecesarios
Caminar hacia el almacén 2							18	8.1	Herramientas fuera del alcance
Busca de herramientas								23.5	
Traslado de herramientas							18	6	Movimientos innecesarios
Planchado								6050.5	
Centrado								1209.9	Desorden en el área
Inspección								27.9	
A pintura							8	19.9	
							140		

Figura 15. Diagrama de flujo del proceso daño fuerte.

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo del proceso fuerte, muestra que se toma un tiempo de 13 564,5 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura fuerte y existe 140m durante el recorrido. Además se puede observar que existe actividades productivas (5 operaciones, 5 operaciones combinadas, 1 inspección) y actividades improductivas (6 transportes, 5 demoras).

Este diagrama da a conocer que existe pérdida de tiempo en búsqueda de herramientas, ya que los operarios están haciendo largos recorridos en la búsqueda de estas, van de un almacén 1 hacia un almacén 2 sin saber donde estan las herramientas a utilizar, en todo el proceso se pudo observar que también existe demoras por falta de orden y limpieza y mala ubicación de los almacenes y equipos de trabajo.

Tabla 14 *Distancia recorrida entre área de trabajo*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Caminar hacia el área de almacén 1	15
Buscar herramientas	
Traslado de herramientas	15
Desmontaje	
Transporte al área de mecánica	20
Traccionado y encuadre	
Trasporte al área de planchado	20
Busca de herramientas y piezas	18
Reemplazo de componentes	
Soldado y ensamble	
Caminar hacia el almacén 2	18
Busca de herramientas	
Traslado de herramientas	18
Planchado	
Centrado	
Inspección	
A pintura	8
Total	140

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 14 se puede observar que el operario hace un recorrido de 140m en el área de planchado, siendo una significativa demora para el proceso de servicio en la mencionada área.

3.2.1.3.1.2 Diagramas de recorrido (distribución Ineficiente)

En los diagramas siguientes se evidencia que el taller no se encuentra distribuido de manera eficiente, debido a que el área de planchado se encuentra alejado de los almacenes donde esta las herraminetas de trabajo y cuando hay mucha demanda los carros impiden el paso a los operarios, generando un recorrido innecesario del operario y del vehiculo hacia otras áreas, además de generar demoras excesivas por el desorden y la falta de limpieza que existe.

A continuación se muestra la distribución de planta actual, la cual servirá de base para la elaboración de los diagramas de recorrido:

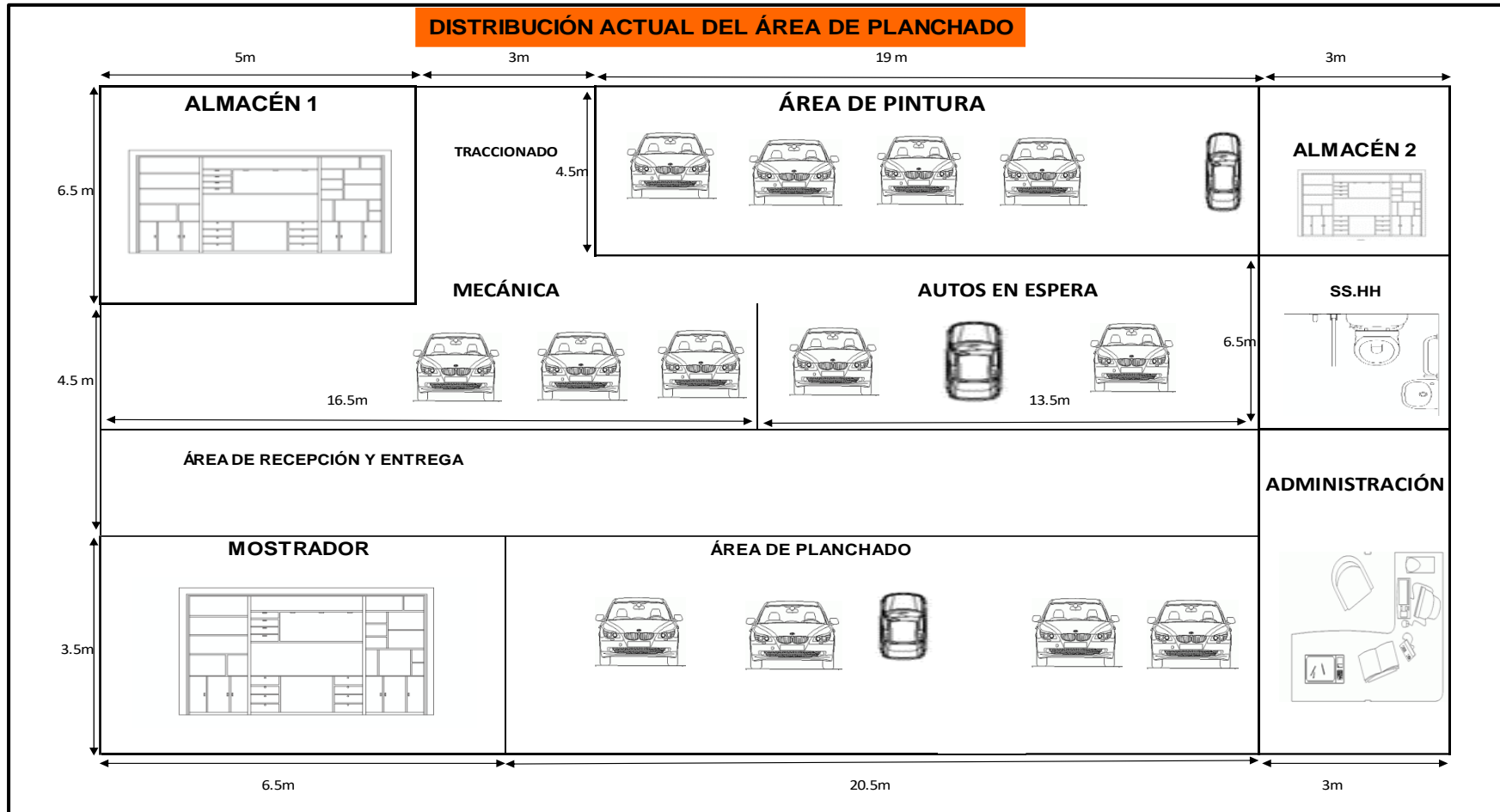


Figura 16. Distribución actual de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.1 Diagrama de recorrido daño Leve

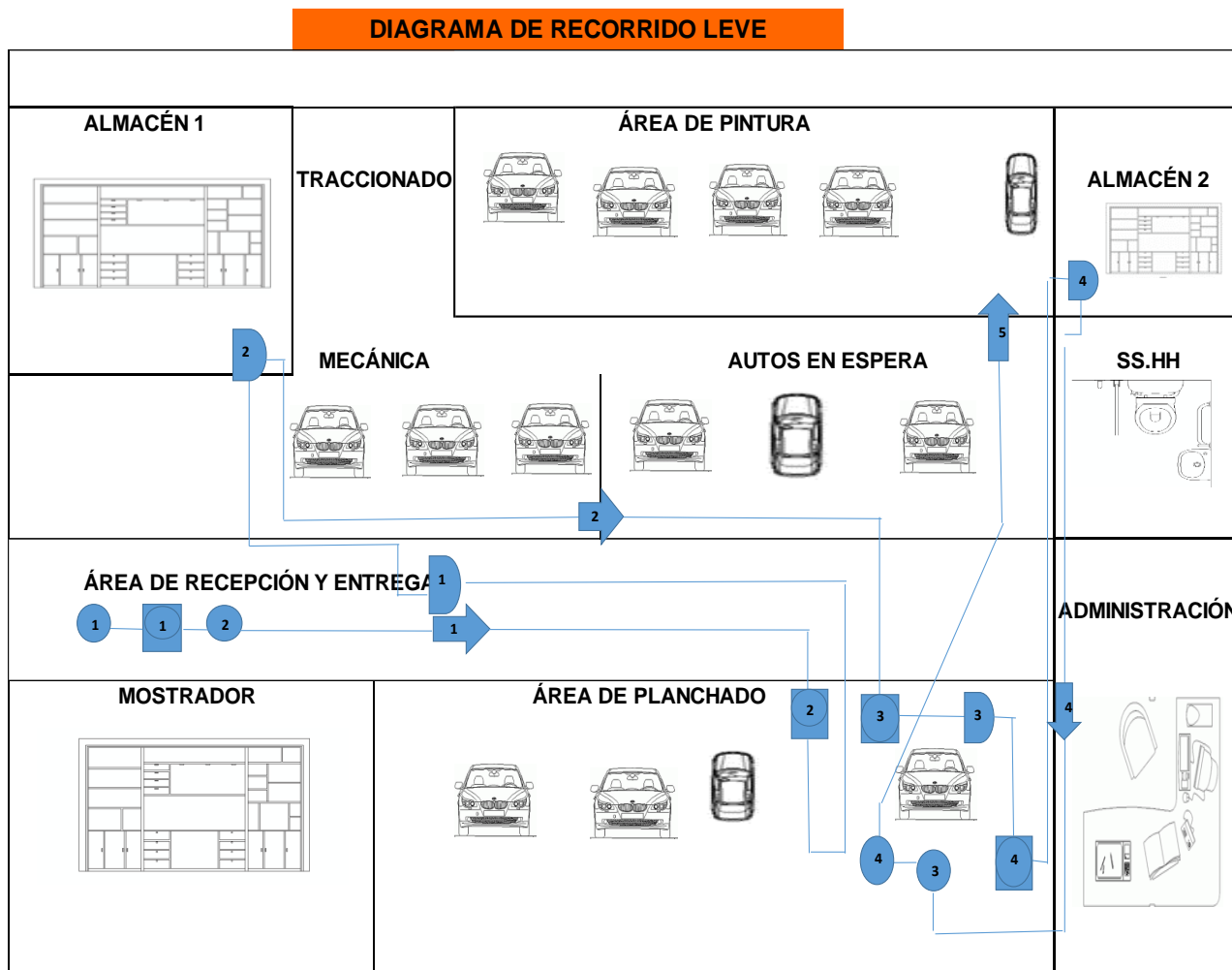


Figura 17. Diagrama de recorrido nivel de abolladura Leve.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 17 se muestra el diagrama de recorrido que está hecho de acuerdo a la distribución actual del taller, donde se puede observar el recorrido que se hace para el nivel de abolladura leve. Este recorrido empieza por el área de recepción donde el encargado del área recibe, diagnostica y cotiza el servicio. Luego el vehículo es trasladado al área de planchado donde se observa que hay falta de orden y limpieza. Ya en el área de planchado se realiza la recepción e identificación de daños, el traslado de los operarios hacia los almacenes en busca de herramientas ocasiona demoras para la realización de las actividades.

3.2.5.2 Diagrama de recorrido daño Mediano

DIAGRAMA DE RECORRIDO MEDIANO

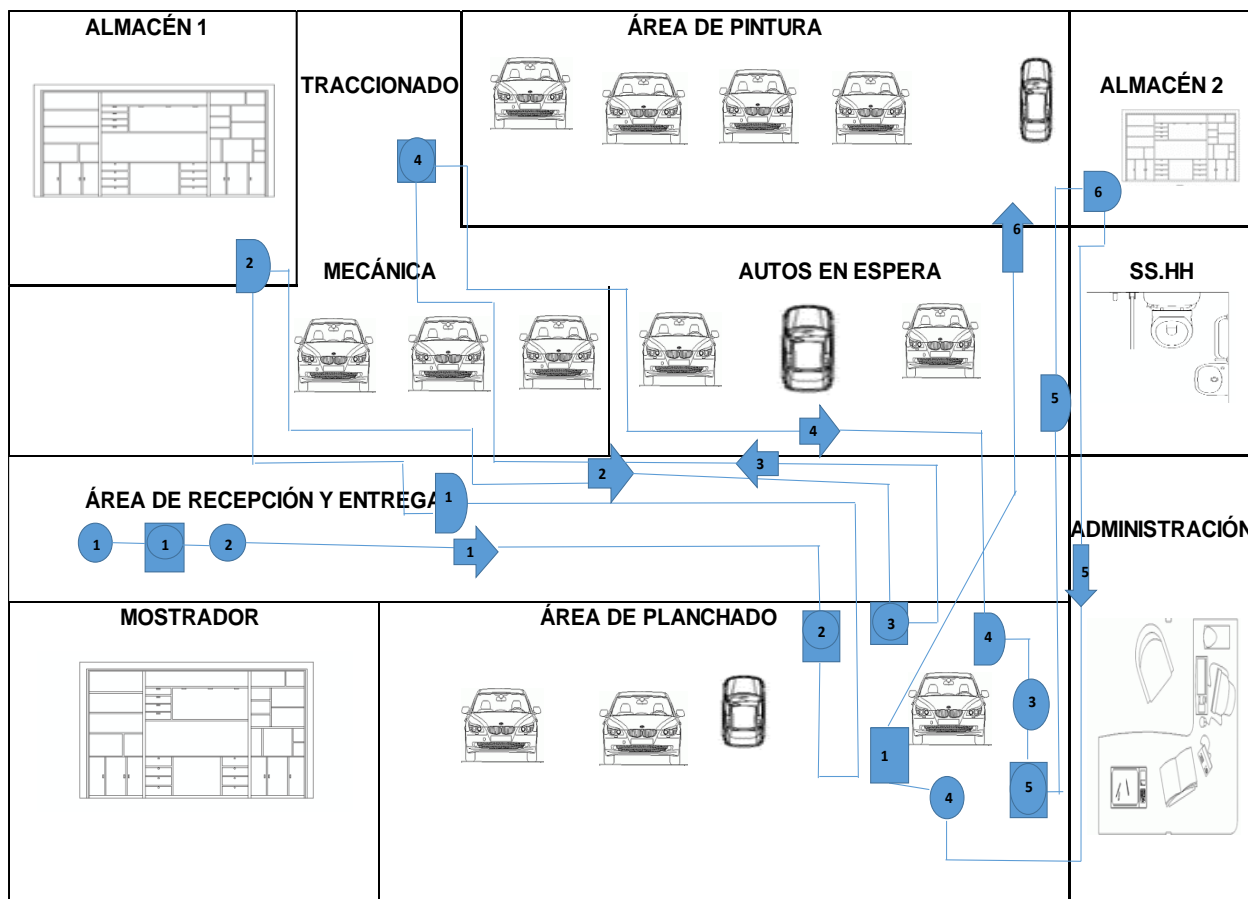


Figura 18. Diagrama de recorrido nivel de abolladura medio.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 18 se muestra el diagrama de recorrido que está hecho de acuerdo a la distribución actual del taller, donde se puede observar el recorrido que se hace para el nivel de abolladura mediano. Este recorrido empieza por el área de recepción donde el encargado del área recibe, diagnostica y cotiza el servicio. Luego el vehículo es trasladado al área de planchado donde se observa que hay falta de orden y limpieza. Ya en el área de planchado se realiza la recepción e identificación de daños, el traslado de los operarios hacia los almacenes en busca de herramientas ocasiona demoras para la realización de las actividades.

3.2.5.3 Diagrama de recorrido daño Fuerte

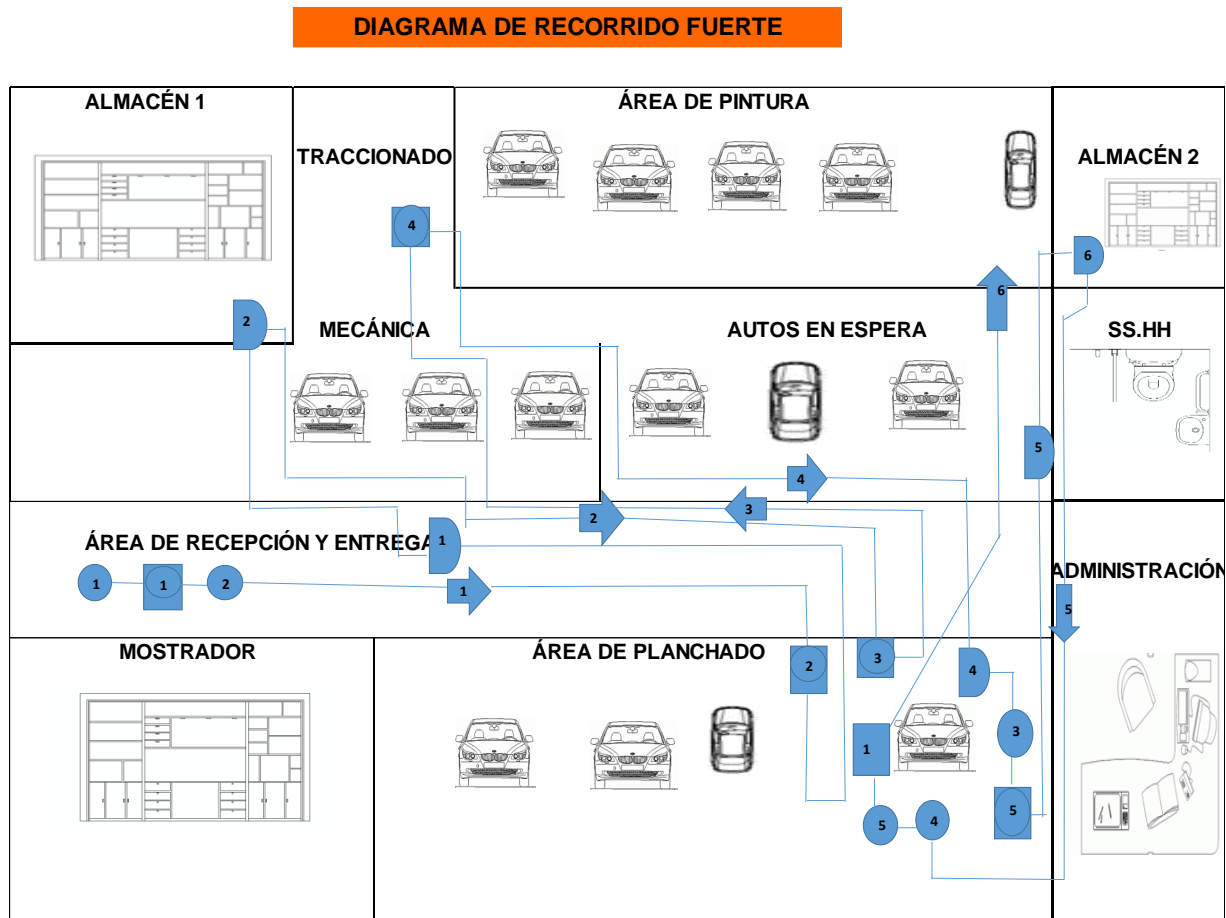


Figura 19. Diagrama de recorrido nivel de abolladura fuerte.

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 19 se muestra el diagrama de recorrido que está hecho de acuerdo a la distribución actual del taller, donde se puede observar el recorrido que se hace para el nivel de abolladura fuerte. Este recorrido empieza por el área de recepción donde el encargado del área recibe, diagnostica y cotiza el servicio. Luego el vehículo es trasladado al área de planchado donde se observa que hay falta de orden y limpieza. Ya en el área de planchado se realiza la recepción e identificación de daños, ensamble de piezas, etc. el traslado de los operarios hacia los almacenes en busca de herramientas ocasiona demoras para la realización de las actividades.

3.2.1.4 Capital Humano

Para identificar las causas que se ocasionan en este desperdicio se tomó en cuenta el diagrama Ishikawa.

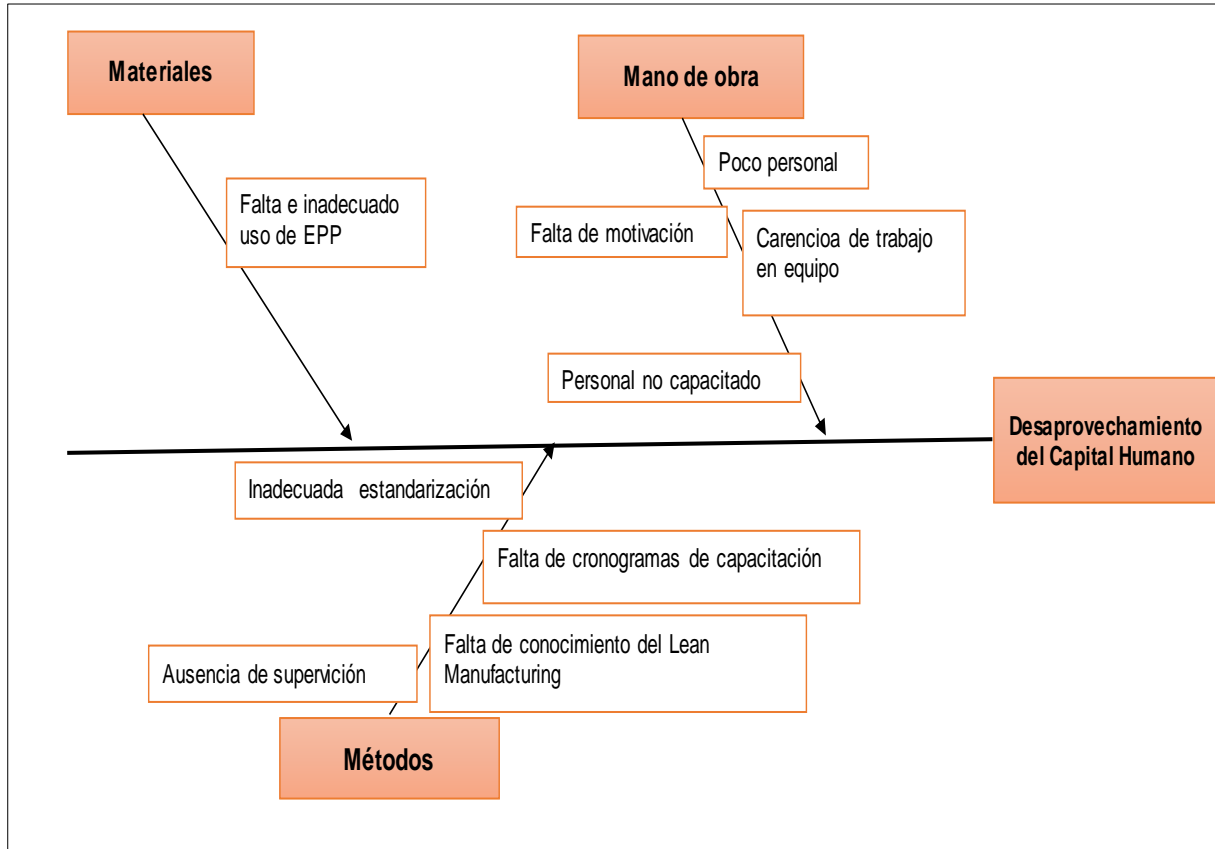


Figura 20. Diagrama de Ishikawa para el desperdicio Capital Humano

Fuente: Elaboración propia

- a) Mano de obra:
 - Poco personal para realizar procesos extensos.
 - Personal no capacitado tanto en temas de Lean Manufacturing como en productividad.
 - Falta de motivación por la falta de incentivos a los trabajadores.
 - Carencia de trabajo en equipo ya que no se maneja la gestión de talento humano.
- b) Métodos
 - Falta de cronograma de capacitación puesto que no se planea la capacitación para todo el personal, sino solo de los jefes de área.

- Inadecuada estandarización de los procesos por la falta de nuevos conocimientos.
 - Falta de conocimiento del Lean Manufacturing evidenciado en la encuesta respecto a este indicador.
 - Ausencia de supervisión de los procesos y actividades.
- c) Materiales:
- Falta e inadecuado uso de EPP.

Tabla 15 *Empleados Capacitados y No Capacitados de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.*

N°	CARGO DE EMPLEADOS	CAPACITACIÓN	
		SI	NO
1	Gerente General	X	
2	Jefe del área de planchado y pintura	X	
3	Trabajador 1 el área de Pintura		X
4	Trabajador 1 del área de planchado		X
5	Trabajador 2 del área de planchado		X
6	Jefe de área de mecánica	X	
7	Trabajador 1 del área de planchado		X

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 15, presenta los diversos empleados con los que cuenta la empresa Betoscar Servis, en cuanto se observa que los empleados que reciben capacitación anual son los siguientes: Gerente General; Jefe del área de planchado y pintura y Jefe de área de mecánica; esto debido a que la empresa pretende que los jefes mejoren sus áreas, sin tomar en cuenta que para ello se requiere de la mejora del trabajo de los operarios.

3.2.4.1.1 Empleados Capacitados

Ecuación 6 Empleados capacitados

$$Empleados\ Capacitados = \frac{N^{\circ}\ de\ empleados\ Capacitados}{Número\ Total\ de\ empleados} * 100$$

$$Empleados\ Capacitados = \frac{3\ empleados\ Capacitados\ Anualmente}{7\ empleados} * 100$$

$$Empleados\ Capacitados = 42.8\%$$

3.2.2 Diagnóstico de la variable dependiente (Productividad)

3.2.2.1 Producción

3.2.2.1.1 Unidades Producidas

Ecuación 7 Producción

$$\text{Producción} = \frac{Tb}{\text{Ciclo}}$$

Tb= Tiempo Base.

Tabla 16 *Tiempo de ciclo de acuerdo al nivel de daño*

DAÑO	TIEMPO CICLO
Leve	936.5 min
Mediano	2469.7 min
Fuerte	13564.5 min

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo de la producción trimestral, se toma en cuenta el tiempo de ciclo de acuerdo al nivel de daño (leve, mediano y fuerte) calculado anteriormente.

Tabla 17 *Cálculo de la producción de acuerdo al nivel de daño*

DAÑO	TIEMPO BASE	TIEMPO CICLO	PRODUCCIÓN	UNIDADES
LEVE	60min*8h*26 días = 12480 min	936.5 min	13.3	13 vehículos
MEDIANO	60min*8h*26 días = 12480 min	2469.7 min	5.1	5 vehículos
FUERTE	60min*8h*26 días = 12480 min	13564.5 min	0.9	1 vehículo

Fuente: Elaboración propia.

La producción trimestral en nivel de daño leve son 13 vehículos (camionetas), en daño mediano 5 vehículos (camionetas) y 1 vehículo (camioneta) en daño fuerte, calculándose a partir de los datos del tiempo de ciclo.

3.2.2.1.2 Ritmo de Producción

Ecuación 8 Ritmo de producción

$$\text{Ritmo de Producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda por período}}$$

Ritmo de producción: Leve

Tabla 18 *Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve*

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	50	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	13	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19 *Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve*

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (50min/turno) (430min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	430 25800	min/turno s/día
Demanda Diaria	(13 unid/mes)/(26días/mes)	0.50	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	51600.00	s/Unid
	(51600 s/ unid)*(1 min/60s)	860.00	min/Unid
	(860 min/Unid)*(1 h/60min)	14.33	h/Unid
	(14.33 h/Unid)*(1 día/8 h)	1.79	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño leve, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 51600 segundos (1,79 días/Unid), para luego ser entregado al proceso de pintura.

Ritmo de producción: Mediano

Tabla 20 *Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano*

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	50	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	5	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (50min/turno) (430min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	430 25800	min/turno s/día
Demanda Diaria	(5 unid/mes)/(26días/mes)	0.19	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	134160.00	s/Unid
	(134160s/ unid)*(1 min/60s)	2236.00	min/Unid
	(2236 min/Unid)*(1 h/60min)	37.27	h/Unid
	(37.27 h/Unid)*(1 día/8 h)	4.66	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño mediano, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 134 160 segundos (4,66 días/Unid), para luego ser entregado al proceso de pintura.

Ritmo de producción: Fuerte

Tabla 22 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	50	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	1	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (50min/turno) (430min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	430 25800	min/turno s/día
Demanda Diaria	(1 unid/mes)/(26días/mes)	0.04	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	670800.00	s/Unid
	(670800 s/ unid)*(1 min/60s)	11180.00	min/Unid
	(11180 min/Unid)*(1 h/60min)	186.33	h/Unid
	(186.33 h/Unid)*(1 día/8 h)	23.29	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño fuerte, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 670 800 segundos (23,29 días), para luego ser entregado al proceso de pintura.

3.2.2.1.3 Value Stream Mapping o Mapa de Flujo de Valor

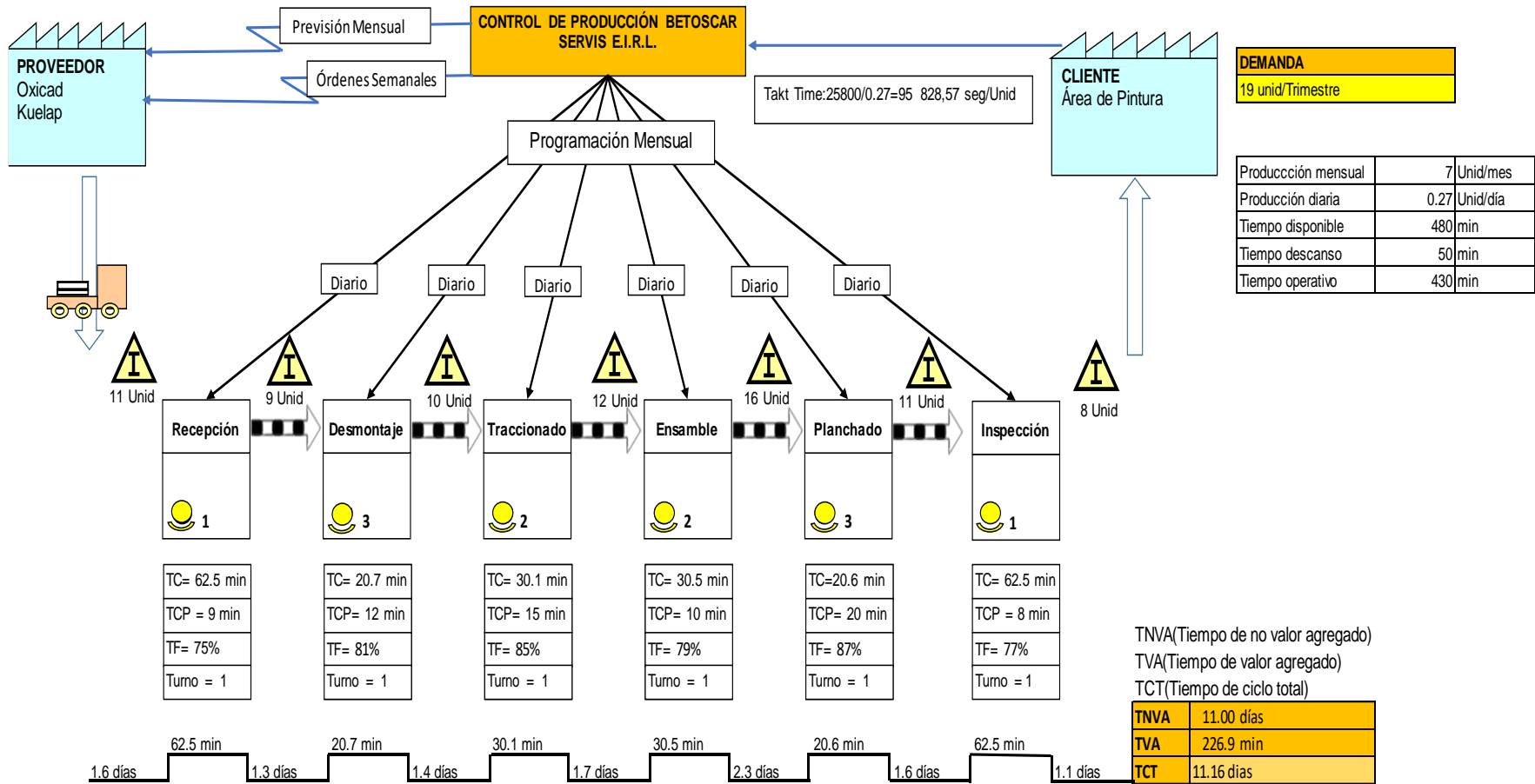


Figura 21. VSM actual del proceso de planchado

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 21 muestra el Mapa de Flujo de valor o Valú Stream Mapping del proceso de planchado en la empresa Betoscar Servis, para la elaboración del VSM se tuvieron en cuenta todas las actividades necesarias para el proceso de planchado que son las siguientes: Recepción, Desmontaje, Ensamble, Planchado e Inspección, obteniendo un tiempo de ciclo total de 11.16 días, siendo el tiempo de valor agregado (TVA) de 0.16 días o 226, 9 min y el tiempo sin valor agregado (TNVA) de 11 días.

