



**UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA
SEDE QUITO**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**IDENTIFICACIÓN DE CUELLOS DE BOTELLA EN UNA LINEA DE
PROCESO DE FABRICACIÓN DE HERRAJES EN LA EMPRESA
FABRICACION Y DISTRIBUCION DE HERRAJES ELECTRICOS
"FADHELEC".**

Trabajo de titulación previo a la obtención de los

Títulos de Ingenieros industriales

AUTORES: BECERRA LAPO STEVEN ALEXANDER

CRISTOFFER JHOAN CUYO CUYO

TUTOR: LUIS FERNANDO TIPAN VERGARA

QUITO – ECUADOR

2024

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Steven Alexander Becerra Lapo con documento de identificación N° 175144658-2 y Cristoffer Jhoan Cuyo Cuyo, con documento de identificación N° 172593371-5, manifestamos que:

Somos autores responsables del presente trabajo y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana puede usar, difundir, reproducir, o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 30 de enero del 2024.

Atentamente,



Steven Alexander Becerra Lapo

175144658-2



Cristoffer Jhoan Cuyo Cuyo

172593371-5

CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA

Nosotros, Steven Alexander Becerra Lapo con documento de identificación N° 175144658-2 y Cristoffer Jhoan Cuyo Cuyo con documento de identificación N° 172593371-5, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos los autores del Proyecto Técnico: IDENTIFICACION DE CUELLOS DE BOTELLA EN UNA LINEA DE PROCESO DE FABRICACION DE HERRAJES EN LA EMPRESA FABRICACION Y DISTRIBUCION DE HERRAJES ELECTRICOS "FADHELEC"., el cual ha sido desarrollado para optar por el titulo de Ingeniero Industrial en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado este documento en el documento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Steven Alexander Becerra Lapo

175144658-2



Cristoffer Jhoan Cuyo Cuyo


172593371-5

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ing. Luis Fernando Tipan Vergara, con documento de identificación 171732900-5, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: IDENTIFICACION DE CUELLOS DE BOTELLA EN UNA LINEA DE PROCESO DE FABRICACION DE HERRAJES EN LA EMPRESA FABRICACION Y DISTRIBUCION DE HERRAJES ELECTRICOS "FADHELEC"., realizado por Steven Alexander Becerra Lapo con documento de identificación N° 175144658-2 y Cristoffer Jhoan Cuyo Cuyo con documento de identificación N° 175293371-5, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito 30 de enero del 2024

Atentamente,



Ing. Luis Fernando Tipan Vergara

C.I. 171732900-5

Docente Tutor

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres, cuyo esfuerzo y compromiso hacia mí han sido invaluable. Agradezco profundamente los valores y consejos que me han brindado a lo largo de mi vida, así como el incansable sacrificio que realizaron por mi educación y desarrollo como persona. Su amor incondicional y su presencia constante en los momentos buenos y malos han sido mi mayor fortaleza. También expreso mi gratitud a mis familiares por su apoyo incondicional, y a las personas cercanas que han contribuido a mi crecimiento personal, brindándome confianza y apoyo. A todos ustedes, mi más sincero agradecimiento.

Atentamente:

Steven Alexander Becerra Lapo

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a Dios por concederme la sabiduría, vida y salud, por su fidelidad constante en cada etapa de mi existencia, incluso en momentos de adversidad y desafío donde nunca me abandonó. Así mismo, quiero destacar el papel invaluable de mis padres, hermanos y familiares más cercanos, quienes han sido pilares fundamentales tanto en mi desarrollo personal como profesional. Cada esfuerzo y dedicación se han visto motivados por el deseo de hacerles sentir orgullosos, pues en ellos reside tanto mis logros como mis fracasos. Dedico este trabajo tanto a aquellos que están presentes como a aquellos que ya no nos acompañan. Gracias.

Atentamente:

Cristoffer Jhoan Cuyo

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primero a Dios quien nos dio la fuerza y conocimiento para poder culminar el trabajo con gran satisfacción y teniendo buenos resultados para desarrollar futuros avances en la industria.

Expresar nuestro agradecimiento a nuestro docente tutor Ing. Luis Fernando Tipan Vergara por brindarnos orientación sobre el proyecto, por nuestras consultas de la misma manera agradecerle a nuestro docente lector Ing. Estuardo Correa quien mediante las observaciones y correcciones nos dio ideas más claras sobre el proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS.....	vi
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES	1
PROBLEMA DE ESTUDIO.....	1
JUSTIFICACIÓN	2
OBJETIVOS.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
METODOLOGÍA.....	3
Capítulo 1	4
1.1 Marco Teórico	4
1.2 Antecedentes investigativos	4
1.2.1 Teoría de Restricciones	4
1.2.2 Lean Manufacturing	5
1.2.3 Just in time (JIT).....	6
1.2.4 Jidoka.....	6
1.3 Estandarización del trabajo.....	6
1.3.1 El método 5´S	6
1.3.2 Los 7 desperdicios en la organización	8
1.3.3 Value Stream Mapping (Mapa de la cadena de valor).....	10
1.4 Enfoque de la investigación	12
1.4.1 Enfoque cuantitativo literatura para examinar investigaciones previas en la misma área.....	12
1.4.2 Modalidad de la investigación.....	13
1.4.3 Actividades detalladas.....	13
1.4.4 Metodología de cuellos de botella.....	14
2 Capítulo. 2	16
2.1 Aplicación de la Metodología.....	16
2.1.1 Procedimiento metodológico.....	16
2.2 Análisis y descripción de las áreas de trabajo.....	16
2.2.1 Áreas de trabajo	16

2.2.2	Análisis de maquinaria y equipos.....	20
2.3	Especificaciones del Producto.....	36
2.3.1	Bastidores.....	36
2.3.2	Brazo para luminaria tipo Meer	42
2.4	Diagrama de Flujo	45
2.5	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	48
2.5.1	Cuestionarios y encuestas.....	48
2.5.2	Resultados de la encuesta realizada a la empresa FADELEC.....	48
3	Capítulo 3	50
3.1	Análisis y resultados.....	50
3.1.1	Identificación y aplicación	50
3.1.2	Inventario y almacenamiento	50
3.1.3	Tiempos en producción.....	53
3.1.4	Modelo de colas de un solo canal con llegadas Poisson M/M/1	55
3.1.5	MODELO DE CANAL ÚNICO CON LLEGADAS POISSON Y TIEMPOS DE SERVICIO EXPONENCIAL.....	55
3.2	Planificación y aplicación	57
3.3	Seguimiento y control bastidores	57
3.3.1	Valoración de tiempos de bastidores.....	58
3.3.2	Corte y Perforación de Base del Bastidor.....	59
3.3.3	Troquelado de base del Bastidor	61
3.3.4	Corte de pletina.....	62
3.3.5	Troquelado en forma de U	64
3.3.6	Soldadura de bastidores.....	66
3.3.7	Máquina de suelda AOTAI/WF-350M-GA 1.	67
3.3.8	Máquina de suelda Millermatic 152 (Suelda 2).	69
3.3.9	Corte pasador.....	70
3.3.10	Perforación pasador	72
3.3.11	Factores que afecta la línea de producción	73
3.3.12	Golpe pasador	77
3.3.13	Proceso de brazo metálico	78
3.3.14	Galvanizado	81
3.3.15	Ciclo 1 paso por Tinas.....	82
3.3.16	Ciclo 1, galvanizado	86
3.3.17	Tiempos en centrifugado	87
3.3.18	Tiempos en tina de secado.....	87

3.3.19	Ciclo 2, solo galvanizado.....	88
3.3.20	Tiempos de ensamble de bastidores.....	91
3.4	Seguimiento y control brazos.....	93
3.4.1	Cálculo de tiempos suplementarios.....	94
3.4.2	Soldadura de brazos.....	98
3.4.3	Galvanizado de brazos.....	104
3.4.4	Ensamble de brazos.....	108
3.5	Análisis de flujo de trabajo.....	110
3.5.1	Tiempos promedios de procesos.....	110
3.5.2	Tiempo muertos.....	113
3.5.3	OEE.....	120
4	Recomendaciones.....	128
5	Bibliografía.....	129
6	ANEXOS.....	131
6.1	Anexo encuestas.....	131
6.2	Anexo orden de producción.....	141

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Etapas y actividades basados en metodologías	13
Tabla 2. Definiciones y Términos.	15
Tabla 3. Especificaciones de la Cizalla Universal, Durma IW 55/110 BTD-2013. Fadhelec, 2022.	20
Tabla 4. Especificaciones de la máquina Troqueladora, Caglio P. y Figli. Fadhelec, 2022.	21
Tabla 5. Especificaciones de la máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV 7. Fadhelec, 2022.	22
Tabla 6. Especificaciones de la máquina troqueladora RAIMONDI / T.100R. Fadhelec, 2022....	23
Tabla 7. Especificaciones de la máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV7. Fadhelec, 2022.	24
Tabla 8. Especificaciones de la máquina troqueladora, RAIMONDI / T.40V. Fadhelec, 2022. ...	25
Tabla 9. Especificaciones de la Máquina taladro roscador. TOP TECH / Z5040. Fadhelec, 2022.	26
Tabla 10. Especificaciones de la máquina soldadora AOTAI/WF-350M-GA. Fadhelec, 2022.	28
Tabla 11. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.	29
Tabla 12. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.	29
Tabla 13. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.	31
Tabla 14. Especificaciones de la máquina Recta Kansew KS8800DH-4. Fadhelec, 2022.	31
Tabla 15. Especificaciones de la máquina de centrifugado. Fadhelec, 2022.	33
Tabla 16. Especificaciones de la máquina quemador, Wayne Combustion Systems. Fadhelec, 2022.....	33
Tabla 17. Especificaciones del montacargas MITSUBISHI FGC25. Fadhelec, 2022.	34
Tabla 18. Especificaciones de la máquina laminadora de roscas IZPE. Fadhelec, 2022.	35
Tabla 19. Especificaciones del bastidor, [11]	37
Tabla 20. Especificaciones del brazo para luminaria, [12]	44
Tabla 21. Resultados de encuesta. C. Cuyo, S. Becerra, 2023.....	48
Tabla 22. Valoración de tiempo trabajo en los bastidores.	58
Tabla 23. Cálculo de tiempos suplementarios.	58
Tabla 24. Valorización de tiempos de corte de Fleje.	59
Tabla 25. Cálculo de tiempos suplementarios de bastidor.	60
Tabla 26. Valorización de tiempos del troquelado de base.	61
Tabla 27. Valorización de tiempos de corte pletina.....	62
Tabla 28. Valorización de tiempos troquelado en U.....	64
Tabla 29. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U.....	64
Tabla 30. Valorización de tiempos en soldadura	67
Tabla 31. Valorización de tiempos en soldadura	69
Tabla 32. Valorización de tiempos de corte del pasador.....	71
Tabla 33. Valorización de tiempos del corte del pasador, Fadhelec 2023.....	72
Tabla 34. Valorización de tiempos de perforación del pasador.....	72
Tabla 35. Tiempos suplementarios	73
Tabla 36. Valorización de tiempos	74
Tabla 37. Valorización de tiempos	76
Tabla 38. Valorización de tiempos del golpe del pasador, Fadhelec 2023	77
Tabla 39. Valorización de tiempos del Golpe del Pasador, Fadhelec 2023.....	78
Tabla 40. Valorización de tiempos del brazo metálico, Fadhelec 2023	79
Tabla 41. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U, Fadhelec 2023.....	79
Tabla 42. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U.....	80
Tabla 43. Cálculo de tiempos suplementarios tina de desengrase, Fadhelec 2023	82
Tabla 44. Cálculo de tiempos suplementarios tina decaprod, Fadhelec 2023.....	83

Tabla 45. Cálculo de tiempos suplementarios tina de enjuague, Fadhelec 2023	83
Tabla 46. Cálculo de tiempos suplementarios tina flux, Fadhelec 2023	83
Tabla 47. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023.....	84
Tabla 48. Cálculo de tiempos suplementarios cambio de recipiente, Fadhelec 2023	85
Tabla 49. Cálculo de tiempos suplementarios inmersión en zinc, Fadhelec 2023.....	86
Tabla 50. Cálculo de tiempos suplementarios inmersión en zinc, Fadhelec 2023	87
Tabla 51. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023.....	87
Tabla 52. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023.....	88
Tabla 53. Cálculo de tiempos suplementarios en centrifugado, Fadhelec 2023	89
Tabla 54. Valoración de tiempos suplementarios en secado, Fadhelec 2023	90
Tabla 55. Valoración de tiempos de la limpieza de los bastidores (Trabajador 1)	91
Tabla 56. Valoración de datos sobre la limpieza de los bastidores (Trabajador 2).....	91
Tabla 57. Valoración de tiempos del armado del bastidor (Trabajador 1)	92
Tabla 58. Valoración de tiempos del armado y amarrado (Trabajador 2)	93
Tabla 59. Diagrama de valoración de tiempos del armado y amarrado de los bastidores.....	93
Tabla 60. Tiempos muertos del proceso de galvanizado de bastidores y pasadores, Fadhelec 2023.....	93
Tabla 61. Cálculo de tiempos suplementarios.	94
Tabla 62. Valoración de tiempos de corte y perforado de pletina	94
Tabla 63. Valoración de tiempos del golpe de pletina.....	95
Tabla 64. Valoración de tiempos de corte de soporte de abrazaderas	96
Tabla 65. Valoración de tiempos de corte de refuerzo triangular (primer corte recto).....	96
Tabla 66. Valoración de tiempos de corte de refuerzo triangular (segundo corte diagonal).....	97
Tabla 67. Cálculo de tiempos suplementarios de suelda de los brazos	98
Tabla 68. Valoración de tiempos de suelda de soporte de abrazaderas con (Operador 1, Suelda 1)	99
Tabla 69. Valoración de tiempos de soldadura de refuerzos de abrazaderas (Operador 2, Suelda 2)	99
Tabla 70. Valoración de tiempos de suelda de soporte de refuerzo para abrazaderas, (Operador3, Suelda 3).....	100
Tabla 71. Valoración de tiempos de suelda de soporte de abrazaderas, (Operador 4, Suelda 4)	101
Tabla 72. Valoración de tiempos en suelda 1 (tiempos de brazo en que se punteo refuerzo, soporte y tubo).....	102
Tabla 73. Valoración de tiempos de suelda 2, (remate de punteada).....	102
Tabla 74. Valoración de tiempos de Suelda 3, (Remate de punteada).....	103
Tabla 75. Valoración de tiempos del amarrado de brazos en montos de 8 unidades.....	104
Tabla 76. Valoración de tiempos de Brazos en tina de desengrase.....	104
Tabla 77. Valoración de tiempos de brazos en tina de decapado	104
Tabla 78. Valoración de tiempos de brazos en tina de enjuague	105
Tabla 79. Valoración de tiempos de brazos en la tina de flux.....	105
Tabla 80. Valoración de tiempos de brazos en la tina de secado	105
Tabla 81. Valoración de tiempos de montaje de brazos en matriz de galvanizar en 2 montos	106
Tabla 82. Valoración de tiempos de brazos en galvanizado en cuba de zinc	106
Tabla 83. Valoración de tiempos de brazos en tina de secado	106
Tabla 84. Valoración de tiempos de desenganche de los 2 montos galvanizados	107
Tabla 85. Valoración de tiempos de limpieza de brazos galvanizados	108
Tabla 86. Valoración de tiempos del armado de brazos	109

Tabla 87. Valoración de tiempos de despacho del brazo.....	110
Tabla 88. Tiempos promedios del bastidor y pasador, Fadhelec 2023.....	111
Tabla 89. Tiempos promedio del galvanizado del Bastidor y Pasador.....	112
Tabla 90. Valoración de tiempos muertos, del proceso del pasador.....	113
Tabla 91. Valoración de tiempos muertos, del proceso del Bastidor	114
Tabla 92. Valoración de tiempos muertos en el proceso de galvanizado de bastidores y pasadores	115
Tabla 93. Valoración de tiempos muertos en proceso de los brazos	116
Tabla 94. Valoración de tiempos muertos en el proceso de suelda del soporte de tortuga con abrazaderas.....	117
Tabla 95. Valoración de tiempos muertos en el proceso de suelda del soporte, con refuerzo triangular y tubo.....	118

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema del sistema de producción Toyota por Smed [6].....	5
Figura 2. Implementación de las 5'S por Samudio en 2020, [5].	7
Figura 3. Representación de la Cadena de Valor de McKinsey, [8].....	11
Figura 4. Representación gráfica de la cadena de valor de Porter, [8]	12
Figura 5. La investigación científica Cualitativa, por Chile en 2021, [9].....	12
Figura 6. Área de producción de Fadhelec, 2022.....	17
Figura 7. Área de Galvanizado de Fadhelec, 2022.	19
Figura 8. Área de Ensamble, 2022.....	20
Figura 9. Cizalla Universal, Durma IW 55/110 LTD-2013. Fadhelec, 2022	20
Figura 10. Máquina Troqueladora, Caglio P. y Figli. Fadhelec, 2022.	21
Figura 11. Máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV 7. Fadhelec, 2022.	22
Figura 12. Máquina Troqueladora RAIMONDI /T.100R. Fadhelec, 2022	23
Figura 13. Máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV7. Fadhelec, 2022.	24
Figura 14. Máquina troqueladora, RAIMONDI / T.40V. Fadhelec, 2022.....	25
Figura 15. Máquina taladro roscador. TOP TECH / Z5040. Fadhelec, 2022.	26
Figura 16. Máquina soldadora, AOTAI/WF-350M-GA. Fadhelec, 2022.	27
Figura 17. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.....	28
Figura 18. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.....	29
Figura 19. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.....	30
Figura 20. Especificaciones de la máquina Recta Kansew KS8800DH-4. Fadhelec, 2022.	31
Figura 21. Máquina de centrifugado. Fadhelec, 2022.	32
Figura 22. Máquina Quemador, Wayne Combustion Systems. Fadhelec, 2022.....	33
Figura 23. Montacargas Mitsubishi FGC25, Fadhelec, 2022.	34
Figura 24. Máquina laminadora de Roscas IZPE. Fadhelec, 2022.	35
Figura 25. Bastidor de una vía. [11]	36
Figura 26. Medidas del bastidor en mm, [11]	37
Figura 27. Diagrama de flujo de bastidores. Elaborado, S. Becerra.....	38
Figura 28. Diagrama de flujo de bastidores. Elaborado, S. Becerra.....	39
Figura 29. Diagrama de Flujo de Pasador y ensamble del bastidor, S. Becerra.....	40
Figura 30. Diagrama de Flujo de Pasador y ensamble del bastidor, S. Becerra.....	41
Figura 31. Brazo para Luminaria tipo Meer, [12]	42
Figura 32. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista frontal.	42
Figura 33. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista superior, [12]	43
Figura 34. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista lateral.....	43
Figura 35. Diagrama de Flujo de Abrazaderas y Refuerzos para elaboración de brazos para luminaria S. Becerra.	45
Figura 36. Diagrama de Flujo de brazos, S. Becerra.....	46
Figura 37. Diagrama de Flujo, Galvanizado de brazos y armado S. Becerra.....	47
Figura 38. Resultados de encuesta, C. Cuyo, S. Becerra, 2022	49
Figura 39. Ilustración del modelo ROP	52
Figura 40. Ilustración del modelo ROP	53
Figura 41. Diagrama de dispersión tiempo total del corte de base.	60
Figura 42. Diagrama de dispersión tiempo total de corte y perforación de base.	62
Figura 43. Diagrama de dispersión (USP) tiempo total.	62
Figura 44. Diagrama de dispersión tiempo total de corte de pletina,	63
Figura 45. Diagrama de dispersión tiempo total de corte de pletina (USP).	64

Figura 46. Diagrama de dispersión tiempo total troquelado en forma de U.....	65
Figura 47. Diagrama de dispersión de troquelado de pletina del (USP), tiempo total.	66
Figura 48. Diagrama de dispersión tiempo total de soldadora AOTAI/WF-350M-GA (Suelda 1).	68
Figura 49. Diagrama de dispersión de soldadora AOTAI/WF-350M-GA (USP), tiempo total.	68
Figura 50. Diagrama de dispersión tiempo total de Millermatic 152.	70
Figura 51. Diagrama de dispersión tiempo total de Millermatic 152 (USP).....	70
Figura 52. Diagrama de dispersión (USP) tiempo total del corte del pasador.....	71
Figura 53. Diagrama de dispersión tiempo total del corte del pasador (USP).....	72
Figura 54. Diagrama de dispersión tiempo total de perforación del Pasador.	74
Figura 55. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) de perforación del pasador.	76
Figura 56. Diagrama de dispersión tiempo total en golpe del pasador.	77
Figura 57. Diagrama de dispersión (USP) de golpe del pasador, tiempo total.	78
Figura 58. Diagrama de dispersión tiempo total del brazo metálico.	80
Figura 59. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) brazo metálico	80
Figura 60. Diagrama de dispersión tiempo total troquelado U.	81
Figura 61. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) de troquelado U.....	81
Figura 62. Diagrama de dispersión tiempo total de secado.	84
Figura 63. Diagrama de dispersión tiempo total de cambio de balde a ollas.	85
Figura 64. Diagrama de dispersión tiempo total de inmersión en el zinc (Ciclo 1).....	86
Figura 65. Diagrama de dispersión tiempo total del centrifugado (Ciclo 1).	87
Figura 66. Diagrama de dispersión tiempo total de tina de secado (Ciclo 1).	88
Figura 67. Diagrama de dispersión tiempo total de inmersión del zinc (Ciclo 2).....	89
Figura 68. Diagrama de dispersión tiempo total del centrifugado (Ciclo 2).	90
Figura 69. Diagrama de dispersión tiempo total del secado (Ciclo 2).....	90
Figura 70. Diagrama de valoración de tiempos de limpieza de bastidores	91
Figura 71. Diagrama de valoración de tiempos del bastidor (Trabajador 2)	92
Figura 72. Diagrama de valoración de tiempos del armado de bastidores (Trabajador 1)	92
Figura 73. Diagrama de dispersión de tiempos del corte y perforación de pletina.....	95
Figura 74. Diagrama de dispersión de tiempos del Golpe de Pletina	95
Figura 75. Diagrama de dispersión de Cortes de soporte de abrazaderas	96
Figura 76. Diagrama de dispersión de tiempos del refuerzo triangular, (primer corte recto). ..	97
Figura 77. Diagrama de dispersión de Corte de refuerzo triangular, segundo corte diagonal...	97
Figura 78. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazaderas, operador 1	99
Figura 79. Diagrama de referencia de suelda de soporte de abrazaderas con pletina, operador 2.....	100
Figura 80. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazadera, operador 3.....	100
Figura 81. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazadera, operador 4	101
Figura 82. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 1.	102
Figura 83. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 2.	103
Figura 84. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 3.	103
Figura 85. Diagrama de variación de tiempos del galvanizado de Brazos.	107
Figura 86. Diagrama de variación de USP del galvanizado de brazos	108
Figura 87. Diagrama de variación de tiempos de limpieza de brazo	109
Figura 88. Diagrama de valoración de tiempos del armado de los brazos	109
Figura 89. Diagrama de variación de tiempos de despacho de brazos.....	110
Figura 90. Porcentaje de la eficiencia del OEE del Bastidor	123
Figura 91. Diagrama del OEE, % del proceso del brazo.....	126

Figura 92. Formulario de encuesta Jonathan Benavidez.	131
Figura 93. Formulario de encuesta Jordan Rodriguez.....	132
Figura 94. Fuente, elaboración propia, C. Cuyo, S. Becerra, 2023.....	133
Figura 95. Formulario de encuesta Fabián Maugia.....	134
Figura 96. Formulario de encuesta Servilio Campoverde.	135
Figura 97. Formulario de encuesta Diego Ramírez.	136
Figura 98. Formulario de encuesta Byron Shiguango.	137
Figura 99. Formulario de encuesta Delfido Giler.	138
Figura 100. Formulario de encuesta Mishelle Calero.	139
Figura 101. Formulario de encuesta Cristhian Neira.....	140
Figura 102. Formulario de encuesta Henry Ramos.....	141
Figura 103. Orden de producción, Fadhelec 2023	141
Figura 104. Máquinas utilizadas por el personal para la fabricación del producto, Fadhelec 2023	142
Figura 105. Registros de los tiempos de producción, Fadhelec 2023.....	143
Figura 106. Control del producto en proceso, Fadhelec 2023	144
Figura 107. Hoja de inspección, Fadhelec 2023	145
Figura 108. Hoja de inspección de galvanizado, Fadhelec 2023	146

RESUMEN

Esta investigación se centra en examinar y descubrir posibles obstáculos en la empresa FADHELEC, especializada en la producción de herrajes eléctricos y más proyectos como galvanizado, troquelado, dobladora de tubos, montaje de postes y antenas.