Tabla 24 *Tiempo promedio en el área de trabajo*

		Tiempos (seg)
Actividades sin valor agregado		11 días
Actividades con valor agregado		0.16 días
Tiempo de ciclo total		11.16 días

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 24 nos muestra el resumen del VSM, de las actividades con y sin valor agregado, también el tiempo de ciclo total de cada actividad realizada.

3.2.2.2. Productividad

3.2.2.2.1 Productividad de Mano de Obra

Ecuación 9 Productividad de mano de obra

$$Productividad\ de\ M.O = \frac{Unidades\ Producidas}{Horas-Hombre\ empleadas}$$

$$Productividad\ de\ M.O = \frac{19\ Unid\ Trimestre}{78\ Días * 8h * 3\ Operarios}$$

$$Productividad\ de\ M. O = 0.010$$

Por cada Hora-Hombre se realiza 0,010 unidades en un trimestre.

3.2.2.2.2 Productividad de materiales

Ecuación 10 Productividad de materiales

$$Productividad\ Materiales = \frac{Servicios\ brindados}{Recursos\ utilizados}$$

- **Productividad del Oxígeno**

Tabla 25 Oxígeno necesario para cada nivel de abolladura

Materiales	Abolladura	Cantidad (m3)	Vehículos	(Total m3)	Costo (m3)	Costo Subtotal
Oxígeno	Leve	2	13	26	S/ 13.00	S/ 338.00
	Mediano	5	5	25	S/ 13.00	S/ 325.00
	Fuerte	8	1	8	S/ 13.00	S/ 104.00
Costo Total						S/ 767.00

Fuente: Elaboración Propia.

Daño Leve

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ leve = \frac{13\ Unidades\ producidas}{26m^3}$$

$$Productividad\ del\ oxígeno\ leve = 0.50$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realiza 0.50 unidades por trimestre.

Daño Mediano

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ mediano = \frac{5\ Unidades\ producidas}{25m^3}$$

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ mediano = 0.20$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realiza 0.20 unidades por trimestre.

Daño Fuerte

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ fuerte = \frac{1}{8m^3}$$

$$Productividades\ de\ Oxígeno\ fuerte = 0.13$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realiza 0.13 unidades por trimestre.

- **Productividad del Carburo**

Tabla 26 Carburo necesario para cada nivel de abolladura

Materiales	Abolladura	Cantidad (Kg)	Vehículos	(Total Kg)	Costo (Kg)	Costo Subtotal
Carburo	Leve	5	13	65	S/ 9.00	S/ 585.00
	Mediano	15	5	75	S/ 9.00	S/ 675.00
	Fuerte	30	1	30	S/ 9.00	S/ 270.00
Costo Total						S/ 1,530.00

Fuente: Elaboración Propia.

Daño Leve

$$\text{Productividad del carburo leve} = \frac{13 \text{ Unidades por trimestre}}{65\text{Kg}}$$

$$\text{Productividad del carburo leve} = 0.20$$

Por cada Kg que se utiliza de carburo se realiza 0.20 unidades por trimestre.

Daño Mediano

$$\text{Productividad del carburo mediano} = \frac{5 \text{ Unidades por trimestre}}{75\text{Kg}}$$

$$\text{Productividad del carburo mediano} = 0.06$$

Por cada Kg de carburo se realiza 0.06 unidades por trimestre.

Daño Fuerte

$$\text{Productividad del carburo fuerte} = \frac{1 \text{ Unidades por trimestre}}{30\text{Kg}}$$

$$\text{Productividad del carburo fuerte} = 0.03$$

Por cada Kg de carburo se realiza 0.03 unidades por trimestre.

3.2.2.2.3 Productividad de Energía Utilizada

Tabla 27 Consumo de energía mensual de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Mes	Consumo mensual (kwh)
Agosto	153.77
Setiembre	163.98
Octubre	178.17
Total de energía empleada	495.92
Energía diaria(26días hábiles /mes	19.07

Ecuación 11 Productividad de Energía Utilizada

$$\text{Productividad de energía utilizada} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Energía empleada}}$$

$$\text{Productividad de energía utilizada} = \frac{19 \text{ Unidades producidas}}{495.92 \text{ Kwh/trimestre}}$$

$$\text{Productividad de energía utilizada} = 0.038 \text{ Unidades/Khw}$$

Por cada Kwh se realiza 0.038 Unidades en un trimestre.

3.2.3 Resultados del Diagnóstico de las variables en Estudio

Tabla 28 Resultados del Diagnóstico de la variable independiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	NIVEL DE ABOLLADURA			INTERPRETACIÓN
				LEVE	MEDIANO	FUERTE	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	MOVIMIENTOS	Movimientos Eficientes	%	56,3%			Del estudio realizado en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado se identifica un 56,3% de movimientos eficientes.
		Movimientos Ineficientes	%	43,7%			Del estudio realizado en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado se identifica un 43,7% de movimientos ineficientes.
	TIEMPO DE ESPERA	Tiempo de ciclo	min	936,5 min	2469,7 min	13564,5 min	El tiempo de ciclo del planchado daño leve es de 936,5 min; del planchado daño mediano es de 2469,7 min y del proceso de planchado daño fuerte 13564,5 min.
		Tiempo de espera	min	67,9 min	68,7 min	82 min	El tiempo de espera del proceso de planchado daño leve es de 67,9 min, del proceso de planchado daño mediano 68,7 min y del proceso de planchado daño fuerte 82 min.
	TRANSPORTE	Distancia Recorrida	m	82 m	135 m	140 m	La distancia recorrida en planchado daño leve es de 82 m, en planchado daño mediano 135 m y en planchado daño fuerte 140 m.
	CAPITAL HUMANO	Empleados Capacitados	%	42,8%			Los empleados capacitados anualmente representa el 42,8 %, siendo los que reciben capacitación: Gerente General; Jefe del área de planchado y pintura y Jefe de área de mecánica.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29 Resultados del Diagnóstico de la variable dependiente

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	NIVEL DE ABOLLADURA			INTERPRETACIÓN
				LEVE	MEDIANO	FUERTE	
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	PRODUCCIÓN	Unidades producidas	Unid/Trim	13 Unid/Trim	5 Unid/Trim	1 Unid/Trim	La producción trimestral en nivel de daño leve son 13 vehículos (camionetas), en daño mediano 5 vehículos (camionetas) y 1 vehículo (camioneta) en daño fuerte.
		Ritmo de producción	s	51600 s (1,79 días/Unid)	134 160 s (4,66 días/Unid)	670 800 s (23,29 días/Unid)	Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño leve, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 51600 segundos (1,79 días/Unid), con un nivel de daño mediano en 134 160 segundos(4,66 días/unid) y con un nivel de daño fuerte 670 800 s (23,29 días/unid)
	PRODUCTIVIDAD	Productividad de M.O	Unid/Hora-Hombre	0,010 Unid/Hora-Hombre			Por cada Hora-Hombre se realiza 0,010 unidades en un trimestre.
		Productividad de Materiales	Unid/m ³	0.50	0.20	0.13	Por cada m ³ se realiza 0.50, 0.20, 0.13 unidades por trimestre respectivamente.
			Unid/Kg	0.20	0.06	0.03	Por cada kg se realiza 0.20, 0.06, 0.03 unidades por trimestre respectivamente.
		Productividad de Energía	Unid/kwh	0,038 Unid/kwh			Por cada Kwh se realiza 0,038 Unidades en un trimestre.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Desarrollo y Aplicación de la mejora

3.3.1 Movimientos

Para disminuir los movimientos no eficientes ocasionados en el área de planchado se utilizó la herramienta 5S y el diseño del área y puesto de trabajo que se describe a continuación:

3.3.1.1 5S

FORMATO DE EVALUACIÓN 5S		
Auditor(es): Marín Chávez, Tafur Tapia		Área auditada: Planchado
Criterios de evaluación:		
0=5 o más problemas 1= 4 problemas 2= 3 problemas 3= 2 problemas 4= 1 problema 5= 0 problemas		
SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?	2	Sí, algunas herramientas se encuentran fuera de uso, pero están almacenados juntos con los que sí son necesarios.
¿Existen herramientas en mal estado o inservibles?	3	Sí, no han sido separadas de las herramientas que sí sirven de las que no.
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito?	0	Sí, estos están siendo bloqueados por materiales y herramientas tirados por el suelo, además del poco espacio que se deja para el tránsito.
¿En el área hay cubre bocas, papeles, etc. Que son innecesarios?	2	Sí, existe algunos artefactos que no son parte de los procesos.
Suma	7	Resultado de Clasificar: (7/20*100)= 35%
SEITON- Organizar: "Un lugar para cada cosa"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	1	Sí, las herramientas no tienen un lugar asignado, por lo que se guardan en cualquier lugar.
¿Están los materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?	2	Sí, los operarios pierden tiempo al no encontrar sus herramientas y buscarlas dentro del área de trabajo o almacén.
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?	1	Sí, pues no existe señalización y los pasadisos se encuentran con señalización borrosa.
Suma	4	Resultado de Organizar: (4/15*100)= 26.67%
SEISO- Limpieza: "Un área de trabajo impecable"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Existe suciedad, polvo, o basura en el área de trabajo?	2	Sí, existe suciedad a causa de la falta de limpieza periódica.
¿Existen fugas de aceites, agua o aire en el área?	2	Sí, existen derrames de aceite en el área por el trabajo.
¿Los equipos y herramientas se encuentran sucios?	1	Sí, pues los equipos y herramientas no tienen un mantenimiento en limpieza.
Suma	5	Resultado de Limpieza: (5/15*100)= 33.33%
SEIKETSU- Estandarizar: "Todo siempre igual"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	2	Algunos operarios no tienen claro y bien definido el proceso.
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?	0	No existe suficientes señalamientos, además de que estos no son visibles.
¿Se realiza las operaciones en forma repetitiva?	2	No, depende del trabajo que este realizandose, y de la persona que lo está haciendo.
Suma	4	Resultado de Estandarizar: (4/15*100)= 26.27%
SHITSUKE- Autodiciplina: "Seguir las reglas"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal ha recibido 5S , ha recibido capacitación al respecto?	0	No hay conocimiento de las 5S por parte del personal.
¿Se aplica la cultura de las 5S, se practican continuamente los principios?	0	No se aplica la cultura 5S.
¿Completó la auditoria semanal y se graficaron los resultados en el pizarron de desempeño? ¿Se implementaron las medidas correctivas?	0	Nose aplica auditoria
Suma	0	Resultado de Estandarizar: (0/15*100)= 0%
Puntos Posibles (pp):	Puntos obtenidos(po):	Calificación (Po/pp*100)% = 25%
80	20	

Figura 22. Formato de evaluación 5S antes de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Con el formato de evaluación 5S, se auditó el área de planchado, respecto a sus 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) que tuvo un resultado de 25% de cumplimiento lo cual es un valor muy bajo para que las condiciones de esa área sean buenas. Además, con el mismo se obtuvo el porcentaje de cumplimiento individual de cada S, como a continuación se muestra:

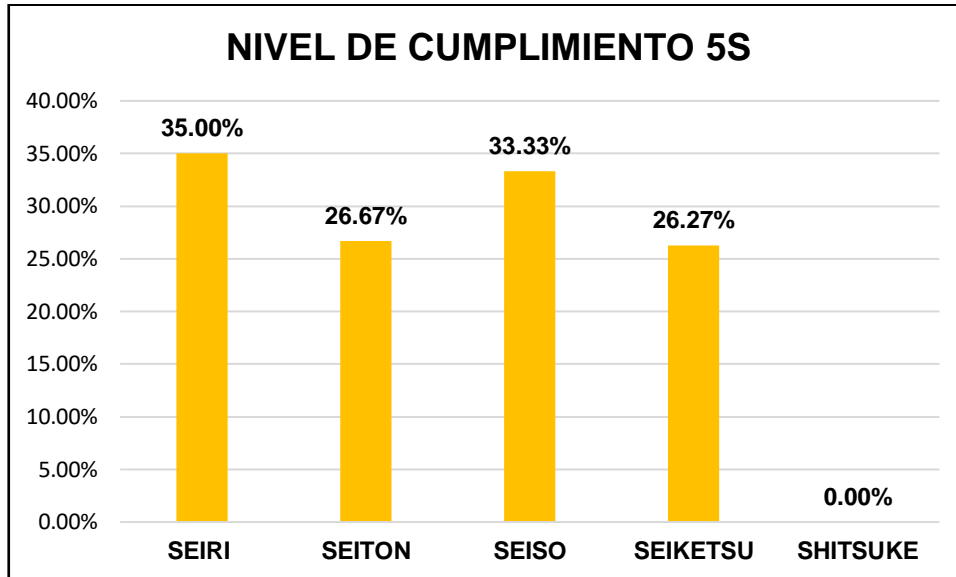


Figura 23. Nivel de Cumplimiento 5S antes de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 23 muestra el nivel de cumplimiento en Seiri (35%), en Seiton (26.67%), en Seiso (33.33%), en Seiketsu (26.27%) y en Shitsuke (0%), los cuales representan valores relativamente bajos, y que por tanto los problemas que ocurren a causa de la falta de cada una de las 5S es relativamente alto.

3.3.1.1.1 SEIRI (Clasificar y Desechar lo que no se necesita)

En el taller existen diversos objetos y herramientas innecesarias, entre las principales se encuentran cartones, sillas, materiales de desecho, herramientas, maquinaria descompuesta entre otros (Figura 24, 25). Los operadores como se denomina en la empresa, son los encargados de realizar los diferentes trabajos de planchado. Dichas actividades se ven obstaculizadas debido a la demora en el tiempo para encontrar las herramientas necesarias ya que no tiene buena clasificación de herramientas y equipos tanto en el área de trabajo como también en el área de almacén (Figura 25).



Figura 24. Herramientas proceso planchado.

Fuente: Galería de imágenes propias.



Figura 25. Almacén Herramientas

Fuente: Galería de imágenes propias.

Propuesta de implementación:

El primer paso para la clasificación es agrupar o eliminar del área de trabajo todos los elementos que no sean necesarios para realizar las actividades, es decir, diferenciar entre elementos necesarios (Tabla 30) y los no innecesarios para poder descartar estos últimos (Tabla 31).

Tabla 30 *Equipos, Herramientas y elementos necesarios*

N°	Elemento	Clasificación
1.	Máquina de Traccionamiento	Necesario
2.	Alambre	Necesario
3.	Mesa metálicas	Necesario
4.	EPP	Necesario
5.	Expansor Hidráulico	Necesario
6.	Máquina de Soldadura	Necesario
7.	Taladro	Necesario
8.	Esmeril	Necesario
9.	Limas	Necesario
10.	Planchas	Necesario
11.	Martillos	Necesario
12.	Galones de Carburo	Necesario
13.	Oxígeno	Necesario

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31 *Equipos, Herramientas y elementos innecesarios*

N°	Elemento	Clasificación
1.	Cartones	Innecesario
2.	Tablones	Innecesario
3.	Tarros usados	Innecesario
4.	Fundas de material	Innecesario
5.	Tubería	Innecesario
6.	Conos	Innecesario
7.	Brochas en mal estado	Innecesario
8.	Limas en mal estado	Innecesario
9.	Sillas de madera	Innecesario
10.	Martillos en mal estado	Innecesario

Fuente: Elaboración Propia

Luego se clasificó los elementos necesarios de los innecesarios, lo que se cree conveniente es usar las tarjetas rojas para determinar el uso final que tendrá dicho elemento innecesario, ya sea por: defectuoso, innecesario, desconocido, uso esporádico, sobrantes, y otro; como a continuación se muestra:

TARJETA ROJA

Nombre del objeto:				
Clasificación:	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinaria/Equipo		
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas		
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	<input type="checkbox"/> Partes	<input type="checkbox"/> Contenedores		
	<input type="checkbox"/> Producto Terminado	<input type="checkbox"/> Otros		
Valor:				
Razón para descartar:	<input type="checkbox"/> Innecesario	<input type="checkbox"/> Desconocido		
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes		
	<input type="checkbox"/> Uso Esporádico	<input type="checkbox"/> Otro		
Área responsable :				
Acción:	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo		
Fecha de descarte:				

Figura 26. Tarjeta Roja para Seiri.

Fuente: Villaseñor & Galindo (2008).

3.3.1.1.2 SEITON (Orden y Organización)

En Seiton se busca organizar los elementos que quedan después de Seiri, con el objetivo de agilizar su búsqueda. Además; de que pueda influir directamente en los tiempos de búsqueda de herramientas y materiales de trabajo, puesto que mejorando este aspecto se eliminan los minutos de desperdicio.

Para esto se debe de considerar:

- ✓ Seguridad
- ✓ Practicidad
- ✓ Flujo de personas y materiales

Organizando técnicas simples como:

- ✓ Implementación de señalización
- ✓ Adicionar Color al lugar de trabajo
- ✓ Aclarar las líneas de piso.

El orden es un valor que no se cumple en el taller.



Figura 27. Herramientas desordenadas 1.

Fuente: Galería de imágenes propias.



Figura 28. Herramientas desordenadas 2

Fuente: Galería de imágenes propias.



*Figura 29.*Herramientas desordenadas 3

Fuente: Galería de imágenes propias.

Una condición insegura que se podría presentar al no mejorar la visualización y señalización es que los operadores podrían tropezar o resbalarse y como resultado crear un riesgo de trabajo junto con una lesión física.



Figura 30. Piso sin señalización.

Fuente: Galería de imágenes propias.

Propuesta de implementación:

Técnicas para organizar

Guardar las herramientas utilizadas con más frecuencia junto al lugar de trabajo, se debe definir el lugar para así eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados. Al reordenar las herramientas necesarias quedaría como las imágenes y eliminaría tiempos de desperdicio.



Figura 31. Técnica para organizar 1.



Figura 32. Técnica para organizar 2.

Fuente: Galería de imágenes google.

Fuente: Galería de imágenes google.

En esta etapa de clasificación, se busca organizar el espacio de trabajo con el objetivo de evitar las pérdidas de tiempo y de energía, para esto se elabora la tabla de “frecuencia de uso / Ubicación” para el reacomodo de herramientas e insumos.

Tabla 32 Criterio de reorganización

Frecuencia de Uso	Donde Ubicarlo
A cada momento	Junto a la persona
Varias veces al día	Cerca de la persona
Varias veces por semana	Cerca del área de trabajo
Algunas veces al mes	En áreas comunes
Algunas veces al año	En bodega / archivo
Es posible que se use	Archivo muerto

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.1.3. SEISO (Limpieza)

Esta tercer “S” del modelo se desarrolló en tres etapas, las cuales ayudaron a fortalecer el hábito de la limpieza, manteniendo con esto el sitio de trabajo en óptimas condiciones.

Limpieza = Inspección

- ✓ Se tiene que definir zonas y responsabilidades.
- ✓ Se realizará una plática sobre la importancia del aseo personal, del hogar y cómo los trabajadores pueden aplicar esta rutina en el área de trabajo.
- ✓ Se realizará el día de la limpieza profunda donde se limpia el polvo, aceite de toda el área.
- ✓ Se asegura que las paredes, maquinarias, estantes y ventanas estuvieran libres de elementos de suciedad en base actividades tales como barrer, trapear, sacudir.
- ✓ Se puede pintar de color blanco todas las instalaciones del taller.
- ✓ Se les refuerza a los trabajadores que a estas actividades se les debe de dar seguimiento diariamente en cada una de sus áreas de trabajo.

La jornada de limpieza consiste en eliminar toda la suciedad, descubrir donde se origina (fuentes de contaminación), diseminación de la suciedad.



Figura 33. Imágenes muestra para aplicar sistema de limpieza.

Fuente: Galería de imágenes google.

Esto se puede realizar a través de un formato donde se definirán parámetros, metas, métodos, y roles de limpieza del área de planchado y de toda la empresa para poder llevar a cabo el seguimiento adecuado.

Como propuesta de implementación se dispone el siguiente cronograma de actividades de limpieza para la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Tabla 33 Cronograma de actividades de limpieza

CRONOGRAMA DIARIO DE LIMPIEZA EMPRESA BETOSCAR SERVIS E.I.R.L

Supervisado por: Administrador del Taller.				Fecha:	
Encargado	Sección	Horario	Funciones	Cumplió	
				Si	No
Jefe de área de planchado y pintura	1	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		
Trabajador 1 del área de pintura	2	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		
Trabajador 1 del área de planchado	3	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		
Trabajador 2 del área de planchado	4	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		
Jefe del área de mecánica	5	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		
Trabajador 1 del área de mecánica	6	6.00 p.m-6.10 pm	Barrer; Limpiar y sacudir herramientas de trabajo		

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo el cronograma de limpieza del taller mecánico, involucrando a los trabajadores del área y sus secciones, es importante conocer la ubicación de las mismas, las cuales se muestra a continuación:

DISTRIBUCIÓN DE LA EMPRESA MEJORADA

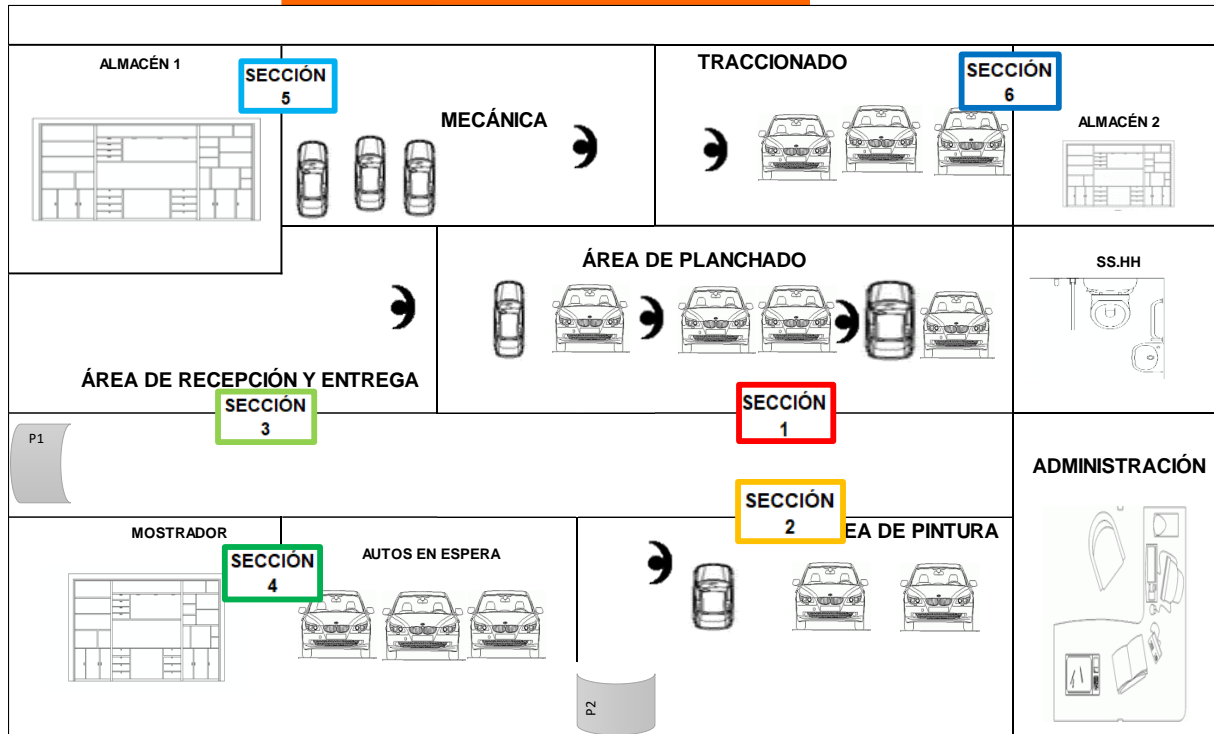


Figura 34. División de secciones del taller para la realización de actividades de limpieza.

Fuente: Elaboración propia.

Con las secciones asignadas para la realización de la limpieza de los trabajadores en el área de planchado, es importante el cumplimiento de lo establecido, por lo que se realizará la inspección para garantizar su cumplimiento mediante el siguiente formato:

Tabla 34 *Formato de inspección orden y aseo*

FORMATO DE INSPECCIÓN ORDEN Y ASEO				
Fecha:		N° de trabajadores:		
Participante en la inspección:				
N°	Actividades	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Las herramientas están bien apiladas y ordenadas de manera adecuada.			
2	Se tiene una dinámica de reciclaje.			
3	Los lugares para el almacenamiento de basura están ordenados.			
4	La maquinaria que se utiliza en el proceso está debidamente resguardados.			
5	Los botes donde se coloca la basura son adecuados en tamaño y número			
6	Los pisos están libres de obstáculos.			
7	Los extintores están debidamente abastecidos libres de residuos.			
8	Las herramientas están limpias y libres de suciedad			
9	Existe un control para los riesgos			
10	El baño está debidamente abastecido			
11	Las normas de seguridad se están aplicando.			
12	El sistema de iluminación, ventilación es eficiente.			
13	El personal usa los elementos de protección personal y están es buen estado.			

Fuente: Adaptado para la empresa Betoscar Servis de gestión empresarial.

3.3.1.1.4. SEIKETSU (Estandarización)

Una vez establecidos los lugares fijos para los determinados elementos dentro del taller, se procede a marcar las áreas con pintura, cinta y letreros. Se recalcará que la finalidad de los pasillos es el de tránsito de personal, por lo que no se debe dejar ningún tipo de objeto que obstruya dicho flujo. Se establecerán espacios de anaqueles para cada tipo de herramientas, se agruparán por tipo de frecuencia de uso y además se comprarán extintores.



Figura 35. Señalización del suelo.

Fuente: Galería de imágenes Google.



Figura 36. Estante para organización.

Fuente: Galería de imágenes Google.



Figura 37. Señalización zona segura.

Fuente: Galería de imágenes Google.



Figura 38. Señalización extintores

Fuente: Galería de imágenes Google.

Para concluir con la etapa de estandarización

- ✓ Se creará evidencia de cómo deben quedar organizadas las diferentes áreas del taller todos los días.
- ✓ Se propondrá a un encargado del seguimiento del programa de estandarización para poder mantenerlos al pasar del tiempo muy bien definidos.
- ✓ Se propone realizar reuniones semanales con el personal para conocer sus experiencias y de esta manera poder retroalimentar el sistema visual.

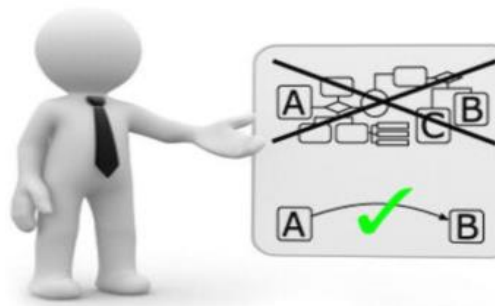


Figura 39. Imagen estandarizar.

Fuente: Galería de imágenes Google.

3.3.1.1.5 SHITSUKE (Autodisciplina)

La autodisciplina se logrará estimulando y concientizando al personal en acatar las políticas, procedimientos y normas establecidas en cada una de las S anteriores.

Para el logro de esta fase se recomienda realizar lo siguiente:

- ✓ Implementar una serie de procedimientos y formatos, para asegurar el cumplimiento de los estándares, con el fin de evaluar el progreso de las 5'S por medio de revisiones internas y el seguimiento a las mismas realizadas.
- ✓ Promover entre todos los involucrados el flujo de información.
- ✓ Fomentar el compañerismo y el trabajo en equipo.
- ✓ Considerar las ideas de mejora de todo el personal.
- ✓ Impulsar al personal a mantener su lugar de trabajo limpio y ordenado.
- ✓ Crear mecanismos para acatar y respetar las medidas de seguridad.
- ✓ Continuar la tarea de mantener buenos hábitos de higiene.

5S Después de la Mejora

Luego de presentada y planteada la propuesta de mejora, se analizará con el formato de evaluación antes presentado los resultados que se obtendrían al decidir implementar esta propuesta, respecto a las 5S general y a cada una de las S, como a continuación se muestra:

FORMATO DE EVALUACIÓN 5S MEJORADO		
Auditor(es): Marín Chávez, Tafur Tapia		Área auditada: Planchado
Criterios de evaluación:		
0=5 o más problemas 1= 4 problemas 2= 3 problemas 3= 2 problemas 4= 1 problema 5= 0 problemas		
SEIRI - Clasificar: "Mantener solo lo necesario"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay equipos o herramientas que no se utilicen o innecesarios en el área de trabajo?	4	No, porque con la propuesta de mejora se disminuirán los problemas en este punto.
¿Existen herramientas en mal estado o inservibles?	5	No, porque con la propuesta reducirá o eliminará estas condiciones.
¿Están los pasillos bloqueados o dificultando el tránsito?	5	No, porque con la propuesta se liberarán los pasillos, y el tránsito será más fluido.
¿En el área hay cubre bocas, papeles, etc. Que son innecesarios?	5	No, porque estos serán eliminados con 5S.
Suma	19	Resultado de Clasificar: (19/20*100)= 95%
SEITON- Organizar: "Un lugar para cada cosa"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Hay materiales fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?	4	No, porque las herramientas tendrán un lugar donde guardarse, cada una tendrá un lugar asignado.
¿Están los materiales y/o herramientas fuera del alcance del usuario?	4	No, los operarios ya no perderán tiempo buscando sus herramientas de trabajo.
¿Le falta delimitación e identificación al área de trabajo y a los pasillos?	4	No, pues la señalización del área de trabajo estará bien definida.
Suma	12	Resultado de Organizar: (12/15*100)= 80%
SEISO- Limpieza: "Un área de trabajo impecable"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿Existe suciedad, polvo, o basura en el área de trabajo?	5	No, porque se tiene un cronograma de limpieza diaria involucrando a todos los trabajadores.
¿Existen fugas de aceites, agua o aire en el área?	5	No, pues estas serán reducidas o eliminadas, por la limpieza periódica, además de corregir las irregularidades.
¿Los equipos y herramientas se encuentran sucios?	4	No, porque los equipos y herramientas tendrán mantenimiento en limpieza.
Suma	14	Resultado de Limpieza: (14/15*100)= 93.33%
SEIKETSU- Estandarizar: "Todo siempre igual"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?	4	Sí, porque el personal tendrá el conocimiento gracias a las capacitaciones que se brinden.
¿Las identificaciones y señalamientos son iguales y estandarizados?	5	Sí, estos se encuentran señalizados debidamente.
¿Se realiza las operaciones en forma repetitiva?	4	Sí, pues la estandarización permite todo ello.
Suma	13	Resultado de Estandarizar: (13/15*100)= 86.67%
SHITSUKE- Autodiciplina: "Seguir las reglas"		
Descripción	Calificación	Comentarios y notas para el siguiente nivel de mejora
¿El personal ha recibido 5S , ha recibido capacitación al respecto?	5	Sí, pues el personal tendrá el conocimiento gracias a las capacitaciones que se brinden.
¿Se aplica la cultura de las 5S, se practican continuamente los principios?	4	Sí, para lo cual se contará con la supervisión de los altos cargos en la empresa.
¿Completó la auditoria semanal y se graficaron los resultados en el pizarron de desempeño? ¿Se implementaron las medidas correctivas?	4	Sí, pues se aplicarán las auditorias para analizar y ver oportunidades de mejora.
Suma	13	Resultado de Estandarizar: (13/15*100)= 86.67%
Puntos Posibles (pp):	Puntos obtenidos(po):	Calificación (Po/pp*100)% = 88.75%
80	71	

Figura 40. Formato de evaluación 5S después de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Con el formato de evaluación 5S, se auditó el área de planchado, respecto a sus 5S (Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke) que tuvo un resultado de 88.75% de cumplimiento, lo cual es un valor mayor al 80% y por lo tanto las condiciones de esa área a futuro serían buenas. Además, con el mismo se obtuvo el porcentaje de cumplimiento individual mejorado de cada S, como a continuación se muestra:

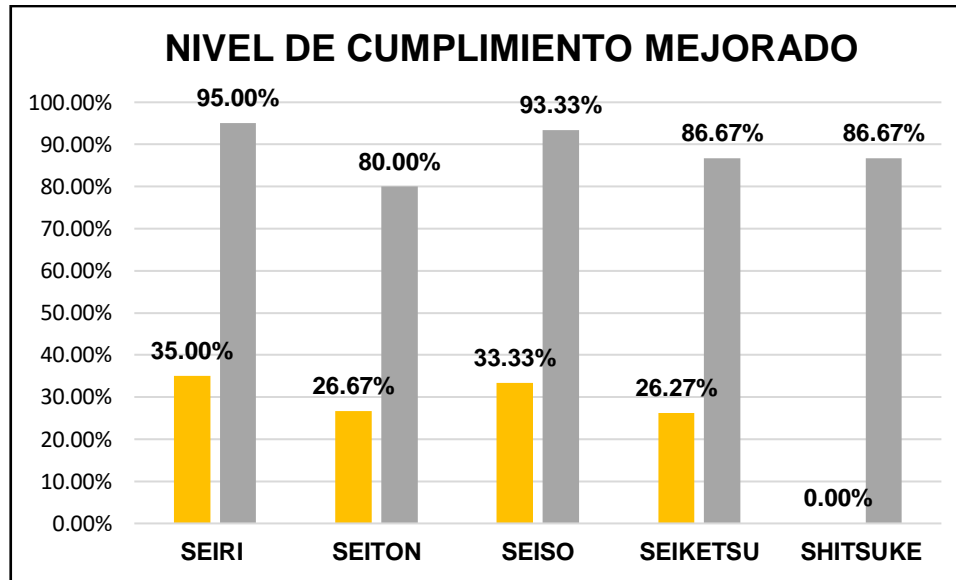


Figura 41. Nivel de Cumplimiento 5S antes de la mejora.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 38 muestra el nivel de cumplimiento mejorado en Seiri (95%), en Seiton (80%), en Seiso (93.33%), en Seiketsu (86.67%) y en Shitsuke (86.67%), los cuales representan valores relativamente altos, y que por tanto los problemas que ocurren a causa de la falta de cada una de las 5S disminuirían al mínimo.

3.3.1.2. Diseño de área y puestos de Trabajo.

Se propone el diseño de área y puestos de trabajo para que todos los procedimientos de las actividades se tengan que elaborar en un ambiente de trabajo agradable; con todos los instrumentos que el trabajador necesita para que realice sus actividades cómodamente y de la mejor manera.

Los factores a tener en cuenta para el desarrollo de los puestos de trabajo son los siguientes:

Formación realizada por el trabajador

La empresa Betoscar Servis debe contratar a profesionales aptos y dar oportunidad a jóvenes cajamarquinos para que realicen sus prácticas profesionales en sus instalaciones.

Recursos necesarios

Se refiere a poner a disposición del trabajador todos los recursos que necesite para el desarrollo de su labor es decir un ambiente adecuado donde pueda encontrar sus recursos fácilmente siguiendo el

criterio de reorganización propuesto en 5S, con las herramientas requeridas junto a los operarios y los estantes para mantener el orden y los recursos necesarios para la limpieza; además, la fácil identificación de herramientas y los materiales en el área.

Diseño de área y puesto de trabajo en el área de planchado

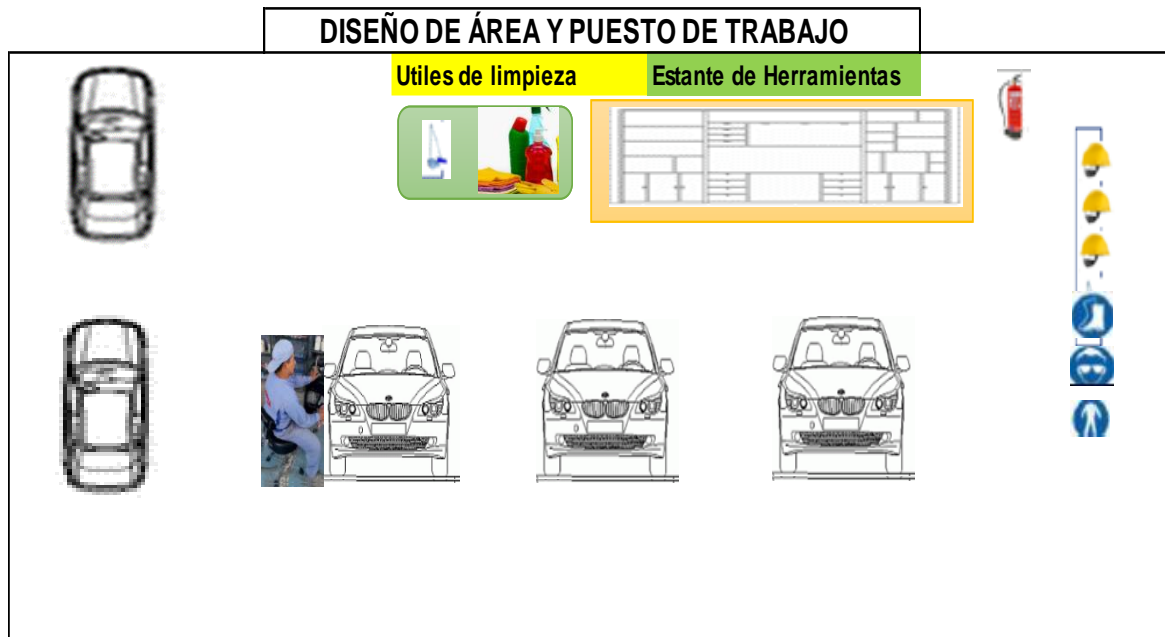


Figura 42. Diseño de área y puesto de trabajo del área de planchado.

Fuente: Elaboración propia

Los beneficios que se obtendrá según la correcta asignación de herramientas y materiales en el área de planchado son los siguientes:

- Se trabajará en un ambiente adecuado
- Ahorro de tiempo y movimientos.
- Se encontrará fácilmente los materiales.
- Facilidad y satisfacción de operarios al realizar sus labores
- Da una mejor apariencia.

3.3.1.3. Resultados de la Mejora

Luego de la propuesta de mejora en función a 5S y el diseño del área y puestos de trabajo evaluamos a los movimientos Therblig, donde se puede observar que aumenta significativamente los movimientos eficientes.








0	EVIDENCIAS	THERBLIG	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	TIPO	
					EFICIENTE	INEFICIENTE
1		Alcanzar	RE	El operario mueve la mano para sujetar la herramienta y ya no hay demoras.	X	
2		Seleccionar	SE	Selecciona una pieza, entre las distintas que se encuentran en los estantes del área de trabajo.		X
3		Desensamblar	DA	Retira o separa las partes o piezas dañadas del vehículo.	X	
4		Preposicionar	PP	El operario orienta el objeto durante el trabajo, para su posterior uso.	X	
5		Utilizar	U	Manipula una máquina de soldar para unir las piezas removidas.	X	
6		Utilizar	U	Utilizar el tiempo para rezalizar las actividades asignadas	X	
7		Sujetar	G	El operario sujeta el objeto con los manos y dedos.	X	
8		Parar	H	Una mano del operario sujeta un martillo, mientras la otra realiza trabajo útil		X

Figura 43. Análisis y Categorización Mejorada de Movimientos Therbligs en el área de Planchado.

Fuente: Elaboración propia

9		Sujetar	G	El operario sujeta una pieza para ser ensamblada posteriormente.	X	
10		Liberar	RL	Soltar el control de objeto	X	
11		Preposicionar	PP	El operario coloca llanta, para luego recibir uso posterior.	X	
12		Alcanzar	RE	El operario mueve la mano para sujetar el objeto desde el piso.	X	
13		Utilizar	U	El operario ya no perdiera tiempo en transportar, ahora trabajara en la tarea asignada	X	
14		Mover	M	Movimiento de la mano cargando un objeto, para realizar trabajo.	X	
15		Mover	M	Movimiento de la mano cargando un objeto, para realizar trabajo.	X	
16		Inspeccionar	I	El operario compara el objeto con el estándar, usando las manos y la vista.		X
TOTAL					13	3

Figura 44. Análisis y Categorización Mejorado de Movimientos Therbligs en el área de Planchado.
Continuación.

Fuente: Elaboración propia.

Movimientos Eficientes

$$ME = \frac{\sum \text{de movimientos eficientes}}{\sum \text{total de movimientos}} * 100$$

$$ME = \frac{13 \text{ Movimientos}}{16 \text{ Movimientos}} * 100$$

$$ME = 81.3\%$$

Con la propuesta de mejora podemos ver que en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs en el área de Planchado se incrementa significativamente de un 56.3% a 81, 3% los movimientos eficientes.

Movimientos Ineficientes

$$MI = \frac{\sum \text{de movimientos Ineficientes}}{\sum \text{total de movimientos}} * 100$$

$$ME = \frac{3 \text{ Movimientos}}{16 \text{ Movimientos}} * 100$$

$$ME = 18, 75\%$$

También se puede evidenciar en el análisis y categorización de Movimientos Therbligs que gracias a la mejora los movimientos ineficientes han disminuido considerablemente de un 43.7% a un 18.75%.

3.3.2. Tiempo de Espera

Para disminuir el desperdicio tiempo de espera de los diferentes tipos de abolladura, se ha creído conveniente proponer la compra de nueva maquinaria que agilice el tiempo de operación y la herramienta Kaizen de Lean Manufacturing.

3.3.2.1. Maquinaria

Para la propuesta de maquinaria se tuvo que realizar un análisis en los procesos y una investigación para ver que maquinaria es la más óptima para nuestra propuesta

- **Carrito de reparación de carrocería de acero (Gysliner)**

En el área de planchado se propone un carrito de reparación de carrocería de acero que es el más completo kit para el desabollado y la corrección de elementos de carrocería y chasis, sea leves, medianos o fuertes. A continuación se muestran las características de la máquina a adquirir.

Tabla 35 *Especificaciones técnicas del carrito de reparación*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
Marca	Globaltech
Modelo	Gysliner 39.02
Alimentación	230V
Cantidad de pistolas	1
Potencia máxima	3800A
Tipo de pistola	1 Auto
Cable de pistola	70mm ²
Precio	S/ 12,000

Fuente: Globaltech, (2016)

Tabla 36 *Características especiales del carrito de reparación*

CARACTERÍSTICAS ESPECIALES
Desabollar sin desmontar piezas
Reparar sin reemplazar
Reducir el tiempo de inmovilización
Aumentar su margen
Mejorar su rentabilidad

Fuente: Globaltech, (2016)



Figura 45: Gysliner – Carrito de reparación de carrocería de acero

Fuente: Globaltech, (2016).

Tabla 37 *Velocidad de la máquina Gysliner*

VELOCIDAD DE LA MÁQUINA			
NIVEL DE ABOLLADURA	VELOCIDAD	N° PAÑOS	TIEMPO TOTAL
Leve	50min/paño	2	100 min
Medio	120min/paño	6	320 min
Fuerte	205min/paño	11	2255 min

Fuente: Elaboración propia.

- **Interruptor Diferencial**

Para evitar paradas innecesarias de máquinas y equipos, daños en las estructura y conexión del sistema en el área de planchado recomendamos el uso de interruptores diferenciales, para evitar cortos circuitos, daños a las máquinas de soldadura, traccionamiento y herramientas eléctricas comúnmente usadas, también se logrará proteger a los operarios de accidentes directos e indirectos provocados por el contacto con partes defectuosas de su equipo de trabajo. Éste tipo de interruptores también nos ayudarán a prevenir incendios, ya que en esta área existen equipos altamente inflamables que pueden generar daños graves tanto para la empresa y el personal humano.

A continuación, se muestra el dispositivo a implementar:



Figura 46. Modelo de interruptor diferencial.

Fuente: Galería de imágenes Google.

3.3.2.2

Kaizen

3.3.2.4.2.1 Condiciones de trabajo (Kaizen)

Para evaluar el desempeño laboral en la empresa Betoscar Servis, se aplicará el formato de desempeño laboral a los tres trabajadores del área, a continuación, se muestra el resultado:

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura				ÁREA: Planchado		
EVALUADO: Trabajador 1						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalia; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.				4		4
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.			3			3
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.			3			3
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.				4		4
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.		2				2
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.				4		4
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.		2				2
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.			3			3
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.			3			3
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.		2				2
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.			3			3
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.		2				2
PUNTAJE TOTAL						35
PUNTAJE TOTAL						58.33

Figura 47. Formato de evaluación del desempeño Operario 1.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

Se aplicó el formato de evaluación de desempeño para evaluar las condiciones de trabajo en las que ahora se encuentra el operario 1, y nos dio un resultado 58.3% concluyendo de esta manera que ese desempeño está en un cumplimiento parcial y que podría mejorar mucho más.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura				ÁREA: Planchado		
EVALUADO: Trabajador 2						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalía; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.				4		4
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.			3			3
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.			3			3
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.				4		4
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.			3			3
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.				4		4
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.		3				3
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.				4		4
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.		2				2
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.			3			3
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.		2				2
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.			3			3
PUNTAJE TOTAL						38
						63.33

Figura 48. Formato de evaluación del desempeño Operario 2.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

Interpretación:

Se aplicó el formato de evaluación de desempeño para evaluar las condiciones de trabajo en las que ahora se encuentra el operario 2, y nos dio un resultado 63.33% concluyendo de esta manera que ese desempeño está en un cumplimiento parcial y que también podría mejorar mucho más.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura				ÁREA: Planchado		
EVALUADO: Trabajador 3						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalia; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.			3			3
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.			3			3
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.				4		4
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.			3			3
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.			3			3
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.				4		4
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.				4		4
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.				4		4
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.			3			3
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.			3			3
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.			3			3
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.			3			3
PUNTAJE TOTAL						40
PUNTAJE TOTAL						66.67

Figura 49. Formato de evaluación del desempeño Operario 3.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

Se aplicó el formato de evaluación de desempeño para evaluar las condiciones de trabajo en las que ahora se encuentra el operario 3, y nos dio un resultado 66.67%.

Luego de analizar y evaluar el desempeño de cada uno de los trabajadores, se realiza un análisis de los 3 en conjunto para evaluar el desempeño general del área de planchado, mostrándose los resultados a continuación:

Tabla 38 *Resultado del desempeño laboral del área de planchado*

Trabajador	% Rend. Lab.
1	58.33
2	63.33
3	66.67
Promedio	62.78

Fuente: Elaboración propia.

Propuesta de Implementación

Para realizar la propuesta con la herramienta Kaizen, es necesario tener en cuenta:

Selección del tema

- Problemas en la estandarización para la identificación de daños de los vehículos.

Formación del equipo de Trabajo

Tabla 39 *Asignación de equipo de trabajo*

PUESTO	FUNCIÓN
Gerente General	Difusión
Operario 1	Aplicación
Operario 2	Aplicación
Operario 3	Aplicación
Marín Chávez Flor Thalía	Diseño
Tafur Tapia Fanny Yudith	Diseño

Fuente: Elaboración propia.

Asignado el equipo de trabajo, se presenta la clasificación por tipo de daño a tener en consideración para mejorar la estandarización en la identificación de daños:

Tabla 40 Estandarización para la identificación de daño en el taller Betoscar Servis E.I.R.L.

TIPO DE DAÑO	DESCRIPCIÓN	MÉTODO DE REPARACIÓN	EJEMPLOS
Leve	Superficie aprox. de 30x5 cm (Daños de aproximadamente un puño y muy localizado)	Reparación de abolladuras pequeñas.	Reparación de ralladuras en puertas, guardafangos, parachoques.
	Reparación puntual de un panel Máximo 2 paños	Desmontaje de piezas menores (manija, vidrios de puerta, faros direccionales.	
Mediano	Daños menores al 40 % en piezas chicas y medianas. (Cofre de Atos, costado de Lupo 5pts., salpicadera de 1.3 a 2.8 Hrs. 8 Jetta, etc); 25% en piezas grandes (Cofre de Suburban, costado de Chevy 3 pts, etc)	Reparación con martillo y sufridera	Reparación del cuarto panel, guardafango, puertas.
	Reparación de paneles	Reparación con soldador de arandela.	Reemplazo de parachoque delantero.
	Reemplazo de paneles separados con pernos	Uso de equipos L de traccionamiento	Reemplazo de la puerta delantera o posterior.
	Reemplazo con corte y unión Máximo 6 paños	Uso de expansor para traccionamiento Corte y unión con soldadura MIG	Reemplazo del cuarto panel, pilares, techo Ajuste de carrocería.
Fuerte	Daños mayores al 40% en piezas chicas y medianas, (Cofre de Atos, costado de Lupo 5 pts, salpicadera de Jetta, etc) 25% en piezas grandes (Cofre de Suburban, costado de Chevy 3 pts,etc)	Ajuste de alineación del vehículo.	Reparación de miembro lateral delantero.
	Daño estructural con reemplazo de miembros	Inmovilizar equipo.	Alineación del miembro lateral.
	Requiere cambio de componentes principales como suspensión y motor. Máximo 11 paños		Cambio de motor.

Fuente: Elaboración propia.

Documentación para estandarizar la identificación de daños de acuerdo al nivel de abolladura.

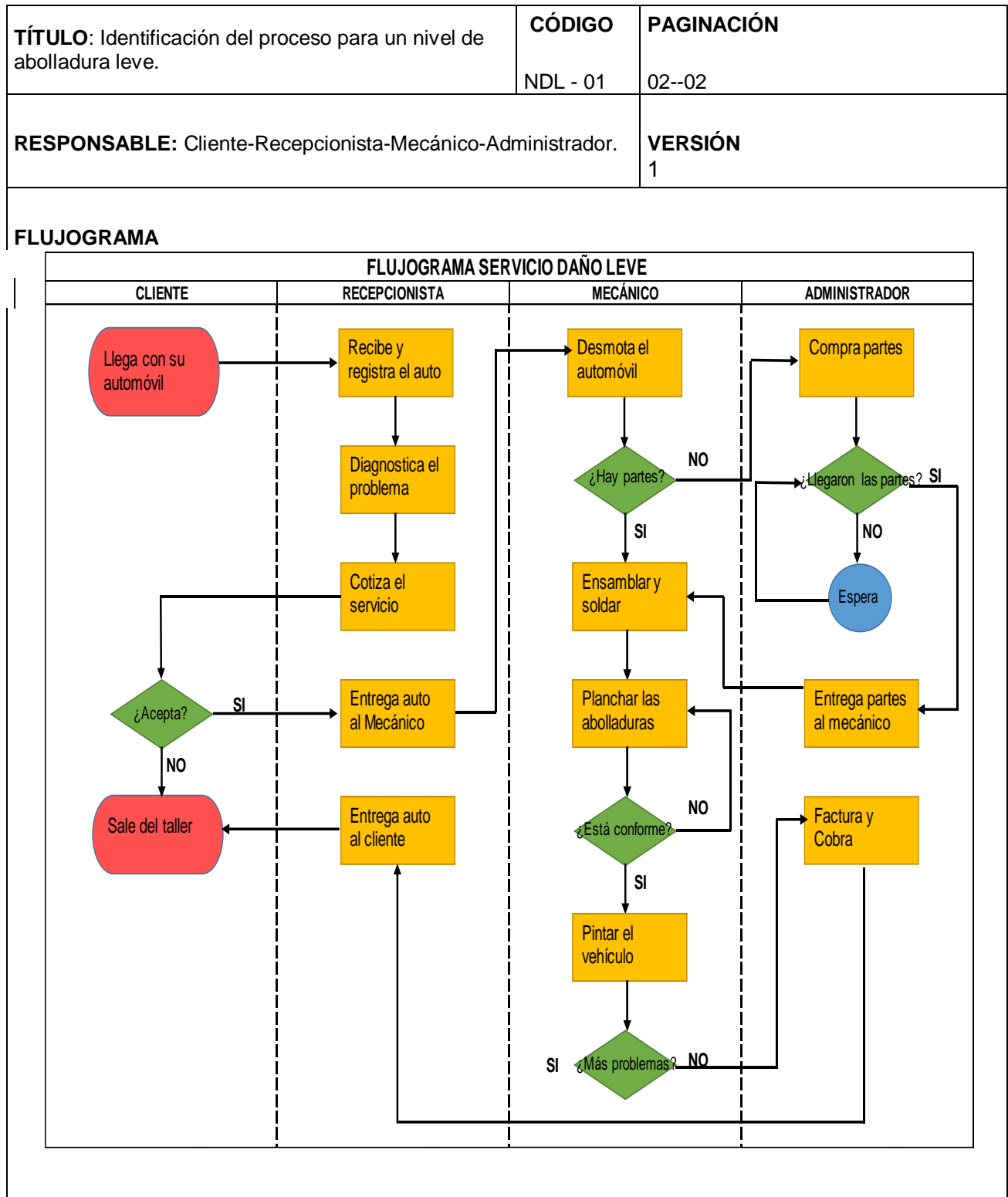
Teniendo las especificaciones para cada nivel de daño, se procede a documentar cada uno de los procesos, involucrando al personal y a todos los factores que intervienen para cumplir con el mismo, para su mayor entendimiento se presenta en diagramas simples (Flujogramas) de fácil entendimiento y comprensión por todo el personal, esto se debe a que un error frecuente en la estandarización de procesos es proponer sistemas complejos y que a largo plazo no puedan ser realizables ni permanentes en el tiempo. Además de que teniendo el proceso documentado es más fácil y accesible detectar problemas en dichos procesos y proponer nuevas mejoras, es por eso que para cada nivel de abolladura se presenta una documentación de acuerdo al proceso, al objetivo que tiene cada uno de ellos, a los responsables, el alcance del proceso y la descripción de los mismos, como a continuación se muestra:

Tabla 41 *Formato de estandarización daño leve*

TÍTULO: Identificación del proceso para un nivel de abolladura leve.	CÓDIGO NDL - 01	PAGINACIÓN 1--1
RESPONSABLE: Cliente-Recepcionista-Mecánico-Administrador.		VERSIÓN 1
<p>- OBJETO Cumplir con la identificación de acuerdo a la estructura de estandarización para un nivel de abolladura leve</p> <p>- ALCANCE El proceso inicia desde la llegada del vehículo abollado al taller de la empresa, hasta la salida del vehículo, luego de los procesos de planchado y pintura.</p> <p>- DESCRIPCIÓN</p>		
<p>Para la identificación de un nivel de abolladura leve, se parte desde la llegada del cliente con su vehículo, dónde es recibido por el Administrador que cumple el rol de recepcionista, la cual recibe y registra el vehículo, esta diagnostica el problema y cotiza el servicio con un monto de acuerdo a la detección del problema que se encuentre dentro del estándar la abolladura daño leve, se presenta el monto por el cual se hará las reparaciones al cliente, si este acepta se entrega el vehículo al mecánico, caso contrario se finaliza la atención y el cliente sale con su vehículo; pero por el contrario si su respuesta es afirmativa el mecánico recibe el vehículo y se procede a desmontar piezas menores las cuales han sido dañadas, para ello necesita verificar si existen en la empresa las partes que se van reemplazar, si estas existen se procede a ensamblar y soldar las nuevas piezas menores, caso contrario se comunica al administrador la falta de estas, para que este compre las piezas, si estas se encuentran en otro lugar verificar si estas llegaron o no, en caso que no llegue a tiempo, esa parte del proceso pasa a espera, pero si estas llegan a tiempo o se compran al instante, se ensamblan y sueldan, las partes abolladas se planchan, si todo está conforme se pasa a pintar el vehículo, caso contrario se vuelve a planchar hasta que cumpla este requerimiento, si ya no existen más problemas el administrador factura y cobra por el servicio para un nivel de abolladura leve, terminando así este, cuando el cliente sale del taller.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42 Formato de estandarización daño leve (flujograma)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43 *Formato de estandarización daño mediano*

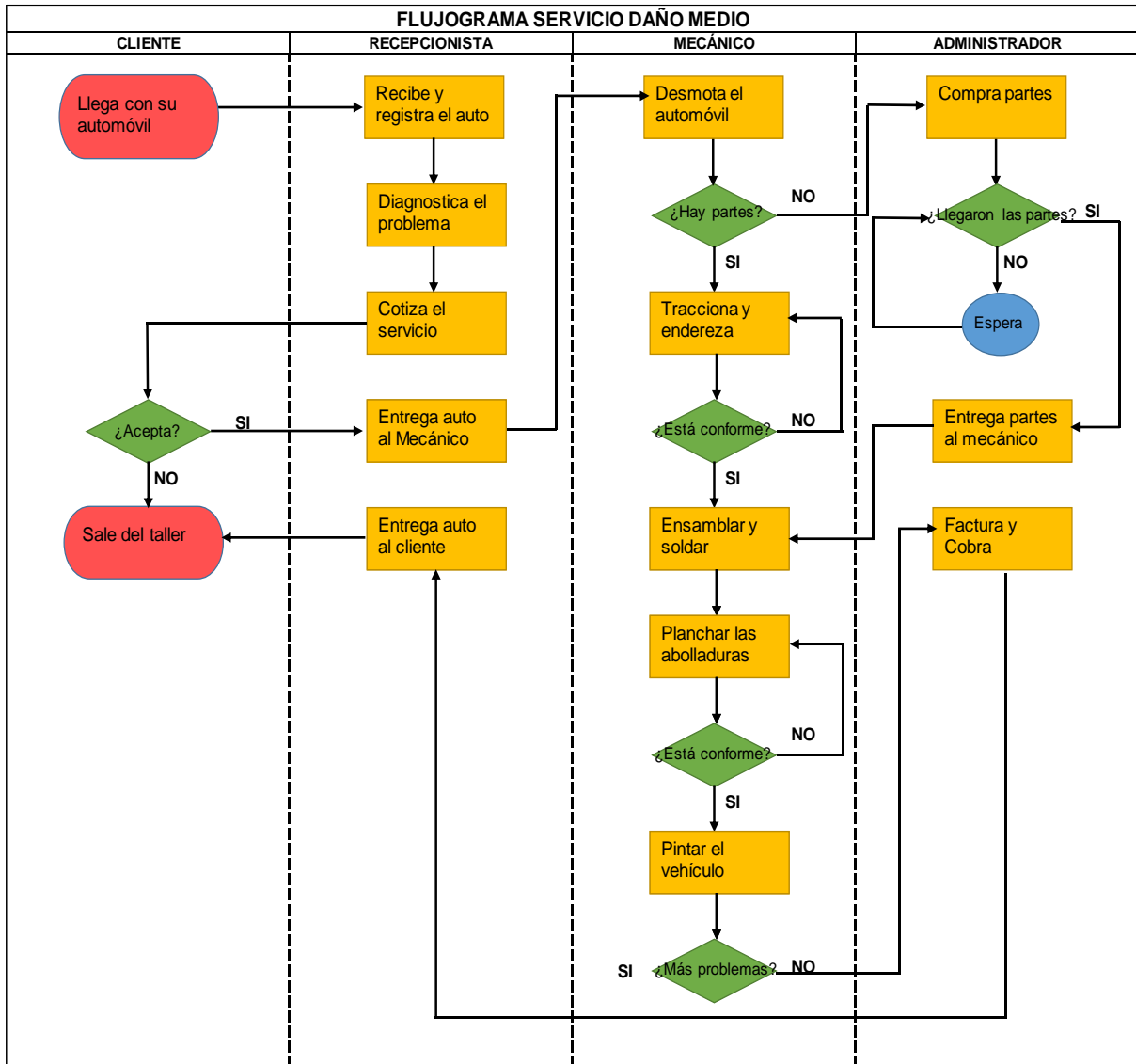
TÍTULO: Identificación del proceso para un nivel de abolladura Mediano.	CÓDIGO NDL - 01	PAGINACIÓN 1--1
RESPONSABLE: Cliente-Recepcionista-Mecánico-Administrador.		VERSIÓN 1
<p>- OBJETO</p> <p>Cumplir con la identificación de acuerdo a la estructura de estandarización para un nivel de abolladura mediano.</p> <p>- ALCANCE</p> <p>El proceso inicia desde la llegada del vehículo abollado al taller de la empresa, hasta la salida del vehículo, luego de los procesos de planchado y pintura.</p> <p>- DESCRIPCIÓN</p> <p>Para la identificación de un nivel de abolladura mediana, se parte desde la llegada del cliente con su vehículo, dónde es recibido por el Administrador que cumple el rol de recepcionista, la cual recibe y registra el vehículo, esta diagnostica el problema y cotiza el servicio con un monto de acuerdo a la detección del problema que se encuentre dentro del estándar la abolladura daño mediano, se presenta el monto por el cual se hará las reparaciones al cliente, si este acepta se entrega el vehículo al mecánico, caso contrario se finaliza la atención y el cliente sale con su vehículo; pero en cambio si su respuesta es afirmativa el mecánico recibe el vehículo y se procede a desmontar piezas las cuales han sido dañadas, para ello necesita verificar si existen en la empresa las partes que se van reemplazar, si estas existen se procede a ensamblar y soldar las nuevas piezas , caso contrario se comunica al administrador la falta de estas, para que este compre las piezas, si estas se encuentran en otro lugar verificar si estas llegaron o no, en caso que no llegue a tiempo, esa parte del proceso pasa a espera, pero si estas llegan a tiempo o se compran al instante, se ensamblan y sueldan, antes del ensamblado de piezas nuevas se tiene que traccionar el vehículo para que vuelva a sus condiciones normales, si está conforme pasa a lo anteriormente mencionado que viene a ser el ensamble luego a ello las partes abolladas se planchan, si todo está conforme se pasa a pintar el vehículo, caso contrario se vuelve a planchar hasta que cumpla este requerimiento, si ya no existen más problemas el administrador factura y cobra por el servicio para un nivel de abolladura mediano, terminando así este, cuando el cliente sale del taller.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44 *Formato de estandarización daño mediano (flujograma)*

TÍTULO: Identificación del proceso para un nivel de abolladura Mediano	CODIGO NDL - 01	PAGINACIÓN 02--02
RESPONSABLE: Cliente-Recepcionista-Mecánico-Administrador.	VERSIÓN 1	

FLUJOGRAMA



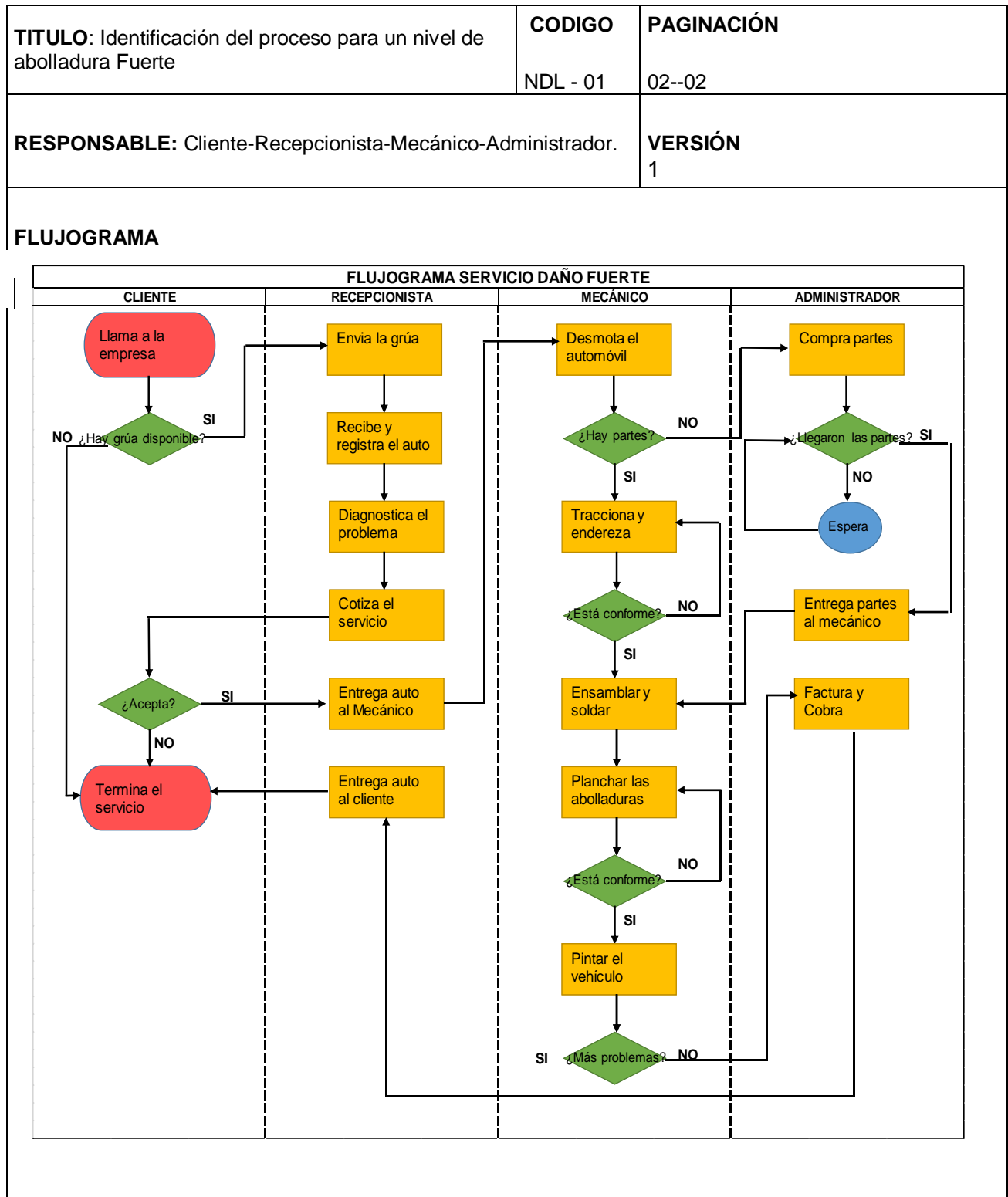
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45 *Formato de estandarización daño fuerte*