El propósito principal es realizar un análisis exhaustivo de los procedimientos operativos con el fin de reconocer áreas críticas que podrían estar afectando la eficiencia y la productividad. El estudio se lleva a cabo empleando diversas metodologías, que incluyen el detallado mapeo de procesos, tiempos y movimientos de los procesos, el análisis de datos de desempeño y entrevistas con personal clave. El objetivo de la investigación es identificar con precisión los puntos específicos donde se presentan cuellos de botella, comprendiendo las causas fundamentales de estos obstáculos.

Se anticipa que los resultados de este estudio brinden a la empresa una orientación práctica para mejorar su eficiencia operativa, disminuir gastos y elevar su competitividad en el sector de herrajes eléctricos. Este análisis contribuirá al diseño de soluciones eficaces, personalizadas según las necesidades particulares de la empresa, fomentando así un crecimiento sostenible y una gestión más eficiente de los recursos.

ABSTRACT

This research focuses on examining and discovering potential obstacles in the company FADHELEC, specialized in the production of electrical hardware and additional projects such as galvanizing, stamping, tube bending, pole and antenna assembly.

The main purpose is to conduct a thorough analysis of operational procedures to identify critical areas that may be affecting efficiency and productivity. The study is carried out using various methodologies, including detailed process mapping, time and motion analysis, performance data analysis, and interviews with key personnel. The research aims to accurately identify specific points where bottlenecks occur, understanding the root causes of these obstacles.

It is anticipated that the findings of this study will provide the company with practical guidance to enhance operational efficiency, reduce costs, and increase competitiveness in the electrical hardware sector. This analysis will contribute to the development of effective solutions tailored to the specific needs of the company, promoting sustainable growth and more efficient resource management.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

Fadhelec es una empresa constituida en el año 2000, durante 9 años fue ampliando su portafolio de productos enfocando su esfuerzo en la fabricación de herrajes eléctricos y telefónicos.

Debido al crecimiento de la empresa en el año 2009, se tomó la decisión de comprar maquinaria para la incorporación del área de metalmecánica cuyo objetivo era la diversificación de nuevos productos y además la empresa consolidó el proceso de galvanizado por inmersión al caliente.

A partir del 2014, se decidió cambiar sus instalaciones a un terreno ubicado en el sector de Calacali en el cual está considerado como parque industrial de Quito con el fin de ampliar las instalaciones, por cual en la actualidad cuenta con diferentes áreas operativas como lo es la planta de Producción, la planta de Galvanizado, el área de Ensamble, el área de Fundición de aluminio y cobre, además de contar con un nuevo proceso de pintura electrostática.

La empresa realiza la fabricación, comercialización de accesorios eléctricos, de baja y alta tensión, telefónicos, postes ornamentales, Abrazaderas, Crucetas y prestador de servicios de galvanizado por inmersión al caliente tanto para empresas públicas como privadas, brinda el servicio de pintura electrostática (Fadhelec, 2022).

PROBLEMA DE ESTUDIO

La presencia de cuellos de botella en una cadena de procesos, son limitantes de que nos obstaculizan tener una gran eficiencia y capacidad dentro del proceso, esto provoca retrasos, costos y una menor producción de herrajes.

Se centrará en la necesidad de optimizar su línea de producción de herrajes eléctricos, para ello se buscará la identificación de cuellos de botellas que posiblemente estén siendo afectado la línea de procesos, así como también su eficiencia y la productividad.

JUSTIFICACIÓN

La identificación de los cuellos de botella en una línea o cadena de producción en el proceso de fabricación de herrajes en la empresa” Fabricación y Distribución de Herrajes Eléctricos FADHELEC” es de vital importancia visto desde una perspectiva técnica, ya que nos permite mejorar de una manera significativa la eficiencia operativa y su rentabilidad.

Al determinar los puntos con precisión donde la producción se mantiene congestionada, se pueden aplicar estrategias específicas, como la reasignación de recursos, la optimización de recursos, la optimización del flujo de trabajo o la inversión de maquinaria nueva, para eliminar o mitigar los cuellos de botella.

Esto no solo nos incrementara toda la capacidad de los procesos de producción, sino que disminuye los costos operativos al eliminar el exceso del tiempo y los recursos en áreas congestionadas, además de mejorar la eficiencia, la empresa puede cumplir de una manera más confiable con los plazos de entrega, resultando a una mayor satisfacción al cliente y una ventaja competitiva sobre la puntualidad, y calidad del producto.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar los cuellos de botella en la línea de producción de bastidores de una vía y brazo para luminaria utilizando la metodología “OEE” Overall Equipment Effectiveness (Eficacia General de los Equipos) en la empresa FADHELEC.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Documentar el proceso completo de la producción de bastidores de una vía y brazos para luminaria, desde la llegada de la materia prima hasta la salida del producto terminado.
- Determinar las métricas relevantes, utilizando tiempos de ciclo e indicadores de rendimiento por medio de un mapeo del flujo de proceso
- Desarrollar estrategias de mejora, una vez identificado los cuellos de botella para mejorar la eficiencia de la línea de producción.

METODOLOGÍA

La metodología clave que engloba todos estos aspectos es el "OEE" (Eficacia General de los Equipos), que se enfoca en optimizar la productividad mediante la mejora continua de las condiciones tanto del personal como de las máquinas, brindando un marco para implementar mejoras continuas. Al recopilar y analizar datos sobre la disponibilidad, rendimiento y calidad, las empresas pueden optimizar sus procesos, reducir el tiempo de inactividad, aumentar la velocidad de producción y mejorar la calidad de los productos.

El proyecto emplea el Mapeo de Flujo de Valor (MSV), una herramienta visual que facilita la comprensión de los procesos, la identificación de desperdicios y la mejora de la eficiencia. Esta metodología promueve la comunicación efectiva entre los usuarios del proceso, prioriza áreas de mejora y elimina obstáculos para incrementar la productividad. Además, se utilizan diagramas de flujo para representar los procesos de manera clara y comprensible, en conformidad con las normas del American National Standard Institute (ANSI).

Capítulo 1

1.1 Marco Teórico

El enfoque principal del marco teórico se dirigirá hacia teorías y conceptos específicos que respaldan la identificación de cuellos de botella en la fabricación de herrajes eléctricos. Esto permitirá la formulación de un concepto robusto que guiará la investigación.

1.2 Antecedentes investigativos

En el Ecuador en el sector metalmecánico o manufacturero se ha envuelto en un aumento en la capacidad de producción se incrementa en respuesta al crecimiento de la demanda de productos tanto en el sector privado como en el público, cumpliendo con los requisitos para la satisfacción del cliente y buscando la mejora continua de los procesos.

La filosofía de la mejora continua impulsa a los empresarios a desarrollar diversas metodologías de control e identificar sistemas de gestión de calidad orientados a la mejora constante. La implementación de estos sistemas abarca tanto el sector productivo como el de servicios, con el objetivo de reducir costos y proporcionar servicios de calidad óptima para la satisfacción de los clientes.

El ambiente empresarial consiste en la realización de constantes mejoras, para volverse más competitivos, o sino de simplemente mantenerse competitivo, la manufactura esbelta fue implementada hace décadas y es reconocida por sus resultados y por su complicada implementación [1].

1.2.1 Teoría de Restricciones

La teoría de restricciones es un método mecánico el cual se aplica en los procesos productivos mediante una categorización de la producción OPT (Optimized Production Technology). Esto permite mejorar la gestión productiva y disminuye la corrección de los sistemas integrados en las diferentes empresas productivas ya sean sobre servicios o comerciales [2].

En cualquier proceso de producción, es inevitable encontrar puntos críticos conocidos como cuellos de botella. Estos obstáculos pueden limitar la eficiencia y calidad del producto final, reducir la productividad y generar retrasos en la entrega al cliente.

Identificar y abordar estos problemas es fundamental para iniciar un proceso de mejora continua en la organización. [3].

1.2.2 Lean Manufacturing

El Lean Manufacturing se focaliza en la eliminación de desperdicios a través de la implementación de diversas herramientas y metodologías desarrolladas en la planta de Toyota en Japón. El objetivo principal de esta metodología es mejorar los índices de productividad, eficiencia, competitividad y, especialmente, la rentabilidad de las empresas [4].

1.2.2.1 Herramientas de Lean Manufacturing

Según Samudio [5], La filosofía del Lean Manufacturing se centra en la práctica de mejoras y la optimización de los procesos productivos en una organización. Estas herramientas, esenciales para dicho enfoque, pueden aplicarse individualmente o de manera combinada según las necesidades específicas de la organización. La determinación de la estrategia más adecuada se realiza mediante un diagnóstico previo.

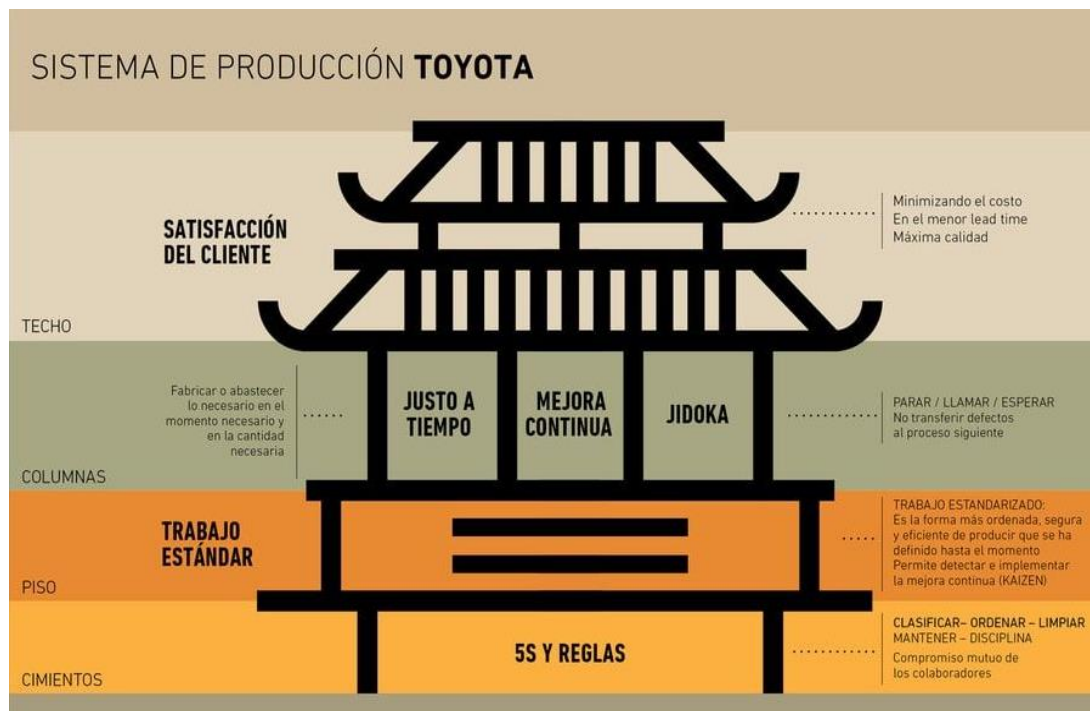


Figura 1. Esquema del sistema de producción Toyota por Smed [6].

1.2.3 *Just in time (JIT)*

El concepto del sistema Justo a Tiempo implica la producción precisa y oportuna para satisfacer las demandas del cliente. Cualquier exceso de material se considera un desperdicio en este enfoque. Justo a Tiempo es el punto de partida de la fabricación lean, destacando la simplicidad, la eliminación de recursos innecesarios y la implementación de sistemas para la identificación y resolución de problemas.

1.2.4 *Jidoka*

Jidoka, una expresión japonesa que se traduce como "Automatización con un toque humano", tiene como objetivo establecer un sistema interno de control de calidad en el proceso, por lo cual en el caso de que una pieza este defectuosa este actuara inmediatamente evitando que avance a procesos posteriores minimizando recursos y tiempo.

Para lograr la identificación de componentes defectuosos, se instalarán mecanismos con un accionamiento automático a la máquina garantizando la calidad del producto asegurando que todas las piezas cumplan con las especificaciones técnicas que solicita el cliente, con el fin de lograr la calidad total en los procesos, el jidoka implemento tres objetivos principales:

- Reducir la intervención del operario
- Establecer un control de calidad automático
- Detener la máquina o producción en caso de errores.

1.3 Estandarización del trabajo

1.3.1 *El método 5'S*

La metodología 5'S es un enfoque de trabajo que promueve la creación de entornos laborales más productivos al asegurar que el área de trabajo sea cómoda, limpia y ordenada. Su objetivo es permitir que los trabajadores realicen sus tareas de manera eficiente y adopten prácticas laborales mejoradas. Las 5'S reciben su nombre por las siglas en japonés que representan los siguientes principios:

- Seiri (Clasificación)

- Seiton (Organizar)
- Seiso (Limpiar)
- Seiketsu (Estandarizar)
- Shitsuke (Autodisciplina)



Figura 2. Implementación de las 5'S por Samudio en 2020, [5].

1.3.1.1 Seiri (Clasificar):

En el contexto laboral, la interpretación de seiri implica la eliminación de todos los elementos innecesarios del área de trabajo, esto se puede aplicar para clasificar todo lo que sea necesario, separar los elementos y utilizarlos en su respectivo proceso, mantiene lo que se necesita y retira el exceso que ocupa el espacio.

1.3.1.2 Seiton (Organizar):

Consiste en ordenar lo que previamente se había seleccionado, manteniendo un lugar en específico el material necesario para el cual se pueda localizar fácilmente lo mismo sirve para mantener identificado a los materiales que son poco comunes para el proceso, Esto resuelve la pronta localización de los elementos requeridos en el espacio laboral, además de organizar el espacio de trabajo mantiene una gran importancia a cada elemento.

1.3.1.3 Seiso (Limpiar):

Mantener limpio el lugar de trabajo retirando la suciedad y cualquier tipo de contaminante consiste como una parte del trabajo cotidiano, detectando fallos y previniendo efectos que

puedan afectar al trabajador manteniendo un estado adecuado para el entorno laboral, la limpieza consiste en tres partes:

- Limpieza del área designada al operador
- Limpieza de área con fácil acceso
- Limpieza de áreas de difícil acceso.

1.3.1.4 Seiketsu (Estandarizar):

El estandarizar consiste en mantener el estado de la organización, logrando aplicar las tres primeras fases repitiéndolas y mejorando continuamente hasta obtener logros alcanzados por estas mismas, en el caso de no lograr alcanzar estas metas las probabilidades de que el área de trabajo vuelva a estar en un estado deplorable son altas.

En este paso se vuelve más riguroso ya que al manejarlo correctamente se puede detectar cualquier fallo y poder solucionarlo, capacitando al personal fomentando el inicio de un mantenimiento autónomo, facilitando el mantenimiento de las áreas y mejorando la comunicación en el personal.

1.3.1.5 Shitsuke (Disciplina):

La disciplina significa aplicar las cuatro fases anteriores y hacerlos una cultura y filosofía de trabajo hacia el trabajador, lo cual respeta los estándares de las fases asegurando la limpieza y el orden en el área de trabajo, esta aplicación de fase trae beneficios como son los de mantener un buen clima laboral, Esta implementación de la fase conlleva beneficios como la preservación de un ambiente laboral positivo y el cumplimiento de los objetivos empresariales por parte del personal.

1.3.2 Los 7 desperdicios en la organización

Los desperdicios pueden ser interpretados como aquellas actividades que son esenciales de tener en cuenta, lo que impide que se le otorgue una importancia significativa a la línea o proceso de producción. El enfoque de Manufactura Esbelta, también conocida también como "mudas", es evaluada, identificada, dimensionada y abordada mediante una serie constante de pasos para lograr mejoras en los procesos. Estas se clasifican en 7 categorías:

sobreproducción, transporte de materia prima, tiempo de espera, movimientos, defectos, inventarios y procesos.

Sobreproducción

Es la forma en que una organización tienen una línea de producción, por lo cual la fabricación de sus productos puede ser de manera excesiva, es decir, se llega a producir más de lo que se deseaba o requería para cumplir con la demanda esperada, por ende, la acumulación de inventario innecesario ya sea debido a una planificación deficiente de la producción o de manera prematura [6].

Transporte de materiales

Un desperdicio corresponde y se le atribuye a una mala distribución de los espacios de la planta, además de que movimientos del material en exceso pueden provocar daños y efectos al producto, el producto tiene movimientos realizados por las personas y un exceso del movimiento produce un trabajo innecesario y agotamiento al personal.

Tiempo de espera

El tiempo durante el cual el trabajador o la máquina permanecen inactivos, sin llevar a cabo tareas que aporten estimación al proceso, representa un período de expectativa innecesaria, generando muchos procesos en cola de espera [6].

Movimientos

Alude a las movilizaciones y traslados de empleados de lo cual también el movimiento de maquinaria y del producto que son dispensable, tales como la búsqueda de herramientas, giros, y desplazamientos por la planta sin considerar el tiempo perdido y el esfuerzo físico no necesario del trabajador [6].

Inventarios

Los inventarios comúnmente se creen que mientras se tenga más materia prima será mejor para la producción del proceso, pero lo que no tiene en cuenta sobre el material almacenado es que el producto puede tener defectos o que los materiales se dañen, el exceso de inventario se causa por la compra excesiva para la producción de más productos de los que requiere el cliente, por lo cual un excesivo inventario evita que se detecte los problemas que se relacionan con la producción.

Defectos

Los fallos en el proceso de producción constituyen una considerable pérdida de tiempo, recursos y en el primer lugar la materia prima, ya que la presencia de defectos a lo largo del proceso podría impactar de forma muy considerada en el producto [6].

Procesos

Actividades acciones en la fabricación de un producto que generan más trabajo del necesario para obtener el producto final. También pueden considerarse como actividades que son prescindibles y que, al ser eliminadas, mejoran el proceso [6].

1.3.3 Value Stream Mapping (Mapa de la cadena de valor)

La cadena de valor desempeña un papel esencial en el análisis estratégico al ofrecer un enfoque para justificar las ventajas competitivas de una organización. Este proceso implica la organización sistemática de las distintas acciones emprendidas por la empresa [7]. Las cadenas de valor brindan un modelo versátil que facilita la representación sistemática de las actividades de diversas organizaciones, ya sea de manera autónoma o como parte integrante de una entidad más amplia. Estas se apoyan en los conceptos de valor, costo y margen, ofreciendo un enfoque completo para comprender y analizar las operaciones organizativas.

La relevancia de la cadena de valor detalla las actividades necesarias para llevar un producto desde la materia prima a través de los procesos de producción hasta la entrega al consumidor final y la disposición después de su uso, la cadena de valor tiene acciones que pueden estar asociadas a una organización o que estén divididas entre varias [7].

Según Garralda [8] considera dos tipos de cadenas ampliamente reconocidas: una desarrollada por la consultoría estratégica McKinsey y la otra creada por el profesor Porter de la Universidad de Harvard. A continuación, se detallan ambas.

1.3.3.1 La Cadena de Valor de McKinsey:

La cadena de valor se enfoca en la amalgama de las funciones internas de la empresa y la perspectiva global del sector, denominada como el Sistema del Negocio. En numerosas empresas, sus actividades se encuentran integradas más en áreas productivas mientras que otras realizan subcontrataciones, se decide por una parte alternativa de varios aspectos como inversiones necesarias, el control de operaciones, los costos al realizar las actividades, la decisión entre llevar a cabo internamente o adquirir está sujeta a la disponibilidad de recursos y a la importancia de la actividad, lo cual favorece el fortalecimiento de la competitividad.



Figura 3. Representación de la Cadena de Valor de McKinsey, [8]

1.3.3.2 La Cadena de valor de Michael Porter

La cadena de valor se centra únicamente en las operaciones internas de la empresa, y en este sentido, Porter señaló dos aspectos diferentes, siendo la primera de una manera de perspectiva horizontal sobre las relaciones que categoriza el dominio, las actividades de apoyo enfatizo entre las relaciones de la empresa desde los proveedores hasta los clientes por el medio de eslabones donde domino la logística de la entrada y la salida.

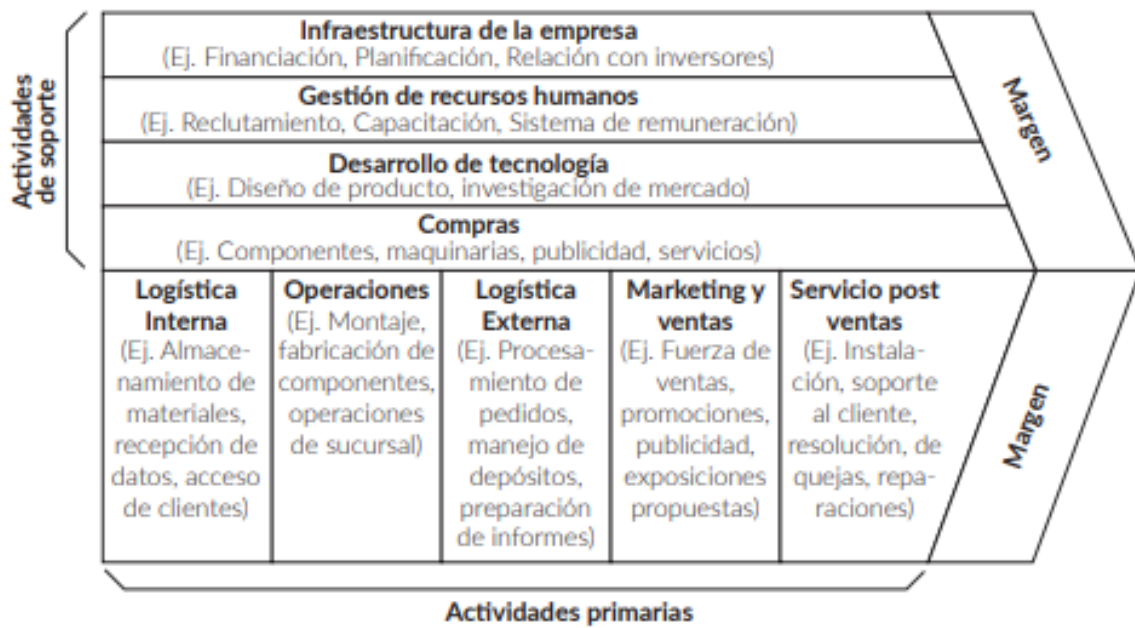


Figura 4. Representación gráfica de la cadena de valor de Porter, [8]

1.4 Enfoque de la investigación

A lo largo de la investigación se realizará y seguirá aplicando un enfoque cuantitativo, teniendo como respaldo datos estadísticos para examinar y considerar la conexión entre variables, y empleando un enfoque cualitativo para detallar las características del proceso de la fabricación de herrajes eléctricos.

1.4.1 Enfoque cuantitativo literatura para examinar investigaciones previas en la misma área.

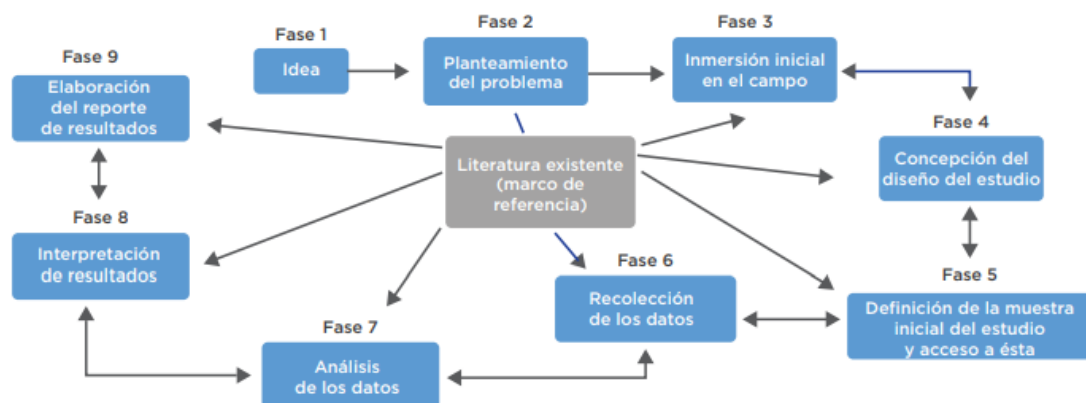


Figura 5. La investigación científica Cualitativa, por Chile en 2021, [9].

1.4.2 Modalidad de la investigación

Desde la obtención o recopilación de datos, tendrá como objetivo que sea llevada a cabo en modalidad de campo. Esta elección permitirá estar directamente vinculado con las normas que maneja la empresa y procesos de control de calidad implementados en ese entorno. Por lo cual se caracteriza por ser una investigación que se aplicara la metodología aplicada y documentada, ya que se aplicó conocimientos teóricos y metodologías basadas en conceptualizaciones, fuentes de investigación y proyectos técnicos, libros, revistas y otras publicaciones en la práctica. Se utiliza técnicas que facilitaron la obtención de datos y resultados para establecer correlaciones entre las variables en estudio.