TÍTULO: Identificación del proceso para un nivel de abolladura Fuerte.	CODIGO NDL - 01	PAGINACIÓN 1--1
RESPONSABLE: Cliente-Recepcionista-Mecánico-Administrador.		VERSIÓN 1
<p>- OBJETO Cumplir con la identificación de acuerdo a la estructura de estandarización para un nivel de abolladura mediano.</p> <p>- ALCANCE El proceso inicia desde la llegada del vehículo abollado al taller de la empresa, hasta la salida del vehículo, luego de los procesos de planchado y pintura.</p> <p>- DESCRIPCIÓN</p> <p>Para la identificación de un nivel de abolladura fuerte, se parte desde la llamada del cliente solicitando grúa para el transporte del vehículo, si hay disponibilidad el administrador o recepcionista envía la grúa caso contrario se termina el servicio. Habiendo disponibilidad de grúa, se envía y posteriormente llega el vehículo , dónde es recibido por el Administrador, la cual recibe y registra el vehículo, esta diagnostica el problema y cotiza el servicio con un monto de acuerdo a la detección del problema que se encuentre dentro del estándar la abolladura daño fuerte, se presenta el monto por el cual se hará las reparaciones al cliente, si este acepta se entrega el vehículo al mecánico, caso contrario se finaliza el servicio y el cliente sale con su vehículo; pero en cambio si su respuesta es afirmativa el mecánico recibe el vehículo y se procede a desmontar piezas las cuales han sido dañadas, para ello necesita verificar si existen en la empresa las partes que se van reemplazar, si estas existen se procede a ensamblar y soldar las nuevas piezas , caso contrario se comunica al administrador la falta de estas, para que este compre las piezas, si estas se encuentran en otro lugar verificar si estas llegaron o no, en caso que no llegue a tiempo, esa parte del proceso pasa a espera, pero si estas llegan a tiempo o se compran al instante, se ensamblan y sueldan, antes del ensamblado de piezas nuevas se tiene que traccionar el vehículo para que vuelva a sus condiciones normales, si está conforme pasa a lo anteriormente mencionado que viene a ser el ensamble luego a ello las partes abolladas se planchan, si todo está conforme se pasa a pintar el vehículo, caso contrario se vuelve a planchar hasta que cumpla este requerimiento, si ya no existen más problemas el administrador factura y cobra por el servicio para un nivel de abolladura fuerte, terminando así este, cuando el cliente sale del taller y termina el servicio.</p>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 Formato de estandarización daño fuerte (flujograma)



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo la propuesta de estandarización para kaizen, esta se toma como la parte de planeación de acuerdo al ciclo Deming (Planear, Hacer Verificar y Actuar), la siguiente fase de hacer, se logrará cuando la empresa decida implementar o realizar la propuesta, y para la parte de verificar se presenta unos formatos de verificación para evaluar el desempeño del personal luego de la propuesta, presentando los siguientes resultados:

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL MEJORA						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura			ÁREA: Planchado			
EVALUADO: Trabajador 1						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalía; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.					5	5
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.				4		4
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.				4		4
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.				4		4
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.				4		4
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.					5	5
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.				4		4
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.				4		4
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.				4		4
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.				4		4
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.				4		4
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.				4		4
PUNTAJE TOTAL						50
PUNTAJE TOTAL						83.33

Figura 50. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 1.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL MEJORA						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura				ÁREA: Planchado		
EVALUADO: Trabajador 2						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalía; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.					5	5
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.					5	5
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.				4		4
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.				4		4
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.				4		4
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.					5	5
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.				4		4
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.				4		4
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.				4		4
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.			3			3
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.				4		3
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.			3			3
PUNTAJE TOTAL						48
PUNTAJE TOTAL						80

Figura 51. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 2.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

FORMATO DE EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO LABORAL DEL PERSONAL MEJORA						
UNIDAD/DPTO: Planchado y Pintura				ÁREA: Planchado		
EVALUADO: Trabajador 3						
PUESTO: Planchador						
EVALUADOR: Marín Chávez Flor Thalía; Tafur Tapia Fanny Yudith						
FECHA DE EVALUACIÓN:						
ÁREA DEL DESEMPEÑO	MUY BAJO	BAJO	MODERADO	ALTO	MUY ALTO	PUNTAJE
	1	2	3	4	5	
UTILIZACIÓN DE RECURSOS: Forma como emplea los equipos y elementos dispuesto para el desempeño de sus funciones.					5	5
CALIDAD: Realiza sus trabajos de acuerdo con los requerimientos en términos de contenido, exactitud, presentación y atención.				4		4
OPORTUNIDAD: Entrega los trabajos de acuerdo con la programación previamente establecida.				4		4
RESPONSABILIDAD: Realiza las funciones y deberes propios del cargo sin que requiera supervisión y control permanentes y sumiendo las consecuencias que se derivan de su trabajo.				4		4
CANTIDAD: Relación cuantitativa entre las tareas, actividades y trabajos realizado y los asignados.				4		4
CONOCIMIENTO DEL TRABAJO: Aplica las destrezas y los conocimientos necesarios para el cumplimiento de las actividades y funciones del empleo.					5	4
COMPROMISO INSTITUCIONAL: Asume y transmite el conjunto de valores organizacionales. En su comportamiento y actitudes demuestra sentido de pertenencia a la entidad.				4		4
RELACIONES INTERPERSONALES: Establece y mantiene comunicación con usuarios, supervisores, compañeros y colaboradores propiciando un ambiente laboral de cordialidad y respeto.				4		4
INICIATIVA: Resuelve los imprevistos de su trabajo y mejora los procedimientos.			3			3
CONFIABILIDAD: Genera credibilidad y confianza frente al manejo de la información y en la ejecución de actividades.				4		4
COLABORACIÓN: Cooperar con los compañeros en las labores de la dependencia y de la entidad.				4		4
ATENCIÓN AL USUARIO: Demuestra efectividad ante la demanda de un servicio o producto.			3			3
PUNTAJE TOTAL						47
PUNTAJE TOTAL						78.33

Figura 52. Formato de evaluación del desempeño mejorado Operario 3.

Fuente: Pérez, J. (2011) Formato de evaluación desempeño.

Analizado el rendimiento laboral mejorado de cada uno de los trabajadores, se procede a obtener el promedio de las mismas evidenciadas en la siguiente tabla:

Tabla 47 *Rendimiento Laboral Incrementado.*

Trabajador	% Rend. Lab.
1	83.33
2	80
3	78.33
Promedio	80.56

Fuente: Elaboración propia.

Con la propuesta de mejora se evidencia un incremento del rendimiento laboral del trabajador 1 a un 83.33 %, el rendimiento laboral del trabajador 2 a un 80%, y el rendimiento laboral del trabajador 3 a un 78.33%, teniendo como promedio laboral del área de planchado un 80.56%.

3.3.2.3. Resultados de la mejora

3.3.2.3.1. Tiempo de ciclo total

$$Tiempo\ de\ ciclo\ total = Tiempo(1) + Tiempo(2) + Tiempo(3) \dots + Tiempo(n)$$

3.3.2.3.1.1. Diagrama Mejorado de Análisis de operaciones.

Los siguientes diagramas de proceso de planchado mejorado muestra las actividades a realizar desde la recepción del vehículo hasta la entrega al área de pintura.

Diagrama de Análisis de operaciones daño leve Mejorado

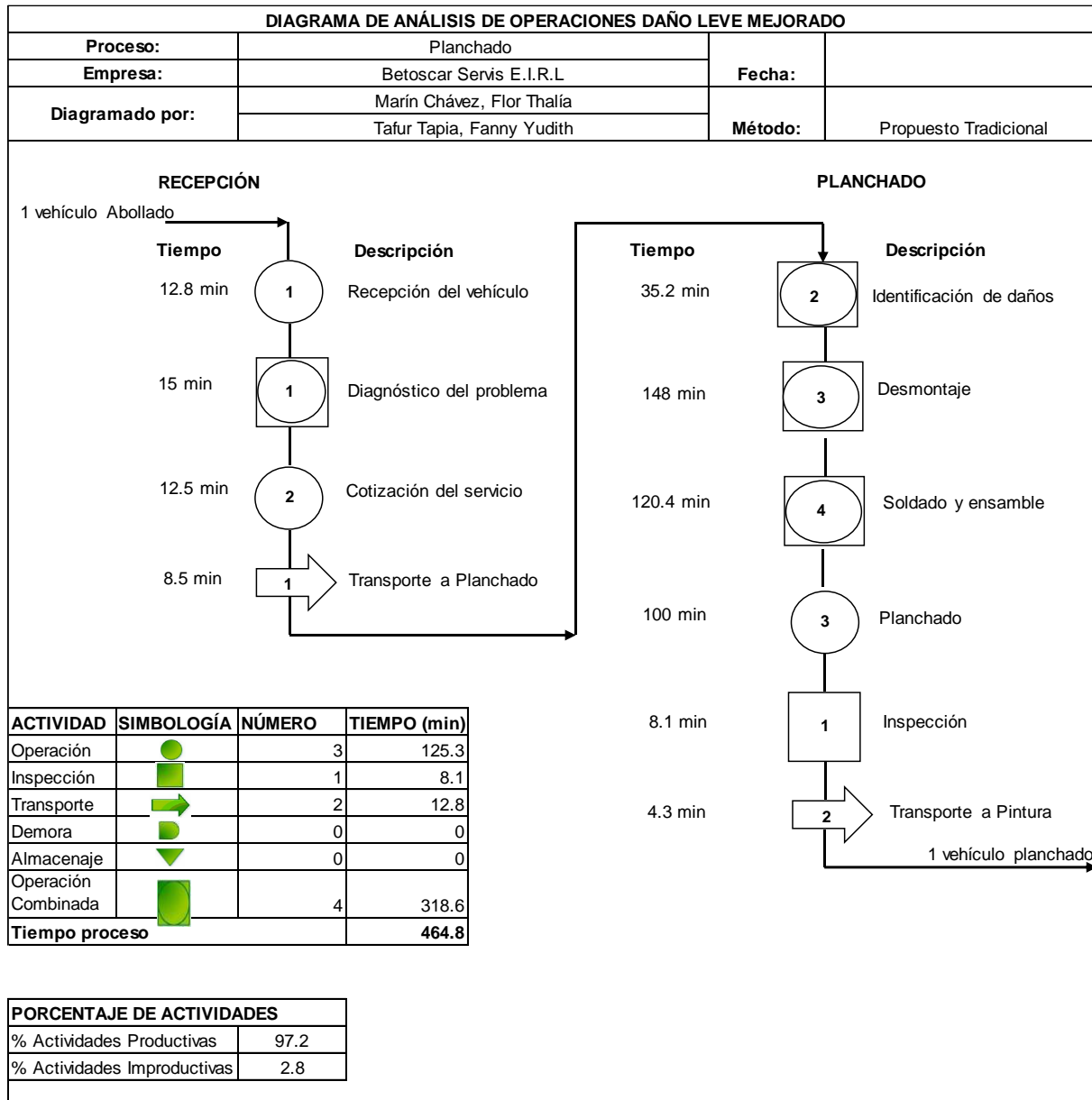


Figura 53. Diagrama de análisis de operaciones del daño leve mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 53 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño leve mejorado, en los cuales observamos que se tiene un total de diez actividades.

El proceso de planchado con nivel de abolladura leve mejorado; se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa; el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnóstico; ve el trabajo que

va a realizar e identifica daños en el vehículo; luego de este punto ya no busca herramientas, pues se tiene como propuesta también los estantes con materiales de trabajo a su alcance y procede con el desmontaje de las piezas; posteriormente con el soldado y ensamble; inmediatamente empieza con el planchado del vehículo pues tendrá en su área todas las herramientas necesarias; una vez terminado pasa a inspección donde los operarios revisan que el vehículo esté correctamente planchado luego pasa al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado leve mejorado también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y operación combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del planchado leve las cuales vendría a ser 97.2% y 2.8% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Leve Mejorado

Tabla 48 *Tiempo de las actividades de planchado daño leve mejorado*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	12,8
Diagnóstico del problema	15
Cotización del servicio	12,5
Trasporte al área de planchado	8,5
Identificación de daños	35,2
Desmontaje	148
Soldado y ensamble	120,4
Planchado	100
Inspección	8,1
A pintura	4,3
Tiempo de ciclo	464,8

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Tiempo de ciclo} = 12,8\text{min} + 15\text{min} + 12,5\text{min} + 8,5\text{min} + 35,2\text{min} + 148\text{min} + 120,4\text{min} + 100\text{min} + 8,1\text{min} + 4,3\text{min}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 464,8 \text{ min.}$$

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado leve mejorado, luego de la propuesta de mejora, obteniéndose un tiempo de ciclo de 464,8 minutos para el daño leve.

Diagrama de Análisis de operaciones daño mediano mejorado.

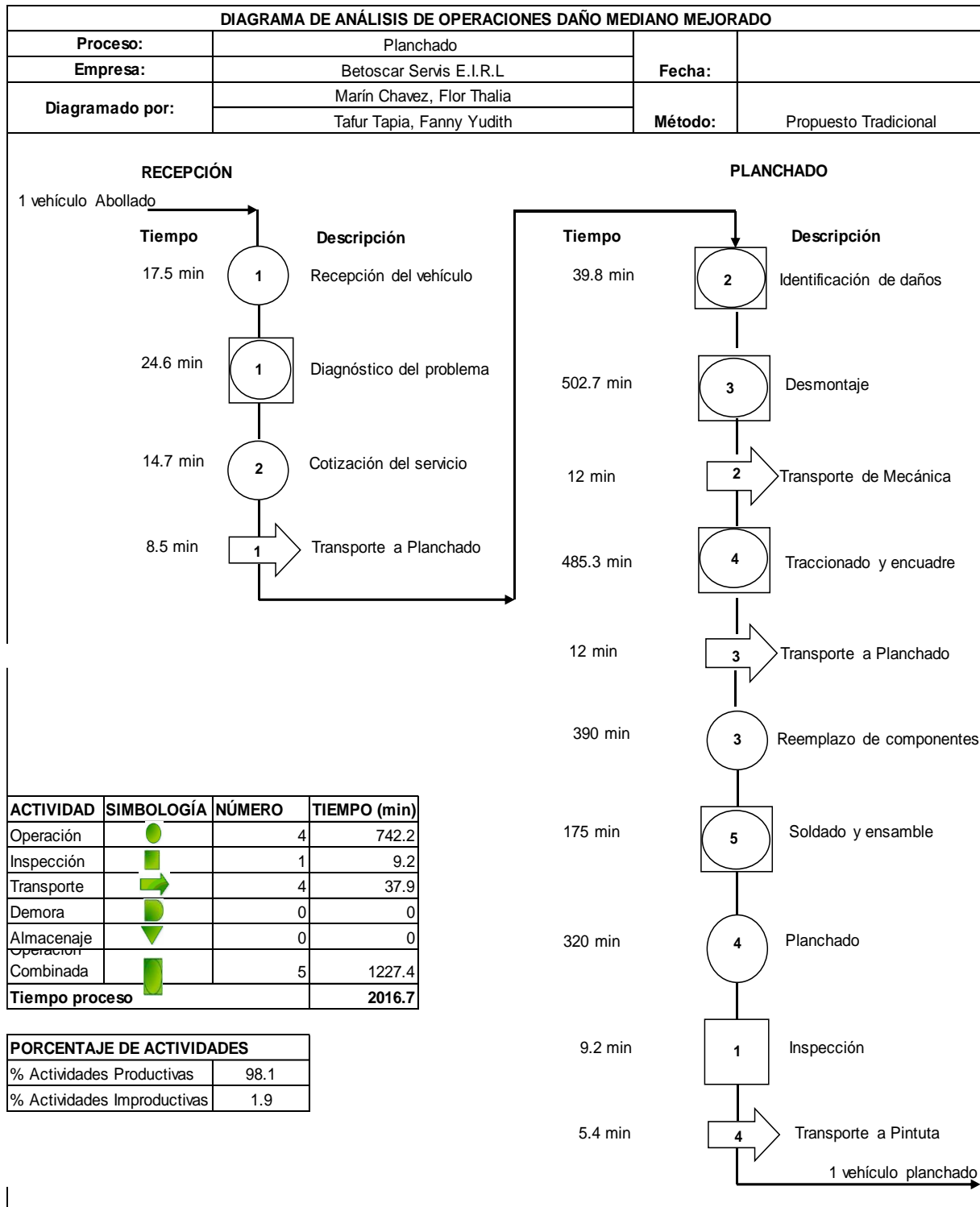


Figura 54. Diagrama de análisis de operaciones daño mediano mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 54 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño mediano mejorado, en los cuales observamos que se tiene un total de catorce actividades.

El proceso de planchado, se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa, el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnostico ve el trabajo que va a realizar e identifica daños en el vehículo, con las herramientas a su alcance desmonta las piezas, luego traslada al vehículo hacia el área de mecánica que se encuentra próxima, para el traccionado y encuadre, luego hacen el transporte hacia el área de planchado, como se encuentra ordenada el área con las herramientas se reemplaza los componentes, procede con el soldado y ensamble, terminada esta actividad empieza con el planchado del vehículo, una vez terminado pasa a inspección donde los operarios revisan que el vehículo que esté correctamente planchado para pasar al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado medio mejorado también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y operación combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del nivel de abolladura leve las cuales vendría a ser 98,1% y 1,9% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Mediano.

Tabla 49 *Tiempo de las actividades de planchado daño mediano mejorado.*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	17,5
Diagnóstico del problema	24,6
Cotización del servicio	14,7
Trasporte al área de planchado	8,5
Identificación de daños	39,8
Desmontaje	502,7
Transporte al área de mecánica	12
Traccionado y encuadre	485,3
Trasporte al área de planchado	12
Reemplazo de componentes	390
Soldado y ensamble	175
Planchado	320
Inspección	9,2
A pintura	5,4
Tiempo de ciclo	2 016,7

Fuente: Elaboración Propia.

*Tiempo de ciclo=17,5min + 24,6min + 14,7min + 8,5min + 39,8min + 502,7min + 12min +
485,3min + 12min + 485,3min + 12min + 390min + 9,2min + 5,4 min*

Tiempo de ciclo=2 016,7min.

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado mediano, luego de la propuesta de mejora, obteniéndose un tiempo de ciclo de 2016,7 minutos para el daño mediano mejorado.

Diagrama de Análisis de operaciones daño fuerte mejorado.

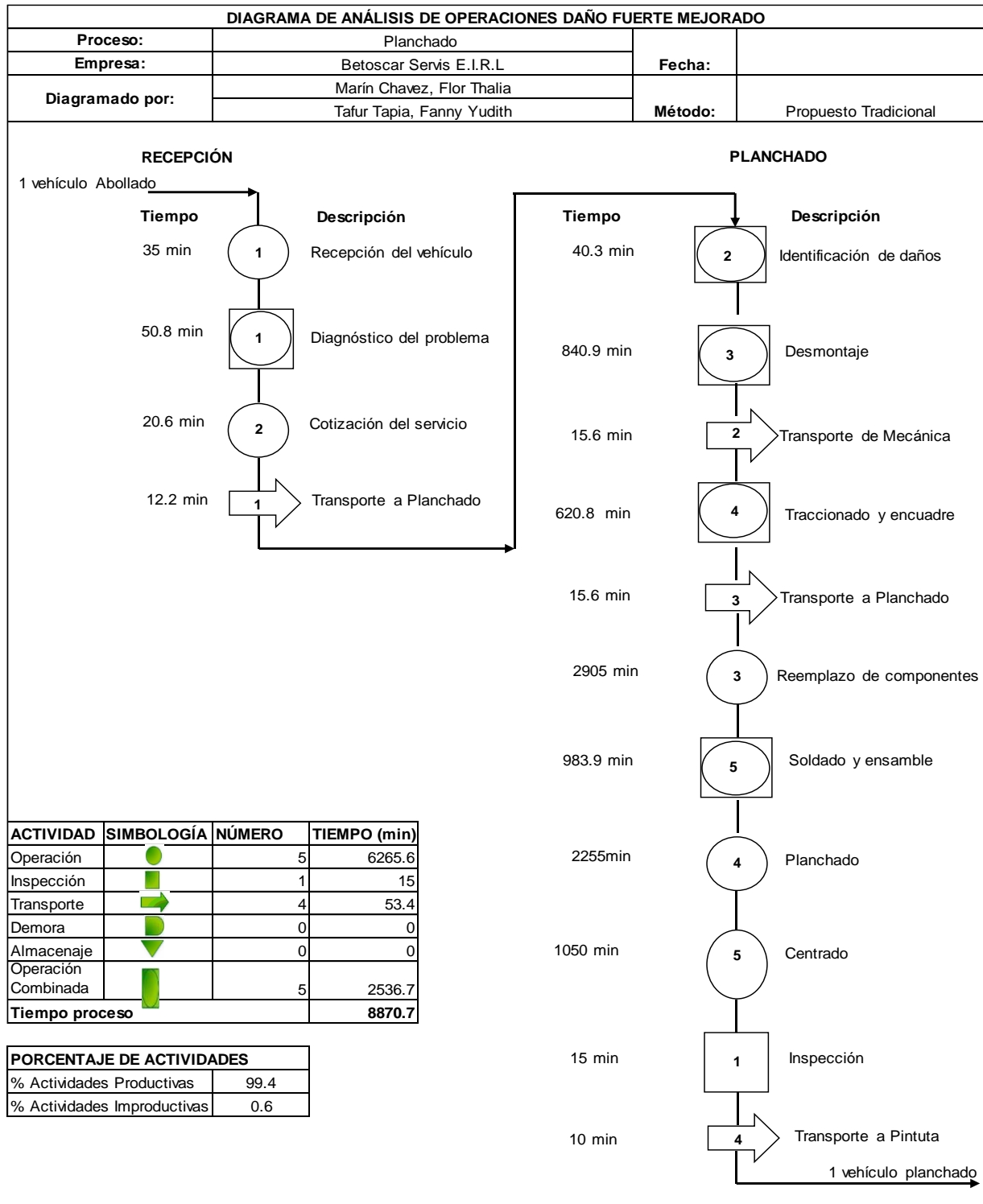


Figura 55. Diagrama de análisis daño fuerte mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 55 muestra el diagrama de operaciones del proceso de planchado del daño fuerte mejorado, en los cuales observamos que se tiene un total de quince actividades.

El proceso de planchado, se inicia con la recepción del vehículo en la empresa, donde el encargado del área pide la documentación del vehículo y diagnostica el problema, haciendo una cotización del servicio; luego que el cliente acepta la propuesta de la empresa, el vehículo es transportado al área de planchado donde el operario lee el diagnostico ve el trabajo que va a realizar e identifica daños en el vehículo, procede con el desmontaje de las piezas, luego traslada al vehículo hacia el área de mecánica para el traccionado y encuadre, una vez terminada esa operación hacen el transporte hacia el área de planchado, iniciando con el reemplazo de los componentes, luego que pone los componentes procede con el soldado y ensamble, terminada esta actividad empieza con el planchado del vehículo, centra al vehículo y está listo para la inspección necesaria donde los operarios revisan que el vehículo esté correctamente planchado para pasar al área de pintura.

En el diagrama de análisis de proceso de planchado fuerte mejorado también observamos en el cuadro resumen, las actividades que pertenecen al tipo de: Operación, inspección, demora, transporte, almacén y combinada. A partir de esta información se ha efectuado las ecuaciones que permite hallar cuanto de porcentaje se tiene en actividades productivas e improductivas del nivel de abolladura leve las cuales vendrían a ser 99,4% y 0,6% respectivamente.

Tiempo de Ciclo: Daño Fuerte Mejorado.

Tabla 50 *Tiempo de las actividades de planchado daño fuerte mejorado*

Actividades	Tiempo (min)
Recepción de vehículo	35
Diagnóstico del problema	50,8
Cotización del servicio	20,6
Trasporte al área de planchado	12,2
Identificación de daños	40,3
Desmontaje	840,9
Transporte al área de mecánica	15,6
Traccionado y encuadre	620,8
Trasporte al área de planchado	15,6
Reemplazo de componentes	2905
Soldado y ensamble	983,9
Planchado	2255
Centrado	1050
Inspección	15
A pintura	10
Tiempo de ciclo	8870,7

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Tiempo de ciclo} = 35\text{min} + 50,8\text{min} + 20,6\text{min} + 12,2\text{min} + 40,3\text{min} + 840,9\text{min} + 15,6\text{min} + 2905\text{min} + 983,9\text{min} + 2255\text{min} + 1050\text{min} + 15\text{min} + 10\text{min}$$

$$\text{Tiempo de ciclo} = 8870,7\text{min.}$$

Para la obtención del tiempo de ciclo, se consideró las actividades del proceso de planchado fuerte mejorado, obteniéndose un tiempo de ciclo de 8870,7 minutos para el daño fuerte.

3.3.2.3.2. Tiempo de espera por el tipo de daño

$$\text{Tiempo de espera} = \text{Demora}(1) + \text{Demora}(2) + \text{Demora}(3) \dots + \text{Demora}(n)$$

Tiempo de espera: Leve, Mediano y Fuerte Mejorado

Tabla 51 Demoras del proceso de planchado daño leve, mediano y fuerte mejorado.

Descripción de Elementos	Demora (min)
Caminar hacia el área de almacén 1	0
Buscar herramientas para Desmontaje	0
Busca de herramientas y piezas para Soldado y Ensamble	0
Caminar hacia el área de almacén 2	0
Busca de herramientas para Planchado	0
Total	0

Fuente: Elaboración Propia.

$$\text{Tiempo de espera} = 0\text{ min} + 0\text{ min} + 0\text{ min} + 0\text{ min} + 0\text{ min}$$

$$\text{Tiempo de espera} = 0\text{ min.}$$

El tiempo de espera en el proceso de planchado con daño leve, mediano y fuerte con la propuesta de mejora se eliminarían todos estos tiempos, pues ya no habrá necesidad de buscar piezas o herramientas, ya que estas se encontrarán en el lugar de trabajo y ordenadas; considerándose un tiempo de demora de 0 min para los 3 tipos de daños.

3.3.3. Transporte

Para disminuir el desperdicio de transporte el área de planchado se utilizó Distribución de Planta por Proceso (Método Heurístico), la herramienta kankan y control visual de la filosofía Lean Manufacturing.

3.3.3.1. Distribución de Planta por Proceso (Método Heurístico)

El objetivo de la distribución de planta es el ordenamiento de las áreas de trabajo y del equipo; esta ordenación implica tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las actividades de servicio; identificando en la empresa en estudio una distribución por proceso; puesto que el personal y los equipos que realizan una misma función general se ubican en una misma área de acuerdo a la secuencia de operaciones establecidas.

Actualmente el taller no se encuentra distribuido de manera eficiente, debido a que el área de planchado se encuentra alejado de los almacenes donde esta las herramientas de trabajo y cuando hay mucha demanda los carros atraviesan el paso, en algunas ocasiones el taller tiene que trabajar a puertas cerradas porque la demanda es alta, lo cual nos da entender que falta espacio y una redistribución en las areas para incrementar la productividad.

Según el método Heurístico de la Ingeniería que consiste en mirar la distribución ideal y ser consciente de que cada empresa puede tener limitaciones a la hora de localizar una respectiva área. En la presente investigación las consideraciones que tenemos que tener en cuenta son las áreas ya construidas y que si se mueven generaría costos excesivos y cierre de taller para la construcción; en este caso son el área de administración, los SS.HH y los almacenes uno y dos; teniendo en cuenta esas consideraciones se proponen la siguiente distribución de planta.

Consideraciones:

Tabla 52 Áreas construidas de la empresa Betoscar Servis.

Administración	Área construida
SS.HH	Área construida
Almacén 1	Área construida
Almacén 2	Área construida

Fuente: Elaboración propia.

Para la aplicación del método asignamos su respectiva codificación

1: Almacén 1

2: Traccionado

3: Área de pintura

4: Almacén 2

5: Recepción

6: Autos en espera

7: SS. HH

8: Mostrador

9: Área de Planchado

10: Administración

Las áreas 1, 4, 7,10 son consideraciones de la empresa que no se puede mover.

1	2	3	4
5	6		7
8	9		10

Teniendo en cuenta las consideraciones 1 (Almacén 1), 4 (Almacén 2), 7(SS.HH), 10(Administración) que son las áreas construidas de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L y que si se mueven o se modifican generarían gastos excesivos e incluso cierre de taller para su reconstrucción, las áreas que nos quedarían para el diseño del taller sería 5 (Recepción), 2(Traccionado), 3(área de pintura), 6(autos en espera) y 9(área de planchado). 5 (Recepción), esta área quedaría al costado de la puerta por ser una ubicación óptima para la recepción de vehículos que van al taller a cotizar los servicios, en supuesto que estos no estén dispuestos a utilizar los servicios del taller sin perder tiempo, ni incomodar los demás procesos se retiraría por la puerta del taller. El área 6(autos en espera), cambiaría por 9(área de planchado), con ello aseguraríamos el flujo del trabajo, materiales e información, ya que facilitaría la comunicación y la interacción de los trabajadores, además que el área de trabajo quedaría mucho más cerca a los almacenes con ello ya no habría exceso transportes u movimientos innecesarios. El área el 3 (área de pintura), ahora sería 2(traccionado), puesto que unos de los proceso más importantes en el área de planchado es este, ahora estaría a su alcance y no se tendría que trasladar al vehículo, ahorrando así tiempo y distancia recorrida, tiempo de ciclo y mejoraría significativamente el flujo del trabajo.

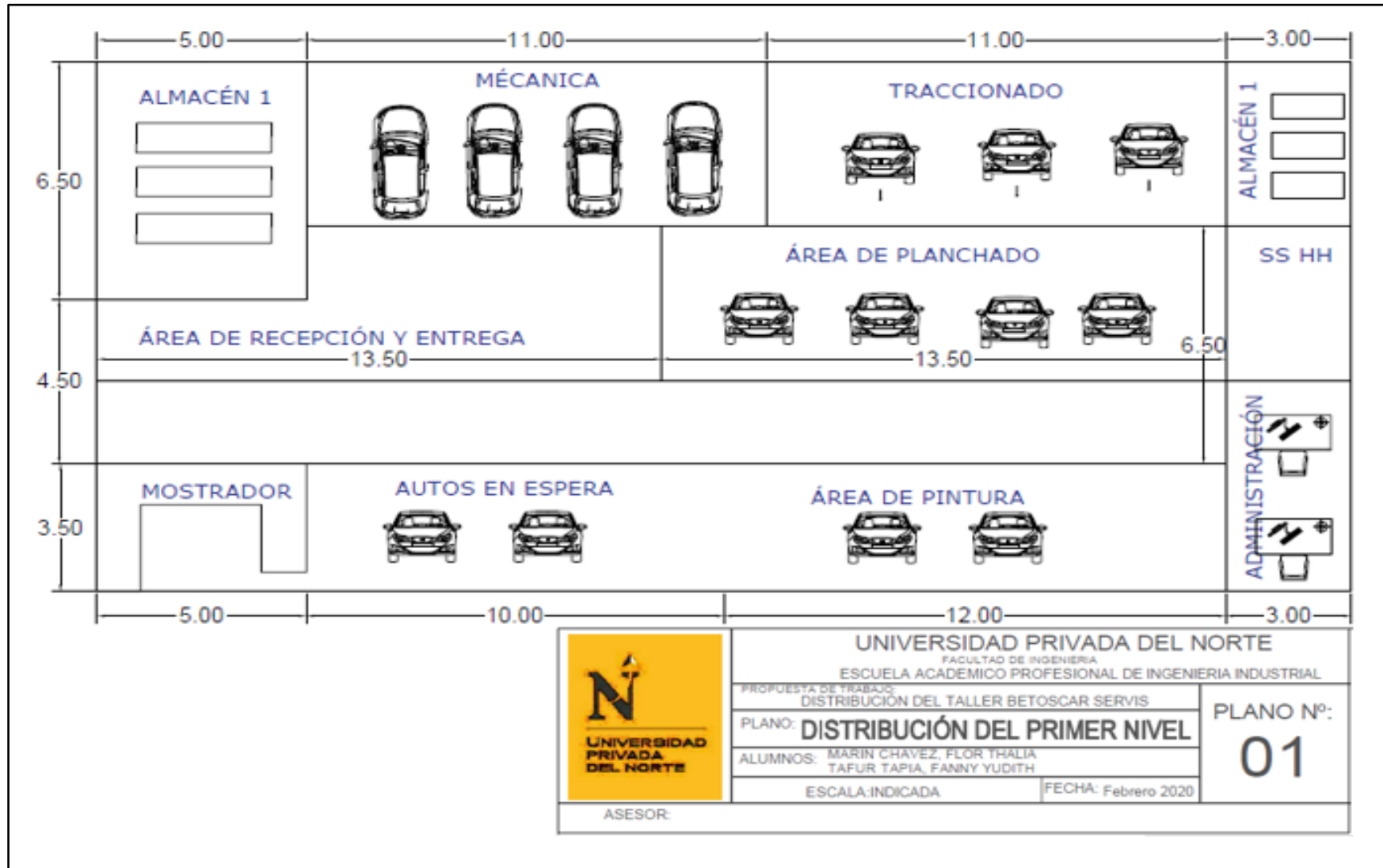


Figura 56. Distribución de planta mejorada.

Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la Superficie Óptima para el taller Método Guercht

El primer paso para una redistribución de elementos en planta corresponde al cálculo de las superficies. Se calcula como la suma de tres superficies parciales que contemplan la superficie estática, la superficie de gravitación y la superficie de evolución y movimientos.

- Superficie Estática (Ss): superficie correspondiente a las máquinas e instalaciones.
- Superficie de Gravitación (Sg): superficie utilizada alrededor de los puestos de trabajo.

$$Sg = Ss * N$$

N: número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados

- Superficie de evolución (Se): Es la superficie que hay que reservar entre los puestos de trabajo para los desplazamientos.

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

K(constante): que puede variar desde 0.5 a 3 dependiendo de la razón de la empresa:

Razón de la empresa	Coficiente K
Gran industria alimenticia	0,05 - 0,15
Trabajo en cadena, transporte mecánico	0,10 - 0,25
Textil - Hilado	0,05 - 0,25
Textil - Tejido	0,05 - 0,25
Relojería, Joyería	0,75 - 1,00
Industria mecánica pequeña	1,50 - 2,00
Industria mecánica	2,00 - 3,00

Figura 57. Coeficiente k de acuerdo al rubro de la empresa.

Fuente: IngenieriaIndustrialOnline.com

Para la empresa en estudio se considerara un Coeficiente k=2, puesto que es un taller mecánico pequeño dedicado a brindar servicios del rubro automotriz.

- Superficie Total (St): Sumatoria de todas las superficies.

La empresa en estudio cuenta actualmente cuenta con un área de 525 m que se divide en:

Superficie estática:

Tabla 53 Superficie estática de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Máquinas e instalaciones	Superficie estática (Ss)
Almacén 1	32.5
Máquina de traccionamiento	19.5
Área de pintura	80.5
Mecánica	20.2
Mostrador	18
Área de planchado	65
Área de recepción y entrega	12.5
Almacén 2	15
SS.HH	4
Administración	8
Autos en espera	31.5
Total	306.7m

Fuente: Elaboración propia.

Superficie de Gravitación:

Tabla 54 Superficie de gravitación de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Máquinas e instalaciones	Superficie estática (Ss)	N(número de lados)	Superficie de Gravitación (Sg)
Almacén 1	32.5	1	32.5
Máquina de traccionamiento	19.5	2	19.5
Área de pintura	80.5	1	80.5
Mecánica	20.2	1	20.2
Mostrador	18	2	36
Área de planchado	65	1	65
Área de recepción y entrega	12.5	2	25
Almacén 2	15	1	15
SS.HH	4	1	4
Administración	8	1	8
Autos en espera	31.5	1	31.5
Total			341m

Fuente: Elaboración propia.

Superficie de Evolución (Método Guercht)

Tabla 55 Superficie de evolución empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Máquinas e instalaciones	Superficie estática (Ss) en m2	Superficie de Gravitación (Sg)	Coficiente de industria mecánica(k=2)	Superficie de Evolución(Se)
Almacén 1	32.5	32.5	2	130
Máquina de traccionamiento	19.5	19.5	2	78
Área de pintura	80.5	80.5	2	240
Mecánica	20.2	20.2	2	80.8
Mostrador	18	36	2	108
Área de planchado	65	65	2	260
Área de recepción y entrega	12.5	25	2	75
Almacén 2	15	15	2	60
SS.HH	4	4	2	16
Administración	8	8	2	32
Autos en espera	31.5	31.5	2	126
Total				1070m

Fuente: Elaboración propia.

Superficie Total:

$$ST = 306.7m + 341m.5 + 1070m = 1718.2m$$

La superficie total necesaria para el funcionamiento óptimo de la empresa Betoscar Servis con el método Guercht es de 1718.2 m, se propone a la empresa la adquisición o alquiler de los metrajes faltantes para incrementar su productividad.

3.3.3.2. Kanban

En el taller mecánico cada servicio ya sea en nivel de abolladura leve, mediano o fuerte pasa por una serie de procesos (Identificación de daños, desmontaje, traccionado y encuadre, remplazo de componentes, soldado y planchado) hasta que consigue el objetivo. Lo que kanban propone es que cada uno de estos procesos se fijen en las columnas de las tarjetas o tableros para que cualquier persona del equipo pueda saber en todo momento cual es la situación o que se debe hacer, cuanto se tiene que avanzar y como se va a realizar.

Tabla 56 *Procedimiento para el desarrollo de kanban*

1. Diseñar el Flujo de Trabajo	2. Establecer los procesos	3. Gestionar el flujo	4. Establecer Reglas
Primero estableceremos procedimientos y dibujaremos tarjetas de control de acuerdo al área	Poner los tiempos y la hora en tableros de control.	Revisar el flujo de trabajo, y marcar si algo se va modificar.	Las reglas del trabajo deben ser claras y se establecerán con el equipo.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.2.1. Desarrollo de Tarjetas Kanban

Las tarjetas Kanban mostrarán datos importantes del proceso en cada uno de sus niveles de daño que el trabajador tendrá que llenar para tener siempre a la mano la información del proceso, como se muestra a continuación:

TARJETA KANBAN DE PROCESO

Leve

Tipo de Daño

OT: Proforma:
 Placa:
 Marca:
 Modelo:

Identificación de daños	Desmontaje	Soldado y ensamble	Planchado
Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:
Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:
Fin:	Fin:	Fin:	Fin:

ZONA A REPARAR

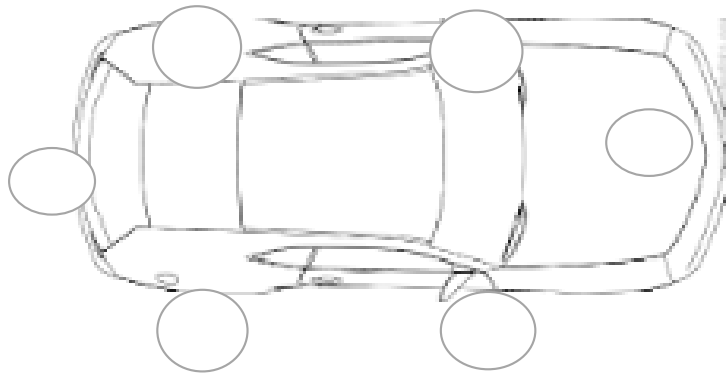


Figura 58. Formato tarjeta kanban del proceso leve.

Fuente: Elaboración propia

TARJETA KANBAN DE PROCESO

OT: Proforma:

Placa:

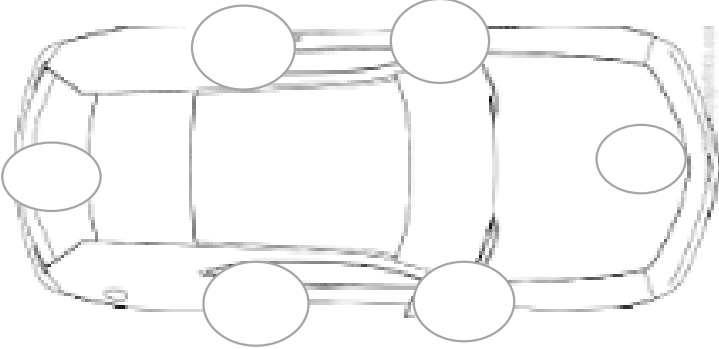
Marca:

Modelo:

Medio Tipo de Daño

Identificación de daños	Desmontaje	Traccionad o y encuadre	Reemplazo de componentes	Soldado y ensamble	Planchado
Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:
Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:
Fin:	Fin:	Fin:	Fin:	Fin:	Fin:

ZONA A REPARAR



El diagrama muestra un contorno de un vehículo visto desde una perspectiva superior. Seis círculos están superpuestos sobre el contorno, indicando las zonas de reparación: uno en cada una de las cuatro esquinas y uno en el centro de cada una de las partes trasera y delantera.

Figura 59. *Formato tarjeta kanban del proceso Mediano.*

Fuente: Elaboración propia

TARJETA KANBAN DE PROCESO

Fuerte **Tipo de Daño**

OT: Proforma:

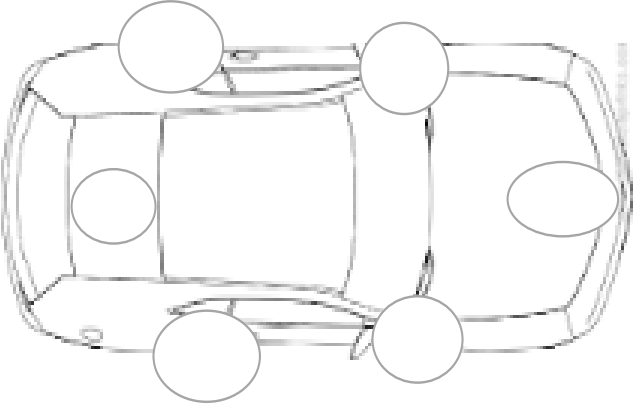
Placa:

Marca:

Modelo:

Identificación de daños	Desmontaje	Traccionado y encuadre	Reemplazo de componentes	Soldado y ensamble	Planchado
Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:	Inicio:
Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:	Proceso:
Fin:	Fin:	Fin:	Fin:	Fin:	Fin:

ZONA A REPARAR



El diagrama muestra un contorno de un vehículo visto desde una perspectiva superior. Seis círculos están superpuestos sobre el vehículo, indicando las zonas a reparar: uno en el centro del techo, uno en el borde superior del capó, uno en el borde superior del maletero, uno en el borde inferior del capó, uno en el borde inferior del maletero, y uno en el centro del piso del vehículo.

Figura 60. Formato tarjeta kanban del proceso Fuerte.

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. Metodología Control Visual

Condiciones de trabajo

En el taller Betoscar Servis E.I.R.L se evidencia que para mostrar problemas o comunicarse, siempre lo hacen de manera verbal y muchas veces este medio no es eficiente, y gran cantidad de las actividades dentro del taller no son cumplidas, porque no existe la supervisión constante, es por ello que se plantea el siguiente formato para analizar el cumplimiento de las actividades:

FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES EN LA EMPRESA			
Fecha:		Inspeccionado por:	
PORCENTAJES:			
0% No cumple	5% Cumple de manera incipiente	7% Cumplimiento parcial	10% Cumplimiento total
ACTIVIDADES	Cumple	OBSERVACIONES	
	%		
Los operarios ingresan al taller en el horario establecido.	7		
Los operarios ingresan a la empresa con el uniforme de trabajo.	5		
Los operarios hacen uso del EPP adecuado durante el desarrollo de sus actividades.	5		
Los operarios utilizan adecuadamente los equipos y herramientas.	7		
Los operarios, informan los inconvenientes a su superiores, y compañeros.	5		
Los operarios realizan la limpieza de su puesto de trabajo.	0	No existe asignación de responsabilidades de limpieza en el	
Los operarios cumplen con las metas diarias de la empresa.	5		
Los operarios no comenten errores en sus actividades.	7		
Los operarios no generan tiempos ociosos en su área.	5		
Los operarios dejan los materiales en el lugar correcto y de forma ordenada después de su trabajo.	0	Los operarios dejan las herramientas en el almacén, en forma desordenada, no cuentan con un lugar establecido	
% TOTAL	46	%	

Figura 61. Formato de supervisión para el cumplimiento de responsabilidades en la empresa.

Fuente: Adaptado de Merlo & Ojeda (2017).

En la presente figura se muestra que el nivel de cumplimiento de responsabilidades es bajo, pues se encuentra en un 46%, pues no existen asignaciones de responsabilidades de limpieza del área, ni

tampoco se cuenta con un lugar establecido para herramientas. Además, también la empresa no cuenta con métodos para la comunicación de forma visual.

Plan de la Metodología Control Visual

Propuesta de Implementación

Como propuesta para control visual se tiene las marcas en el piso, pues representa una manera muy fácil de comunicar y evidenciar la situación del taller, a continuación, se muestra el detalle de cada uno de los colores que serán colocados en el piso, representando cada uno una situación:

LISTA DE COLORES PARA MARCAS EN EL PISO		
COLOR	DETALLE	OBSERVACIONES
VERDE		Indica vehículo terminado y listo para ser entregado.
AZUL		Indica vehículo en proceso de reparación.
ROJO		Indica vehículo no conforme, o paralización de reparación.
AMARILLO/ BLANCO		Delimita pasillos, áreas de tránsito seguro.
NEGRO Y BLANCO		Delimita áreas de mantenimiento.
NEGRO/ AMARILLO		Delimita áreas de precaución.
ROJO/BLANCO		Delimita áreas de seguridad.

Figura 62. Lista de colores para marcas en el piso.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo los colores del piso para control visual, es necesario e importante saber cómo y dónde se distribuirá dentro del taller por lo que se cuenta con el siguiente diagrama:

MARCAS EN EL PISO EMPRESA BETOSCAR SERVIS E.I.R.L

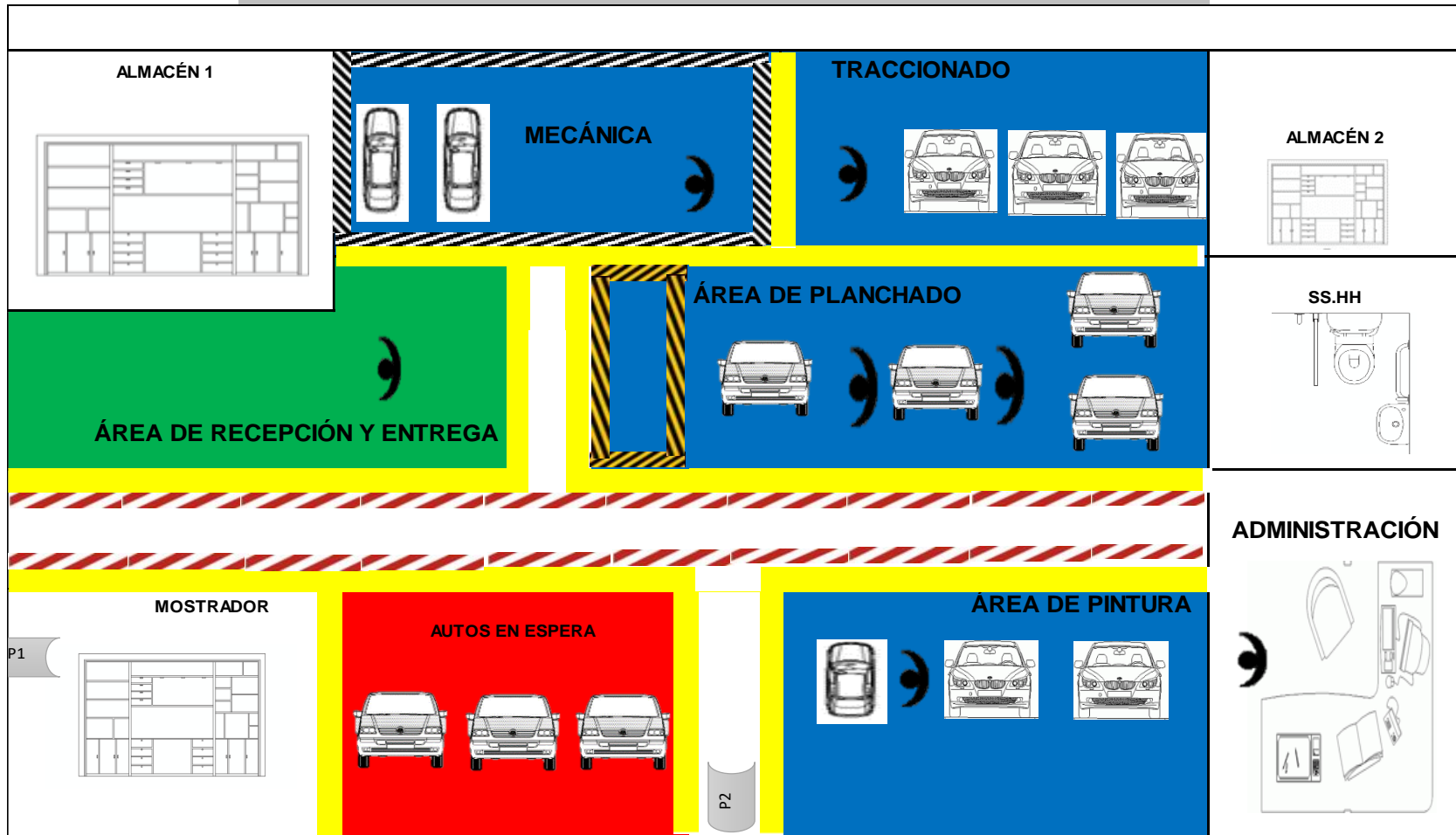


Figura 63. Situación mejorada mediante control visual del taller Betoscar Servis E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

Evaluación Después de la propuesta de implementación en el Taller

Con la elaboración de la mejora respecto a control visual mediante la elaboración de los formatos y marcas en el piso, se obtiene los siguientes resultados:

FORMATO DE SUPERVISIÓN PARA EL CUMPLIMIENTO DE RESPONSABILIDADES EN LA EMPRESA MEJORADO			
Fecha:		Inspeccionado por:	
PORCENTAJES:			
0% No cumple	5% Cumple de manera incipiente	7% Cumplimiento parcial	10% Cumplimiento total
ACTIVIDADES	Cumple		OBSERVACIONES
	%		
Los operarios ingresan al taller en el horario establecido.	7		
Los operarios ingresan a la empresa con el uniforme de trabajo.	7		
Los operarios hacen uso del EPP adecuado durante el desarrollo de sus actividades.	7		
Los operarios utilizan adecuadamente los equipos y herramientas.	10		
Los operarios, informan los inconvenientes a su superiores, y compañeros.	7		
Los operarios realizan la limpieza de su puesto de trabajo.	10		
Los operarios cumplen con las metas diarias de la empresa.	10		
Los operarios no comenten errores en sus actividades.	10		
Los operarios no generan tiempos ociosos en su área.	7		
Los operarios dejan los materiales en el lugar correcto y de forma ordenada después de su trabajo.	10		
% TOTAL	85		%

Figura 64. Formato de supervisión mejorado para el cumplimiento de responsabilidades en la empresa.

Fuente: Adaptado de Merlo & Ojeda (2017).

En el presente formato se analiza que se incrementa el nivel de cumplimiento de las responsabilidades, pues se evidencia que existiría un 85% del nivel de cumplimiento.

3.3.3.4. Resultados de la mejora

3.3.3.4.1. Distancia Recorrida en el área de planchado Mejorada

Para identificar la nueva distancia recorrida en la empresa, se toma en cuenta el diagrama de flujo de proceso y los diagramas de recorrido como a continuación se muestran:

Diagrama Mejorado de Flujo del Proceso

Los siguientes diagramas de flujo del proceso de planchado muestran las actividades a realizar desde la recepción del vehículo hasta la entrega al área de pintura.

Diagrama de Flujo del proceso daño leve mejorado

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Leve Mejorado									
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L		Elemento	Presente	Propuesto	Ahorros				
Área: Planchado- Nivel de daño Leve		Operación	3	3	0				
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía	Combinada	4	4	0				
		Transporte	4	2	2				
	Tafur Tapia, Fanny Yudith	Demora	5	0	5				
	Inspección	1	1	0					
		Almacenamiento	0	0	0				
		Tiempo (min)	936.5	464.8	471.73				
		Distancia (m)	82	12.5	69.5				
Descripción de los elementos	Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones	
Recepción de vehículo	●	■	➔	⌒	■	▼		12.8	
Diagnóstico del problema	●	■	➔	⌒	■	▼		15.0	
Cotización del servicio	●	■	➔	⌒	■	▼		12.5	
Trasporte al área de planchado	●	■	➔	⌒	■	▼	8	8.5	
Identificación de daños	●	■	➔	⌒	■	▼		35.2	
Desmontaje	●	■	➔	⌒	■	▼		148.0	
Soldado y ensamble	●	■	➔	⌒	■	▼		120.4	
Planchado	●	■	➔	⌒	■	▼		100.0	
Inspección	●	■	➔	⌒	■	▼		8.1	
A pintura	●	■	➔	⌒	■	▼	4.5	4.3	
						12.5	464.8		

Figura 65. Diagrama de flujo del proceso daño leve mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo del proceso leve mejorado, muestra que se toma un tiempo de 464.8 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura leve y existe un recorrido de 12.5 m. Además, se puede observar que existe ahorros con la propuesta en 2 elementos de transporte y 5 en demoras.

Tabla 57 *Distancias recorridas entre área de trabajo mejorado*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Desmontaje	
Soldado y ensamble	
Planchado	
Inspección	
A pintura	4.5
Total	12.5m

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 57 se puede observar que el operario recorrerá una distancia de 12.5 min, debido a los cambios y mejoras que se proponen.

Diagrama de Flujo del proceso daño Mediano Mejorado

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Medio										
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L		Elemento		Presente	Propuesto	Ahorros				
Área: Planchado- Nivel de daño Leve		Operación		4	4	0				
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía Tafur Tapia, Fanny Yudith	Combinada		5	5	0				
		Transporte		6	4	2				
		Demora		5	0	5				
		Inspección		1	1	0				
		Almacenamiento		0	0	0				
		Tiempo (min)		2469.7	2016.7	453.03				
		Distancia (m)		135	30.5	104.5				
Descripción de los elementos		Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones	
Recepción de vehículo		●	■	➔	◐	■	▼		17.5	
Diagnóstico del problema		●	■	➔	◐	■	▼		24.6	
Cotización del servicio		●	■	➔	◐	■	▼		14.7	
Trasporte al área de planchado		●	■	➔	◐	■	▼	8	8.5	
Identificación de daños		●	■	➔	◐	■	▼		39.8	
Desmontaje		●	■	➔	◐	■	▼		502.7	
Transporte al área de mecánica		●	■	➔	◐	■	▼	9	12.0	
Traccionado y encuadre		●	■	➔	◐	■	▼		485.3	
Trasporte al área de planchado		●	■	➔	◐	■	▼	9	12.0	
Reemplazo de componentes		●	■	➔	◐	■	▼		390.0	
Soldado y ensamble		●	■	➔	◐	■	▼		175.0	
Planchado		●	■	➔	◐	■	▼		320	
Inspección		●	■	➔	◐	■	▼		9.2	
A pintura		●	■	➔	◐	■	▼	4.5	5.4	
							30.5	2016.7		

Figura 66. Diagrama de flujo del proceso daño mediano mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de flujo del proceso mediano mejorado, muestra que se toma un tiempo de 2 016.7 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura medio y existe un recorrido de 30.5 m durante el recorrido. Además, se puede observar que hay un ahorro de 2 elementos de transporte y 5 demoras.

Tabla 58 *Distancia recorrida entre área de trabajo mejorado*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Desmontaje	
Transporte al área de mecánica	9
Traccionado y encuadre	
Trasporte al área de planchado	9
Reemplazo de componentes	
Soldado y ensamble	
Planchado	
Inspección	
A pintura	5.4
Total	30.5

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 58 se puede observar que el operario recorrerá una distancia de 30.5 m con la propuesta de mejora.

Diagrama de Flujo del proceso daño Fuerte Mejorado

Diagrama de Flujo del Proceso - Nivel de daño Fuerte										
Empresa: Betoscar Servis E.I.R.L			Elemento		Presente	Propuesto	Ahorros			
Área: Planchado- Nivel de daño Leve			Operación		5	5	0			
Elaborado por:	Marín Chávez, Flor Thalía		Combinada		5	5	0			
			Transporte		6	4	2			
	Tafur Tapia, Fanny Yudith		Demora		5	0	5			
			Inspección		1	1	0			
			Almacenamiento		0	0	0			
			Tiempo (min)		13564.5	8870.7	4693.8			
			Distancia (m)		140	30.5	109.5			
Descripción de los elementos		Símbolo					Distancia (m)	Tiempo (m)	Observaciones	
Recepción de vehículo		●	■	➔	⊖	■	▼	35.0		
Diagnóstico del problema		●	■	➔	⊖	■	▼	50.8		
Cotización del servicio		●	■	➔	⊖	■	▼	20.6		
Trasporte al área de planchado		●	■	➔	⊖	■	▼	8	12.2	
Identificación de daños		●	■	➔	⊖	■	▼	40.3		
Desmontaje		●	■	➔	⊖	■	▼	840.9		
Transporte al área de mecánica		●	■	➔	⊖	■	▼	9	15.6	
Traccionado y encuadre		●	■	➔	⊖	■	▼	620.8		
Trasporte al área de planchado		●	■	➔	⊖	■	▼	9	15.6	
Reemplazo de componenetes		●	■	➔	⊖	■	▼	2905.0		
Soldado y ensamble		●	■	➔	⊖	■	▼	983.9		
Planchado		●	■	➔	⊖	■	▼	2255		
Centrado		●	■	➔	⊖	■	▼	1050		
Inspección		●	■	➔	⊖	■	▼	15		
A pintura		●	■	➔	⊖	■	▼	4.5	10	
							30.5	8870.7		

Figura 67. Diagrama de flujo del proceso daño fuerte mejorado.

Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo del proceso fuerte mejorado, muestra que se toma un tiempo de 8870.7 minutos para realizar el proceso en el nivel de abolladura fuerte y existe un recorrido de 30.5m durante el recorrido. Además se puede observar que hay un ahorro de 2 elementos de transporte y 5 elementos de demoras.

Tabla 59 *Distancia recorrida entre área de trabajo.*

Descripción de los elementos	Distancia (m)
Recepción de vehículo	
Diagnóstico del problema	
Cotización del servicio	
Trasporte al área de planchado	8
Identificación de daños	
Desmontaje	
Transporte al área de mecánica	9
Traccionado y encuadre	
Trasporte al área de planchado	9
Reemplazo de componentes	
Soldado y ensamble	
Planchado	
Centrado	
Inspección	
A pintura	1,5
Total	30,5

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 59 se puede observar que el operario recorrerá una distancia de 30,5 m en el área de planchado para el proceso de daño fuerte.

Diagramas de recorrido Mejorado

En los diagramas siguientes se evidencia la nueva distancia recorrida que van a realizar los operarios.