1.4.3 Actividades detalladas

Las actividades se desarrollarán mediante etapas, en las que se analizara, diagnosticara y buscara una mejora, en base a la información expuesta en el marco teórico y metodologías.

Para obtener la información y los datos requeridos, será necesario llevar a cabo visitas a las instalaciones de la empresa, familiarizándose con todos sus procedimientos con el fin de desarrollar un diagnóstico del proceso de producción.

Después de realizar el diagnóstico, los datos analizados, recopilados durante el empleo de instrumentos estadísticos. Al fin y al cabo, se formula un plan de mejora fundamentada en los instrumentos y métodos de la filosofía de Lean Manufacturing. El objetivo para realizar una mejora es suprimir los desperdicios más significativos identificados en la línea de procesamiento [5].

la siguiente tabla se detalla las etapas y actividades que se realizaremos, apoyándonos a las metodologías:

Tabla 1. Etapas y actividades basados en metodologías

ETAPA 1	DIAGNOSTICO	La primera fase implica llevar a cabo evaluación inicial en el proceso de producción y definir los problemas identificados. Para este diagnóstico, se llevan a cabo entrevistas junto a la dirección ejecutiva y el equipo especializado, como el jefe de producción
----------------	--------------------	--

		y despachos. Además, observan las actividades desarrolladas en el flujo de producción para identificar potenciales residuos en cada una. Igualmente, se lleva a cabo la medición y valoración de los indicadores clave del procedimiento. partiendo de los resultados obtenidos en el diagnóstico, se define los problemas esenciales del proceso de producción.
ETAPA 2	ANALISIS	La segunda fase implica analizar las causas identificadas durante la fabricación de herrajes eléctricos por medio el empleo podría ser de métodos y estrategias estadísticas para mejorar la calidad, tales como el análisis de Pareto, la técnica de los cinco por qué y el diagrama de Ishikawa. El análisis nos podrá ayudar a tener una mejor identificación de las causas por las cuales se originan los problemas en el desarrollo de producción.
ETAPA 3	MEJORA	La tercera fase será correspondida a dedicar y desarrollar las actividades de mejora continúa teniendo en cuenta y apoyándonos según los principios de Lean Manufacturing.

1.4.4 Metodología de cuellos de botella

Los cuellos de botella surgen por el hecho de que un proceso, ya sea línea de fabricación/producción o a la par de un proceso comercial, toda actividad o etapa requiere de un tiempo que puede ser muy diverso como también las etapas tienen capacidades diferentes. puede existir el caso que debido a la presencia de recursos en diferentes etapas puede aliarse con la sobreproducción. existe el caso que en lugar de producir lo que se necesita o lo que se desea abastecer, todos los equipos trabajaran en tener una fabricación con todos los recursos que dispones al igual que el tiempo que se empleara. en lugar de eludir un cuello de botella y aprovecharlo, puede ser usado en contra provocando que la situación empeore.

La restricción en la eficiencia productiva se manifiesta en el periodo de ciclo o norma del procedimiento, indicando que una parte de la producción opera a un ritmo más lento que el resto. Este impacta negativamente en la efectividad de la producción, ya que estas etapas deben operar por debajo de su capacidad, resultando en períodos de inactividad y una creciente ineficiencia [10].

Métodos para la identificación de cuellos de botellas

Para identificar los cuellos de botella en un proceso de producción, es crucial contar con un método confiable que nos proporcione resultados precisos. Este método se enfocará en evaluar los movimientos y tiempos involucrados, así como la carga de trabajo asociada a cada operación de producción.

La identificación de los cuellos de botella mediante el método de tiempos

Es la técnica o método cuyo punto de partida es un conjunto muy limitado de observaciones, ya que se calcula con mayor precisión la duración de cada actividad, tarea o proceso. Hoy en día existen varios métodos de realizar el muestreo de tiempos, entre ellos podemos mencionar los tiempos predeterminados, tiempos estimados, tiempos que son realizados con ayuda de cronómetros, el método mejor empleado y que rinde mejor resultados en la toma de tiempos es el cronometraje.

Cuello de botella – periodos cronometrados o determinísticos

Los lapsos preestablecidos son aquellos que se conocen con precisión y presentan una no aleatoriedad. La identificación del cuello de botella se realiza mediante el método convencional, que implica calcular la carga de trabajo de cada máquina. Para llegar al resultado y tener resultados favorables, se obtiene calculando la suma de las multiplicaciones de la demanda por la duración de operación en cada equipo. El equipo que necesita más tiempo se considera el cuello de botella de la línea, el cual será nuestro mayor interés y reto de cómo mejorar y buscar mejores resultados en los tiempos.

Una vez que se ha establecido la metodología para identificar cuáles son los cuellos de botella y los métodos que emplearan, nos encontramos con diversos términos y referencias asociados a las restricciones en los procesos productivos.

Tabla 2. Definiciones y Términos.

N.	DEFINICION
1	Situaciones de congestión que surgen durante las actividades del proceso.
2	Momentos en los cuales las peticiones necesarias no son satisfechas debido a la restricción de recursos.

3	Operaciones que no pueden cumplir con el plan de producción.
4	Secuencia de procesos que disminuyen los rendimientos de producción.
5	Restricción en la cantidad de productos generados debido a actividades superfluas.

2 Capítulo. 2

2.1 Aplicación de la Metodología

El presente capítulo abarca el uso de las máquinas, materia prima, la toma y levantamiento de los datos que constituyen elementos de gran importancia dentro de la empresa. Por otra parte, el cronometraje de los tiempos, los movimientos máquinas y del personal que las manipula, es otro tipo de información que se requiere para cumplir con los objetivos planteados.

2.1.1 Procedimiento metodológico

El proyecto para identificar los posibles cuellos de botellas y hallar soluciones para mejorar el sistema empleado en la empresa, debe examinar y recopilar datos de forma exhaustiva y rigurosa. Como primer paso el diseño de un diagrama de flujo ayudará a entender por dónde empezar y en donde terminar, para ello la observación de campo tendrá un papel muy importante dentro del procedimiento metodológico.

2.2 Análisis y descripción de las áreas de trabajo

El análisis y descripción de las áreas son aspectos fundamentales para entender y mejorar los tiempos de eficiencia en la empresa. Esto implica el conocer todos los roles, funciones, interacciones y procesos de toda persona que es parte de la empresa.

El trabajo de cada persona está dividido por áreas y departamentos, por lo que este punto o etapa del proyecto hace que sea muy importante, ya que de aquí parte de los procesos y en base a ello se pueden identificar cuellos de botella.

2.2.1 Áreas de trabajo

- Área de Producción

La empresa Fadhelec cuenta con un área en la que desarrollan sus actividades siendo denominada área de producción la cual cuenta con diferentes tipos de procesos y maquinaria para la transformación de la materia prima en los diferentes tipos de herrajes que realizan en la empresa.

El personal del área de producción está capacitado para las actividades que desarrollan desde la selección de la materia prima, el área de la máquina donde realiza el proceso y los límites de tiempos para cada corte, perforado y dobléz.

A continuación, se mostrará un gráfico del área de producción:

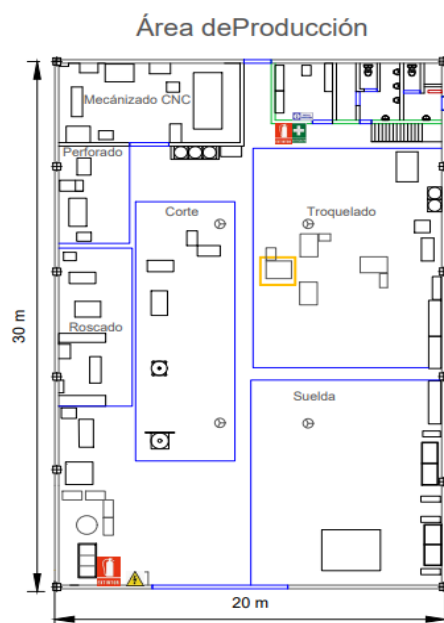


Figura 6. Área de producción de Fadhelec, 2022.

- Área de Galvanizado

El proceso de galvanizado en la empresa de Fadhelec cuenta con una cuba de zinc de tres metros, dos tinas de enfriamiento, un área de secado después de la limpieza del acero y tiene siete tinas para la limpieza del metal como:

- ❖ Tina de desengrase
- ❖ Tina de Decapado
- ❖ Dos tinas de Pre-decapado
- ❖ Dos tinas de Enjuague
- ❖ Tina de Flux
 - Tina de Desengrase:

La tina de desengrase tiene una capacidad de 4050 litros está compuesta de 25% de agua y el 75% de un componente de ácido Grasol (Desengrasante ácido de metales ferrosos), lo cual tiene como función la limpieza de impurezas, grasas y diferentes tipos de aceites.

➤ Tina de Decapado:

La tina de Decapado tiene una capacidad de 5203 litros está compuesta totalmente del compuesto decaprod el cual es una sustancia que elimina óxidos, residuos de soldadura, en esta tina se tiene un porcentaje de acidez óptimo de 14 al 18 %, además de contar con 30 kg de inhibidor y 30kg de contravapor que evita que al momento de sumergir el material en la tina se evapore el químico.

➤ Tina de Pre-decapado

Las tinas de pre-decapado tienen una capacidad 5203 litros estas dos tinas se utilizan cuando el nivel de acidez es por debajo del 14% hasta el 6% haciendo que la tina sea de un decapado lento pero útil, la siguiente tina cuenta con un nivel de acidez por menos del 5% haciéndolo un decapado insuficiente en este estado la tina está esperando ser retirada por un gestor ambiental.

➤ Tinas de Enjuague

Las dos tinas de Enjuague cuentan con una capacidad de 4550 litros de agua el cual sigue después del proceso de decapado para limpiar el material del químico decaprod, en el caso de que una tina este con material la siguiente es de repuesto.

➤ Tina de Flux

La tina de Flux tiene 4552 litros, con 65 % de agua y 35 % de flux. Este componente sirve para remover partículas restantes del hierro, permite una aleación favorable en el hierro y el zinc y permite que el galvanizado sea uniforme.

El siguiente grafico muestra el área de galvanizado con el orden de las tinas:



Figura 7. Área de Galvanizado de Fadhelec, 2022.

- **Área de Ensamble:**

En el área de ensamble cuenta con mesas de trabajo, con aranceles que cuenta con tres niveles de material para armar, arandelas planas, arandelas de presión y Tuercas teniendo medidas desde el nivel bajo de 1/2 pulg, 5/8 pulg, 3/4 pulg, además de contar con diferentes tipos de materiales de armado como binchas para los bastidores, y si el material es más pequeño, cuenta con tuercas, arandelas, arandelas de presión de 3/8 pulg.

El siguiente grafico muestra el área de ensamble:

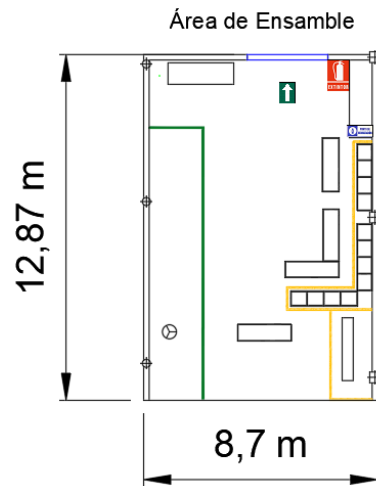


Figura 8. Área de Ensamble, 2022.

2.2.2 *Análisis de maquinaria y equipos*

2.2.2.1 *Cizalla Universal, Durma IW 55/110 BTD-2013*

Máquina que tiene la especialidad de realizar múltiples funciones como el corte recto, en ángulo, perforado y la manipulación de diferentes tipos de materiales en acero.

En la siguiente figura se mostrará la forma y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 9. Cizalla Universal, Durma IW 55/110 BTD-2013. Fadhelec, 2022

Tabla 3. Especificaciones de la Cizalla Universal, Durma IW 55/110 BTD-2013. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	DURMA IW 55/110 BTD - 2013

Nro. SERIE:	6620131120
TIPO:	Cortadora, Perforadora y Despuntadora
DIMENSIONES	1.5m x 1.7m x 0.56m
PESO (kg):	1300
CAPACIDAD	55 kg
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásica

2.2.2.2 Troqueladora industrial Caglio P. y Figli

Máquina utilizada en la industria mediante la aplicación de matrices para realizar cortes, perforaciones, y golpe en caso de dar una forma al material, el cual funciona mediante la acción de un pedal para el funcionamiento de la máquina.

En la siguiente figura se mostrará la forma y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 10. Máquina Troqueladora, Caglio P. y Figli. Fadhelec, 2022.

Tabla 4. Especificaciones de la máquina Troqueladora, Caglio P. y Figli. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	Caglio P. y Figli
----------------	--------------------------

Nro. SERIE:	N/A
TIPO:	Troqueladora
DIMENSIONES	0.80 m x 0.80 m x 2.04 m
PESO (kg):	17000
CAPACIDAD	35 toneladas
POTENCIA	3 HP
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásica

2.2.2.3 Troqueladora Industrial L-SCHULER AG / GV 7

Maquina troqueladora industrial, esenciales de la fabricación para usar cortes precisos, de formas repetidas en su proceso.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 11. Máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV 7. Fadhelec, 2022.

Tabla 5. Especificaciones de la máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV 7. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	L-SCHULER AG / GV 7
Nro. SERIE:	83764988
TIPO:	Perforadora y Dobladora
DIMENSIONES	2,20m x 1,70m
PESO (kg):	2 toneladas
CAPACIDAD	32 toneladas
POTENCIA	N/A
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásica

2.2.2.4 Troqueladora Industrial RAIMONDI / T.100R

Máquinas utilizadas en la industria para realizar cortes, perforaciones y golpes al material mediante la aplicación de matrices, a su vez con el golpe genera un doble al material.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 12. Máquina Troqueladora RAIMONDI /T.100R. Fadhelec, 2022

Tabla 6. Especificaciones de la máquina troqueladora RAIMONDI / T.100R. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	RAIMONDI / T.100R
Nro. SERIE:	143178
TIPO:	CORTE Y DOBLADO
DIMENSIONES	1.83m x 5.00m x 1.65m
PESO (kg):	4180
CAPACIDAD	100 toneladas
POTENCIA	40 GPM
VOLTAJE:	5,5 CV
CORRIENTE:	Trifásica

2.2.2.4 Máquina Troqueladora L-SCHULER AG / GV7

Máquinas utilizadas en la industria para realizar cortes, perforaciones y golpes al material mediante la aplicación de matrices, a su vez con el golpe genera un doble al material.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 13. Máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV7. Fadhelec, 2022.

Tabla 7. Especificaciones de la máquina troqueladora, L-SCHULER AG / GV7. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	L-SCHULER AG / GV7
Nro. SERIE:	83741928
TIPO:	Corte y Perforado
DIMENSIONES	2,40 m x 0,08 m x 1,30 m
PESO (kg):	3 TON
CAPACIDAD	50 TON
POTENCIA	3 Kw
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásica

2.2.2.5 Máquina Troqueladora *IMONDI / T.40V*

Máquinas utilizadas en la industria para realizar cortes, perforaciones y golpes al material mediante la aplicación de matrices, a su vez con el golpe genera un doble al material.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 14. Máquina troqueladora, RAIMONDI / T.40V. Fadhelec, 2022.

Tabla 8. Especificaciones de la máquina troqueladora, RAIMONDI / T.40V. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	RAIMONDI / T.40V
Nro. SERIE:	146378
TIPO:	CORTE, DOBLADO Y PERFORADO
DIMENSIONES	2,20m x 1,25m x 1m
PESO (kg):	1860
CAPACIDAD	40 ton
POTENCIA	100 GPM
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Trifásica

2.2.2.6 Máquina Taladro Roscador TOP TECH / Z5040

Máquina para hacer perforación y reparar roscas a tuercas, es útil al trabajar con tornillos y tuercas, ya que permite unir piezas seguramente.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 15. Máquina taladro roscador. TOP TECH / Z5040. Fadhelec, 2022.

Tabla 9. Especificaciones de la Máquina taladro roscador. TOP TECH / Z5040. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	TOP TECH / Z5040.
Nro. SERIE:	2104500
TIPO:	ROSCADOR
DIMENSIONES	1.2 M X 1.2M X 1.4M
PESO (kg):	378
CAPACIDAD	80 MM
POTENCIA	1.5 Kw
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	MONOFÁSICA

2.2.2.7 Máquina soldadora AOTAI/WF-350M-GA (Suelda 1)

Su función es el unir piezas metálicas, tiene multiproceso para la aplicación de diferentes tipos de suelda como MIG/ TIG/ Electrodo, diseñada para el uso industrial, el proceso de soldadura es de suma importancia para la organización.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 16. Máquina soldadora, AOTAI/WF-350M-GA. Fadhelec, 2022.

Tabla 10. Especificaciones de la máquina soldadora AOTAI/WF-350M-GA. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	AOTAI/WF-350M-GA
Nro. SERIE:	SP2203070014
TIPO:	FCAW/CO2/MAG/TIG/MMA
DIMENSIONES	0.58m x 0.98m x 0.57m
PESO (kg):	40
CAPACIDAD	14 kva
POTENCIA	0.87
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Trifásico

2.2.2.8 Máquina soldadora Millermatic 252 (Suelda 2)

Su función es el unir piezas metálicas, mediante el tipo de suelda de MIG y con un tanque de CO2, garantiza que el cordón de suelda sea duradero en aplicación de alta gama, el proceso de soldadura es de suma importancia para llevar a cabo todos los procesos que llevan después de este proceso.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 17. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Tabla 11. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	Millermatic 252
Nro. SERIE:	N/A
TIPO:	Suelda
DIMENSIONES	0.76m x 0.48m x 1.02m
PESO (kg):	93
CAPACIDAD	50 a - 250 A
POTENCIA	200 a - 250 A
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásico

2.2.2.9 Máquina soldadora Millermatic 252

Su función es el unir piezas metálicas, mediante el tipo de suelda de MIG y con un tanque de CO₂, garantiza que el cordón de suelda sea duradero en aplicación de alta gama, el proceso de soldadura es de suma importancia para llevar a cabo todos los procesos que llevan después de este proceso.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 18. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Tabla 12. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	Millermatic 252
Nro. SERIE:	N/A
TIPO:	Suelda
DIMENSIONES	0.76m x 0.48m x 1.02m
PESO (kg):	93
CAPACIDAD	50 a - 250 A
POTENCIA	200 a - 250 A
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásico

2.2.2.10 Máquina soldadora Millermatic 252

Su función es el unir piezas metálicas, mediante el tipo de suelda de MIG y con un tanque de CO₂, garantiza que el cordón de suelda sea duradero en aplicación de alta gama, el proceso de soldadura es de suma importancia para llevar a cabo todos los procesos que llevan después de este proceso.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 19. Máquina soldadora, Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Tabla 13. Especificaciones de la máquina soldadora Millermatic 252. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	Millermatic 252
Nro. SERIE:	N/A
TIPO:	Suelda
DIMENSIONES	0.76m x 0.48m x 1.02m
PESO (kg):	93
CAPACIDAD	50 a - 250 A
POTENCIA	200 a - 250 A
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Monofásico

2.2.2.11 Máquina tecla eléctrico puente N. 1

Los tecles eléctricos son dispositivos que cumplen la función de cargar, levantar y mover cosas de gran peso, mejorando y optimizando tiempos y esfuerzos que puedan realizar los trabajadores del lugar.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 20. Especificaciones de la máquina Recta Kansew KS8800DH-4. Fadhelec, 2022.

Tabla 14. Especificaciones de la máquina Recta Kansew KS8800DH-4. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina

MARCA/ MODELO:	TXK / SSDHL
Nro. SERIE:	01 - 01S
TIPO:	IZAJE DE CARGA
DIMENSIONES	1.00m x 0.60m
PESO (kg):	61
CAPACIDAD	1 ton.
POTENCIA	1500 W
VOLTAJE:	220V / 440 V
CORRIENTE:	Trifásica

2.2.2.12 Máquina de centrifugado

El centrifugado es el proceso en el que, por medio de la fuerza de rotación sobre su propio eje, este proceso es aplicado para separar el excedente del zinc del material.

La empresa FADHELEC, fabricó y ensambló, por lo cual es parte de la empresa y para su uso exclusivo de la misma.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 21. Máquina de centrifugado. Fadhelec, 2022.

Tabla 15. Especificaciones de la máquina de centrifugado. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	FADHELEC
Nro. SERIE:	FADHEME 118
TIPO:	Centrifugadora
DIMENSIONES	1.00m x 0.20m x 0.80m
PESO (kg):	600 kg
CAPACIDAD	N/A
POTENCIA	3 HP
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Trifásica

2.2.2.13 Quemador

Tiene varios componentes para funcionar, su fin principal es calentar el material de zinc para el proceso de galvanizado elevando a una temperatura de 450°C.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 22. Máquina Quemador, Wayne Combustion Systems. Fadhelec, 2022.

Tabla 16. Especificaciones de la máquina quemador, Wayne Combustion Systems. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	WAYNE COMBUSTION SYSTEMS/
Nro. SERIE:	N/A

TIPO:	Calentamiento
DIMENSIONES	13 3/8" X 16 9/16" X 8 1/4"
PESO (kg):	17,2365
CAPACIDAD	0,75 - 3 gal/hr
POTENCIA	60 Hz
VOLTAJE:	220V
CORRIENTE:	Trifásica

2.2.2.14 Montacargas MITSUBISHI FGC25

Un montacargas, es utilizado para elevar o levantar cosas de gran tamaño y peso. Esta maquinaria es esencial para la manipulación eficiente de materiales en las diferentes áreas.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 23. Montacargas Mitsubishi FGC25, Fadhelec, 2022.

Tabla 17. Especificaciones del montacargas MITSUBISHI FGC25. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	MITSUBISHI FGC25
Nro. SERIE:	AF82B -05785
TIPO:	Vehículo de carga

DIMENSIONES	1.00m x 2.90m x 2.00m
PESO (kg):	3340
CAPACIDAD	2000 kg
POTENCIA	53 HP
VOLTAJE:	12V
CORRIENTE:	N/A

2.2.2.15 Laminadora de roscas

Máquinas utilizadas en la industria de la metalurgia, su finalidad principal es transformar la materia prima (varilla) en pernos roscados mediante la utilización de rodillos para el paso de la rosca.

En la siguiente figura se mostrará la imagen y la siguiente tabla sus especificaciones.



Figura 24. Máquina laminadora de Roscas IZPE. Fadhelec, 2022.

Tabla 18. Especificaciones de la máquina laminadora de roscas IZPE. Fadhelec, 2022.

Especificaciones de la máquina	
MARCA/ MODELO:	IZPE
Nro. SERIE:	584
TIPO:	Laminadora
DIMENSIONES	1.3m x 0,7m x 2m
PESO (kg):	N/A

CAPACIDAD	N/A
POTENCIA	4,6 KW
VOLTAJE:	220/110 V
CORRIENTE:	Trifásica

2.3 Especificaciones del Producto

2.3.1 Bastidores

El bastidor rack sirve para el soporte de aisladores de tipo carretes en redes aéreas, estas pueden llevar de 1 a 5 aisladores dependiendo el proyecto.

El bastidor de una vía es el producto en el cual se llevará a cabo la investigación.

A continuación, en la siguiente figura se mostrará la imagen, medidas y tabla de especificaciones.