Diagrama de recorrido daño Leve Mejorado

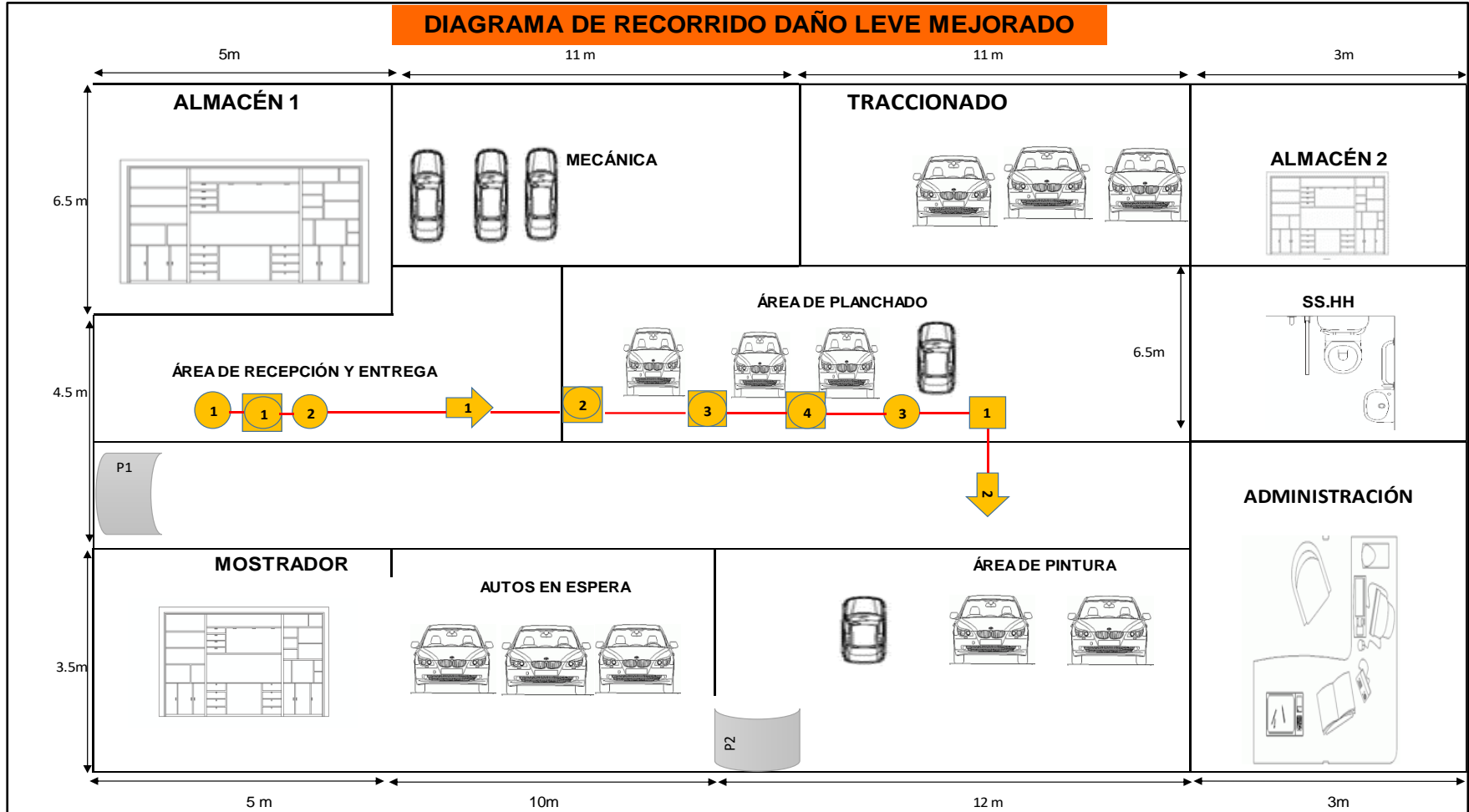


Figura 68. Diagrama de recorrido nivel de abolladura Leve mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

Diagrama de recorrido daño Mediano Mejorado

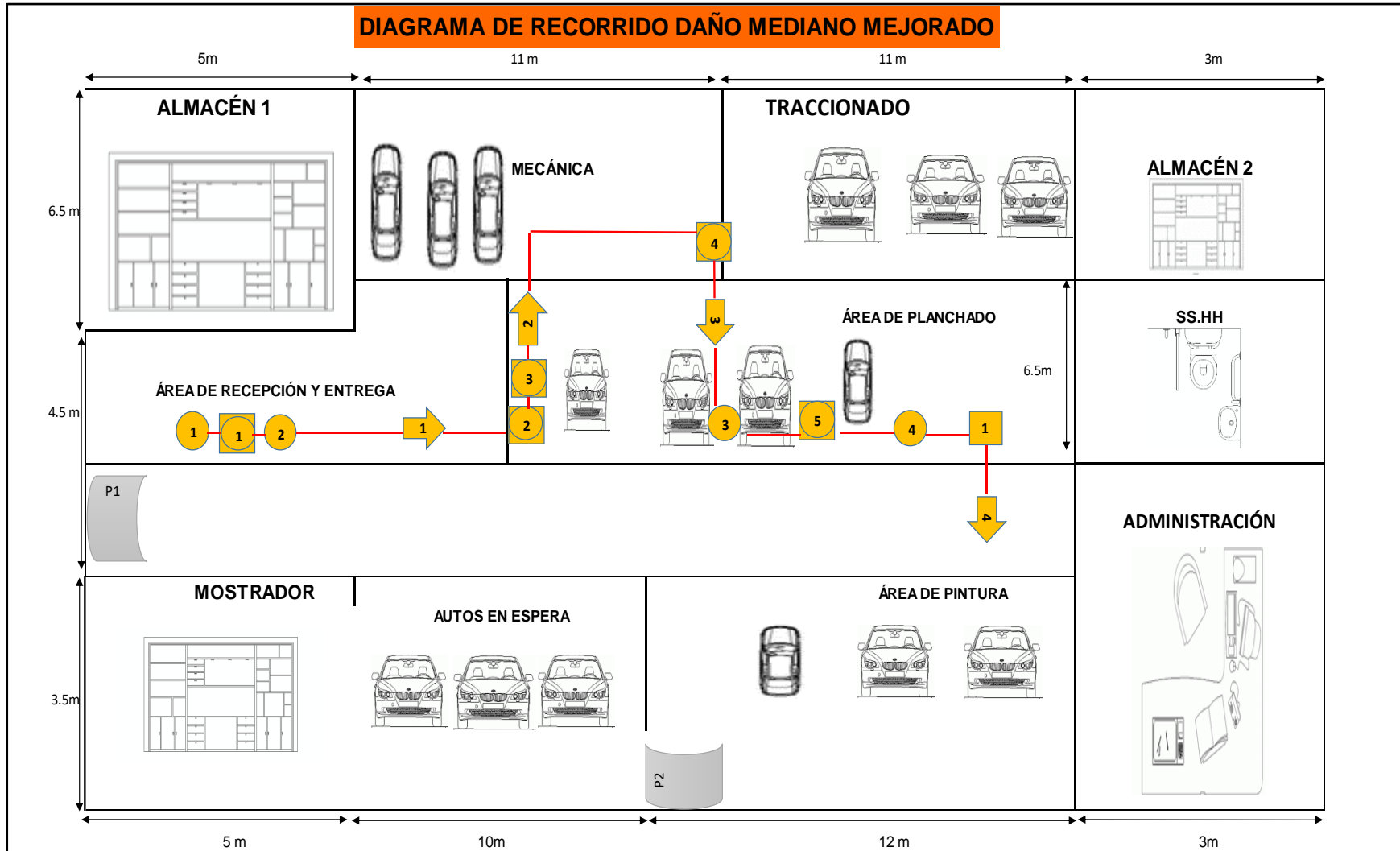


Figura 69. Diagrama de recorrido nivel de abolladura medio mejorado.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.5.3 Diagrama de recorrido daño Fuerte Mejorado

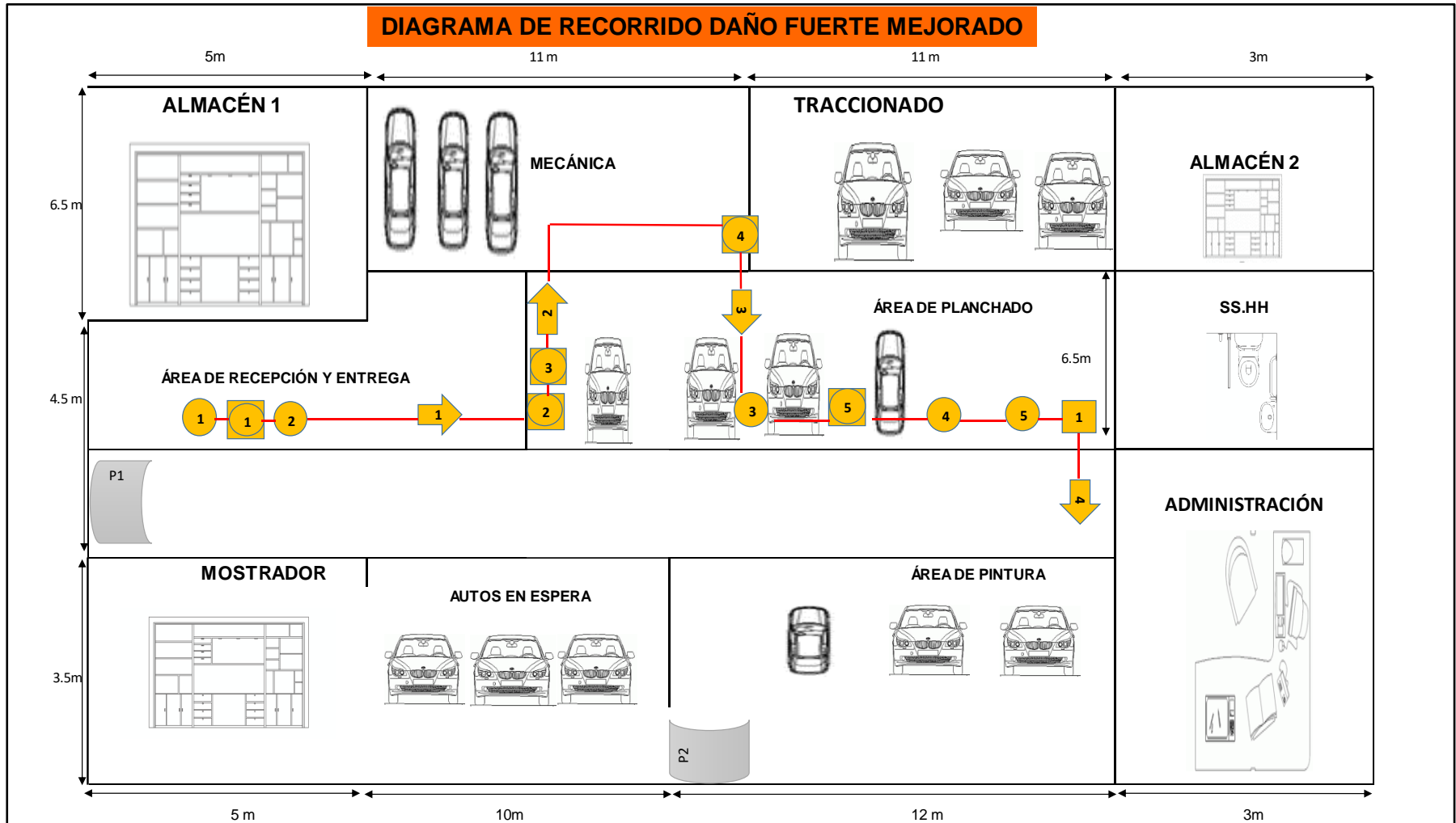


Figura 70. Diagrama de recorrido nivel de abolladura fuerte.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.4. Capital Humano

Para eliminar el desperdicio de capital humano, se propone un programa de capacitación anual, enfocado en Lean Manufacturing, como continuación se muestra:

3.3.4.1. Programa de Capacitación

El programa de capacitación se centra en el aprovechamiento de la creatividad de los trabajadores, es una herramienta tan importante que puede traer muchas mejoras a la empresa, es por ello que se planea a continuación todos los detalles necesarios que se pueden presentar para que la empresa lo tome en cuenta.

Nombre del programa: Plan de Capacitación en Lean Manufacturing para la
empresa Betoscar Servis E.I.R.L

Duración: 12 Hrs

I. Actividad de la empresa

La empresa Betoscar Servis E.I.R.L., es una empresa dedicada al rubro de servicio automotriz.

II. Alcance

El presente plan de capacitación es de aplicación para todo el personal que trabaja en la empresa Betoscar Servis, que a continuación se muestra:

Tabla 60 *Puestos de trabajo de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.*

N°	PUESTOS DE TRABAJO
1	Gerente General
2	Jefe del área de planchado y pintura
3	Trabajador 1 el área de Pintura
4	Trabajador 1 del área de planchado
5	Trabajador 2 del área de planchado
6	Jefe de área de mecánica
7	Trabajador 1 del área de planchado

Fuente: Elaboración propia.

III. Objetivos

Objetivo General

- Brindar oportunidades de desarrollo personal a los trabajadores de la empresa.

Objetivos Específicos

- Familiarizar a los trabajadores con la filosofía Lean Manufacturing.
- Comprender el funcionamiento de las herramientas Lean Manufacturing.
- Debatir cómo se aplicaría Lean, para mejorar a la empresa.
- Contribuir a incrementar y mantener un buen nivel de eficiencia individual y rendimiento colectivo.

IV. Metas

Capacitar al 100% al personal de la empresa, partiendo desde el gerente general, jefes de áreas y operarios de la empresa.

V. Estrategias

- Presentación de casos.
- Realizar talleres.
- Metodología de exposición – diálogo.

VI. Contenido Temático

Módulo 1. Introducción a Lean Manufacturing

- Historia para comprender su origen.
- Principios.
- Introducción a las Herramientas Lean.

Módulo 2. Los 8 tipos de desperdicios

- Cuales son y en qué consisten.
- Causas de su existencia en las empresas.
- Técnicas para eliminar desperdicios.

Módulo 3. Desarrollo de la Metodología

- Herramientas para eliminar desperdicios en el taller
- Cómo eliminar desperdicios
- Beneficios de Eliminar desperdicios

VII. Recursos

Humanos

Dichos recursos lo conforman los participantes, facilitadores y expositores especializados en la materia, como: Ingenieros Industriales.

Materiales

Infraestructura:

Las actividades de capacitación se desarrollarán en ambientes adecuados proporcionados por la gerencia de la empresa (Oficina de Administración).

Mobiliario, equipo y otros.

Este aspecto está conformado por:

Mobiliario:

- Carpetas
- Mesa de trabajo
- Pizarra

Equipo:

- Proyector
- Laptop

Otros:

- Plumones
- Lapiceros
- Hojas
- Memoria USB.
- Diapositivas

Documento técnico – educativo.

Estos documentos los constituyen: certificados, encuestas de evaluación, material de estudio.

VIII. Presupuesto

El presupuesto que se presenta, será asumido por la empresa Betoscar Servis, a continuación, se presenta:

Tabla 61 *Presupuesto para plan de Capacitación Anual*

DESCRIPCIÓN	UNID.	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Pasajes	S/.	6	S/ 5.00	S/ 30.00
Plumones de colores	Unid.	3	S/ 3.00	S/ 9.00
Alquiler de proyector	Horas	12	S/ 20.00	S/ 240.00
Separatas	Unid.	8	S/ 2.00	S/ 16.00
Folder	Unid.	7	S/ 0.50	S/ 3.50
Certificados	Unid.	7	S/ 2.00	S/ 14.00
Lapiceros	Unid.	8	S/ 1.00	S/ 8.00
Papel Bond A4	Unid.	14	S/ 0.10	S/ 1.40
Honorarios de expositores	S/.	12	S/ 50.00	S/ 600.00
Total Presupuesto				S/ 921.90

Fuente: Elaboración propia.

El costo total presupuestado para la capacitación anual es de 921.90 S/, el cual ha sido tomado en cuenta para las 3 capacitaciones anuales respecto a Lean Manufacturing, considerando cada jornada de capacitación de 4 horas.

IX. Cronograma

Actividades a desarrollar		Día	Hora	Duración	MESES											
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Módulo 1:	Introducción a Lean Manufacturing:	Sábado	3 pm-7 p.m	4 h												
	Historia para comprender su origen.															
	Principios.															
	Introducción a las Herramientas Lean.															
Módulo 2:	Los 8 tipos de desperdicios:	Sábado	3 pm-7 p.m	4 h												
	Cuales son y en qué consisten.															
	Causas de su existencia en las empresas.															
	Técnicas para eliminar desperdicios.															
Módulo 3:	Desarrollo de la Metodología:	Sábado	3 pm-7 p.m	4 h												
	Herramientas para eliminar desperdicios en el taller															
	Cómo eliminar desperdicios															
	Beneficios de Eliminar desperdicios															

Figura 71. Cronograma de Capacitaciones en Lean Manufacturing para la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.

Fuente: Elaboración propia.

El cronograma muestra los temas a desarrollar en cada módulo, así como el día de la semana que se va a realizar, la cual se ha considerado el día sábado, pues es un día en el que no hay mucho movimiento en el taller, con una duración de 4 h, y los meses de acuerdo a cuando la empresa decida o no, implementar este plan de capacitación.

3.3.4.2. Resultados de la mejora

3.3.4.1. Empleados Capacitados

Con el programa de capacitaciones se logró incrementar el número de empleados capacitados de un 42.8% a un 100%.

$$\text{Empleados Capacitados} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de empleados capacitados}}{\text{Número total de empleados}} * 100$$

$$\text{Empleados capacitados} = \frac{7 \text{ empleados capacitados anualmente}}{7 \text{ Empleados}} * 100$$

$$\text{Empleados capacitados} = 100\%$$

3.3.5. Resultados de la variable dependiente (Productividad)

3.3.5.1. Producción

3.3.5.1.1. Unidades Producidas

$$\text{Producción} = \frac{Tb}{\text{Ciclo}}$$

Tb= Tiempo Base.

Tabla 62 *Tiempo de ciclo de acuerdo al nivel de daño mejorado*

DAÑO	TIEMPO CICLO
Leve	464,8 min
Mediano	2016,7 min
Fuerte	2905 min

Fuente: Elaboración propia.

Este indicador se logra aumentar gracias a la disminución de tiempo de ciclo que se muestra en la Tabla 62 que se obtiene por a la compra del carrito GYSLINER, interruptores diferenciales, y a la aplicación de la herramienta Kaizen.

Tabla 63 *Cálculo de la producción de acuerdo al nivel de daño mejorado*

DAÑO	TIEMPO BASE	TIEMPO CICLO	PRODUCCIÓN	UNIDADES
LEVE	60min*8h*26 días = 12480 min	464.8	27	27 vehículos
MEDIANO	60min*8h*26 días = 12480 min	2016.7	6.2	6.2 vehículos
FUERTE	60min*8h*26 días = 12480 min	8870.7	1.4	1.4 vehículos

Fuente: Elaboración propia.

La producción trimestral con un nivel de daño leve se incrementaría a 27 vehículos, en daño mediano a 6.2 vehículos y a 1.4 vehículos en daño fuerte, calculándose a partir de los nuevos datos del tiempo

de ciclo.

3.3.5.1.2. Ritmo de Producción

$$\text{Ritmo de Producción} = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Demanda por período}}$$

Ritmo de producción: Leve Mejorado

Tabla 64 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve mejorado

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	36	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	27	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño leve mejorado

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (36min/turno)	444	min/turno
	(444min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	26640	s/día
Demanda Diaria	(27 unid/mes)/(26días/mes)	1.04	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	25653.33	s/Unid
	(25653.33 s/ unid)*(1 min/60s)	427.56	min/Unid
	(427.56 min/Unid)*(1 h/60min)	7.13	h/Unid
	(7.13 h/Unid)*(1 día/8 h)	0.89	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño leve, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 25 653,33 segundos (0,89 días/Unid), para luego ser entregado al proceso de pintura.

Ritmo de producción: Mediano Mejorado

Tabla 66 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano mejorado

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	36	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	6.2	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño mediano mejorado.

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (36min/turno) (444min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	444 26640	min/turno s/día
Demanda Diaria	(6.2 unid/mes)/(26días/mes)	0.24	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	111716.13	s/Unid
	(111716.13s/ unid)*(1 min/60s)	1861.94	min/Unid
	(1861.13 min/Unid)*(1 h/60min)	31.03	h/Unid
	(31.03 h/Unid)*(1 día/8 h)	3.88	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño mediano, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 111 716,13 segundos (3,88 días/Unid), para luego ser entregado al proceso de pintura.

Ritmo de producción: Fuerte Mejorado

Tabla 68 Datos para cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte mejorado

RITMO DE PRODUCCIÓN (TAKT TIME)		
Jornada Laboral	8	Horas/turno
Jornada Laboral en Min	480	Min/turno
Tiempo de descansos	36	min/turno
Número de Turnos	1	Turno/día
Días Hábiles por mes	26	días/mes
Demanda mensual	1.4	Unid

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69 Cálculo del Ritmo de producción (takt time) daño fuerte mejorado

Tiempo Disponible	(480min/turno) - (36min/turno) (444min/turno)*(1turno/día)*(60s/min)	444 26640	min/turno s/día
Demanda Diaria	(1.4 unid/mes)/(26días/mes)	0.05	Unid/día
TAKT TIME	Tiempo Disponible/Demanda Diaria	494742.86	s/Unid
	(494742.86 s/ unid)*(1 min/60s)	8245.71	min/Unid
	(8245.71 min/Unid)*(1 h/60min)	137.43	h/Unid
	(137.43 h/Unid)*(1 día/8 h)	17.18	días/Unid

Fuente: Elaboración propia.

Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño fuerte, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 494 742,86 segundos (17,18 días), para luego ser entregado al proceso de pintura.

Value Stream Mapping o Mapa de Flujo de Valor Futuro

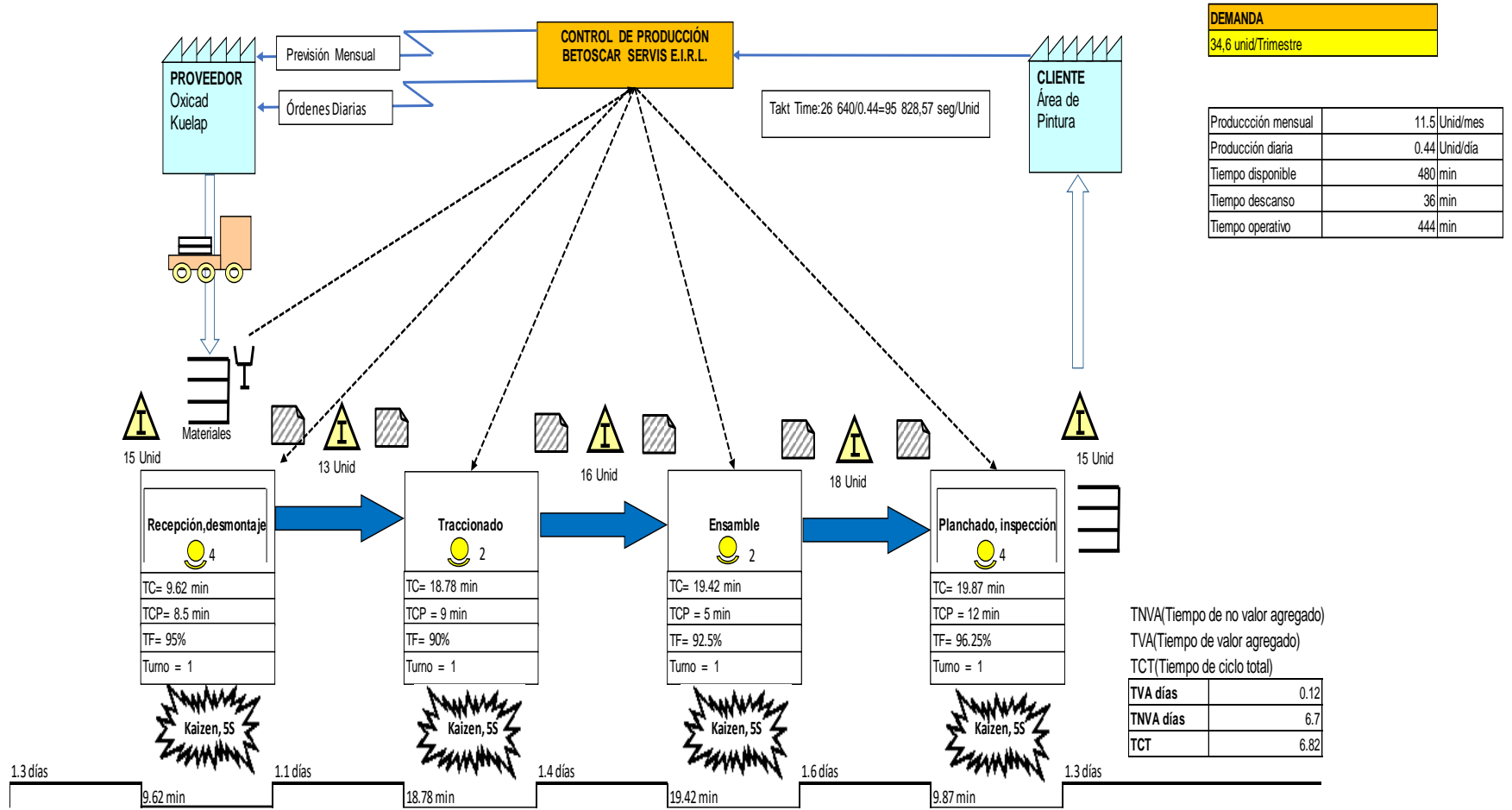


Figura 72. VSM futuro del proceso de planchado

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 72 muestra el Mapa de Flujo de valor o Valú Stream Mapping futuro del proceso de planchado en la empresa Betoscar Servis, para la elaboración del VSM se tuvieron en cuenta la unión de las actividades como Recepción y Desmontaje; Ensamble, Planchado e Inspección, el tiempo de ciclo; luego de la mejora el resultado total del proceso de 6.82 días, siendo el tiempo de valor agregado (TVA) de 0.12 días y el tiempo sin valor agregado (TNVA) de 6.7 días.

Tabla 70 *Tiempo promedio en el área de trabajo VSM Futuro*

		Tiempos (seg)
Actividades sin valor agregado		6.7 días
Actividades con valor agregado		0.12 días
Tiempo de ciclo total		6.82 días

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 70 nos muestra el resumen del VSM Futuro, de las actividades con y sin valor agregado, también el tiempo de ciclo total de cada actividad realizada.

3.3.5.2. Productividad

Este indicador se logró aumentar gracias a los tiempos mejorados en los procesos de planchado leve, mediano y fuerte.

3.3.5.2.1. Productividad de Mano de Obra

Para el cálculo de mano de obra se consideró el total de producción o servicios mejorados en un trimestre entre las horas hombre empleadas.

$$Productividad\ de\ M.O = \frac{Unidades\ Producidas}{Horas-Hombre\ empleadas}$$

$$Productividad\ de\ M.O = \frac{34.6\ Unid\ Trimestre}{78\ Días * 8h * 3\ Operarios}$$

$$Productividad\ de\ M. O = 0.0185$$

Por cada Hora-Hombre se realizará 0,0185 unidades en un trimestre.

3.3.5.2.2. Productividad de materiales

Para el cálculo de productividad de materiales se consideró el total de producción o servicios mejorados en un trimestre entre los recursos más utilizados en el taller (Oxígeno, Carburo).

$$Productividad\ Materiales = \frac{Servicios\ brindados}{Recursos\ utilizados}$$

- **Productividad del Oxígeno Mejorado**

Tabla 71 *Cantidad de Oxígeno mejorado para los diferentes tipos de abolladura.*

Materiales	Abolladura	Cantidad (m ³)	Vehículos	(Total m ³)	Costo (m ³)	Costo Subtotal
Oxígeno	Leve	1.5	27	40.5	S/ 13.00	S/ 526.50
	Mediano	4.5	6.2	27.9	S/ 13.00	S/ 362.70
	Fuerte	6	1.4	8.4	S/ 13.00	S/ 109.20
Costo Total						S/ 998.40

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 71 se aprecia una reducción de la cantidad de Oxígeno: en Leve una reducción de 0.5 m³, en mediano 0.5 m³, y en fuerte 2 m³, debido a que con la compra del carrito Gysliner la reparación será más rápida, además de que el uso de soldadura y por lo tanto el oxígeno que es necesario para ello disminuirá, siendo más notable en el daño fuerte ya que en este se presenta mayor ahorro de tiempo. Además, este recurso mejorará ya que los trabajadores con la capacitación que recibirán en Lean Manufacturing, entenderán la importancia de uso eficiente de los recursos y eliminación de desperdicios.

Daño leve

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ leve = \frac{27\ Unidades\ producidas}{40.5m^3}$$

$$Productividad = 0.067$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realizará 0.067 unidades por trimestre

Daño Mediano

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ Mediano = \frac{6.2\ Unidades\ producidas}{27.9m^3}$$

$$Productivida\ del\ Oxígeno\ mediano = 0.22$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realizará 0.22 unidades por trimestre.

Daño Fuerte

$$Productividad\ del\ Oxígeno\ fuerte = \frac{1.4}{8.4m^3}$$

$$Productividades\ de\ Oxígeno\ Fuerte = 0.17$$

Por cada m³ que se utiliza de oxígeno se realizará 0.17 unidades por trimestre.

- **Productividad del Carburo Mejorado**

Tabla 72 Cantidad de Carburo mejorado para los diferentes tipos de abolladura.

Materiales	Abolladura	Cantidad (Kg)	Vehículos	(Total Kg)	Costo (Kg)	Costo Subtotal
Carburo	Leve	4	27	108	S/ 9.00	S/ 972.00
	Mediano	13.5	6.2	83.7	S/ 9.00	S/ 753.30
	Fuerte	28	1.4	39.2	S/ 9.00	S/ 352.80
Costo Total						S/ 2,078.10

Fuente: Elaboración Propia.

En la Tabla 72 se aprecia una reducción de la cantidad de Carburo: en Leve una reducción de 1 Kg, en mediano 1.5 Kg, y en fuerte 2 Kg, debido también a que con la compra del carrito Gysliner la reparación será más rápida, además de que el uso de soldadura y por lo tanto el carburo que es necesario para ello disminuirá, siendo más notable también en daño fuerte ya que en este se presenta mayor ahorro de tiempo. Además, este recurso mejorará gracias a la estandarización de los procesos porque los trabajadores van a seguir un procedimiento establecido para cada nivel de daño.

Daño leve

$$Productividad\ del\ carburo\ leve = \frac{27\ Unidades\ por\ trimestre}{108Kg}$$

$$Productividad\ del\ carburo\ leve = 0.25$$

Por cada Kg que se utiliza de carburo se realizará 0.25 unidades por trimestre

Daño Mediano

$$Productividad\ del\ carburo\ mediano = \frac{6.2\ Unidades\ por\ trimestre}{83.7Kg}$$

$$Productividad\ del\ carburo\ mediano = 0.074$$

Por cada Kg de carburo se realizará 0.074 unidades Por trimestre

Daño Fuerte

$$Productividad\ del\ carburo\ fuerte = \frac{1.4\ Unidad\ por\ trimestre}{39.2Kg}$$

$$Productividad\ del\ carburo\ fuerte = 0.036$$

Por cada Kg de carburo se realizará 0.036 unidades por trimestre

3.2.2.2.3 Productividad de Energía Utilizada

Tabla 73 Consumo de Energía proyectado

Mes	Consumo mensual Proyectado (kwh)
Mes 1	142.80
Mes 2	158.12
Mes 3	156.36
Total de energía empleada	457.28
Energía diaria(26días hábiles /mes	17.59

Fuente: Elaboración propia.

El consumo de energía proyectado tendría una reducción de 38.65 kwh, debido al uso de interruptores diferenciales ya que este será capaz de regular y detener el paso de energía ante una fuga o anomalía en la cantidad que se presente. Además, la cantidad de kwh se verá reducido también por el uso del carrito Gysliner ya que reducirá el tiempo de proceso y por tanto el uso de máquinas de soldadura y otras necesarias para el proceso de planchado.

$$Productividad\ de\ energía\ utilizada = \frac{Unidades\ producidas}{Energía\ empleada}$$

$$Productividad\ de\ energía\ utilizada = \frac{34,6Unidades\ producidas}{457.28\ Kwh/trimestre}$$

$$Productividad\ de\ energía\ utilizada = 0.076\ Unidades/Khw$$

Por cada Kwh se realizará 0.076 Unidades en un trimestre.

Resultados después de la mejora de las variables en Estudio

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ACTUAL			PROPUESTA			VARIACIÓN			INTERPRETACIÓN
				Nivel de Abolladura			Nivel de Abolladura			Nivel de Abolladura			
				Leve	Mediano	Fuerte	Leve	Mediano	Fuerte	Leve	Mediano	Fuerte	
VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	MOVIMIENTOS	Movimientos Eficientes	%	56,3%			81.30%			25%			Con la propuesta se tendrá un 81.30% de movimientos eficientes, lográndose incrementar en un 25%.
		Movimientos Ineficientes	%	43,7%			18.75%			24.25%			Con la propuesta se tendrá un 18.75% de movimientos ineficientes, lográndose reducir en un 24.25%.
	TIEMPO DE ESPERA	Tiempo de ciclo	min	936,5 min	2469,7 min	13564,5 min	464,8 min	2016,7 min	8870,7 min	471,7 min	453 min	4693,8 min	El tiempo de ciclo del planchado daño leve se redujo en 471,7 min; del planchado daño mediano en 453 min y del proceso de planchado daño fuerte en 4 693,8 min.
		Tiempo de espera	min	67,9 min	68,7 min	82 min	0 min	0 min	0 min	67,9 min	68,7 min	82 min	El tiempo de espera del proceso de planchado daño leve se redujo en 67,9 min, del proceso de planchado daño mediano en 68,7 min y del proceso de planchado daño fuerte en 82 min.
	TRANSPORTE	Distancia Recorrida	m	82 m	135 m	140 m	12,5 m	30,5 m	30,5 m	69,5 m	104,5 m	109,5 m	La distancia recorrida en planchado daño leve se redujo en 69,5 m, del planchado daño mediano en 104,5 m y del planchado daño fuerte en 109,5 m.
	CAPITAL HUMANO	Empleados Capacitados	%	42,8%			100%			57.20%			Los empleados capacitados anualmente con la propuesta serán un 100%, incrementándose en un 57,20%.

Figura 73. Resultados después de la mejora de la variable Lean Manufacturing.

Fuente: Elaboración propia.

VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	ACTUAL			PROPUESTA			VARIACIÓN			INTERPRETACIÓN
				Nivel de Abolladura			Nivel de Abolladura			Nivel de Abolladura			
				Leve	Mediano	Fuerte	Leve	Mediano	Fuerte	Leve	Mediano	Fuerte	
VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	PRODUCCIÓN	Unidades producidas	Unid/Trim.	13 Unid/Trim.	5 Unid/Trim.	1 Unid/Trim.	27 Unid/Trim.	6.2 Unid/Trim.	1,4 Unid/Trim.	14 Unid/Trim.	1,2 Unid/Trim.	0,4 Unid/Trim.	La producción trimestral en nivel de daño leve se incrementará en 14 vehículos(camionetas), en daño mediano 1,2 vehículos(camionetas) y 0,4 vehículo(camioneta) en daño fuerte.
		Ritmo de producción	s	51 600 s (1,79 días/Unid)	134 160 s (4,66 días/Unid)	670 800 s (23,29 días/Unid)	25 653,33 s (0,89 días/Unid)	111 716,13 s (3,88 días/Unid)	494 742,86 s (17,18 días/Unid)	25 946,67 s (0,9 días/Unid)	22 443,87 s (0,78 días/Unid)	176 057 s (6,11 días/Unid)	Para satisfacer la demanda en el área de planchado con un nivel de daño leve, se debe finalizar el trabajo de cada unidad vehicular en 25 653,33 segundos (0,89 días/Unid) reduciéndose en 25 646, 67 s(0,9 días/Unid), con un nivel de daño mediano en 111 716,13 segundos(3,88 días/unid) reduciéndose en 22 443,87 s(0,78 días/Unid),y con un nivel de daño fuerte 494 742,86 s (17,18 días/unid) reduciéndose en 176 057 s(6.11 días/Unid).
	Productividad de M.O	Unid/Hora-Hombre	0,010 Unid/Hora-Hombre			0,0185 Unid/Hora-Hombre			0,0085 Unid/Hora-Hombre			Se logró aumentar 0,0085 unidades en un trimestre por cada hora-hombre.	
	PRODUCTIVIDAD	Productividad de Materiales	Unid/m3	0,5	0,2	0,13	0,67	0,22	0,17	0,17	0,02	0,04	Por cada m3 se realiza en daño leve, mediano y fuerte un incremento en 0,17; 0,02 y en 0,04 unidades por trimestre respectivamente.
			Unid/Kg	0,2	0,06	0,03	0,25	0,074	0,036	0,05	0,014	0,006	Por cada Kg se realiza en daño leve, mediano y fuerte un incremento en 0,05; 0,14 y en 0,006 unidades por trimestre respectivamente.
		Productividad de Energía	Unid/kwh	0,038 Unid/kwh			0,076 Unid/kwh			0,038 Unid/kwh			Se logró aumentar 0,038 unidades en un trimestre por cada Kwh.

Figura 74. Resultados del Diagnóstico de la variable Productividad.

Fuente: Elaboración propia.

Se logró incrementar de 53,3% a 81,30% los movimientos eficientes, y reducir los movimientos ineficientes de 43,8% a 18,75% debido a la propuesta de 5S y Diseño de área y puesto de trabajo, puesto que se ordenará todas las herramientas y materiales necesarios para sus actividades en su mismo puesto de trabajo, evitando así desplazamientos o movimientos innecesarios para buscar herramientas en los almacenes 1 y 2.

Se redujo el tiempo de ciclo en nivel leve de 936,5 min a 454,8 min, en daño mediano de 2 469,7 min a 2 016,7 y en daño fuerte a 13 564,5 min a 8 870,7 min y el tiempo de espera en los tres niveles de daño se reduce a 0 min, ya que se elimina las demoras en los procesos ocasionado por los desplazamientos, búsqueda y traslado de herramientas; producto de que se utiliza como propuesta la compra de maquinaria más moderna: Carrito de reparación de carrocería de acero (Gysliner) e interruptores diferenciales y la herramienta Kaizen de Lean Manufacturing en donde se estandariza los niveles de daño en leve, mediano y fuerte.

Se redujo la distancia recorrida de la empresa para un nivel de daño leve de 82 m a 12,5 m; para un nivel de daño mediano de 135 m a 35,5m y para un nivel de daño fuerte de 140 m a 30,5m; debido a la propuesta de redistribución del taller de la empresa mediante el método heurístico en el que se ubican las áreas de acuerdo a la proximidad de los procesos; la utilización de tarjetas kanban en el proceso de planchado y la herramienta de Control Visual de Lean Manufacturing con lo cual se mejora el control de los procesos.

Se incrementó el indicador de empleados capacitados de un 42,8% a un 100%, puesto que se tiene como propuesta la organización de un plan de capacitación general relacionado a Lean Manufacturing en el que se propone 3 módulos de capacitación: Introducción a Lean Manufacturing; Los 8 tipos de desperdicios y Desarrollo de la Metodología, con un total de 12 horas capacitadas.

Se incrementó las unidades producidas trimestralmente en el taller de acuerdo al nivel de daño, de 13 unid a 27 unid en daño leve, de 5 unid a 6.2 unid en daño mediano y de 1 unid a 1.4 unid en daño fuerte, ocasionado por la reducción del tiempo de ciclo en cada uno de los niveles de daños.

Se redujo el takt time en daño leve de 51 600 s (1,79 días/unid) a 25 653,33s (0,89 días/unid), en daño mediano de 134 160 s (4,66 días/unid) a 111 716,13 s (3,88 días/unid) y en daño fuerte de 670 800 s (23,29 días/unid) a 494 725,86 s (17,8 días/unid); además de ello se realiza la evaluación del VSM Actual en la que se tiene un TVA(Tiempo de valor agregado) de 226,9 min y un TNVA (Tiempo de no valor agregado) de 11 días y luego de la mejora se tiene un VSM Futuro con un tiempo de TVA (Tiempo de valor agregado) de 57,70 min y un TNVA (Tiempo de no valor agregado) de 6,70 días. Esto ocasionado por el aumento del tiempo disponible, puesto que en la mejora se contarán con supervisiones constantes.

Además, se tiene un incremento de la productividad respecto a las horas-hombre trabajadas donde se tiene 0,010 Unid/Hora-Hombre a un 0,018 Unid/Hora-Hombre, tomando en cuenta el incremento de las unidades producidas y la mejora del rendimiento del trabajador en su puesto de trabajo

La productividad del Oxígeno incrementó de 0,5 Unid/m³ a 0,67 Unid/m³ en daño leve; 0,2 Unid/m³ a 0,22 Unid/m³ en daño mediano, y 0,13 Unid/m³ a 0,17 Unid/m³ en daño fuerte; además, otro material de suma importancia en el proceso es el Carbuo en el que se manifiesta también un aumento, así en daño leve se tiene de 0,2 Unid/Kg a 0,25 Unid/Kg, en daño mediano de 0,06 Unid/Kg a 0,074 Unid/Kg y en un daño fuerte de 0,06 Unid/Kg a 0,074 Unid/Kg. También, se tiene una mejora en los resultados respecto a productividad de energía de 0,038 Und/kwh a 0,076 Und/kwh. Esto representa que tanto los materiales como la energía es aprovechada eficientemente y que la propuesta de nueva maquinaria, además de la disminución del tiempo de ciclo u operación en los procesos influyen en la disminución de estos recursos.

3.4. Análisis Económico

En este punto se describe el análisis costo beneficio que nos permitió valorar la inversión realizada del diseño de las herramientas Lean Manufacturing en el área de planchado.

3.4.1. Inversión de activos tangibles e intangibles.

Para esta inversión se tuvo en cuenta los recursos tangibles e intangibles, se determinó los materiales de escritorio, equipos, accesorios, servicios y otros gastos; teniendo en cuenta la cantidad, medida, precio unitario, y monto total, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 74 *Inversión de activos tangibles e intangibles*

Inversión de Activos Tangibles e Intangibles				
Nombre del recurso	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
ÚTILES DE ESCRITORIO				
Papel A4 (millar)	2	Unidades	S/ 14.00	S/ 28.00
Cuaderno	2	Unidad	S/ 10.00	S/ 20.00
Libreta 100 hojas	3	Unidad	S/. 5.00	S/. 15.00
Lapicero	3	Unidades	S/. 1.50	S/. 4.50
Lápiz	3	Unidades	S/. 1.00	S/. 3.00
Borrador	2	Unidades	S/. 1.00	S/. 2.00
Folder de manila	10	Unidades	S/. 0.50	S/. 5.00
CD	3	Unidades	S/. 2.50	S/. 7.50
Engrapador	1	Unidad	S/. 9.00	S/. 9.00
			Sub Total	S/. 94.00
Equipos y Accesorios				
Laptop	2	Unidades	S/. 1,800.00	S/. 3,600.00
Cámara de Celular	1	Unidades	S/ 600.00	S/ 600.00
Escritorio	2	Unidades	S/ 300.00	S/ 600.00
Sillas de oficina	2	Unidades	S/ 100.00	S/ 200.00
			Sub Total	S/. 5,000.00
Servicios:				
Anillado	3	Unidades	S/ 4.00	S/ 12.00
Fotocopiado material bibliográfico, libros	1	Unidad	S/ 50.00	S/ 50.00
Empastado	1	Unidad	S/ 30.00	S/ 30.00
Impresiones, paquete	3	Paquete	S/ 15.00	S/ 45.00
Internet, mes	10	Mes	S/ 110.00	S/ 1,100.00
Teléfono, mes	10	Mes	S/ 54.90	S/ 549.00
Luz	10	Mes	S/ 55.00	S/ 550.00
			Sub Total	S/ 2,336.00
Otros				
Pasajes urbanos	6	Mes	S/ 20.00	S/ 120.00
			Sub Total	S/ 120.00
			TOTAL	S/ 7,550.00

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2. Costos para la implementación de Mejora

Al implementar la propuesta de mejora en el taller de planchado la empresa deberá incurrir en los siguientes costos.

3.4.2.1 Costos para implementar las condiciones de trabajo

Tabla 75 Costo para implementar condiciones de trabajos

PROPUESTA DE MEJORA				
Costo de condiciones de Trabajo				
Nombre del recurso	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
Repisas	4	Unidades	S/ 200.00	S/ 800.00
Organizadores de herramientas	2	Unidades	S/ 100.00	S/ 200.00
Organizadores de Escoba	1	Unidades	S/ 35.00	S/ 35.00
Útiles de Limpieza	5	Unidades	S/ 65.00	S/ 325.00
Tarjetas de Control	20	Unidades	S/ 0.50	S/ 120.00
Pintura	5	Unidades	S/ 15.00	S/ 75.00
Etiquetas adhesivas	20	Unidades	S/ 1.00	S/ 20.00
Cintas de señalización	3	Unidades	S/ 25.00	S/ 75.00
EPP (mascarillas, taponés, uniforme, lentes)	3	Unidades	S/ 80.00	S/ 240.00
Extintores	2	Unidades	S/ 65.00	S/ 130.00
Recarga de Extintores	1		S/ 60.00	S/ 60.00
Escobas más recogedor	3	Unidades	S/ 13.00	S/ 39.00
Trapo Industrial	2	Unidades	S/ 13.00	S/ 312.00
			Sub Total	S/ 2,431.00

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.2 Costos de Maquinaria

Tabla 76 Costo de implementos de maquinaria

Costo de Maquinaria				
Nombre del recurso	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL
Carrito de Reparación GYSLINER	1	Unidades	S/ 12,000.00	S/ 12,000.00
Interruptor diferencial	2	Unidades	S/ 80.00	S/ 160.00
Instalación	1	Servicio	S/ 90.00	S/ 90.00
Depreciación	1	Unidades	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
			Sub Total	S/ 13,450.00

Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.3 Costo de Capacitaciones

Tabla 77 Costos de Capacitaciones

Costos de Capacitaciones				
Nombre del recurso	CANTIDAD INICIAL	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	MONTO TOTAL (Anual)
Pasajes	6	S/	S/ 5.00	S/ 30.00
Plumones	3	Unidades	S/ 3.00	S/ 9.00
Alquiler de proyector	12	Horas	S/ 20.00	S/ 240.00
Separatas	8	Unidades	S/. 2.00	S/ 16.00
Folder	7	Unidades	S/. 0.50	S/ 3.50
Certificados	7	Unidades	S/. 2.00	S/ 14.00
Lapiceros	8	Unidades	S/. 1.00	S/ 8.00
Papel Bond A4	14	Unidades	S/. 0.10	S/ 1.40
Honorarios de expositores	12	S/	S/. 50.00	S/ 600.00
			Sub Total	S/ 921.90

Fuente: Elaboración propia.

3.4.3 Costos Proyectados

La presente tabla se determina los costos proyectados a cinco años.

Tabla 78 *Costos proyectados*

COSTOS PROYECTADOS - IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN A LA EMPRESA BETOSCAR SERVIS							
ITEMS	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5	
INVERSIÓN DE ACTIVOS TANGIBLES							
UTILES DE ESCRITORIO							
Papel A4 (millar)	S/ 28.00						
Cuaderno	S/ 20.00						
Libreta 100 hojas	S/ 15.00						
Lapicero	S/ 4.50						
Lápiz	S/ 3.00						
Borrador	S/ 2.00						
Folder de manila	S/ 5.00						
CD	S/ 7.50						
Engrapador	S/ 9.00						
Sub total	S/ 94.00						
Equipos y Accesorios							
Laptop	S/.	3,600.00					
Cámara de Celular	S/.	600.00					
Escritorio	S/.	600.00					
Sillas de oficina	S/.	200.00					
Sub total	S/.	5,000.00					
Servicios:							
Anillado	S/ 12.00						
Fotocopiado material bibliográfico, libros	S/ 50.00						
Empastado	S/ 30.00						
Impresiones, paquete	S/ 45.00						
Internet, mes	S/	1,100.00					
Teléfono, mes	S/ 549.00						
Luz	S/ 550.00						
Sub total	S/	2,336.00					
Otros							

Pasajes urbanos	S/ 120.00					
Sub total	S/ 120.00					
Materiales y Equipos de implementación						
Repisas	S/ 800.00	-	-	-	-	-
Organizadores de herramientas	S/ 200.00	-	-	-	-	-
Organizadores de Escoba	S/ 35.00					
Útiles de Limpieza	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00	S/ 400.00
Tarjetas de Control	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00	S/ 120.00
Pintura	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00
Etiquetas adhesivas	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 20.00	S/ 20.00
Cintas de señalización	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00	S/ 75.00
EPP (mascarillas, taponés, uniforme, lentes)	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00
Extintores	S/ 130.00					
recarga de extintores	S/ 0.00	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00	S/ 60.00
Escobas más recogedor	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00	S/ 55.00
Trapo Industrial	S/ 312.00	S/ 312.00	S/ 312.00	S/ 312.00	S/ 312.00	S/ 312.00
Carrito de Reparación GYSLINER	S/ 12,000.00	-	-	-	-	-
Interruptor diferencial	S/ 160.00	-	-	-	-	-
Instalación	S/ 90.00	-	-	-	-	-
Depreciación	S/ 0.00					
		1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00	1,200.00
Total de Materiales y Equipos de a implementación	S/ 14,712.00	S/ 2,557.00	S/ 2,557.00	S/ 2,557.00	S/ 2,557.00	S/ 2,557.00
Gastos en Capacitaciones		S/ 2,557.00				
Pasajes		S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00	S/ 30.00
Plumones		S/ 9.00	S/ 9.00	S/ 9.00	S/ 9.00	S/ 9.00
Alquiler de proyector		S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00	S/ 240.00
Separatas		S/ 16.00	S/ 16.00	S/ 16.00	S/ 16.00	S/ 16.00
Folder		S/ 3.50	S/ 3.50	S/ 3.50	S/ 3.50	S/ 3.50
Certificados		S/ 14.00	S/ 14.00	S/ 14.00	S/ 14.00	S/ 14.00
Lapiceros		S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00	S/ 8.00
Papel Bond A4		S/ 1.40	S/ 1.40	S/ 1.40	S/ 1.40	S/ 1.40
Honorarios de expositores		S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00	S/ 600.00
Total de gastos en Capacitación	S/ 0.00	S/ 921.90	S/ 921.90	S/ 921.90	S/ 921.90	S/ 921.90
TOTAL DE GASTOS	S/ 22,262.00	S/ 3,478.90	S/ 3,478.90	S/ 3,478.90	S/ 3,478.90	S/ 3,478.90

Elaboración Propia

En la Tabla 78 observamos que para la implementación inicial de las herramientas Lean Manufacturing en el año 0 será de S/ 22 262,00 y para los próximos 5 años será de s/ 3 478,90.

3.4.4 Ingresos proyectados

Tabla 79 *Ingresos proyectados por tipo de abolladura*

Ingresos	Antes	Después	Ingresos	Antes	Beneficio	Después
Leve			Leve			
	41,600.00	86,400.00		41,600.00	44,800.00	86,400.00
Mediano			Mediano			
	48,000.00	59,520.00		48,000.00	11,520.00	59,520.00
Fuerte			Fuerte			
	17,600.00	24,640.00		17,600.00	7,040.00	24,640.00

Elaboración Propia

Tabla 80 *Ingresos proyectados*

INGRESOS PROYECTADOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	18,960.00	18,960.00	18,960.00	18,960.00	18,960.00

Elaboración propia

- Flujo neto

Tabla 81 *Flujo de Caja Neto Proyectado*

FLUJO DE CAJA NETO PROYECTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	-S/ 22,262.00	S/ 15,481.10	S/ 15,481.10	S/ 15,481.10	S/ 15,481.10	S/ 15,481.10

Fuente: Elaboración propia

Tasa COK

De acuerdo a los datos obtenidos por los estados financieros de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L. se logró calcular el COK igual a 14%

$$CPPC = WACC = \frac{D}{D+C} * Kd * (1 - T) + \frac{C}{D+C} * Ke$$

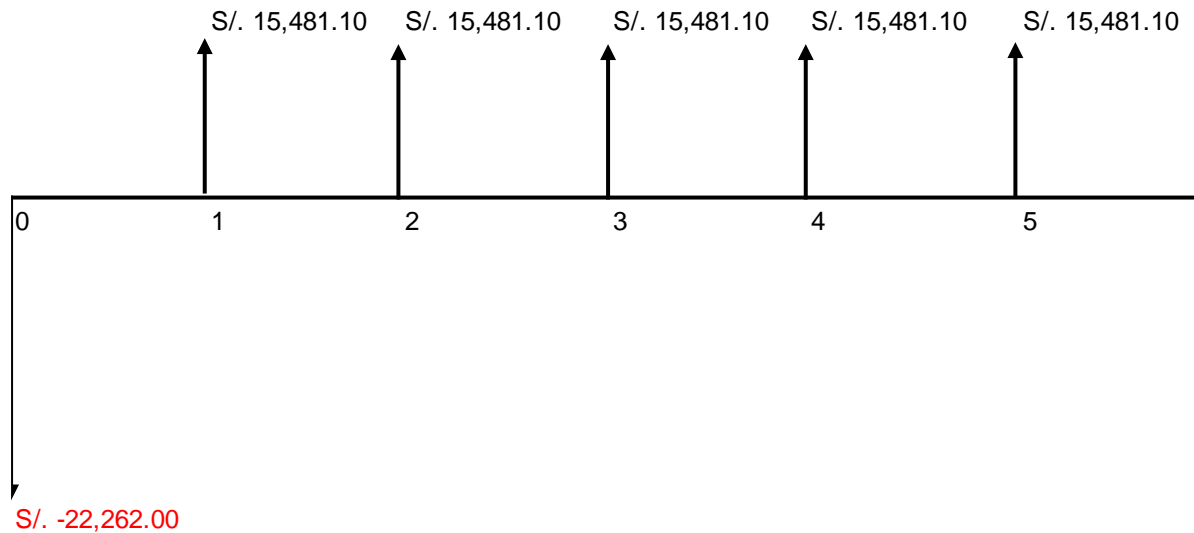


Figura 75. Flujo neto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82 Indicadores económicos

Tasa COK	14%
VA	S/ 53,147.87
VAN	S/ 30,885.87
TIR	64%
IR	2.39

Fuente: Elaboración propia

VAN > 0 Se acepta el proyecto

TIR > COK Se acepta el proyecto

IR > 1 El Índice de Rentabilidad > 1

El monto total que ingresa después de la inversión inicial es de S/53 147,87.

El índice de rentabilidad es de 2.39, este valor es mayor que 1, por lo tanto, la propuesta de mejora es aceptada ya que genera una rentabilidad de s/ 1.39 por cada sol invertido.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 DISCUSIÓN

La presente investigación tiene como objetivo proponer el diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado para incrementar la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L., por lo cual se decide estandarizar el proceso de acuerdo al nivel de daño de la carrocería en: Leve, Mediano, y Fuerte para el análisis de la investigación y así poder estudiarlos individualmente; además, se identifica cada uno de los desperdicios (Movimientos Innecesarios, Tiempo de espera, Exceso de Transporte y Desaprovechamiento del Capital Humano) que viene afectando a la empresa y por lo tanto a su productividad. Por lo que, mediante esta investigación se logra demostrar que el diseño de las herramientas Lean Manufacturing como: VSM; 5S; Kanban; Kaizen, Control Visual; logran aumentar la productividad en el proceso de planchado, y de esta manera obtener los resultados más óptimos y esperados por la empresa.

En cuanto a los resultados obtenidos de la variable Lean Manufacturing, se presenta la propuesta de mejora para reducir así cada uno de los desperdicios, se tiene como desperdicio Movimientos Innecesarios, para lo cual se utiliza como propuesta 5S y Diseño de área y puesto de trabajo. Los resultados permiten afirmar que un puesto de trabajo ordenado, limpio y eficiente, permite reducir los movimientos ineficientes y convertirlos en eficientes, y que la herramienta 5S de Lean Manufacturing permite todo ello. Los hallazgos encontrados son consistentes con lo mencionado en la investigación de Valencia (2018) ya que después de implementar las 5S en el ambiente de planchado automotriz su productividad mejoró en un 25,89%; esto gracias a la aplicación correcta de las 5S.

Para el desperdicio de Tiempo de espera, se reduce el tiempo de ciclo y el tiempo de espera con el diseño de herramientas Lean lo que permite afirmar que la propuesta mejora significativamente el desempeño de los trabajadores y reduce los tiempos de trabajo. Los resultados concuerdan con los obtenidos en la investigación de Olazo Carrasco & Palacios Lezama (2018), en su trabajo de investigación donde reduce el tiempo de ciclo en un siniestro Quick de 624,74min a 589,94 min, en siniestro Ligero de 1318,70 min a 1148.52 min; en siniestro Mediano de 5939,67 min a 4817,44 min; en siniestro Pesado 11879,44 min a 9699,65 min. Además, Cabrera (2016), obtiene en sus resultados la reducción del tiempo de espera del cliente de 133,37minutos a 32,49 minutos. No obstante, a diferencia de Cabrera, el enfoque que se le da al tiempo de espera en la presente investigación, es el que se produce por las demoras en el proceso y por tanto ocasiona un tiempo de espera del proceso para que siga avanzando.

En cuanto al desperdicio Exceso de Transporte, se mejora la distribución del área, se reduce la distancia recorrida y se incrementa el nivel de cumplimiento de control visual lo que permite afirmar que tener un adecuado tamaño del área de la empresa, además de tener sus áreas ordenadas y ubicadas eficientemente permite reducir el transporte de toda índole ya sea de producto en proceso, personas y materiales. Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación hecha por Gallardo (2016) donde

muestra que separar en 2 grandes grupos los servicios del taller, mecánica liviana y mecánica rápida permite el aumento de la eficiencia de toda el área y redujo a 100% los desperdicios de toda índole; con la investigación hecha por Guevara & Julca Alcántara (2018) se evidencia que reducen la distancia recorrida entre cada área de trabajo de 23.3m a 13.1m; y en la investigación realizada por Merlo & Ojeda (2017), donde el nivel de cumplimiento de control visual se incrementó de un 29% a un 58%, por lo que es evidente que es efectiva esta herramienta.

Para el desperdicio del desaprovechamiento del Capital Humano se incrementó el porcentaje de empleados capacitados, donde se identifica que este desperdicio es poco estudiado pues son escasos los autores que lo mencionan siendo este el 8 desperdicio, adicional a eso la mayoría de empresas toma a este punto como poco importante o a la capacitación como un gasto, siendo en realidad todo lo contrario, ya que esta representa o permite a la empresa aprovechar las nuevas habilidades y conocimientos obtenidos por los trabajadores para mejorar la empresa en función a generar valor o tener un flujo lean, y por ende hacerla más productiva.

Los resultados obtenidos para la variable Productividad se presentan de acuerdo a las dimensiones estudiadas, una de ellas es la producción, en esta se considera un incremento de las unidades producidas en el taller de acuerdo al nivel de daño, ello representa que, ante la reducción del tiempo de ciclo, estos terminan afectando a la cantidad de vehículos que se pueden atender o producir. Lo cual concuerda con los estudios realizados por Nomberto Olano & Segura Santillán (2017) donde aplicaron las mismas herramientas de mejora logrando un aumento en el número de unidades de producción de neumáticos reencauchados de 6 und/ día a 8 und/ día; y en la investigación realizada por Herrera y López (2016) donde logró un incremento de la producción en un 66,67%.

Para la evaluación del Ritmo de Producción, se toma en cuenta datos principales de la empresa como el tiempo disponible y a la producción diaria; presentando una reducción de este en cada nivel de daño, lo encontrado manifiesta que hay primero un aumento del tiempo disponible, puesto que en la mejora se contarán con supervisiones constantes, y el incremento de la producción por la disminución del tiempo de ciclo, además que las mejoras logran impactar en el tiempo de valor agregado del proceso. Los resultados hallados se asemejan con las investigaciones en las que se aplica Lean Manufacturing como la de Herrera & López (2016) en la que muestra la reducción del tack time en un 40.00%; asimismo con el estudio hecho por Valdivieso López y Zúñiga Calcina (2016) en donde con el VSM actual se identificó que un vehículo tenía una permanencia en el taller de 18,3 días de los cuales 2,5 días representa sólo trabajo productivo; y la investigación de Guardia (2017) en la que luego de implementar el programa de herramientas de mejora en un taller mecánico de autos de lujo demuestra que el tiempo de las unidades en el taller se redujo a 3 días.

La dimensión Productividad, nos muestra resultados en cada uno de los tres aspectos tomados para este estudio: Productividad de Mano de Obra, Productividad de Materiales y Productividad de energía, así se presenta un incremento de la productividad de mano de obra, tomando en cuenta el incremento

de las unidades producidas y la mejora del trabajador en su puesto de trabajo. Lo encontrado, muestra que si bien es cierto no hay una diferencia abismal entre el antes y el después si representa un incremento en el aprovechamiento de las horas de trabajo y que se ve reflejado al actuar en el proceso; lo encontrado guarda similitud con los resultados hechos por Olazo Carrasco & Palacios Lezama (2018) donde al mejorar el proceso, la productividad horas – hombre aumentó de 0,022 a 0,031 vehículos, la productividad de la mano de obra de 4,43 unidades a 6,12 unidades.

En la productividad de materiales, se toma en consideración los principales materiales usados para el proceso de planchado como es el Oxígeno y el Carbuo, los cuales presentan un incremento de su productividad, Además, se tiene una mejora en los resultados respecto a productividad de energía. Esto representa que tanto los materiales como la energía son aprovechados eficientemente y que la propuesta de nueva maquinaria, además de la disminución del tiempo de ciclo u operación en los procesos influyen en la disminución de este recurso. Lo evidenciado, concuerda con la investigación realizada por Cerdán & Mercado Chávez (2018) en la que luego de aplicar las mejoras se incrementa la productividad de energía de 0.049 vehículos / kwh a de 0.069 vehículos / kwh.

Es importante señalar que ante cualquier mejora que se presente en el área, esta es sólo una oportunidad para detectar y mejorar otros problemas que presentan las empresas y que no son detectadas por la falta de estudios y análisis Torres & Reyes (2012) lo reafirman mencionando que hoy en día, quien quiera permanecer en el mercado, va a tratar de satisfacer a los clientes, ofreciéndole, aparte de buena calidad y entregas a tiempo, precios más bajos, los cuales se logran no teniendo desperdicios; y esto a su vez se logra visualizando en los mapeos de cadena de valor las áreas de oportunidad, para convertir ese capital de desperdicios en capital que fluya y genere utilidad. Es por todo lo expuesto, que se recomienda a la empresa la capacitación constante en mejoras de los métodos de trabajo para la reducción de tiempos de proceso, además de formar equipos de trabajo para realizar mejora continua principalmente en cuanto a seguridad y salud en el trabajo ya que en este punto la empresa no cuenta con mejoras, siendo un aspecto importante ya que las actividades que realizan los trabajadores involucra contacto con productos químicos y con corriente eléctrica, para evitar así cualquier accidente laboral y problemas a la empresa a largo plazo.

4.2 CONCLUSIONES

Tras la investigación realizada, y de acuerdo a los objetivos principales y específicos se concluye que:

Se incrementó la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L, debido al diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado con un nivel de daño leve, mediano y fuerte.

Se realizó un diagnóstico de los desperdicios y productividad, dónde se identificó cuatro desperdicios de Lean Manufacturing: El primero referido a Movimientos Innecesarios, éste ocasionado por la falta de orden y limpieza en el área de trabajo; el segundo al desperdicio Tiempo de Espera, debido principalmente a los cuellos de botella o demoras en el proceso, a la tecnología inadecuada y a la falta de estandarización; el tercer desperdicio referido al Exceso de Transporte, ocasionado sobre todo por la inadecuada distribución del taller; y el cuarto relacionado al desperdicio del Desaprovechamiento del Capital Humano, debido a la falta de capacitación de todo el personal y la falta de conocimiento en temas relacionados a Lean Manufacturing. Además, de los desperdicios, se diagnostica la productividad, para lo cual se analizó las unidades producidas trimestralmente, el ritmo de producción; asimismo, con VSM actual se identificó un TNVA (tiempo de no valor agregado) y un TVA (tiempo de valor agregado); se analizó también la productividad de mano de obra, productividad de materiales (oxígeno y carburo) y la productividad de energía.

Se diseñó la filosofía Lean Manufacturing como propuesta de implementación para la mejora de cada uno de los desperdicios, así para Movimientos Innecesarios se propuso implementar la herramienta 5S y el diseño de área y puesto de trabajo; para Tiempo de Espera se utilizó como propuesta la compra de maquinaria: carrito de reparación de carrocería de acero (Gysliner), interruptores diferenciales y la herramienta Kaizen de Lean Manufacturing en donde se estandariza los niveles de daño en leve, medio y fuerte y se documenta la identificación de daños; para Exceso de Transporte se propuso la distribución de planta con el método Heurístico y método Guercht, la utilización de tarjetas kanban para llevar un mejor control de los procesos y la herramienta control visual de Lean Manufacturing; para el desperdicio del Desaprovechamiento del Capital Humano se propuso un programa de capacitación en materia Lean Manufacturing. Además, se presentó el diseño del Value Stream Mapping Futuro con todas las mejoras planteadas, de manera que facilite su entendimiento y aplicación.

La propuesta de implementación otorgó resultados favorables para la mejora de cada uno de los desperdicios; así para Movimientos Innecesarios se logró reducir el porcentaje de movimientos ineficientes y aumentar los movimientos eficientes; para el desperdicio Tiempo de espera se logró reducir el tiempo de ciclo y el tiempo de espera, para exceso de Transporte se logró reducir la

distancia entre las áreas de la empresa, se calculó el tamaño óptimo para el taller; en desaprovechamiento del capital humano con el plan de capacitaciones los empleados capacitados aumentó. Con la propuesta se incrementó la producción de los vehículos (camionetas) en 14 unid/trim en leve, en 1,2 unid/trim en mediano y en 0,4 unid/trim en fuerte y se redujo el ritmo de producción en 0.9 días/Unid en leve, en 0.78 días/Unid en mediano y en 6.11 días/Unid en fuerte. Además, se logró incrementar la productividad de mano de obra, la productividad de materiales (Oxígeno –Carburo), y la productividad de energía.

Al realizó la evaluación económica del diseño de las herramientas Lean Manufacturing mediante un análisis costo beneficio se obtuvo un VA de S/ 53 147.87 que representa el monto total que ingresa después de la inversión inicial; un VAN de S/ 30 885.87 que representa lo que se va a ganar con esta inversión proyectados a 5 años siendo este valor mayor a 0, y un TIR de 64% mayor a la tasa TOK, siendo estos indicadores favorables por lo que se acepta el proyecto y un IR de 2.39 lo que quiere decir que por cada sol invertido se obtiene una ganancia de S/ 1.39 siendo mayor a 1, lo que indica que es un proyecto rentable.