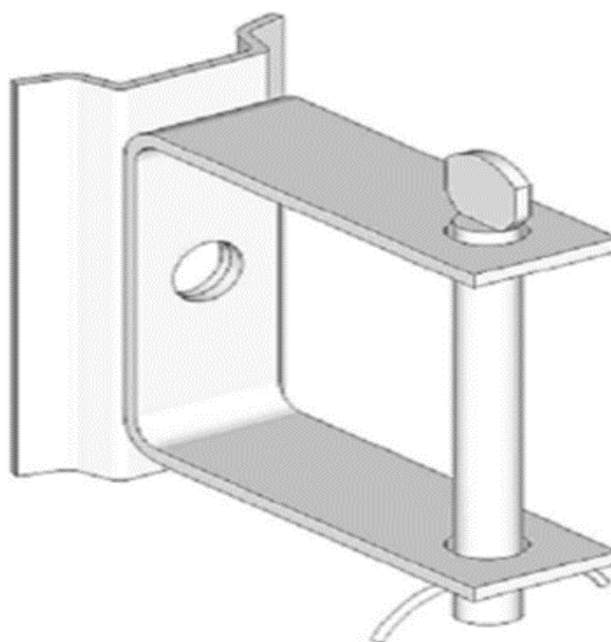


Figura 25. Bastidor de una vía. [11]

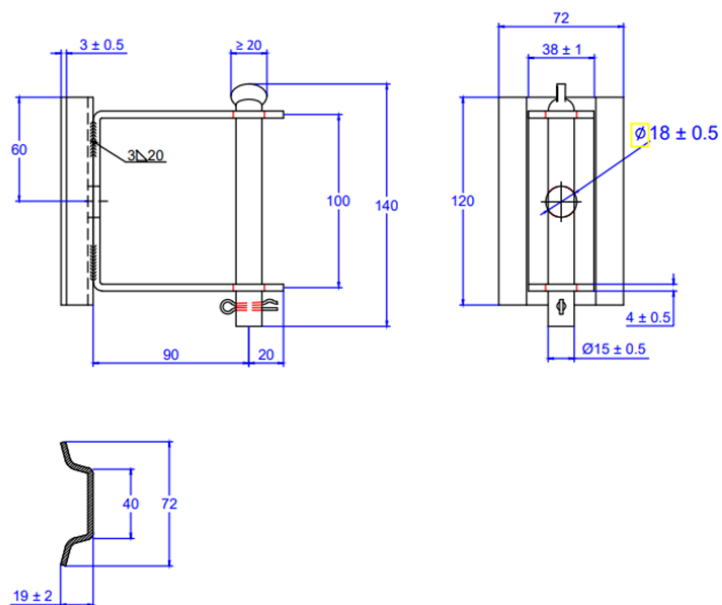


Figura 26. Medidas del bastidor en mm, [11]

Tabla 19. Especificaciones del bastidor, [11]

Especificaciones del Bastidor	
NORMA DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	NTE INEN 3137
BASTIDOR	
DIMENSIONES PLETINA ANCHO X ESPESOR	38 x 4mm
DIMENSIONES BASTIDOR 1 VÍA	100 x 100 x 110mm
DIÁMETRO DE LA PERFORACIÓN	Ø18mm
BASE	
LONGITUD	120mm
ANCHO DE LA BASE	72 x 3mm
VARILLA	
LONGITUD	140mm
DIAMETRO	15mm
PERFORACION	Ø5mm
GALVANIZADO	POR INMERSIÓN AL CALIENTE
NORMA DE GALVANIZADO	ASTM A123, ASTM A153
ESPESOR DE GALVANIZADO	75 MICRAS

2.2.2. Diagrama de Flujo de Bastidores

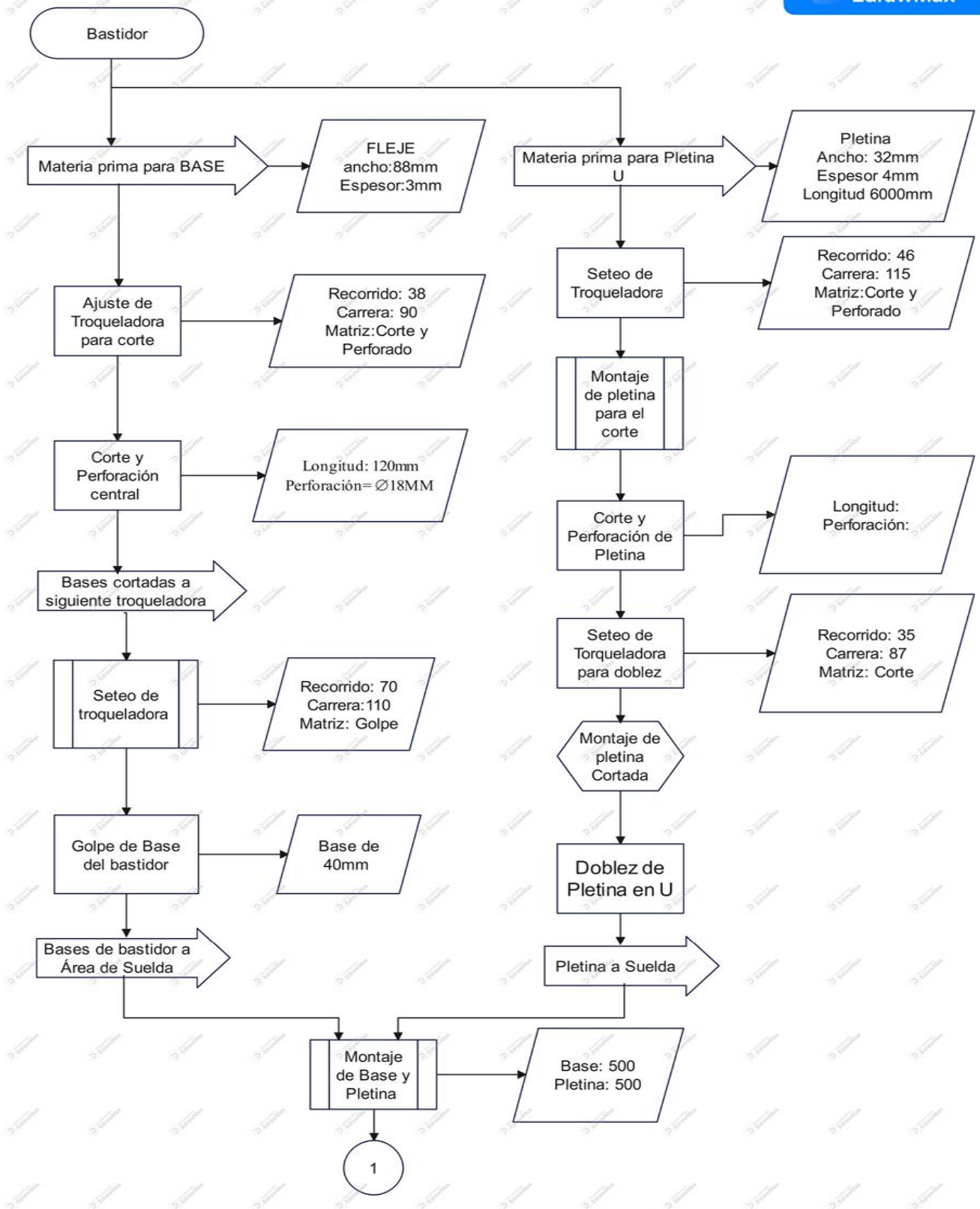


Figura 27. Diagrama de flujo de bastidores. Elaborado, S. Becerra

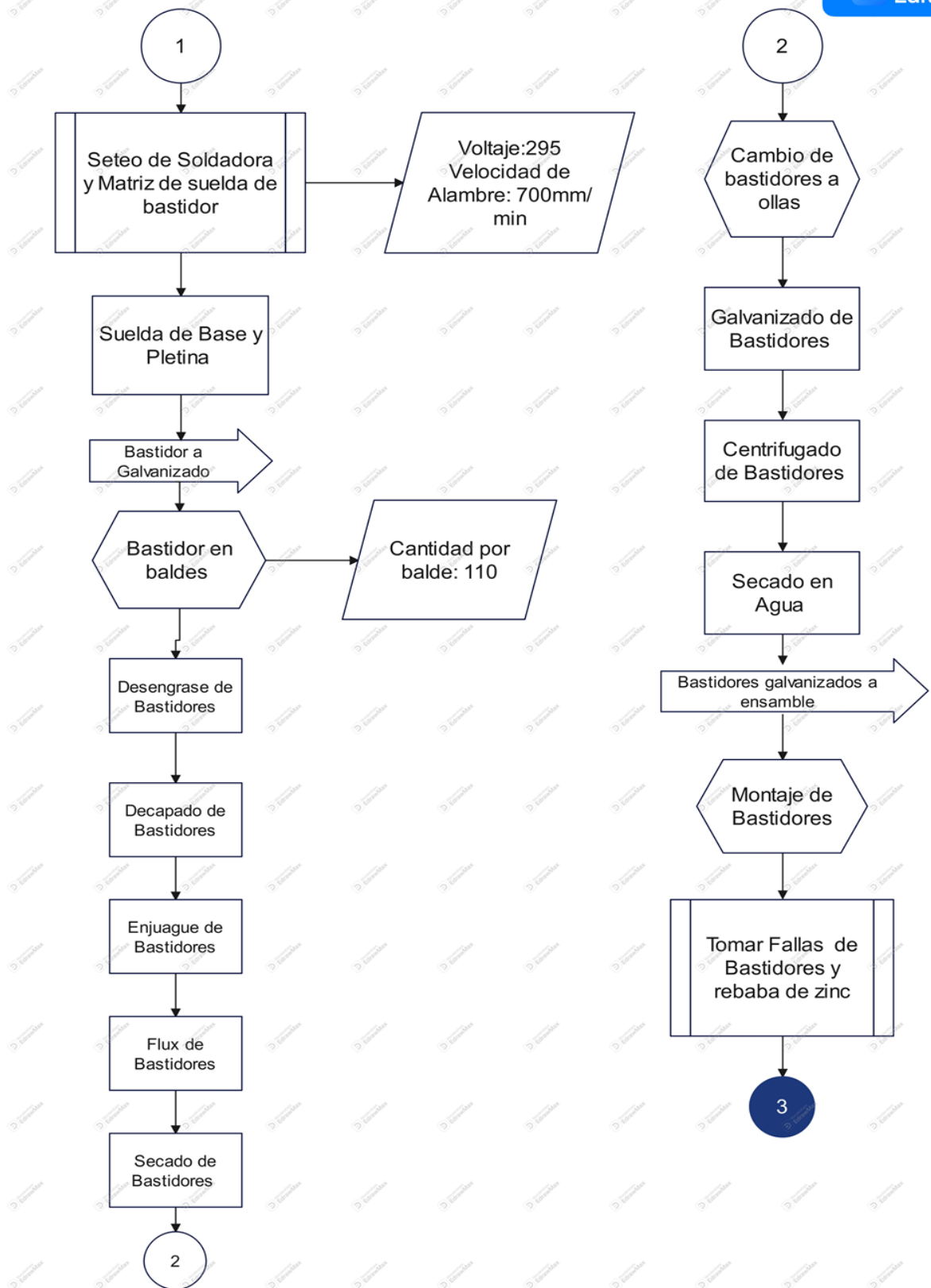


Figura 28. Diagrama de flujo de bastidores. Elaborado, S. Becerra

2.2.3. Diagrama de Flujo de Pasador y ensamble del bastidor

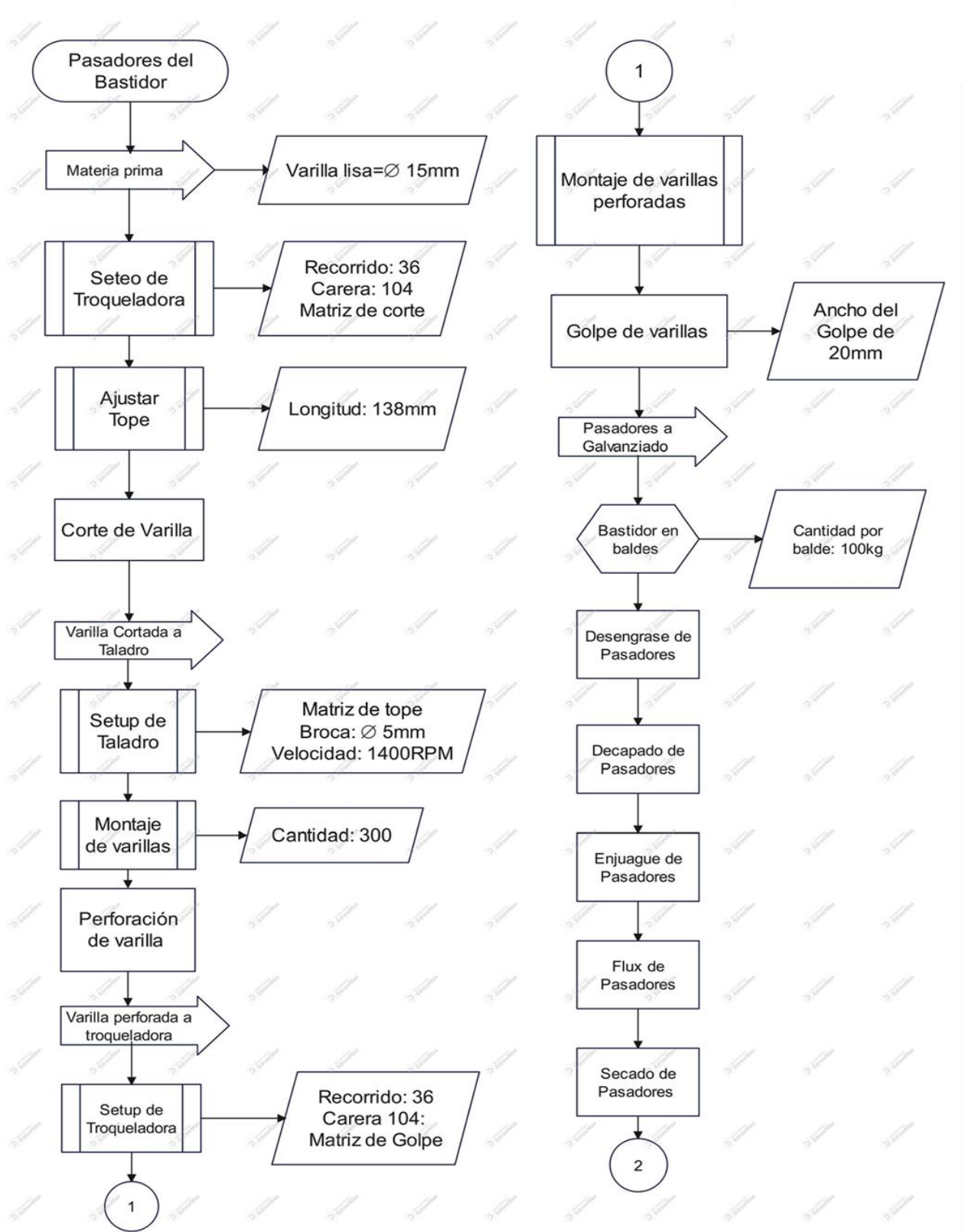


Figura 29. Diagrama de Flujo de Pasador y ensamble del bastidor, S. Becerra.

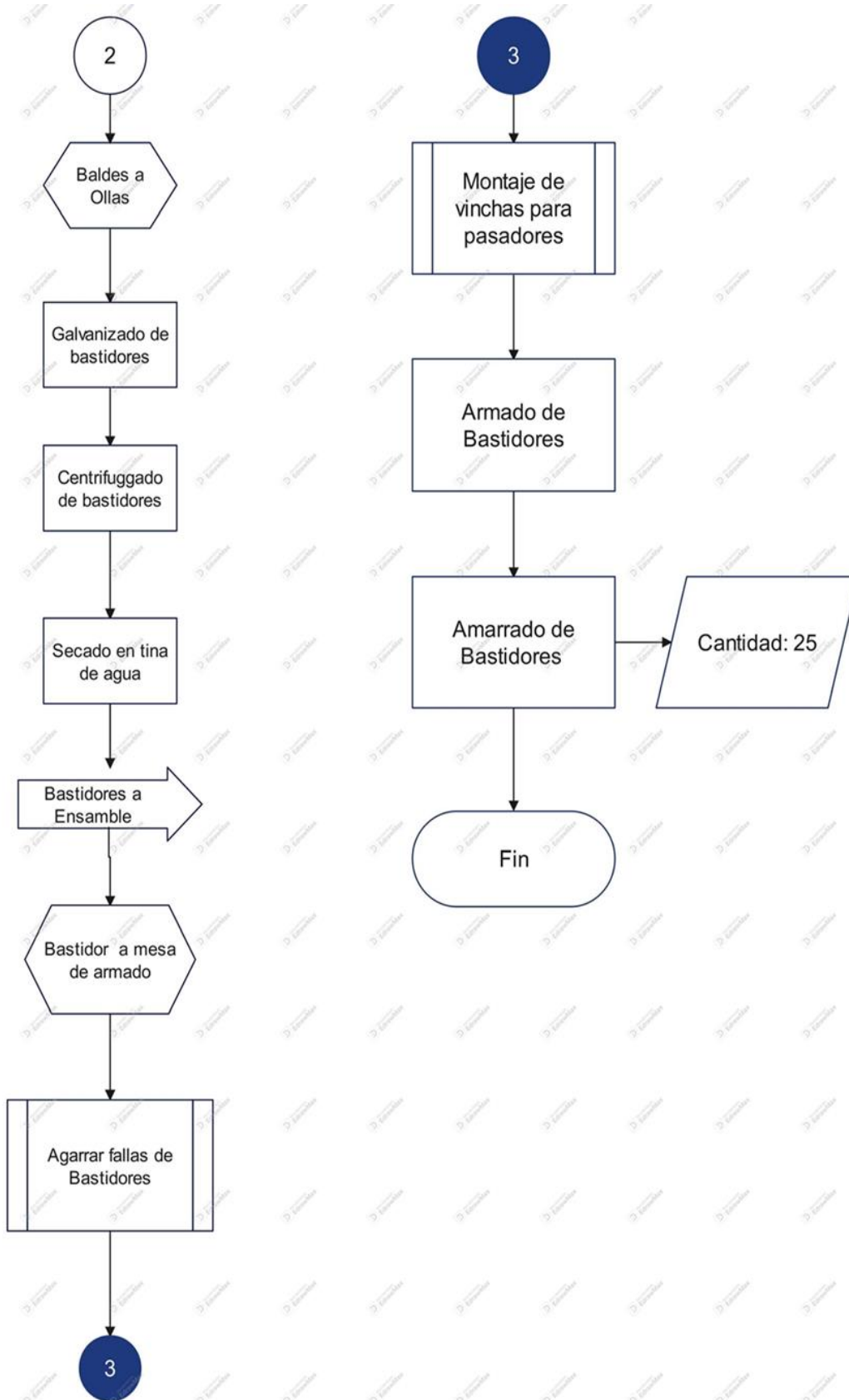


Figura 30. Diagrama de Flujo de Pasador y ensamble del bastidor, S. Becerra.

2.3.2 Brazo para luminaria tipo Meer

Este brazo se lo utiliza para el soporte de luminaria en el alumbrado público, los brazos se instalan por abrazaderas o por pernos U, según el diseño del brazo, El grado de inclinación depende de la simulación fotométrica, y los ángulos de inclinación pueden ser de 0 grados hasta 15 grados.



Figura 31. Brazo para Luminaria tipo Meer, [12]

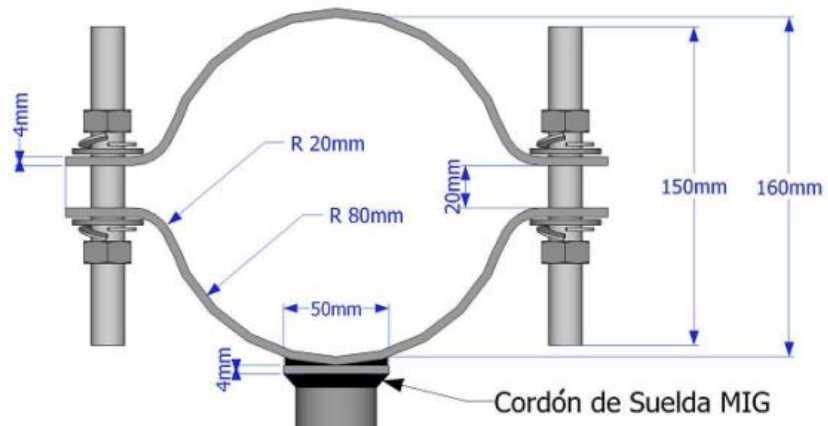


Figura 32. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista frontal.

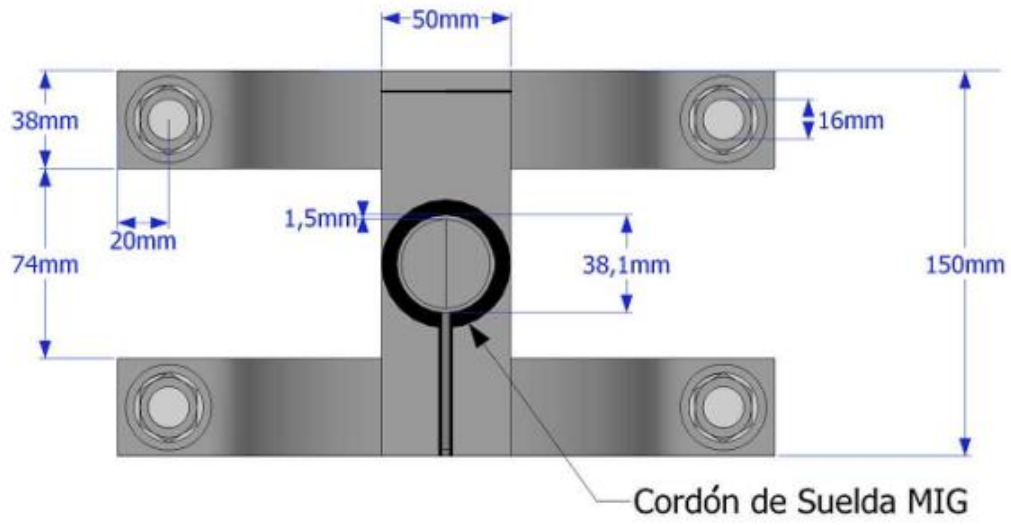


Figura 33. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista superior, [12]

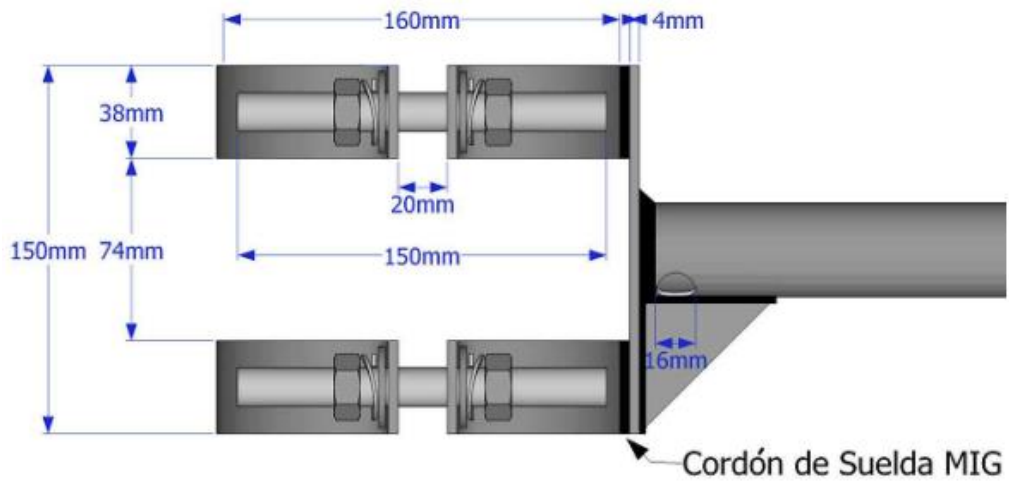


Figura 34. Brazo para Luminaria con medidas de la abrazadera en vista lateral.