REFERENCIAS

- Cabrera Valverde, H. S. (2016). *Propuesta de mejora de la calidad mediante la implementación de técnicas Lean Service en el área de servicio de mecánico de una empresa automotriz.*(Tesis Pregrado). Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Castañeda Vargas, V. H. (2018). *Implementación de controles en el área de pintura para la entrega de vehículos reparados en el taller Multimarca Germania Automotriz SAC.* (Tesis Pregrado). Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Carreira, B. (2004). *Lean Manufacturing That Works.* Nueva YORK: Amacom Books.
- Cerdán, M., Smith, R., & Mercado Chávez, F. J. (2018). *Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta en los procesos de planchado y pintura para mejorar la productividad en la empresa Elio Automotriz Racing EIRL.* (Tesis Pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Freivalds, A. (2014). *Ingeniería industrial de Niebel: métodos, estándares y diseño del trabajo* (No. 670.42 F7y.). McGraw-Hill Interamericana Editores, SA de CV.
- Galindo, M., & Ríos, V. (2015). *Productividad. Serie de estudios económicos, 1, 1-9.*
- Gallardo, V. (2016). *Propuesta de implementación de metodología Lean Manufacturing en un taller automotriz del sector batan bajo, Quito, año 2016.* (Tesis Pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Quito, Ecuador.
- Globaltech (2016). *Kit Sacatocos Gysliner Gyspot 3902.* Recuperado de <https://www.globaltechla.com/product/kit-sacatocos/>
- Guardia, G. (2017). *Programa de herramientas de mejora aplicado a un taller mecánico de autos de lujo.* (Tesis Pregrado). Universidad Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Guevara, I., Neri, L., & Julca Alcántara, S. J. (2018). *Propuesta de implementación de mejora en el proceso de envasado de GLP utilizando herramientas de lean manufacturing para incrementar la productividad.* (Tesis Pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.
- Herrera, J. (2013). *+Productividad.* Palibrio.
- Herrera, F. & López, J. (2016). *Impacto de la metodología Lean Manufacturing en la producción de microempresa D'J lo servicios generales E.I.R.L. 2016.* (Tesis Pregrado).
- INEI (2018). *Informe Técnico N°2: Estadísticas de Seguridad Ciudadana Set.2018-Feb.2019.* Recuperado de https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/boletines/02-informe-tecnico-n02_estadisticas-seguridad-ciudadana_set2018-feb2019.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). *Informe técnico N°09: Producción Nacional Julio*.

Recuperado de http://m.inei.gob.pe/media/principales_indicadores/09-informe-tecnico-n09_produccion-nacional-jul2019.pdf

Neto, F. M. (2013). *Lean Manufacturing: exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Francisco Madariaga Neto.

Merlo, J. y Ojeda, I. (2017). *Propuesta de implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la producción de pastas gourmet en la empresa Maquila Agro Industrial Import & Export S.A.C para mejorar su productividad*. (Tesis pregrado). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Nomberto Olano, N. I., & Segura Santillan, C. W. (2017). *Propuesta de Implementación de Mejora en el Proceso de Reencauchado de Neumáticos para Incrementar la Productividad en la Empresa Reencauchadora Rubbers S.R.L. - Cajamarca*. (Tesis Pregrado) Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Oficina de Estadística del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2018). *Estadística - Servicios de Transporte Terrestre por Carretera - Parque Automotor*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344892-estadistica-servicios-de-transporte-terrestre-por-carretera-parque-automotor>

Olazo Carrasco, E. G., & Palacios Lezama, G. P. D. C. (2018). *Propuesta de mejora del proceso de planchado y pintura para incrementar la productividad en la empresa Autonort Cajamarca SAC*. (Tesis Pregrado) Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

Perez, J. (2011). *Formato de evaluación de desempeño laboral*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JavierPerez3/formato-de-evaluacion>

Rajadell, M., & Luis, S. J. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid.

Robles, D. (2019). *Tipos de Investigación Científica*.

Torres, A. G., & Reyes, S. V. (2012). *Mapa de cadena de valor implementado en la empresa Agronopal ubicada en el DF*. *Ingeniería*, 16(1), 51-57.

Valencia, E.D. (2018). *Aplicación de las 5S para mejorar la productividad en el área de planchado automotriz del Taller mega autos S.A.C., Independencia, 2018*. (Tesis Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

Valdivieso López, C.M. & Zúñiga Calcina, H.M. (2016). *Diagnóstico y mejora de los procesos de un taller de reparación de carrocería y pintura aplicando herramientas de Lean*. (Tesis Pregrado). Universidad Privada de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Villaseñor, A., & Galindo, E. (2008). *Conceptos y reglas de Lean Manufacturing*. Limusa.

ANEXOS

Anexo n°1: Evidencias Problemas – Diagramas Ishikawa

Desperdicio Exceso de Movimientos-Falta de Orden y Limpieza



Desperdicio Tiempo de Espera- Herramientas Tradicionales



Desperdicio Transporte: Inadecuada distribución del Taller.



Desperdicio Capital Humano: Personal No Capacitado-Falta de EPP.



Anexo n°2: Matriz de Consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
1.Problema General:	1.Objetivo General:	1.Hipótesis General:	V. Independiente	1.Tipo de Investigación
¿En qué medida el diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado incrementará la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.?	Incrementar la productividad de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L con el diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado.	El diseño de las herramientas Lean Manufacturing en los procesos de planchado incrementará la productividad en la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	Lean Manufacturing	Según su fin: Aplicada 2.Nivel de investigación Según su alcance: Transversal: Descriptiva 3.Método Deductivo-Inductivo 4.Diseño de la Investigación Pre-experimental 5.Unidad de Análisis Área de Planchado de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L
2.Problemas Específicos:	2.Objetivos Específicos:	2.Hipótesis Nula:	V. Dependiente:	6.Técnicas:
	<ul style="list-style-type: none"> Hacer un diagnóstico de los desperdicios y la productividad en el área de planchado de la empresa. Diseñar las herramientas Lean Manufacturing para los procesos de planchado. Analizar los desperdicios y la productividad de la empresa después del diseño de las herramientas Lean Manufacturing. Realizar una evaluación económica a través de la metodología costo-beneficio. 	El diseño de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de planchado no incrementará la productividad en la empresa Betoscar Servis E.I.R.L.	Productividad	Observación, entrevista, encuesta y análisis de documentos 7.Instrumentos: Guía de Observación; Guía de entrevista aplicado al gerente general; Cuestionario aplicado a los trabajadores del área de planchado; Registros; Costos de producción; Ingresos; Recibos de servicios de electricidad.

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n°3: Entrevista al gerente del taller Betoscar Servis E.I.R.L.

1. Nos puede explicar ¿Qué servicios brinda el taller?

El servicio que tenemos es de servicios generales lo que constituye: servicio automotriz, planchado, mecánica, electricidad, mantenimiento preventivo, correctivo, que damos a diferentes unidades tanto livianas como pesadas.

2. ¿Cuántos servicios realizan anualmente? (especificar por marca y tipo de vehículo)

Mayormente realizamos servicios en la marca Toyota, pero también otras marcas como Mitsubishi, Peugeot, Changan, y también las diferentes marcas chinas. Los servicios que realizamos anualmente son en promedio de 500 a 700 vehículos.

3. ¿Qué servicio considera usted que presenta mayor dificultad?

El servicio de planchado, se nos dificulta por la abolladura del vehículo, el tiempo que toma, y las demoras.

4. ¿Considera usted al proceso de planchado como un punto crítico que afecta al tiempo de entrega del vehículo?

Si, por la demora y el espacio hay retrasos y dificulta el tiempo de entrega, además que a veces no conocemos el grado de la abolladura y cobramos menos de lo que debería ser y no podemos decirle al cliente te cobro más puesto que ya le dimos un presupuesto y tenemos que ajustarnos a ello.

5. ¿Qué estándares utilizan en sus procesos de planchado?

Actualmente no contamos con estándares establecidos, pero si trabajamos de acuerdo a la abolladura.

6. ¿Cuál es la mayor dificultad que se presenta en el proceso de planchado?

Que falte las herramientas o la mano de obra.

7. ¿En el proceso de planchado que elementos e insumos son los más críticos que postergan quizá la entrega oportuna a los clientes?

El Oxígeno, la soldadura que es especial para cada tipo de vehículos.

8. ¿Conoce cuáles son los costos del proceso de planchado?; ¿Qué criterios toma en cuenta? ¿Sus costos están estandarizados?

Los costos son de acuerdo a la Abolladura del vehículo, no están estandarizados nuestros costos.

9. ¿Quiénes son sus principales proveedores para los insumos del proceso de planchado? ¿Son proveedores locales o fuera de Cajamarca?

Oxicad y Kuelap nos provee lo que es soldadura, el carburo.

10. La empresa Betoscar Servis ¿Qué sabe de productividad?

No trabajamos mucho ese término.

11. ¿Considera usted que la empresa está trabajando con productividad?

No sabemos, ese es un punto en contra que debemos mejorar.

12. ¿Piensa que, al incrementar la productividad, incrementara también sus ingresos?

Puede ser que sí, nos ayudaría a conocer mejor los montos.

Anexo n°4: Guía de Observación en el taller Betoscar Servis E.I.R.L.

GUIA DE OBSERVACIÓN

Nombre de la empresa:	Betoscar Servis E.I.R.L.
Nombre del Observador:	Marín Chávez, Flor Thalía Tafur Tapia, Fanny Yudith

OBJETIVO: Observar y evaluar el desempeño realizado por el trabajador dentro de las instalaciones de la empresa Betoscar Servis.

N°	Aspectos a evaluar	SI	NO	A veces	OBSERVACIONES
1	Los operarios llegan a tiempo al trabajo			X	
2	Los operarios verifican que su área de trabajo esté Limpia y ordenada.		x		
3	Cumplen con el uniforme requerido			X	
4	Elabora sus actividades y funciones a tiempo y metas			X	
5	Ejercen un buen comportamiento con el grupo de trabajo	X			
6	El espacio donde se desenvuelven es el adecuado		X		
7	Elaboran su trabajo con calidad			X	
8	Son responsables con su trabajo	X			
9	Recibe capacitaciones		X		

Fuente: Elaboración propia.

Anexo n°5: Encuesta aplicada a operarios del proceso de planchado.

Encuesta aplicada a los trabajadores del área de planchado de la empresa Betoscar Servis E.I.R.L para conocer el grado de cumplimiento de Lean Manufacturing y Productividad.

En forma objetiva marque (X) la alternativa que cree correcta y responda en los espacios en blanco cuando sea necesario.

1. ¿Cuenta usted permanentemente con las herramientas y materiales necesarios en su puesto de trabajo?

Sí No

2. ¿Con qué frecuencia va a los almacenes de la empresa en busca de materiales y herramientas?

Siempre A veces Nunca

3. ¿La maquinaria con la que cuenta actualmente la empresa le permite realizar sus actividades con mayor rapidez?

Sí No

4. ¿Los procesos dentro del área de planchado se realizan siempre de la misma manera?

Si No A veces

5. ¿Trabaja usted bajo procesos documentados?

Sí No

6. ¿Existe demoras cuando no encuentra las herramientas necesarias para sus actividades?

Si No A veces

7. ¿Considera que los espacios de trabajo en el área de planchado son insuficientes?

Si No

8. ¿Contempla que las áreas de trabajo se encuentran mal distribuidas?

Si No

9. ¿Por qué medio comunica cuando hay algún desperfecto en los procesos de planchado?

Escrito Verbal Gestual Visual

10. ¿Considera que su trabajo está generando valor a la empresa?

Sí No

11. ¿Con que frecuencia reciben capacitación?

Semanal Mensual Trimestral Anual Otros (especificar)

12. ¿Cuentan a menudo con supervisión?

Sí No A veces

13. ¿Qué tanto conoce usted sobre la filosofía Lean Manufacturing o Producción Esbelta?

Mucho Poco Nada

14. ¿Cuáles son los tipos de vehículos que se atienden en mayor cantidad en el área de planchado?

Autos Camionetas Combis Camiones

Especifique la marca.
.....

15. ¿Qué tan rápido es la producción en el proceso de planchado?

Muy Rápido Rápido Lento Muy Lento

16. ¿Completa su trabajo en el tiempo estipulado?

Sí No A veces

17. En el taller se cumple con metas establecidas (es decir fechas y horas programadas para la entrega de vehículos o de algún servicio)

Sí No A veces

18. ¿Existe algún desperdicio en los materiales ya sea por accidente o por un pequeño descuido?

Sí No

19. ¿Qué material considera usted que se desperdicia más en el proceso de planchado?

Oxígeno Carburo Alambre Otros (especificar)

20. ¿Crees usted que las máquinas en el área de planchado tienen un elevado consumo de energía?

Sí No

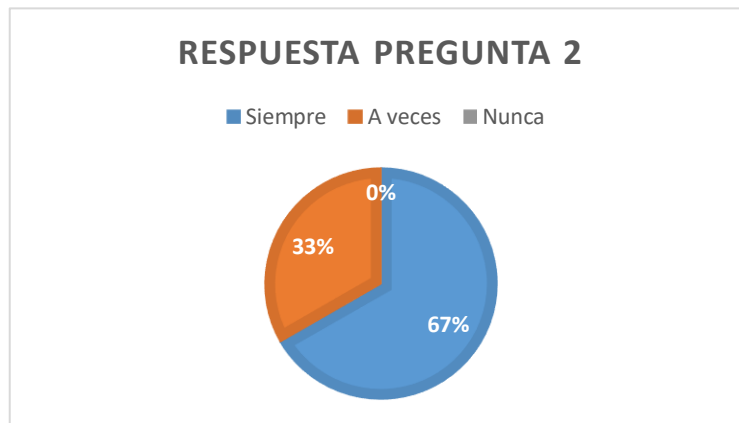
¿Por qué?
.....

Anexo n°6: Tabulación Encuesta aplicada a los operarios del área de planchado

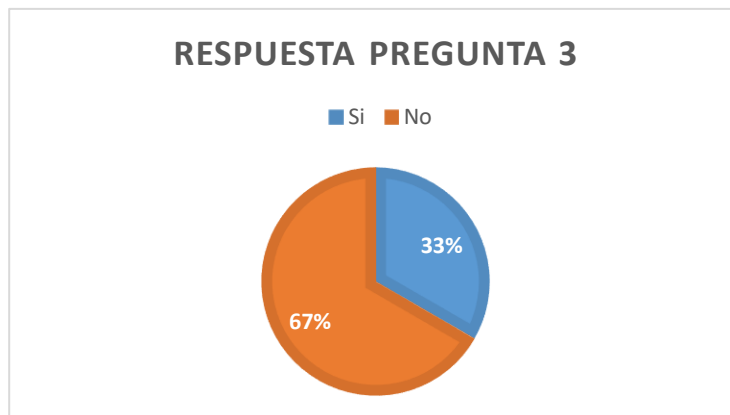
1. ¿Cuenta usted permanentemente con las herramientas y materiales necesarios en su puesto de trabajo?



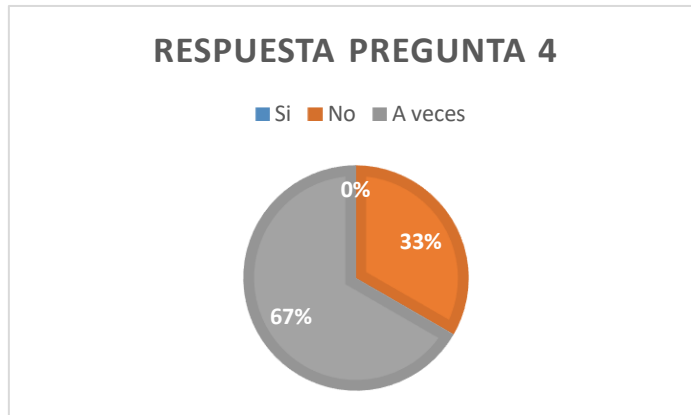
2. ¿Con qué frecuencia va a los almacenes de la empresa en busca de materiales y herramientas?



3. ¿La maquinaria con la que cuenta actualmente la empresa le permite realizar sus actividades con mayor rapidez?



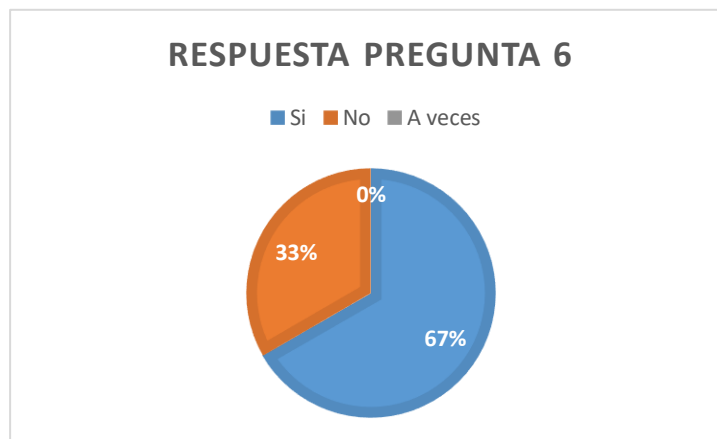
4. ¿Los procesos dentro del área de planchado se realizan siempre de la misma manera?



5. ¿Trabaja usted bajo procesos documentados?



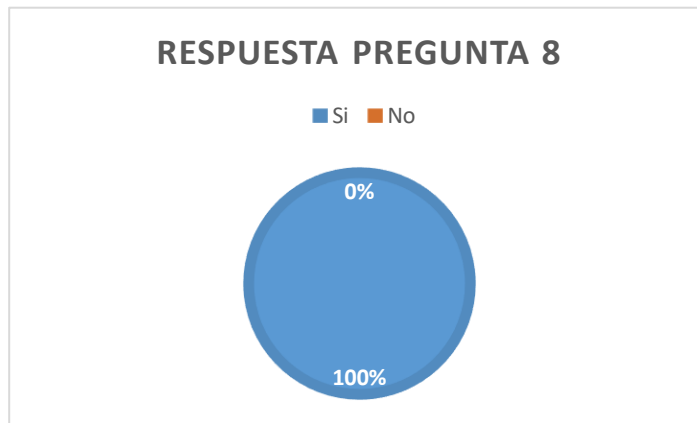
6. ¿Existe demoras cuando no encuentra las herramientas necesarias para sus actividades?



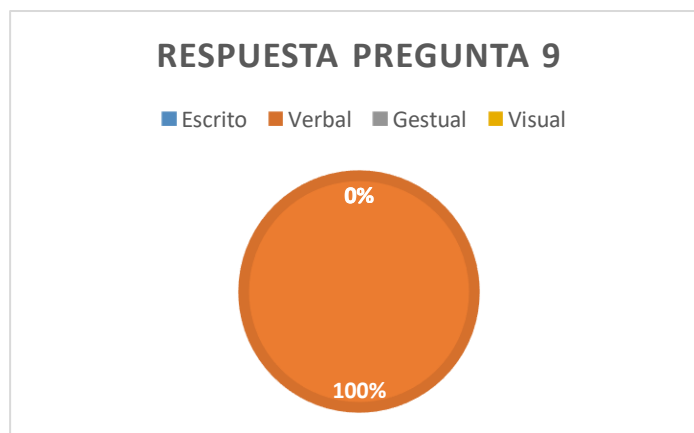
7. ¿Considera que los espacios de trabajo en el área de planchado son insuficientes?



8. ¿Contempla que las áreas de trabajo se encuentran mal distribuidas?



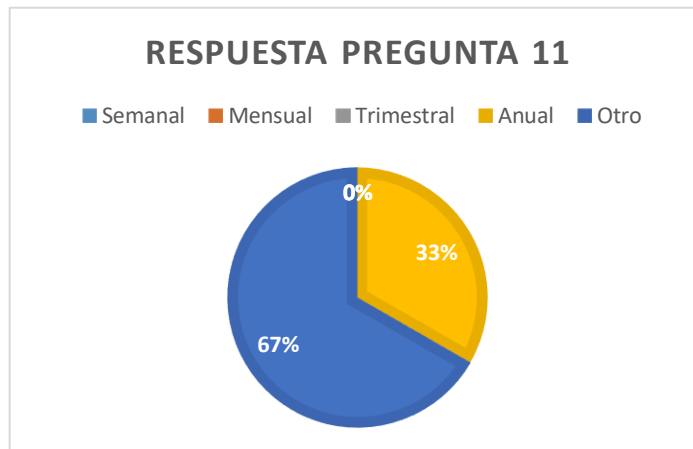
9. ¿Por qué medio comunica cuando hay algún desperfecto en los procesos de planchado?



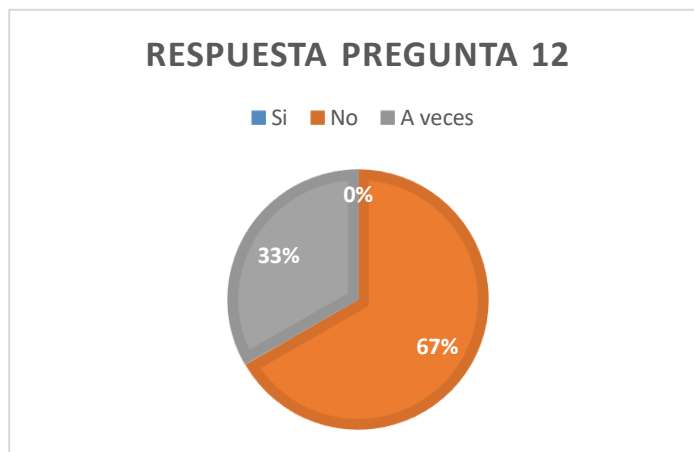
10. ¿Considera que su trabajo está generando valor a la empresa?



11. ¿Con que frecuencia reciben capacitación?



12. ¿Cuentan a menudo con supervisión?



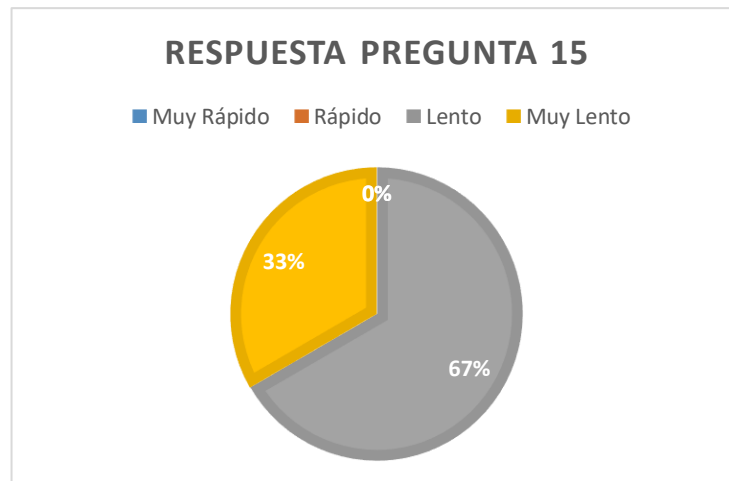
13. ¿Qué tanto conoce usted sobre la filosofía Lean Manufacturing o Producción Esbelta?



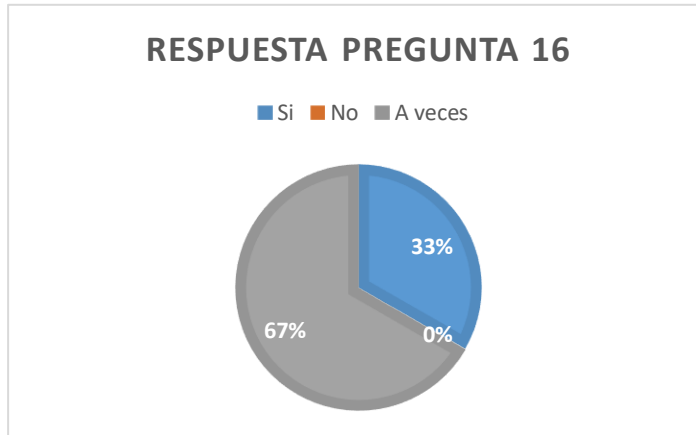
14. ¿Cuáles son los tipos de vehículos que se atienden en mayor cantidad en el área de planchado?



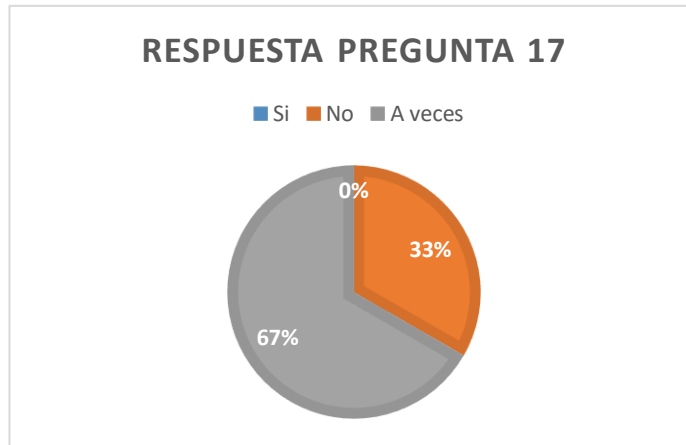
15. ¿Qué tan rápido es la producción en el proceso de planchado?



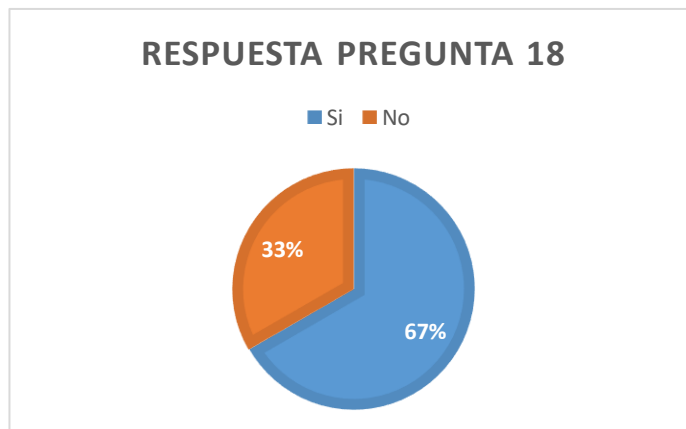
16. ¿Completa su trabajo en el tiempo estipulado?



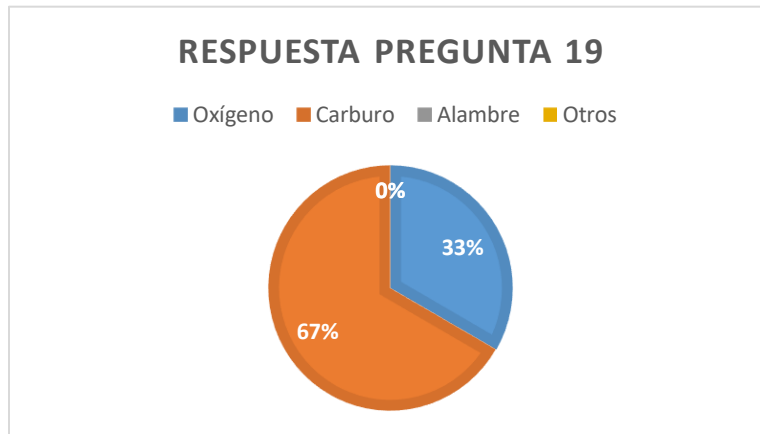
17. En el taller se cumple con metas establecidas (es decir fechas y horas programadas para la entrega de vehículos o de algún servicio)



18. ¿Existe algún desperdicio en los materiales ya sea por accidente o por un pequeño descuido?



19. ¿Qué material considera usted que se desperdicia más en el proceso de planchado?



20. ¿Crees usted que las máquinas en el área de planchado tienen un elevado consumo de energía?



Anexo n° 7: Validación de Instrumentos

FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

1.1. Experto: Katherine del Pilar Arana Arana
 1.2. Especialidad: Ing. Industrial
 1.3. Cargo actual: D.E.A. Ing. Empresarial
 1.4. Grado académico: Magister
 1.5. Institución: UPN
 1.6. Tipo de instrumento: Entrevista / Ficha Observación / Encuesta
 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca 14 Agosto del 2019

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores		✓				
2	Formulado con lenguaje apropiado	✓					
3	Adecuado para los sujetos en estudio		✓				
4	Facilita la prueba de hipótesis	✓					
5	Suficiencia para medir la variable		✓				
6	Facilita la interpretación del instrumento		✓				
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	✓					
8	Expresado en hechos perceptibles	✓					
9	Tiene secuencia lógica	✓					
10	Basado en aspectos teóricos	✓					
	Total	30	16				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = 92\%$


III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

.....

.....

.....



 Firma y sello del Experto

FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

- I. REFERENCIA
- 1.1. Experto: Ricardo Fernando Ortega Mestanza
- 1.2. Especialidad: Ing. Industrial
- 1.3. Cargo actual: Docente Mg. Industrial
- 1.4. Grado académico: Magister
- 1.5. Institución: UPN
- 1.6. Tipo de instrumento: Entrevista / Observación / Escalas
- 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca 14 Agosto 2019

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado		/				
3	Adecuado para los sujetos en estudio	/					
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable		/				
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología	/					
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica		/				
10	Basado en aspectos teóricos	/					
	Total	35	15				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = 94\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES


.....

.....

.....

.....

.....


.....
Firma y sello del Experto



FICHA PARA VALIDACION DEL INSTRUMENTO

I. REFERENCIA

- 1.1. Experto: Jimmy Oblitas
- 1.2. Especialidad: Ingeniería
- 1.3. Cargo actual: Investigador
- 1.4. Grado académico: Maestro
- 1.5. Institución: UPN
- 1.6. Tipo de instrumento: Entrevista / Ficha Observación / Encuesta
- 1.7. Lugar y fecha: Cajamarca, 16 Agosto 2019

II. TABLA DE VALORACION POR EVIDENCIAS

N°	EVIDENCIAS	VALORACION					
		5	4	3	2	1	0
1	Pertinencia de indicadores	/					
2	Formulado con lenguaje apropiado	/					
3	Adecuado para los sujetos en estudio		/				
4	Facilita la prueba de hipótesis	/					
5	Suficiencia para medir la variable	/					
6	Facilita la interpretación del instrumento	/					
7	Acorde al avance de la ciencia y tecnología		/				
8	Expresado en hechos perceptibles	/					
9	Tiene secuencia lógica	/					
10	Basado en aspectos teóricos	/					
	Total	40	8				

Coefficiente de valoración porcentual: $c = 96\%$

III. OBSERVACIONES Y/O RECOMENDACIONES

.....

Firma y sello del Experto

Anexo N°8: Tabla de Categorización Therbligs.

Tabla 4.5 Therbligs de los Gilbreth

Therbligs eficientes (Avanza el progreso del trabajo directamente. Puede reducirse, pero es difícil eliminarlo completamente).		
Therblig	Símbolo	Descripción
Alcanzar	RE	“Mover” la mano vacía hacia o desde el objeto; el tiempo depende de la distancia recorrida; por lo general es precedido por “Liberar” y seguido por “Sujetar”.
Mover	M	“Mover” la mano cargada; el tiempo depende de la distancia, el peso y el tipo de movimiento; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar” o “Posicionar”.
Sujetar o tomar	G	“Cerrar” los dedos alrededor de un objeto; comienza a medida que los dedos tocan el objeto y termina cuando se ha ganado el control depende del tipo de sujeción; por lo general, es precedido por “Alcanzar” y seguido por “Mover”.
Liberar	RL	“Soltar” el control de un objeto, típicamente el más corto de los therbligs.
Preposicionar	PP	“Posicionar” un objeto en una ubicación predeterminada para su uso posterior; por lo general ocurre en conjunto con “Mover”, como cuando se orienta una pluma para escribir.
Utilizar	U	“Manipular” una herramienta para el uso para el que fue diseñada; fácilmente detectable, a medida que avanza el progreso del trabajo
Ensamblar	A	“Unir” dos partes que embonan; por lo general es precedido por “Posicionar” o “Mover” y seguido por “Liberar”.
Desensamblar	DA	Es lo opuesto a “Ensamblar”, pues separa partes que embonan; por lo general es precedido por “Sujetar” y seguido por “Liberar”.
Therbligs ineficientes (No avanza el progreso del trabajo. Si es posible, debe eliminarse)		
Therblig	Símbolo	Descripción
Buscar	S	Ojos o manos buscan un objeto; comienza a medida que los ojos se mueven para localizar un objeto.
Seleccionar	SE	“Seleccionar” un artículo de varios; por lo general es seguido por “Buscar”.
Posicionar	P	“Orientar” un objeto durante el trabajo, por lo general precedido por “Mover” y seguido por “Liberar” (en oposición a <i>durante</i> en Preposicionar).
Inspeccionar	I	“Comparar” un objeto con el estándar, típicamente a la vista, pero podría ser también con los demás sentidos.
Planear	PL	“Pausar” para determinar la acción siguiente; por lo general se lo detecta como un titubeo que precede a “Mover”.
Retraso inevitable	UD	Más allá del control del operario debido a la naturaleza de la operación, por ejemplo, la mano izquierda espera mientras la derecha termina una búsqueda prolongada.
Retraso evitable	AD	El operario es el único responsable del tiempo ocioso, por ejemplo toser.
Descanso para contrarrestar la fatiga	R	Aparece periódicamente, no en cada ciclo; depende de la carga de trabajo física.
Parar	H	Una mano soporta el objeto mientras la otra realiza trabajo útil.

Fuente: Freivalds (2014).