Tabla 20. Especificaciones del brazo para luminaria, [12]

Especificaciones del Brazo para Luminaria	
NORMA DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	NTE INEN 3035
PLETINA DE UNION DE ABRAZADERAS	
DIMENSIONES PLETINA ANCHO X ESPESOR	50 x 4mm
DIMENSIONES DE CORTE	150mm
ABRAZADERA	
ANCHO	38mm
ESPESOR	4mm
LONGITUD	256mm
SEPARACIÓN ENTRE ABRAZADERA	160mm
PERNO DE ROSCA CORRIDA	
LONGITUD	150mm
DIAMETRO	Ø 16mm
PASO DE ROSCA	11 hilos por pulg.
TUBO METÁLICO	
DIAMETRO	38mm
LONGITUD	1000mm
ESPESOR	1.5mm
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	SEGÚN REQUIERA
GALVANIZADO	POR INMERSIÓN AL CALIENTE
NORMA DE GALVANIZADO	ASTM A123, ASTM A153
ESPESOR DE GALVANIZADO	75 MICRAS

2.4 Diagrama de Flujo

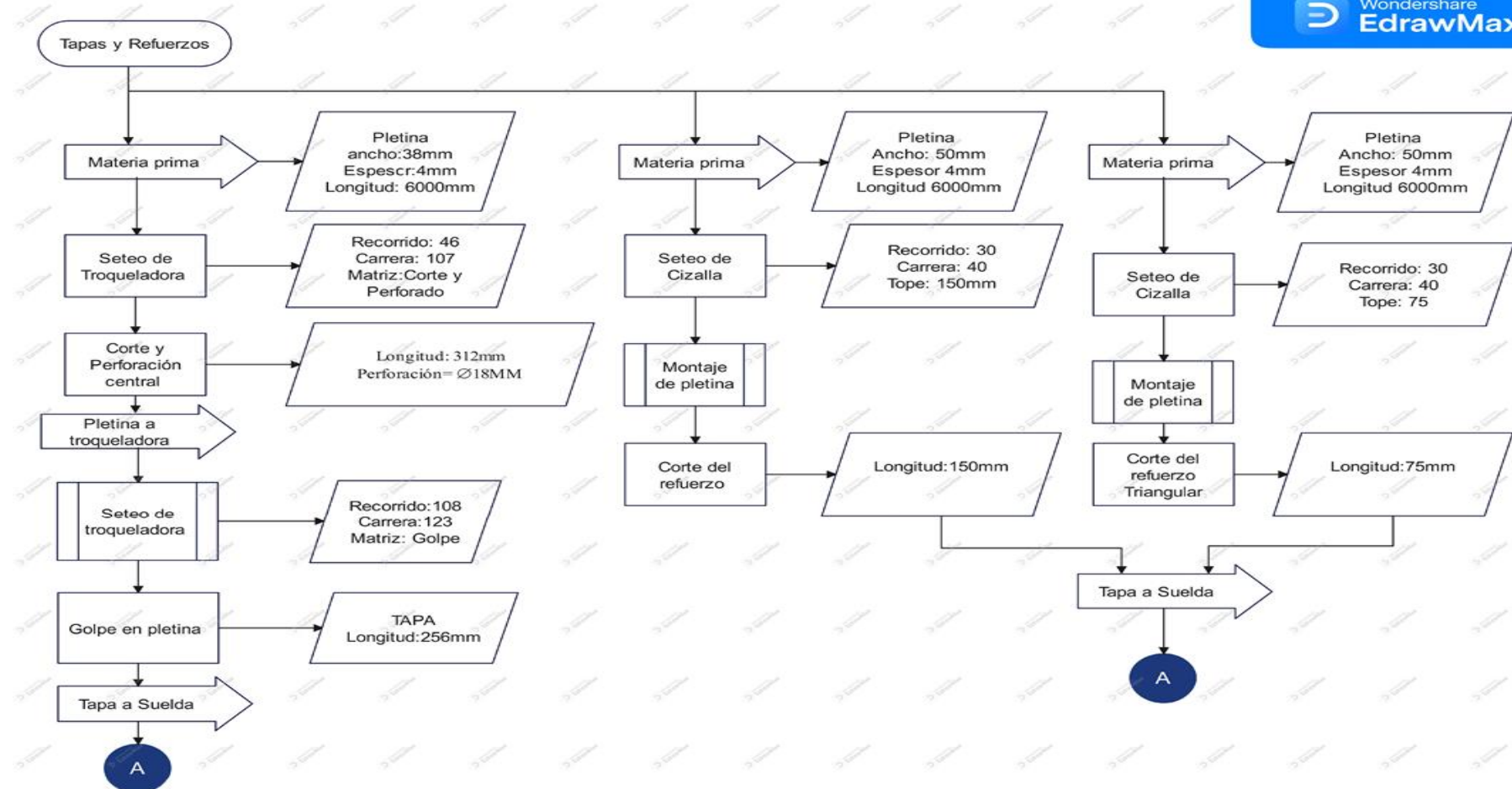


Figura 35. Diagrama de Flujo de Abrazaderas y Refuerzos para elaboración de brazos para luminaria S. Becerra.

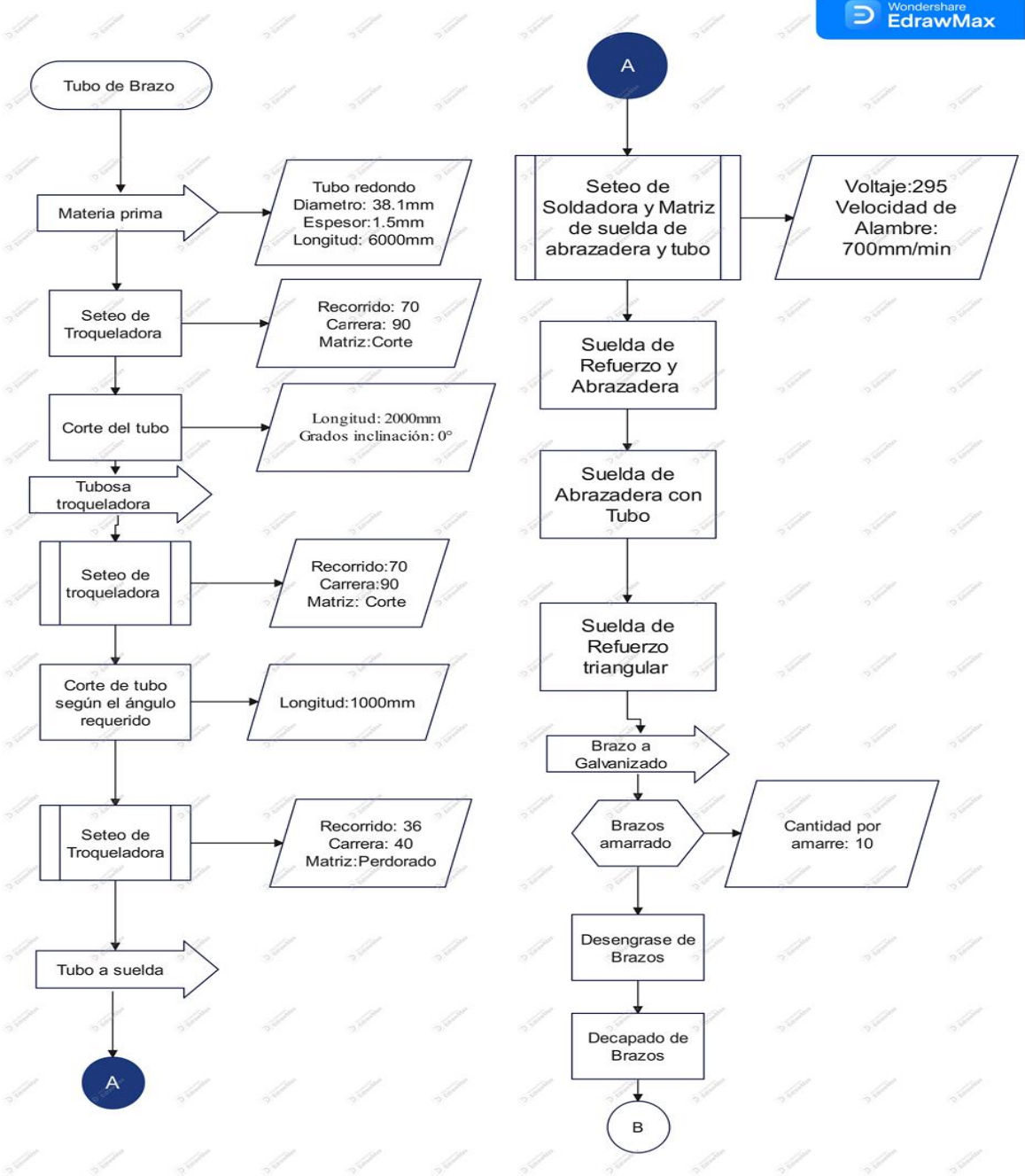


Figura 36. Diagrama de Flujo de brazos, S. Becerra.

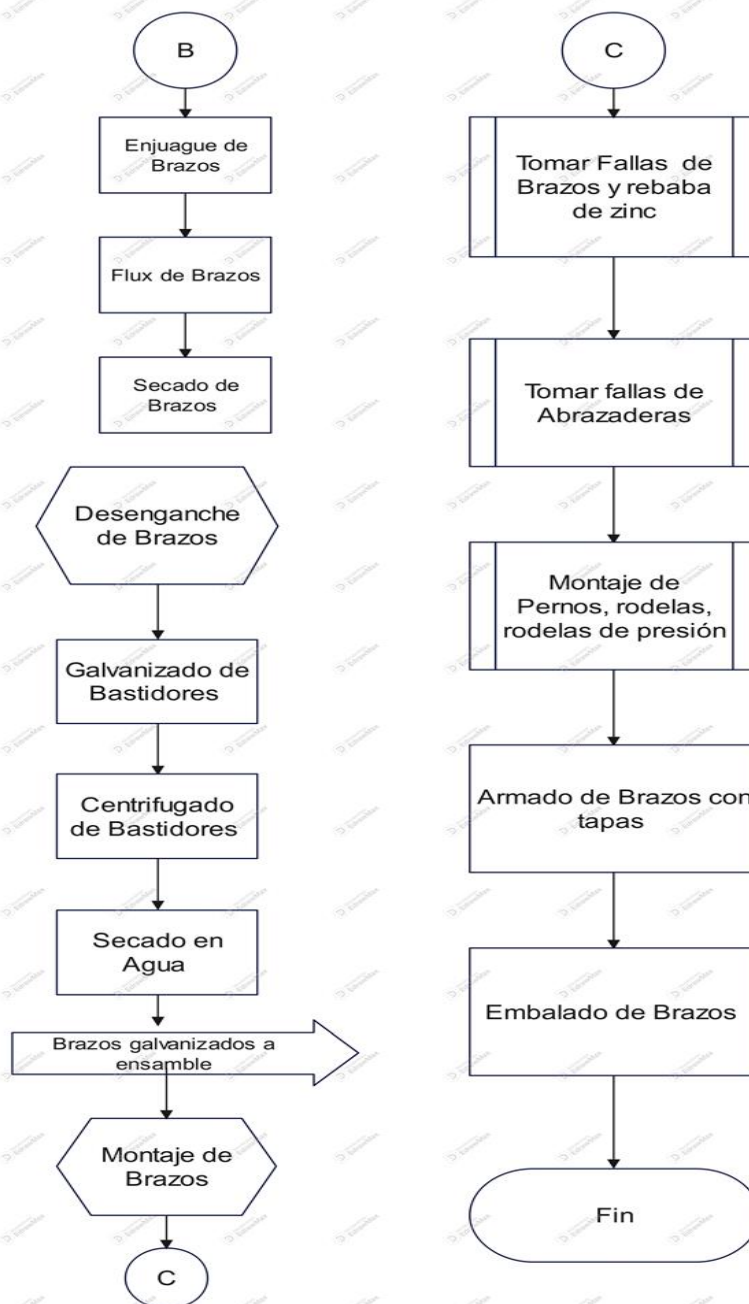


Figura 37. Diagrama de Flujo, Galvanizado de brazos y armado S. Becerra.

2.5 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para saber cuáles serían los posibles cuellos de botella, la recolección de datos es fundamental para desarrollar y comprender cuáles son los problemas que pueden ocasionar es primordial ir a la base de toda la producción, no es la materia prima ni la maquinaria, el personal de cada área sabe qué problemas tienen cada día, para ello se desarrollaron técnicas que nos llevarían a facilitar el objetivo.

2.5.1 Cuestionarios y encuestas

En el siguiente apartado se realizó un cuestionario, entre ellos destacan preguntas relevantes en las que se debería poner mucha atención si queremos identificar los cuellos de botellas, los contenidos de las entrevistas se encuentran en el anexo 1.

2.5.2 Resultados de la encuesta realizada a la empresa FADELEC

Para poder llegar a una valoración y calificación de todos los procesos, se necesitará realizar una calificación que se mostrará en la siguiente tabla.

Tabla 21. Resultados de encuesta. C. Cuyo, S. Becerra, 2023.

CALIFICACION		
CALIFICACION	VALOR	NOTAS
A	10	Sobresaliente
B	9 -8	Bien
C	7 - 6	Suficiente (mínimo para aprobar)
D	5	Reprobado

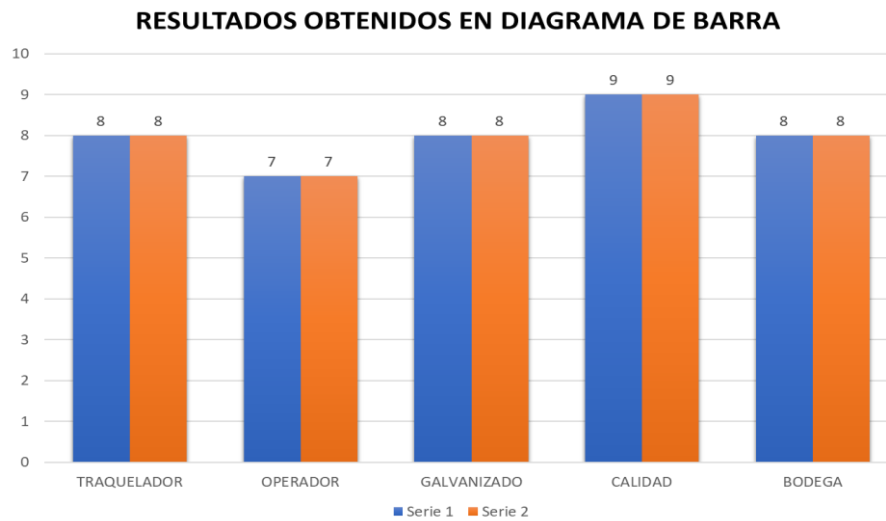


Figura 38. Resultados de encuesta, C. Cuyo, S. Becerra, 2022

La evaluación se hizo mediante encuestas de trabajadores de la empresa, ya que saben dónde, cómo y por qué causan retrasos.

Si se necesita mejorar y tener una eficiencia operativa es necesario corregir esos puntos y realizar una mejora continua.

Mediante la siguiente calificación se puede llegar a una conclusión muy precisa y objetiva, en donde pondremos un enfoque más centrado en las áreas de operadores, troquelado y galvanizado, puesto que estas áreas tienden a estar en cuellos de botellas.

3 Capítulo 3

3.1 Análisis y resultados

3.1.1 *Identificación y aplicación*

Se lleva a cabo una evaluación minuciosa de cada etapa en la fabricación de herrajes con el fin de detectar áreas donde el flujo de trabajo experimenta desaceleraciones o congestiones.

Se emplean indicadores clave de rendimiento (KPI) para medir la eficacia en cada fase del proceso, prestando especial atención a los tiempos de producción, las valoraciones de tiempos en los ciclos, los períodos de espera y las tasas de defectos.

Los empleados involucrados en la manufactura ofrecieron información valiosa sobre posibles cuellos de botella. Se llevó a cabo entrevistas y encuestas en el anterior capítulo en donde se recopiló sus perspectivas. Entre ellos la mejora que se puede realizar es la implementación de tecnología y nueva maquinaria que favorezca la productividad de la empresa.

3.1.2 *Inventario y almacenamiento*

En la sección siguiente, se llevará a cabo una revisión de la gestión de inventario de materia primas, productos acabados y semiacabados, ya que podría haber limitaciones en la disponibilidad de materias primas o productos terminados o en proceso. Posiblemente cuellos de botellas que generen un impacto en todos los procesos generando retrasos.

Importancia del control de inventarios

El manejo de inventarios desempeña diversas funciones cruciales y aporta una notable flexibilidad a las operaciones de la empresa. Examinemos cinco aplicaciones clave de los inventarios:

1. Función de desacoplamiento

Una función crucial del inventario es separar o desconectar los procesos de fabricación dentro de la organización. La ausencia de almacenamiento de inventario puede conducir a numerosos retrasos e ineficiencias.

2. Almacenaje de recursos

En un proceso de manufactura, la materia prima se almacena, como producto en proceso o como artículo terminado.

3. Oferta y demanda irregulares

Cuando la disponibilidad o la demanda de un artículo en el inventario son variables, suele ser crucial mantener ciertas cantidades almacenadas.

4. Descuentos por cantidad

Otra manera de utilizar el inventario es aprovechar los descuentos por cantidad. Muchos proveedores ofrecen descuentos por comprar grandes cantidades.

5. Disminución de faltantes

Si el inventario se queda sin el artículo varias veces, es muy probable que los clientes se vayan con otra empresa para satisfacer sus necesidades.

Cantidad económica del pedido y determinación de la cantidad a ordenar

La meta principal de la mayoría de los modelos de inventario es la minimización de los costos totales. Bajo los supuestos mencionados, los costos clave son el costo asociado con los pedidos y el costo relacionado con el almacenamiento. Todos los demás costos, como el costo del propio inventario (el costo de compra), se consideran constantes. Por ende, al minimizar la suma de los costos de pedido y almacenamiento, también lograríamos la minimización de los costos totales.

Determinación de la EOQ

La ecuación de EOQ se obtiene al igualar el costo de pedido con el costo de almacenamiento.

El costo total se minimiza si:

D: demanda anual

C0: Costo anual promedio

Ch: costo anual promedio de almacenamiento

$$Q/2 \times C_h = D/Q \times C_o \quad (1)$$

$$Q = \sqrt{(2DC_o/C_h)} \quad (2)$$

PUNTO DE REORDEN Y DETERMINACIÓN DE CUANDO HACER n PEDIDOS

En muchas ocasiones, el intervalo de tiempo entre la realización de un pedido y su recepción, conocido como tiempo de entrega, suele extenderse durante varios días o incluso semanas. Durante este período, es esencial contar con inventario disponible para satisfacer la demanda, ya sea que esté almacenado o por recibirse tras realizar un pedido. La suma de ambos se denomina posición del inventario. Por lo tanto, la determinación de cuándo realizar un nuevo pedido se expresa comúnmente en relación con un punto de reorden (ROP), que indica la posición del inventario en la cual se debería realizar un pedido. El ROP se calcula mediante:

ROP: (DEMANDA POR DIA) * (TIEMPO DE ENTREGA EN DIAS PARA NUEVO PEDIDO)

$$ROP = d \times L \quad (3)$$

Las siguientes figuras muestra el ROP, uno de ellos presenta un tiempo de entrega muy corto, mientras que el otro tiene un tiempo mucho más grande.

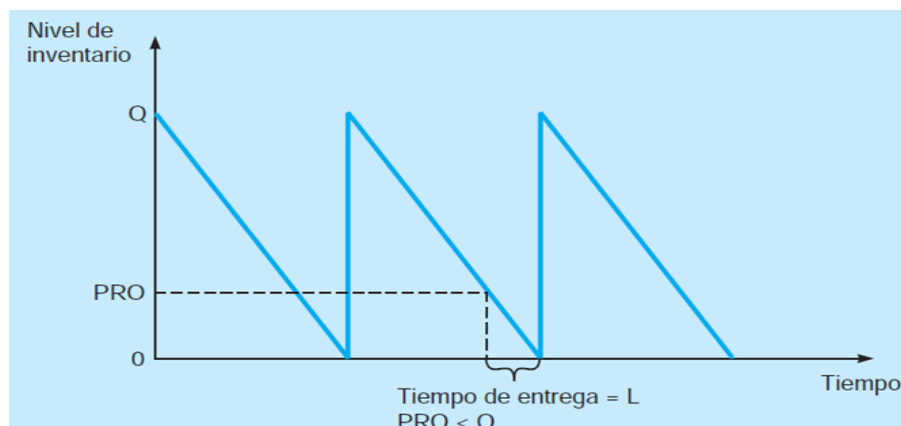


Figura 39. Ilustración del modelo ROP

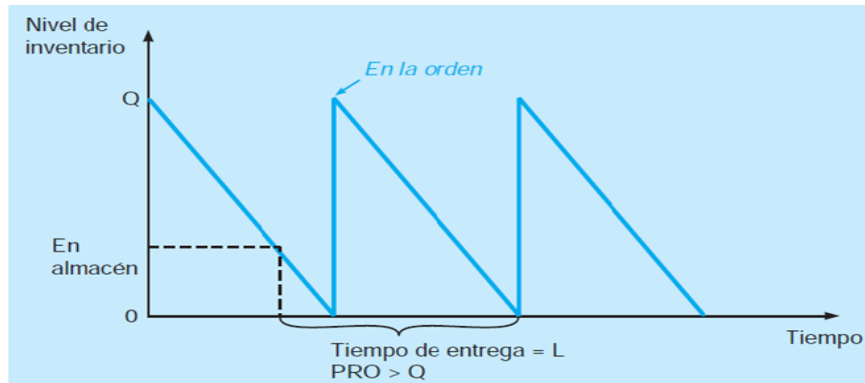


Figura 40. Ilustración del modelo ROP

Aplicación de ROP en la empresa Fadhelec

Según datos obtenidos en la empresa, se estima que se lanza un punto de reorden a partir de que el producto terminado se agota, para evitar escases de productos se tiene un stock que pueda solventar el siguiente pedido que vendrá.

$$\text{ROP} = d \times L \quad (4)$$

$$\text{ROP} = 200 \times 7 \quad (5)$$

$$\text{ROP} = 1400 \quad (6)$$

Se estima que en el momento que el inventario se agota se dispara un nuevo punto de reorden, capaz de abastecer el siguiente pedido.

3.1.3 Tiempos en producción

La teoría de colas implica el análisis matemático del comportamiento de las líneas de espera, que surgen cuando los clientes llegan a un lugar buscando servicio de un "servidor" con capacidad limitada. Si el servidor no está disponible de inmediato y el cliente opta por esperar, se forma una cola.

En la situación descrita, se ha aplicado la teoría de colas debido a que cada pieza debe pasar por un proceso secuencial. Existe la circunstancia de que algunas piezas no han sido completadas, lo que provoca que la línea de producción experimente esperas y genere un cuello de botella.

Costo de línea de espera.

Una de las finalidades del estudio de las filas es determinar el óptimo nivel de atención para una entidad. Los directivos enfrentan el desafío de equilibrar los gastos asociados con proporcionar un servicio de calidad y los costos vinculados al tiempo de espera del cliente, siendo este último un factor que puede resultar complicado de evaluar de manera precisa.

Costo de las colas y niveles de servicio.

Una forma de analizar una instalación de servicio implica examinar el costo total proyectado, un concepto representado en la figura, que comprende la suma de los costos anticipados de servicio y los costos relacionados con el tiempo de espera.

Identificación de modelos, notación Kendall

La notación básica de Kendall, compuesta por tres símbolos, tiene el formato siguiente: Distribución de llegadas/Distribución de tiempos de servicio/Número de canales de servicio abiertos. En esta notación, se emplean letras específicas para denotar las distribuciones de probabilidad. Las letras comúnmente utilizadas en la notación de Kendall son:

- M = distribución de Poisson del número de ocurrencias (o tiempos exponenciales)
- D = tasa constante (determinística)
- G = distribución general con media y varianza conocidas

Por lo tanto, un modelo con un solo canal con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales se representa como: M/M/1. Cuando se añade un segundo canal, la notación sería M/M/2. Si hay m canales de servicio diferentes en el sistema de colas con llegadas de Poisson y tiempos de servicio exponenciales, la notación de Kendall sería M/M/m. Un sistema con tres

canales, con llegadas de Poisson y tiempos de servicio constantes, se identificaría como M/D/3. Asimismo, un sistema con cuatro canales, con llegadas de Poisson y tiempos de servicio distribuidos normalmente, se representaría como M/G/4.

3.1.4 Modelo de colas de un solo canal con llegadas Poisson M/M/1

El modelo considerado aquí, de un solo canal y fase, es uno de los modelos de colas más simples y ampliamente empleados. Implica la suposición de siete condiciones clave:

- Las llegadas son atendidas según el principio de Primero en Entrar, Primero en Salir (PEPS).
- Cada llegada espera ser atendida, independientemente de la longitud de la fila; es decir, no se evita ni se rechaza.
- Las llegadas son independientes de las anteriores, pero su número promedio (la tasa de llegadas) permanece constante a lo largo del tiempo.
- Las llegadas siguen una distribución de probabilidad de Poisson y provienen de una población infinita o muy grande.
- Los tiempos de servicio varían entre clientes y son independientes entre sí, pero se conoce su tasa promedio.
- Los tiempos de servicio se rigen por una distribución de probabilidad exponencial negativa.
- La tasa promedio de servicio es mayor que la tasa promedio de llegadas.

Cuando estas siete condiciones se cumplen, se pueden derivar ecuaciones que definen las características operativas de la cola. Las matemáticas utilizadas para deducir cada ecuación son complejas y están más allá del alcance de este libro, por lo que aquí solo se presentarán las fórmulas

3.1.5 MODELO DE CANAL ÚNICO CON LLEGADAS POISSON Y TIEMPOS DE SERVICIO EXPONENCIAL

Las fórmulas siguientes se utilizan para calcular las características de operación constante de una línea de espera cuyo canal único tiene llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales, donde:

λ = número medio de llegadas por período de tiempo (tasa de llegadas)

μ = número medio de servicios por período de tiempo (tasa de servicio)

$1/\lambda$ = tiempo medio entre llegadas

$1/\mu$ = tiempo medio de servicio

1. La probabilidad de que no haya unidades en el sistema:

$$P_0 = 1 - \lambda/\mu$$

2.- El número promedio de unidades en la línea de espera

$$L_q = \lambda^2 / (\mu (\mu - \lambda))$$

3.- El número promedio de unidades en el sistema

$$L = L_q + \lambda/\mu$$

4.- El tiempo promedio que la unidad pasa en la línea de espera:

$$W_q = L_q/\lambda$$

5.- El tiempo promedio que una unidad pasa en el sistema:

$$W = W_q + 1/\mu$$

6.- La probabilidad de que una unidad que llega no tenga que esperar a ser atendida:

$$P_w = \lambda/\mu$$

7.- La probabilidad de que haya n unidades en el sistema

$$P_n = (\lambda/\mu)^n P_0$$

MODELO DE MÚLTIPLES CANALES CON LLEGADAS POISSON Y TIEMPOS DE SERVICIO EXPONENCIAL

Las fórmulas siguientes se utilizan para calcular las características de operación constante de una línea de espera cuyos canales tienen llegadas Poisson y tiempos de servicio exponenciales:

λ = número medio de llegadas por período de tiempo (tasa de llegadas)

μ = número medio de servicios por período de tiempo (tasa de servicio)

K = número de canales

n = número de unidades en el sistema.

L_s = Número promedio de unidades(clientes) en el sistema.

W_s = Tiempo promedio que una unidad permanece en el sistema = (tiempo de espera + tiempo de servicio)

Al calcular tanto la tasa de llegada (λ) como la tasa de servicio (μ), es esencial utilizar el mismo intervalo de tiempo. Por ejemplo, si λ representa el promedio de llegadas por hora, entonces (μ) debería reflejar el promedio de clientes que pueden ser atendidos en esa misma hora.

3.2 Planificación y aplicación

La empresa tiene la responsabilidad de suministrar 1500 bastidores a un cliente que está solicitando dicho producto. A partir de esta premisa, se llevará a cabo una planificación y supervisión exhaustiva de los productos, incluyendo la medición de tiempos en cada etapa del proceso, la identificación de tiempos muertos y la detección de posibles cuellos de botella. Con base en estos hallazgos, se aplicarán métodos diseñados para prevenir cuellos de botella y mejorar la eficiencia y productividad en la organización.

- En un primer paso, se requiere crear una orden de trabajo que detalle los requisitos y especificaciones necesarios. Esto incluirá información sobre el tipo de producto necesario, sus características, y la cantidad estimada.
- El cliente ha indicado la necesidad de bastidores de acero galvanizado, con pletina de dimensiones 38 x 4 mm (1 1/2 x 5/32), de 1 vía con base, y se ha establecido una cantidad de 1500 bastidores.
- La hoja de producción sobre los bastidores se encuentra en el Anexo 2 donde se especifica el proceso y en que máquina se realizó el producto.

3.3 Seguimiento y control bastidores

3.3.1 Valoración de tiempos de bastidores

En la tabla siguiente se registró el progreso del proceso de ensamblaje de bastidores, que contempla de 4 procesos para poder llevar a cabo el producto semiterminado, evaluándose los tiempos correspondientes, los cuales se presentarán a continuación. Se documentaron 500 ciclos, equivalentes a 500 productos semiterminados. La medición del tiempo se expresó en segundos, y el ritmo de trabajo se calculó conforme a la normativa británica. Los suplementos representan los lapsos adicionales ocasionados por posibles fallos mecánicos, falta de concentración, fatiga, entre otros factores que se mencionara.

Tablas de referencia para determinar la evaluación del tiempo trabajo y el cálculo de tiempos suplementarios.

Tabla 22. Valoración de tiempo trabajo en los bastidores.

Habilidad			Esfuerzo		
A	Habilidad	(+0,15)	A	excesivo	(+0,15)
B	Excelente	(+0,10)	B	Excelente	(+0,10)
C	Bueno	(+0,05)	C	Bueno	(+0,05)
D	Medio	0	D	Medio	0
E	Regular	(-0,05)	E	Regular	(-0,05)
F	Malo	(-0,10)	F	Malo	(-0,10)
G	Torpe	(-0,15)	G	Torpe	(-0,15)

Tabla 23. Cálculo de tiempos suplementarios.

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	%	Sumatoria %
FATIGA	%	
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	%	Sumatoria %
ESTADO DE PIE	%	
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M. P	%	Sumatoria %

PARA/FALLO MECANICO	%
TOTAL, SUPLEMENTOS	Sumatoria tota %

3.3.2 Corte y Perforación de Base del Bastidor

Para el proceso del bastidor se realiza la recepción de materia prima, para ello es necesario realizar cortes de base, según las medidas que se especifican.

Entre ello encontramos los ciclos y los tiempos en segundos que se levantó en el momento de cronometrajes de procesos.

Preparación de la máquina: Para el corte y perforación central, se lo realizó en la troqueladora L-SCHULER AG / GV 7, asegurando el tope con la longitud requerida de 120mm, el recorrido y carrera para el golpe, teniendo un tiempo de 22:16 min.

Montaje de Materia Prima: La materia prima utilizada para la base es de un rollo de fleje de ancho de 88mm x 3mm de espesor, el tiempo de montaje del rollo para el corte es de 15 min.

Personas en realizar el proceso: 4 personas

Tiempo de corte: 1:20 horas

Cantidad: 500

Tabla de tiempos obtenidos:

Tabla 24. Valorización de tiempos de corte de Fleje.

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	8,53	110,0%	9,38	8,0%	10,13	0,00	10,13	0,17
Ciclo 2	9,16	100,0%	9,16	8,0%	9,89	0,00	9,89	0,16
Ciclo 3	9,18	100,0%	9,18	8,0%	9,91	0,00	9,91	0,17
Ciclo 498	10,43	95,0%	9,91	8,0%	10,70	0,00	10,70	0,18
Ciclo 499	9,75	100,0%	9,75	8,0%	10,53	0,00	10,53	0,18

Ciclo 500	9,67	100,0%	9,67	8,0%	10,44	0,00	10,44	0,17
	9,71		9,67		10,45		10,45	0,17

Tabla 25. Cálculo de tiempos suplementarios de bastidor.

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	4%	5%
FATIGA	1%	
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	1%	1%
ESTADO DE PIE	0%	
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M. P	0%	2%
PARA/FALLO MECANICO	2%	
TOTAL, SUPLEMENTOS		8%

El análisis de dispersión nos indica que existe un proceso continuo, sin cuellos de botellas, existen retrasos, pero no afecta al sistema.

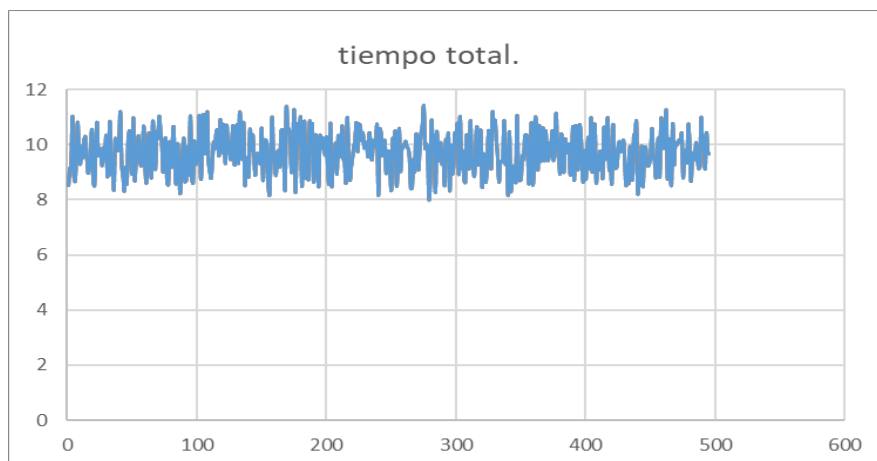


Figura 41. Diagrama de dispersión tiempo total del corte de base.

3.3.3 Troquelado de base del Bastidor

El siguiente proceso es el troquelado de la base, este se obtuvo en el anterior proceso, sin embargo, en la siguiente tabla realizada podemos notar tiempos diferentes que podrían existir tiempos muertos o cuellos de botella.

Transporte de base cortada a Troqueladora: min.

Preparación de la máquina: Para darle forma a la base del bastidor se realiza el montaje de una matriz a la troqueladora y preparando el recorrido y la carrera el tiempo es de 15 min:

Montaje de Materia Prima: El montaje de la materia prima se la realiza por cantidades no mayores de 40 unidades y el tiempo estimado es de 30 segundo

Personas en realizar el proceso: 1 persona

Tiempo de corte: 1:20 horas

Cantidad: 500

Tabla 26. Valorización de tiempos del troquelado de base.

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETO (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	3,76	100,0%	3,76	8,0%	4,06	0,00	4,06	0,07
Ciclo 2	3,39	100,0%	3,39	8,0%	3,66	0,00	3,66	0,06
Ciclo 3	5,56	90,0%	5,00	8,0%	5,40	0,00	5,40	0,09
Ciclo 498	3,34	95,0%	3,17	8,0%	3,43	0,00	3,43	0,06
Ciclo 499	4,21	95,0%	4,00	8,0%	4,32	0,00	4,32	0,07
Ciclo 500	5,07	90,0%	4,56	8,0%	4,93	0,00	4,93	0,08
	4,25		4,04		4,37		4,37	0,07

El siguiente diagrama de dispersión se puede evidenciar que hay puntos muy prolongados de dispersión, nos concentramos en estos puntos y se evidencio que es por abastecer de materia prima o incluso fatiga o concentración.

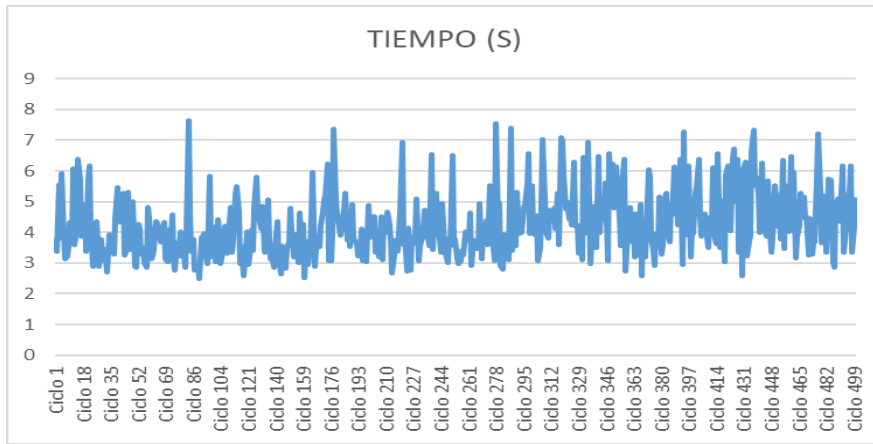


Figura 42. Diagrama de dispersión tiempo total de corte y perforación de base.

Aplicamos un método que reduca considerablemente el tiempo y se evidencio que se podría realizar una optimización de tiempos, el diagrama de dispersión hay menos puntos.

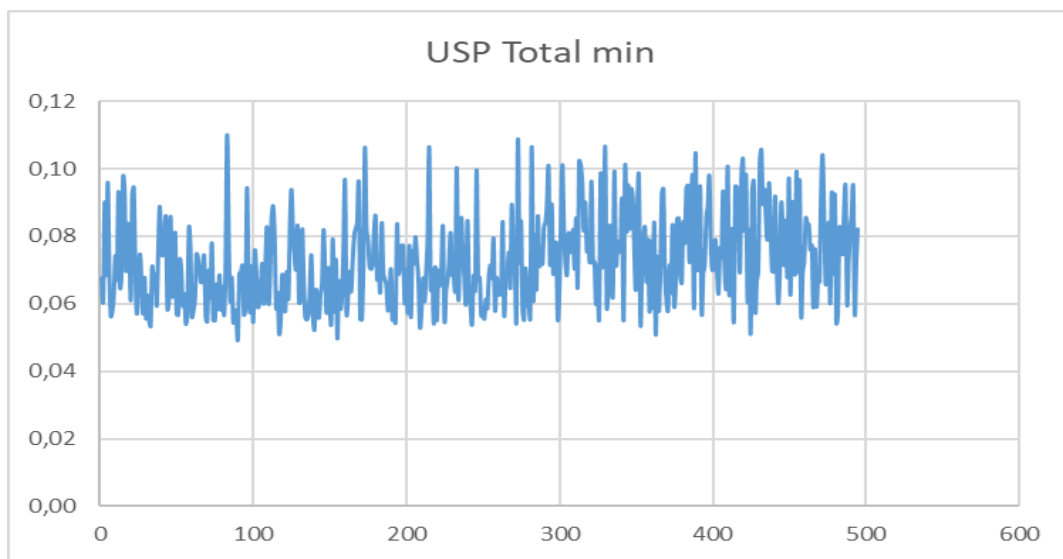


Figura 43. Diagrama de dispersión (USP) tiempo total.

3.3.4 Corte de pletina

Tabla 27. Valorización de tiempos de corte pletina.

CICLO	TIEMPO (S)	RITMO TRABA.	T. NORM A, (S)	SUPLEMEN TOS %	TIEMPO ESTANDA R	T. COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	3,44	105,0%	3,61	8,0%	3,90	0,00	3,90	0,07

Ciclo 2	6,39	90,0%	5,75	8,0%	6,21	0,00	6,21	0,10
Ciclo 3	4,22	100,0%	4,22	8,0%	4,56	0,00	4,56	0,08
Ciclo 498	3,99	95,0%	3,79	8,0%	4,09	0,00	4,09	0,07
Ciclo 499	4,2	100,0%	4,20	8,0%	4,54	0,00	4,54	0,08
Ciclo 500	4,03	100,0%	4,03	8,0%	4,35	0,00	4,35	0,07
	4,96		4,82		5,21		5,21	0,09

Los picos de dispersión que se presentaron en el diagrama son considerados en su mayoría por retrasos por falta de materia prima y falta de concentración.

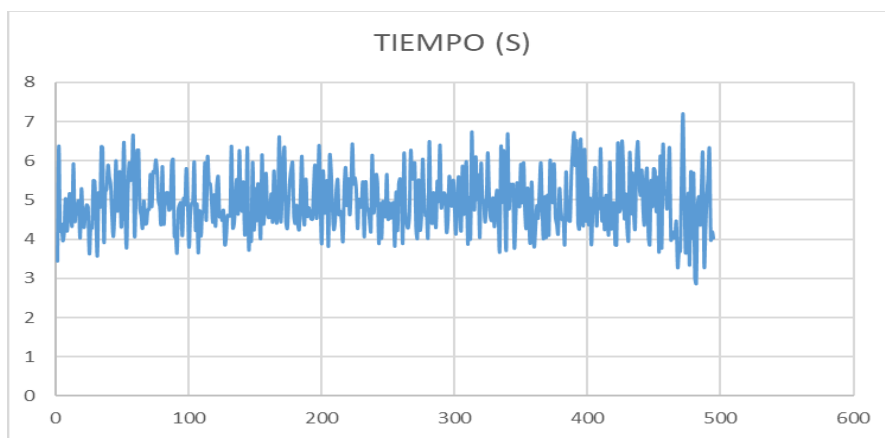


Figura 44. Diagrama de dispersión tiempo total de corte de pletina,

Mediante la aplicación de valorización de tiempos es evidente que se redujo los tiempos y con ello los puntos de dispersión bajaron y no son tan notorios, una vez más el problema radica en la implementación de maquinaria que abastezca más materia prima evitando que el operario tenga que recorrer en busca de tal material.

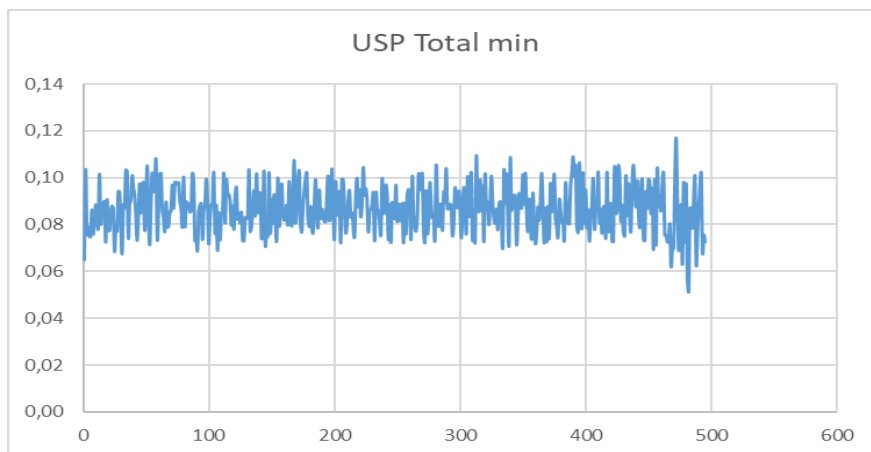


Figura 45. Diagrama de dispersión tiempo total de corte de pletina (USP).

3.3.5 Troquelado en forma de U

Un retraso provocado por el tiempo de preparación máquina, no es un cuello de botella ya que es una actividad que no está en proceso, pero si es tiempo muerto, ya que no está operando la maquinaria.

Tabla 28. Valorización de tiempos troquelado en U.

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COM (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	+08:49, 95	Tiempo de preparación maquina 18:50:51						
Ciclo 2	56,36							
Ciclo 3	+01:38, 61							
Ciclo 4	+05:08, 46							
Ciclo 5	+01:32, 94							
Ciclo 6	44,27	105,0%	46,48	12,0%	52,06	0,00	52,06	0,87
Ciclo 499	5,39	100,0%	5,39	12,0%	6,04	30,00	36,04	0,60
Ciclo 500	5,91	100,0%	5,91	12,0%	6,62	30,00	36,62	0,61
	5,81		5,74		6,43		36,30	0,60

Tabla 29. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U.

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	4%	6%

FATIGA	2%	
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	2%	3%
ESTADO DE PIE	1%	
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M. P	2%	3%
PARA/FALLO MECANICO	1%	
TOTAL, SUPLEMENTOS		12%

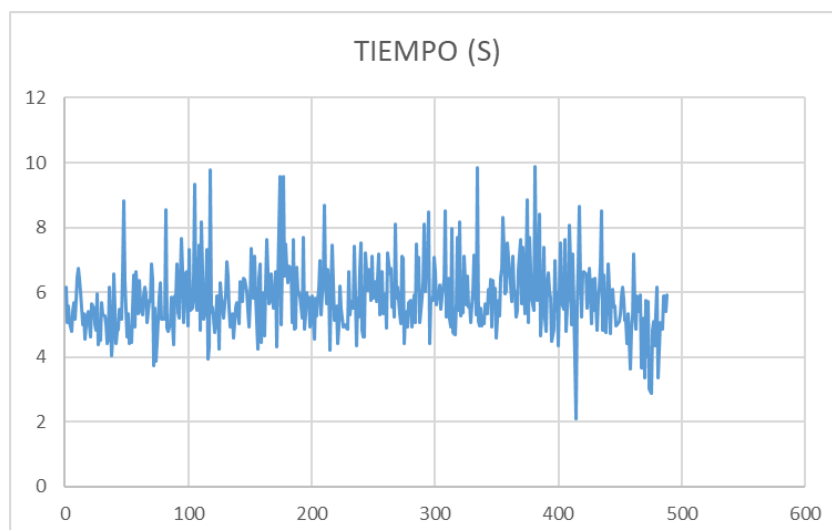


Figura 46. Diagrama de dispersión tiempo total troquelado en forma de U.

En la aplicación de la valorización de tiempos la reducción de tiempos es muy notorio.

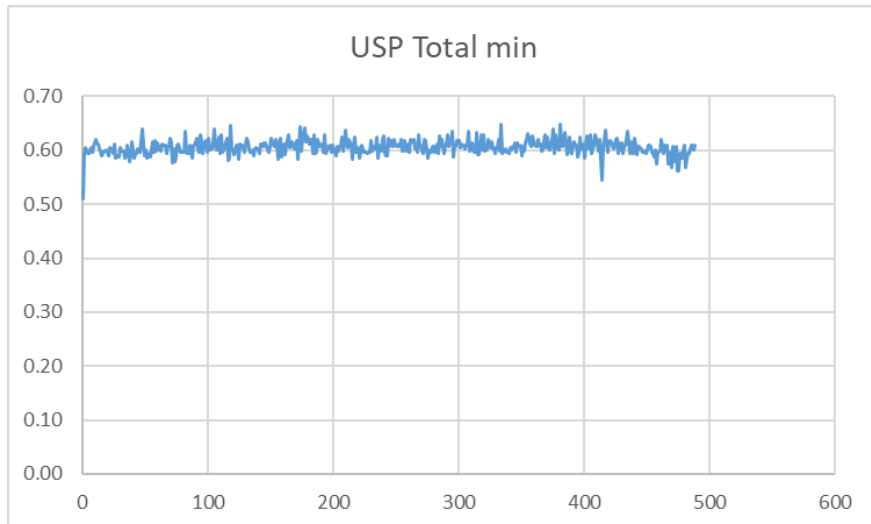


Figura 47. Diagrama de dispersión de troquelado de pletina del (USP), tiempo total.

3.3.6 Soldadura de bastidores

La soldadura ocupa un papel fundamental en el desarrollo del proceso, al unir las piezas para lograr la creación de un producto finalizado. En este contexto, se lleva a cabo la soldadura de todos los metales de acuerdo con los requisitos normativos específicos, destacando la importancia de la norma ISO 3834 en la aseguración de la calidad de las uniones soldadas en la organización. Dicha norma establece de manera precisa los límites y dimensiones para las soldaduras, incluyendo la especificación detallada del tamaño del cordón de soldadura. Este enfoque normativo garantiza la coherencia y calidad en el proceso de soldadura, contribuyendo significativamente a la consecución de productos finales de alta calidad.

En el marco de este estudio, se emplean dos máquinas soldadoras, las cuales son operadas por dos individuos encargados de ejecutar esta tarea específica. El proceso inicia con una serie de pasos que culminan en la soldadura, la cual constituye un paso crucial en la producción. Posteriormente, el producto resultante se somete al proceso de galvanizado para obtener el producto final. Este enfoque operativo destaca la importancia de la coordinación entre las máquinas y la destreza de los operarios, subrayando la relevancia de cada etapa en la consecución de un resultado exitoso en la fabricación de productos soldados galvanizados.

En el análisis de este proceso, se registraron los tiempos x necesarios para su ejecución, identificando una duración significativa. Se observó que se presentaron paros en la operatividad de las máquinas, ya sea debido a la escasez de materia prima o a fallos mecánicos. Estos

inconvenientes afectaron considerablemente la eficiencia y continuidad del proceso, destacando la importancia de abordar y resolver de manera efectiva los problemas asociados con la disponibilidad de materiales y el funcionamiento mecánico para mejorar la productividad global.

3.3.7 Máquina de suelda AOTAI/WF-350M-GA 1.

Tabla 30. Valorización de tiempos en soldadura

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTO S %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	21,79	95,0%	20,70	12,0%	23,18	0,00	23,18	0,39
Ciclo 2	26,93	95,0%	25,58	12,0%	28,65	0,00	28,65	0,48
Ciclo 275	9,92	120,0%	11,90	12,0%	13,33	0,00	13,33	0,22
Ciclo 276	10	120,0%	12,00	12,0%	13,44	0,00	13,44	0,22
	24,9		25,08		28,09		28,09	0,47

Al examinar la tabla, se observa la presencia de variabilidad en los tiempos, algunos de los cuales difieren de otros. Para proporcionar una representación visual más clara de estos patrones, se ha confeccionado un diagrama de dispersión. Este gráfico permite identificar cómo los puntos se distribuyen de manera dispersa, revelando la existencia de picos y resaltando las fluctuaciones en los tiempos registrados. Este enfoque visual facilita la identificación de patrones irregulares y sugiere áreas específicas del proceso que podrían beneficiarse de una mayor atención y optimización.

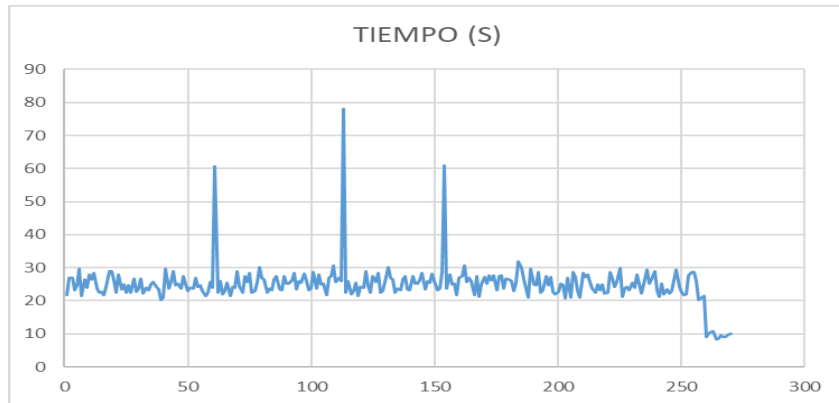


Figura 48. Diagrama de dispersión tiempo total de soldadora AOTAI/WF-350M-GA (Suelda 1).

Para abordar este problema, se sugiere implementar controles más rigurosos en los mantenimientos de las máquinas, especialmente enfocándose en prevenir atascos, que han sido identificados como una causa significativa de variabilidad en los tiempos de proceso. Además, mediante la aplicación de la gestión de la variación de tiempos, se ha verificado que en el segundo diagrama de dispersión existe una menor dispersión de puntos y los picos no son tan pronunciados. Estos resultados indican claramente una reducción en los tiempos de proceso. Esta estrategia integral busca optimizar la eficiencia del proceso al abordar específicamente los desafíos observados en el mantenimiento de las máquinas y gestionar la variabilidad en los tiempos de producción.

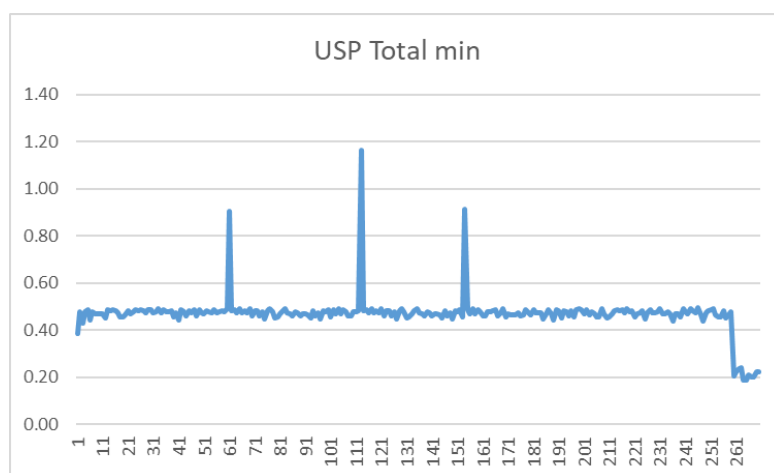


Figura 49. Diagrama de dispersión de soldadora AOTAI/WF-350M-GA (USP), tiempo total.

3.3.8 Máquina de suelda Millermatic 152 (Suelda 2).

En el caso presente, los tiempos fueron registrados de manera similar al caso anterior. No obstante, en esta máquina específica se ha identificado un número significativamente mayor de paros, lo cual destaca la necesidad imperante de realizar un seguimiento detallado. Es crucial abordar y analizar exhaustivamente las causas subyacentes de estos paros, ya que pueden tener un impacto sustancial en la eficiencia operativa y en la continuidad del proceso. Implementar un seguimiento más riguroso permitirá identificar patrones, determinar las razones detrás de los paros y, en última instancia, desarrollar estrategias efectivas para mitigar estos obstáculos y mejorar la productividad general de la máquina.

Tabla 31. Valorización de tiempos en soldadura

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJ O	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLE MENT OS %	TIEMP O ESTAN DAR	TTIEMP O COMPLE , (S)	USP TOTA L (S)	USP Total min
Ciclo 1	25,02	110,0%	27,52	12,0%	30,82	0,00	30,82	0,51
Ciclo 2	28,63	105,0%	30,06	12,0%	33,67	0,00	33,67	0,56
Ciclo 3	22,69	100,0%	22,69	12,0%	25,41	0,00	25,41	0,42
Ciclo 13	24,02	95,0%	22,82	12,0%	25,56	0,00	25,56	0,43
Ciclo 14	28,84	105,0%	30,28	12,0%	33,92	0,00	33,92	0,57
Ciclo 15	25,28	110,0%	27,81	12,0%	31,14	0,00	31,14	0,52
	32,06		29,30		32,82		32,82	0,55

En este escenario, el primer diagrama de dispersión se construyó utilizando los tiempos registrados inicialmente, proporcionando una representación visual de la variabilidad en el proceso. En contraste, el segundo diagrama de dispersión se elaboró con la implementación de tiempos de valoración, considerando y aplicando factores causantes que afectan los paros. Este enfoque busca identificar los elementos que contribuyen a los paros y evaluar su impacto en los tiempos de proceso. Al remover o mitigar estos factores problemáticos, se busca mejorar la eficiencia y la continuidad del proceso, reflejándose en una menor dispersión de puntos en el segundo diagrama y, por ende, en tiempos más consistentes y reducidos. Este enfoque integral pretende abordar de manera proactiva las causas de los paros y optimizar la operatividad de la máquina.

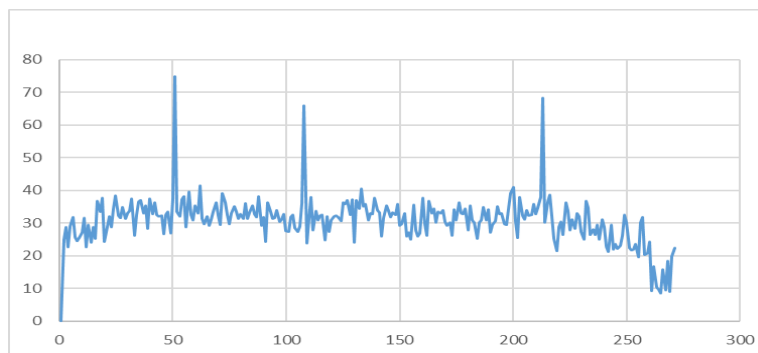


Figura 50. Diagrama de dispersión tiempo total de Millermatic 152.

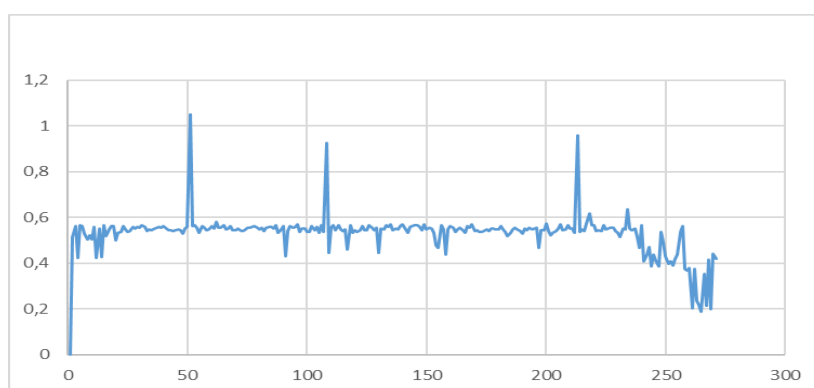


Figura 51. Diagrama de dispersión tiempo total de Millermatic 152 (USP).

Valoración de tiempos de pasadores

En la tabla siguiente se registró el progreso del proceso de ensamblaje de pasadores, evaluándose los tiempos correspondientes, los cuales se presentarán a continuación. Se documentaron 500 ciclos, equivalentes a 500 productos semiterminados. La medición del tiempo se expresó en segundos, y el ritmo de trabajo se calculó conforme a la normativa británica. Los suplementos representan los lapsos adicionales ocasionados por posibles fallos mecánicos, falta de concentración, fatiga, entre otros factores.

3.3.9 Corte pasador

3.3.9.1 En los cortes de pasadores

La realización de los cortes de pasadores desempeña un papel crucial en la finalización del proceso. No obstante, al recopilar datos, hemos identificado ciertos aspectos destacados que

señalan retrasos, principalmente relacionados con la adquisición de materia prima. Aunque el tiempo de espera no es extenso, esto podría tener un impacto poco significativo en el proceso siguiente.

La siguiente tabla mostrara los ciclos y tiempos.

Tabla 32. Valorización de tiempos de corte del pasador.

CICLO	TIEMPO (S)	RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA. (S)	SUPLENTO S %	TIEMPO ESTAND AR	TIEMPO COMPL E. (S)	USP TOTA L (S)	USP Total min
Ciclo 1	4,99	105,0%	5,24	12,0%	5,87	36,00	41,87	0,70
Ciclo 2	5,04	100,0%	5,04	12,0%	5,64	36,00	41,64	0,69
Ciclo 3	5,06	100,0%	5,06	12,0%	5,67	36,00	41,67	0,69
Ciclo 498	5,54	100,0%	5,54	12,0%	6,20	36,00	42,20	0,70
Ciclo 499	5,66	100,0%	5,66	12,0%	6,34	36,00	42,34	0,71
Ciclo 500	5,23	100,0%	5,23	12,0%	5,86	36,00	41,86	0,70
	5,36		5,38		6,02		42,02	0,70

A través de una observación visual en el gráfico de dispersión, resulta evidente que los puntos que requieren más tiempo están vinculados al abastecimiento de materia prima, destacándose por picos significativamente elevados, indicando así un potencial cuello de botella.

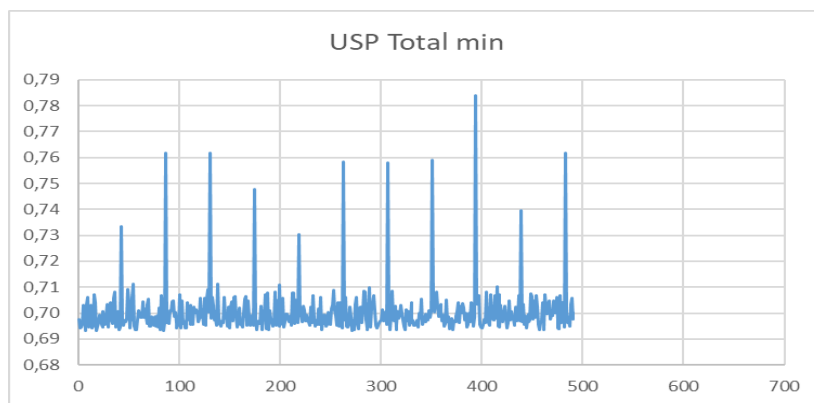


Figura 52. Diagrama de dispersión (USP) tiempo total del corte del pasador.

3.3.9.2 Propuesta de mejora continua en el área del corte de pasador

Introducir un sistema o maquinaria que almacene una gran cantidad de materia prima, eliminando la necesidad de que el operario se desplace para obtenerla. Con esta adición de una máquina extra encargada de suministrar materia prima, se logra una reducción en el tiempo y se elimina el cuello de botella, de forma constante sin afectar la línea de producción.

Tabla 33. Valorización de tiempos del corte del pasador, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V. RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA (S)	SUPLEMENTO %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLETO (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 43	5,07	100,0%	5,07	12,0%	5,68	36,00	41,68	0,69
Ciclo 44	7,52	95,0%	7,14	12,0%	8,00	30,00	38,00	0,63

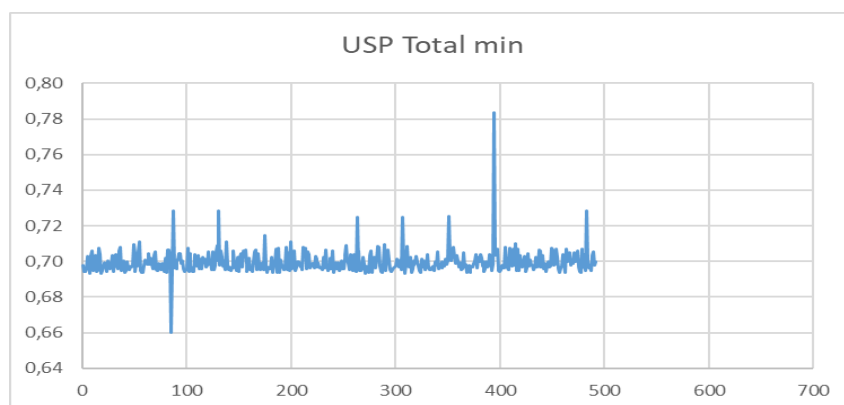


Figura 53. Diagrama de dispersión tiempo total del corte del pasador (USP).

3.3.10 Perforación pasador

Tabla 34. Valorización de tiempos de perforación del pasador

CICLO	TIEMPO (S)	RITMO TRABAJO	T.N (S)	SUPLEMENTOS %	T. E	TIEMPO COMPLETO (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	16,37	110,0%	18,01	12,0%	20,17	36,00	56,17	0,94
Ciclo 2	15,77	100,0%	15,77	12,0%	17,66	36,00	53,66	0,89
Ciclo 3	20,72	100,0%	20,72	12,0%	23,21	36,00	59,21	0,99
Ciclo 498	23,77	95,0%	22,58	12,0%	25,29	36,00	61,29	1,02
Ciclo 499	22,17	100,0%	22,17	12,0%	24,83	36,00	60,83	1,01

Ciclo 500	18,85	100,0%	18,85	12,0%	21,11	36,00	57,11	0,95
	20,13		20,11		22,53		58,53	0,98

3.3.11 Factores que afecta la línea de producción

Tabla 35. Tiempos suplementarios

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	4%	
FATIGA	1%	5%
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	2%	
ESTADO DE PIE	2%	4%
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M, P	1%	
PARA/FALLO MECANICO	2%	3%
TOTAL, SUPLEMENTOS		12%

A través de la supervisión y el registro de los tiempos en el proceso de pasadores, generamos un diagrama de barras y detectamos ciertos puntos que destacan más de lo anticipado. Con base en los datos recopilados, nos enfocaremos en esos puntos específicos (ciclos) para entender qué factores pudieron influir en que dichos ciclos presenten un comportamiento inusual.

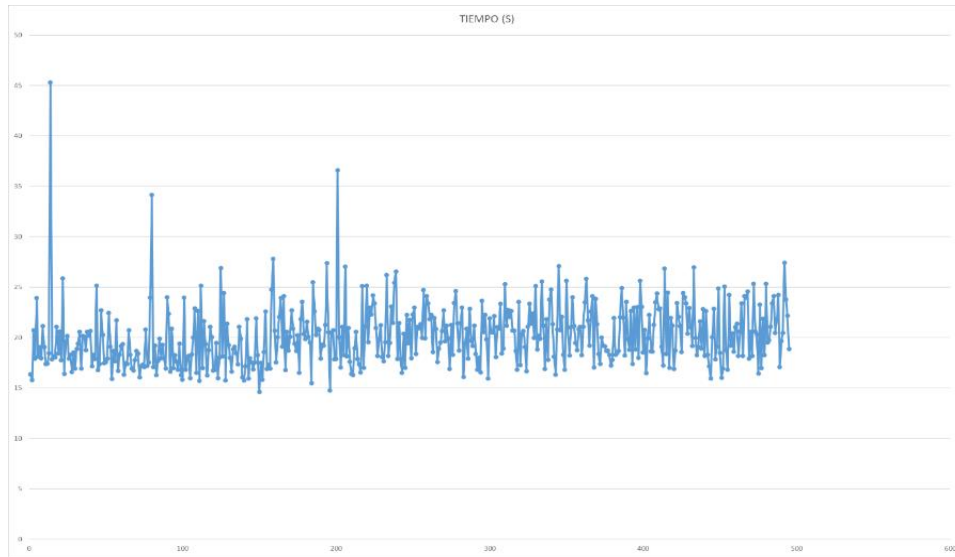


Figura 54. Diagrama de dispersión tiempo total de perforación del Pasador.

Tabla 36. Valorización de tiempos

CICLO	TIEMPO (S)	V. RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA. (S)
Ciclo 14	45,3	95,0%	43,04
Ciclo 22	25,88	100,0%	25,88
Ciclo 44	25,16	110,0%	27,68
Ciclo 80	34,14	100,0%	34,14
Ciclo 113	25,13	100,0%	25,13
Ciclo 127	26,9	95,0%	25,56
Ciclo 164	27,8	100,0%	27,80
Ciclo 190	25,5	100,0%	25,50
Ciclo 199	27,38	110,0%	30,12
Ciclo 206	36,59	100,0%	36,59
Ciclo 211	27,05	100,0%	27,05
Ciclo 222	25,09	100,0%	25,09
Ciclo 225	25,13	100,0%	25,13
Ciclo 238	26,21	95,0%	24,90
Ciclo 243	25,46	100,0%	25,46
Ciclo 244	26,55	95,0%	25,22
Ciclo 315	25,31	100,0%	25,31
Ciclo 335	25,11	95,0%	23,85
Ciclo 339	25,55	100,0%	25,55

Ciclo 350	27,09	110,0%	29,80
Ciclo 355	25,63	110,0%	28,19
Ciclo 368	25,84	100,0%	25,84
Ciclo 391	24,93	100,0%	24,93
Ciclo 403	25,63	110,0%	28,19
Ciclo 419	26,86	95,0%	25,52
Ciclo 438	26,98	110,0%	29,68
Ciclo 458	25,05	100,0%	25,05
Ciclo 477	25,35	95,0%	24,08
Ciclo 485	25,33	95,0%	24,06
Ciclo 497	27,41	100,0%	27,41

En base en la representación del diagrama de puntos proporcionada en la sección anterior, observamos que algunos ciclos registraron tiempos superiores al estándar habitual en el proceso de pasadores. Los ciclos que exhibieron una duración más prolongada son los siguientes:

A través de la tabla y el gráfico de puntos, se revela que los ciclos señalados en la tabla son atribuibles a situaciones como fatiga, falta de concentración y otras necesidades. Estos casos no afectan de manera gran significativa el sistema de producción, pero generan demoras en el traslado oportuno de los productos terminados al siguiente proceso.

3.3.11.1 Propuesta para la mejora continua en el proceso de producción

En la tabla (22), detallamos a través de porcentajes los elementos que afectan al sistema. Con base en estos datos, realizamos cálculos para optimizar los tiempos y eliminar cuellos de botella. Utilizando la información de la tabla, determinamos el tiempo normal mediante la multiplicación del tiempo y la valoración del ritmo de trabajo.

Los suplementos se derivan del cálculo realizado en la tabla (36), siendo esenciales para comprender el impacto en el sistema de producción. El tiempo estándar se obtiene multiplicando el tiempo normal por los suplementos.

Para calcular los tiempos complementarios, dividimos 180 segundos (tiempo de espera) entre 5 (procesos realizados antes de llegar al pasador). La suma del tiempo estándar y el tiempo

complementario proporciona el resultado total. Este resultado se convierte a minutos dividiendo el total de segundos entre 60 (segundos en un minuto).

Tabla 37. Valorización de tiempos

CICLO	TIE MPO (S)	V RITMO TRABAJ O	TIEMPO NORMA. (S)	SUPLEM ENTOS %	TIEMPO ESTAND AR	TIEMPO COMPLE. (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 14	45,3	95,0%	43,04	12,0%	48,20	36,00	84,20	1,40
Ciclo 80	34,1	100,0%	34,14	12,0%	38,24	36,00	74,24	1,24
Ciclo 206	36,5	100,0%	36,59	12,0%	40,98	36,00	76,98	1,28

Gracias al cálculo efectuado, se ha mejorado de manera significativa el tiempo de producción, logrando una reducción notable en los ciclos. Esto asegura que, al aplicar correcciones a las fatigas, podremos optimizar el tiempo y prevenir la aparición de cuellos de botella. Para ello, resulta fundamental realizar mejoras en las máquinas con el objetivo de reducir fallas y paradas que puedan convertirse en obstáculos para todo el sistema.

La gráfica refleja la ausencia de puntos prolongados, lo que significa una optimización del tiempo, mayor eficiencia y una mejora general en la productividad de la empresa.

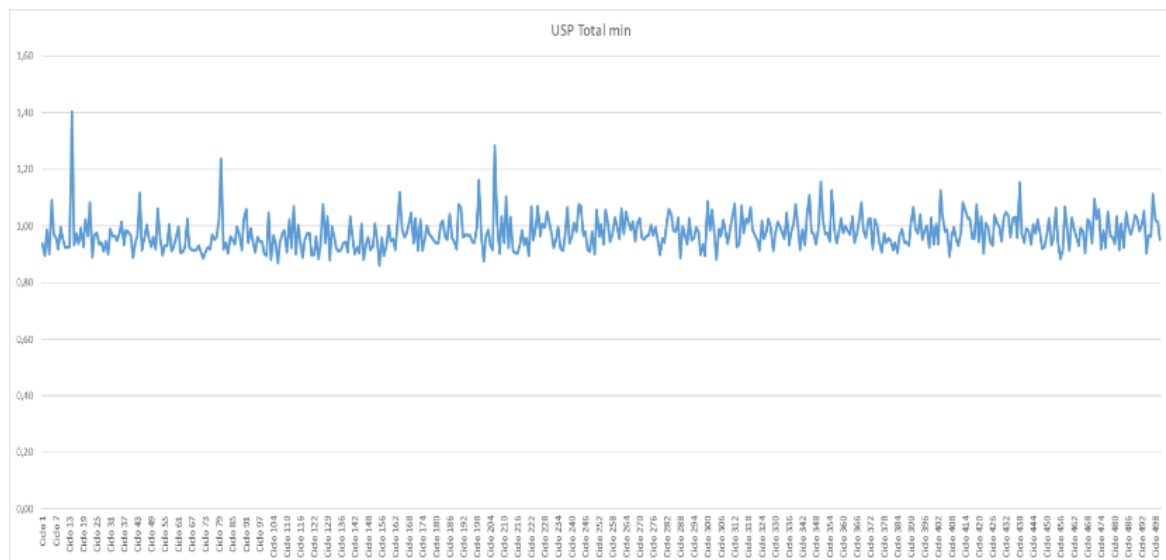


Figura 55. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) de perforación del pasador.

3.3.12 Golpe pasador

En última instancia, se encontró con el proceso de golpe del pasador, que concluye con el proceso del bastidor. Al recopilar datos notamos picos prolongados, indicando que el suministro de productos terminados era insuficiente, ya que se realizaba con un número reducido de piezas, generando retrasos en el sistema.

Tabla 38. Valorización de tiempos del golpe del pasador, Fadhelec 2023

CICLO	TIE MPO (S)	V. RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA (S)	SUPLE MENTO S %	TIEMPO ESTAND AR	TIEMPO COMPL E. (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	4,84	110,0%	5,32	12,0%	5,96	36,00	41,96	0,70
Ciclo 2	4,3	110,0%	4,73	12,0%	5,30	36,00	41,30	0,69
Ciclo 3	3,29	105,0%	3,45	12,0%	3,87	36,00	39,87	0,66
Ciclo 499	4,54	110,0%	4,99	12,0%	5,59	36,00	41,59	0,69
Ciclo 500	4,48	110,0%	4,93	12,0%	5,52	36,00	41,52	0,69
	5,55		5,55		6,22		42,22	0,70

A través de una observación visual en el gráfico de dispersión, resulta evidente que los puntos que requieren más tiempo están vinculados al abastecimiento de materia prima, destacándose por picos significativamente elevados, indicando así un potencial cuello de botella.

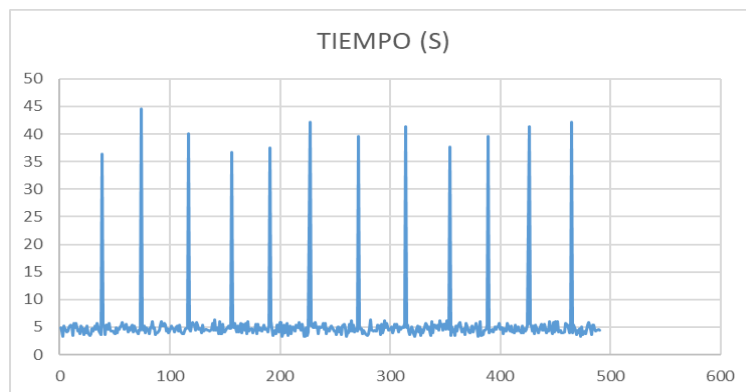


Figura 56. Diagrama de dispersión tiempo total en golpe del pasador.

Propuesta de mejora continua en el área de golpe del pasador

Introducir un sistema o maquinaria que almacene una gran cantidad de piezas semiterminadas, eliminando la necesidad de que el operario se desplace para obtenerla. Con esta adición de una máquina extra encargada de suministrar materia prima, se logra una reducción en el tiempo muerto, de una forma constante sin afectar la línea de producción.

Tabla 39. Valorización de tiempos del Golpe del Pasador, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V. RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA . (S)	SUPLE MENTO S %	TIEMPO ESTAND AR	TTIEMP O COMPL E. (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 38	3,56	105,0%	3,74	12,0%	4,19	36,00	40,19	0,67
Ciclo 39	36,4	85,0%	30,94	12,0%	34,65	22,00	56,65	0,94

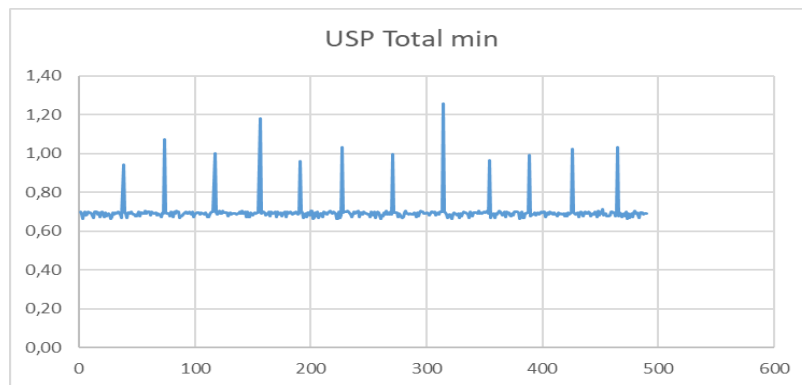


Figura 57. Diagrama de dispersión (USP) de golpe del pasador, tiempo total.

3.3.13 Proceso de brazo metálico

El paso subsiguiente resulta crucial para la finalización integral del proceso. Al analizar los datos recopilados, hemos obtenido resultados valiosos, entre ellos algunos puntos destacados en el diagrama de dispersión. Estos puntos nos señalan aquellos lugares donde se presentan mayores retrasos, proporcionando información esencial para abordar eficientemente esas áreas específicas.

Tabla 40. Valorización de tiempos del brazo metálico, Fadhelec 2023

Tabla 40. CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTO S %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	8,53	110,0%	9,38	9,0%	10,23	0,00	10,23	0,17
Ciclo 2	9,16	100,0%	9,16	9,0%	9,98	0,00	9,98	0,17
Ciclo 499	9,72	100,0%	9,72	9,0%	10,59	0,00	10,59	0,18
Ciclo 500	9,47	100,0%	9,47	9,0%	10,32	0,00	10,32	0,17
	9,80		9,73		10,60		10,60	0,18

Tabla 41. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U, Fadhelec 2023

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	4%	5%
FATIGA	1%	
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	1%	3%
ESTADO DE PIE	2%	
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M. P	1%	1%
PARA/FALLO MECANICO	0%	
TOTAL, SUPLEMENTOS		9%

Mediante la inspección visual del gráfico de dispersión, se hace notorio que los puntos que demandan más tiempo están asociados al suministro de materia prima, resaltando por picos notoriamente elevados, lo que sugiere la existencia de un posible cuello de botella.

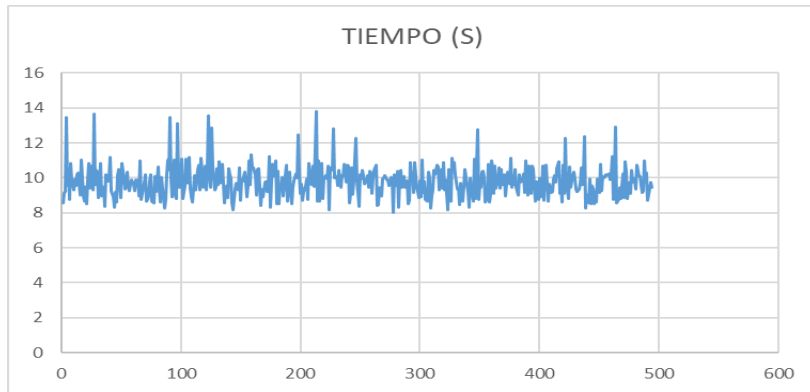


Figura 58. Diagrama de dispersión tiempo total del brazo metálico.

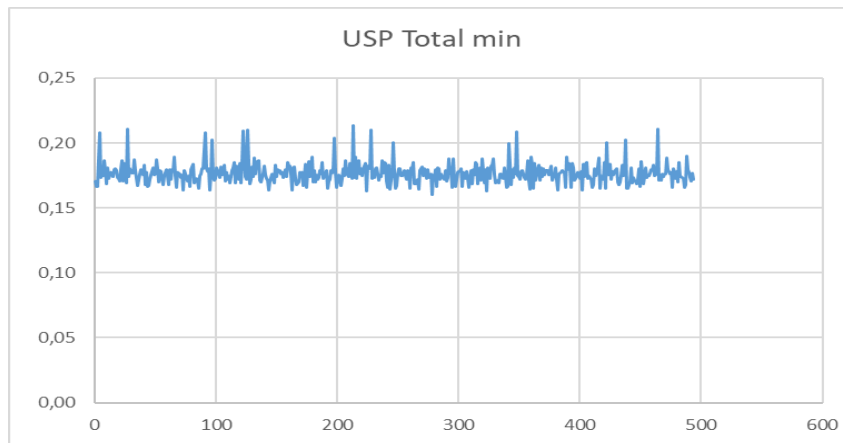


Figura 59. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) brazo metálico

Tabla 42. Cálculo de tiempos suplementarios troquelado en U

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO T.	T. N	SUPLEMENTOS %	T. E	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	8,8	105,0%	9,24	9,0%	10	10,07	0,17
Ciclo 500	9,47	100,0%	9,47	9,0%	10,32	10,32	0,17
	10		9,69			10,56	0,18

Implementar un sistema o equipo que almacene una considerable cantidad de piezas semiterminadas, eliminando así la necesidad de que el operario se movilice para su obtención. Con la incorporación de una máquina adicional encargada de suministrar la materia prima, se consigue disminuir los períodos de tiempo inactivo de manera constante, sin perjudicar el flujo de producción

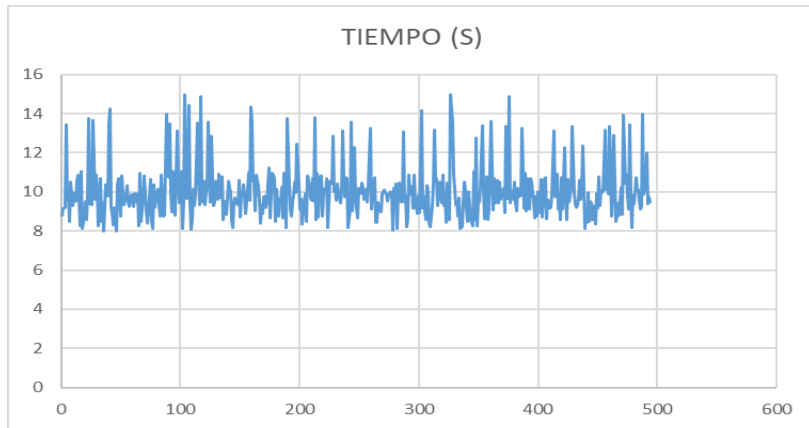


Figura 60. Diagrama de dispersión tiempo total troquelado U.

Si se llegara implementar esta sería la disminución de tiempos en el sistema, somos evidentes que existen una reducción de tiempo, garantiza.

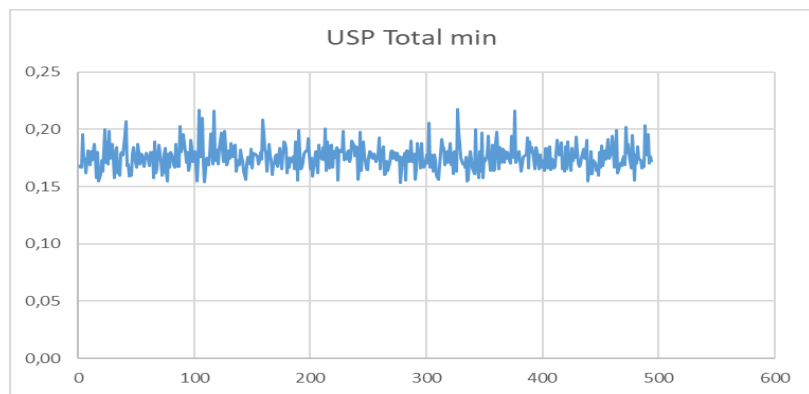


Figura 61. Diagrama de dispersión tiempo total (USP) de troquelado U.

3.3.14 Galvanizado

La fase de galvanizado representa el último paso crucial en nuestro proceso, en el cual empleamos zinc como material que experimentará una transformación desde bloques sólidos hasta estado líquido. Previamente a la preparación de las piezas para el galvanizado, estas deben someterse a una secuencia de tanques que las acondicionarán antes de sumergirlas en el zinc fundido.

Las piezas han atravesado diversas etapas en tinas, las cuales incluyen una tina de desengrase, una tina de decapado, una tina de enjuague, una tina de flujo y finalmente una tina de secado.

Se registraron los tiempos que cada pieza tardó en completar su proceso en cada una de estas piscinas, y los resultados se detallan en la siguiente tabla.

3.3.15 Ciclo 1 paso por Tinas

3.3.15.1 Tiempo de tina del desengrase.

la duración que las piezas o componentes pasan inmersos en una piscina específica diseñada para el proceso de desengrase. El desengrase es una etapa crucial en muchos procesos industriales, especialmente en la fabricación y tratamiento de metales, donde se busca eliminar residuos de aceites, grasas u otros contaminantes de la superficie de las piezas.

Durante el tiempo que las piezas pasan en la piscina de desengrase, se espera que los agentes químicos o métodos empleados en el desengrase eliminen eficientemente cualquier impureza indeseada. La duración precisa del tiempo de piscina de desengrase puede variar según el tipo de material, la complejidad de las piezas y los estándares de calidad requeridos para el producto final.

Tabla 43. Cálculo de tiempos suplementarios tina de desengrase, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, R. T	T. NORM A, (S)	SUPLEMENTO S %	TIEMPO ESTAND AR	TIEMPO COMPL E, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	900	100,0%	900,00	14,0%	1026,00	0,00	1026,00	17,10
Ciclo 2	900	100,0%	900,00	14,0%	1026,00	0,00	1026,00	17,10
Ciclo 3	900	100,0%	900,00	14,0%	1026,00	0,00	1026,00	17,10
	900,00		900,00		1026,00		1026,00	17,10

3.3.15.2 Tiempo en tina decaprod

la duración que las piezas o materiales pasan inmersos en una piscina específica diseñada para el proceso de decapado o eliminación de recubrimientos, como óxidos, escamas de metal o impurezas superficiales no deseadas.

El decapado es una etapa importante en la preparación de metales antes de procesos adicionales como galvanizado, recubrimientos o tratamientos térmicos. Durante el tiempo que las piezas o materiales están sumergidos en la piscina de decapado, se utilizan sustancias químicas específicas para disolver y eliminar los recubrimientos no deseados.

Tabla 44. Cálculo de tiempos suplementarios tina decaprod, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	T. ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	1740	100,0%	1740,00	14,0%	1983,60	0,00	1983,60	33,06
Ciclo 2	1740	100,0%	1740,00	14,0%	1983,60	0,00	1983,60	33,06
Ciclo 3	1740	100,0%	1740,00	14,0%	1983,60	0,00	1983,60	33,06
	1740,00		1740,00		1983,60		1983,60	33,06

3.3.15.3 Tiempo de tina de enjuague

El enjuague es una fase importante que sigue a otros procesos, como desengrase o decapado. Durante esta etapa, se busca eliminar residuos de productos químicos, partículas sueltas o impurezas que puedan haber quedado en la superficie de las piezas después de etapas anteriores.

Tabla 45. Cálculo de tiempos suplementarios tina de enjuague, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	120	100,0%	120,00	12,0%	134,40	0,00	134,40	2,24
Ciclo 2	120	100,0%	120,00	12,0%	134,40	0,00	134,40	2,24
Ciclo 3	120	100,0%	120,00	12,0%	134,40	0,00	134,40	2,24
	120,00		120,00		134,40		134,40	2,24

3.3.15.4 Tiempo de tina del flux

El flux es una etapa en la metalurgia y soldadura que implica la aplicación de un agente flux ante sobre la superficie de los metales para prevenir la formación de óxidos y mejorar la calidad de las uniones soldadas.

Tabla 46. Cálculo de tiempos suplementarios tina flux, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
-------	------------	------------------	-------------------	---------------	-----------------	--------------------	---------------	---------------

Ciclo 1	60	100,0%	60,00	12,0%	67,20	0,00	67,20	1,12
Ciclo 2	60	100,0%	60,00	12,0%	67,20	0,00	67,20	1,12
Ciclo 3	60	100,0%	60,00	12,0%	67,20	0,00	67,20	1,12
	60,00		60,00		67,20		67,20	1,12

3.3.15.5 Tiempo en Tina de secado

Después de pasar por etapas que involucran agua u otros líquidos, es común someter las piezas a un proceso de secado para eliminar la humedad residual y asegurar que estén completamente secas antes de continuar con pasos posteriores en la cadena de producción.

Tabla 47. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMP O (S)	V, RITMO TRABA JO	TIEMP O NORM A, (S)	SUPLE MENTO S %	TIEMP O ESTAN DAR	TTIEM PO COMPL E, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	15,58	100,0%	15,58	12,0%	17,45	0,00	17,45	0,29
Ciclo 2	15,58	100,0%	15,58	12,0%	17,45	0,00	17,45	0,29
Ciclo 3	15,58	100,0%	15,58	12,0%	17,45	0,00	17,45	0,29
	15,58		15,58		17,45		17,45	0,29

Se llevó a cabo un exhaustivo estudio de tiempos y su correspondiente valorización. No obstante, se observaron tiempos constantes, ya que las piezas son sumergidas simultáneamente en cada piscina. Como resultado, el tiempo empleado en cada etapa se mantiene constante para todas las piscinas, evidenciando una sincronización en el proceso como se verá en el diagrama de dispersión.

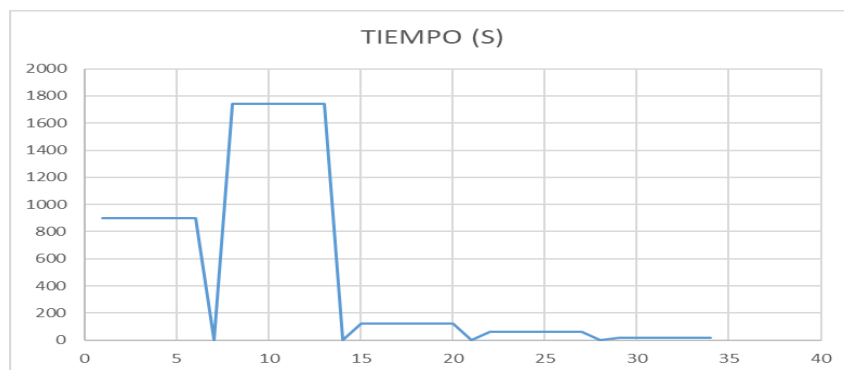


Figura 62. Diagrama de dispersión tiempo total de secado.

3.3.15.6 Tiempo muerto, cambio de balde a olla

Tabla 48. Cálculo de tiempos suplementarios cambio de recipiente, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	RITMO TRABAJ O	TIEMP O NORMA , (S)	SUPL EME NTOS %	TEMPO ESTAND AR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	168	95,0%	159,60	12,0%	178,75	0,00	178,75	2,98
Ciclo 2	120	105,0%	126,00	12,0%	141,12	0,00	141,12	2,35
Ciclo 3	220	90,0%	198,00	12,0%	221,76	0,00	221,76	3,70
Ciclo 14	166	95,0%	157,70	12,0%	176,62	0,00	176,62	2,94
Ciclo 15	198	90,0%	178,20	12,0%	199,58	0,00	199,58	3,33
Ciclo 16	205	90,0%	184,50	12,0%	206,64	0,00	206,64	3,44
	164,94		158,16		177,14		177,14	2,95

Se evidencian notables picos en el diagrama de dispersión, los cuales se atribuyen a la prolongada duración de los tiempos. Este fenómeno sugiere la presencia de variaciones significativas en los lapsos temporales involucrados en el proceso. Un análisis más detenido revelaría posibles áreas de optimización en la eficiencia operativa, destacando la importancia de examinar detalladamente los factores que contribuyen a estos extensos períodos temporales. Este fenómeno podría tener implicaciones significativas en términos de eficacia y eficiencia del proceso, lo que justifica una investigación más profunda para identificar y abordar las causas subyacentes de estos prolongados tiempos de tratamiento.

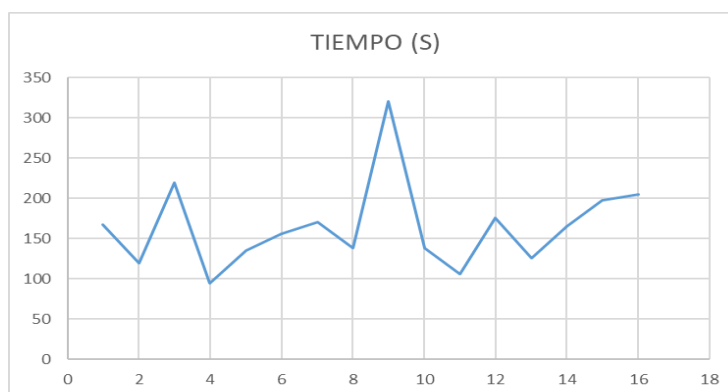


Figura 63. Diagrama de dispersión tiempo total de cambio de balde a ollas.

3.3.16 Ciclo 1, galvanizado

Tiempos de inmersión en zinc

la duración que las piezas o componentes pasan sumergidos en una solución de zinc durante el proceso de galvanización. La galvanización es un método de recubrimiento protector en el cual se sumergen las piezas en zinc fundido o una solución de zinc para proporcionar una capa protectora contra la corrosión.

La duración específica del tiempo de inmersión en zinc puede depender de varios factores, como el tipo de material de las piezas, el tamaño y la complejidad de estas, así como las especificaciones del proceso de galvanización utilizado.

Tabla 49. Cálculo de tiempos suplementarios inmersión en zinc, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEM ENTOS %	T. E	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTA L (S)	USP Total min
Ciclo 1	453	100,0%	453,00	12,0%	507,36	0,00	507,36	8,46
Ciclo 2	594	95,0%	564,30	12,0%	632,02	0,00	632,02	10,53
Ciclo 3	440	100,0%	440,00	12,0%	492,80	0,00	492,80	8,21
Ciclo 4	465	100,0%	465,00	12,0%	520,80	0,00	520,80	8,68
Ciclo 5	447	100,0%	447,00	12,0%	500,64	0,00	500,64	8,34
Ciclo 6	370	105,0%	388,50	12,0%	435,12	0,00	435,12	7,25
	461,50		459,63		514,79		514,79	8,58

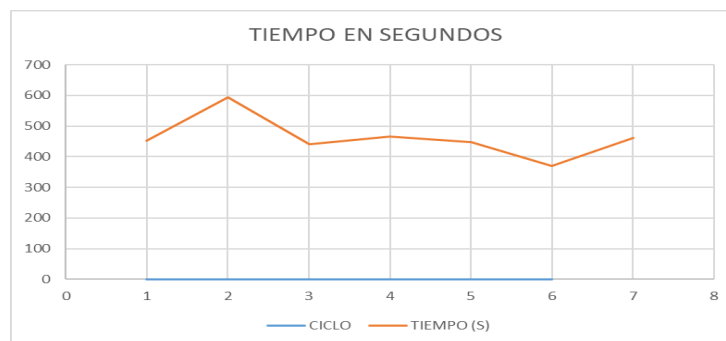


Figura 64. Diagrama de dispersión tiempo total de inmersión en el zinc (Ciclo 1).

3.3.17 Tiempos en centrifugado

el centrifugado emerge como un procedimiento fundamental, ya que desaloja el exceso de material de zinc mediante la aplicación de la fuerza centrífuga. Este proceso es esencial para asegurar una distribución uniforme del zinc sobre las piezas, eliminando cualquier exceso y contribuyendo así a la calidad y durabilidad del recubrimiento.

Tabla 50. Cálculo de tiempos suplementarios inmersión en zinc, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTO S %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	33,25	85,0%	28,26	12,0%	31,65	0,00	31,65	0,53
Ciclo 2	29,06	95,0%	27,61	12,0%	30,92	0,00	30,92	0,52
Ciclo 3	25,40	110,0%	27,94	12,0%	31,29	0,00	31,29	0,52
Ciclo 4	31,20	90,0%	28,08	12,0%	31,45	0,00	31,45	0,52
Ciclo 5	28,70	100,0%	28,70	12,0%	32,14	0,00	32,14	0,54
Ciclo 6	28,46	100,0%	28,46	12,0%	31,88	0,00	31,88	0,53
	29,35		28,17		31,56		31,56	0,53



Figura 65. Diagrama de dispersión tiempo total del centrifugado (Ciclo 1).

3.3.18 Tiempos en tina de secado

Con el objetivo de agilizar el proceso, la fase final implica el uso de una tina de secado, que precede directamente al área de ensamblaje y almacenamiento. Previamente a este paso, las piezas son sometidas a un periodo definido de secado en una tina de calor. Este enfoque permite una transición más eficiente hacia las etapas posteriores del proceso de producción.

Tabla 51. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	48,36	105,0%	50,78	12,0%	56,87	0,00	56,87	0,95
Ciclo 2	56,34	90,0%	50,71	12,0%	56,79	0,00	56,79	0,95
Ciclo 3	55,3	95,0%	52,54	12,0%	58,84	0,00	58,84	0,98
Ciclo 4	45,2	110,0%	49,72	12,0%	55,69	0,00	55,69	0,93
Ciclo 5	49,7	100,0%	49,70	12,0%	55,66	0,00	55,66	0,93
Ciclo 6	35,03	115,0%	40,28	12,0%	45,12	0,00	45,12	0,75
	48,32		48,95		54,83		54,83	0,91



Figura 66. Diagrama de dispersión tiempo total de tina de secado (Ciclo 1).

3.3.19 Ciclo 2, solo galvanizado

En este escenario, las piezas no se sometieron a los diferentes tratamientos en las piscinas respectivas, ya que habían experimentado un proceso previo. Como resultado, se dirigieron directamente hacia el área de galvanizado, generando los siguientes resultados en cuanto a los tiempos involucrados.

Tiempos de inmersión en zinc

Tabla 52. Cálculo de tiempos suplementarios tina de secado, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	397	95,0%	377,15	12,0%	422,41	0,00	422,41	7,04
Ciclo 2	375	105,0%	393,75	12,0%	441,00	0,00	441,00	7,35

Ciclo 3	263	90,0%	236,70	12,0%	265,10	0,00	265,10	4,42
Ciclo 14	361	95,0%	342,95	12,0%	384,10	0,00	384,10	6,40
Ciclo 15	369	90,0%	332,10	12,0%	371,95	0,00	371,95	6,20
Ciclo 16	260	90,0%	234,00	12,0%	262,08	0,00	262,08	4,37
	371,63		366,34		410,30		410,30	6,84

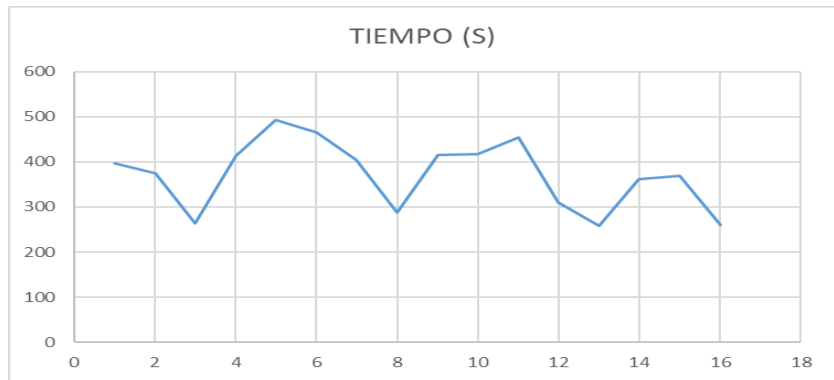


Figura 67. Diagrama de dispersión tiempo total de inmersión del zinc (Ciclo 2).

3.3.19.1 Tiempos en centrifugado

Tabla 53. Cálculo de tiempos suplementarios en centrifugado, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	26,3	95,0%	24,99	12,0%	27,98	0,00	27,98	0,47
Ciclo 2	24	100,0%	24,00	12,0%	26,88	0,00	26,88	0,45
Ciclo 3	48	85,0%	40,80	12,0%	45,70	0,00	45,70	0,76
Ciclo 14	8,55	115,0%	9,83	12,0%	11,01	0,00	11,01	0,18
Ciclo 15	24	100,0%	24,00	12,0%	26,88	0,00	26,88	0,45
Ciclo 16	48	85,0%	40,80	12,0%	45,70	0,00	45,70	0,76
	26,81		25,58		28,65		28,65	0,48

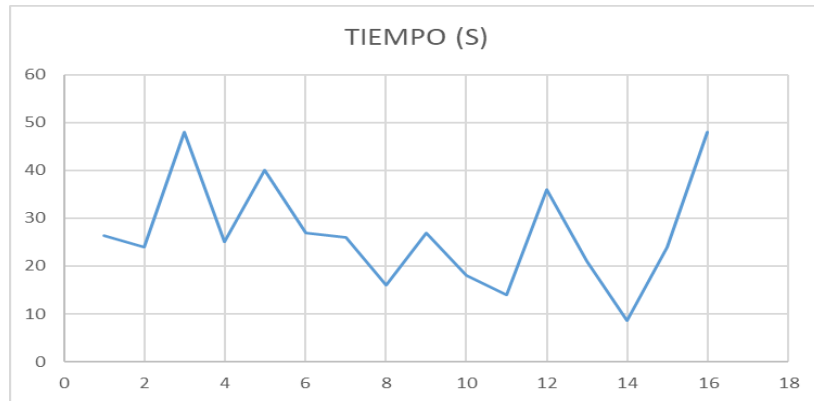


Figura 68. Diagrama de dispersión tiempo total del centrifugado (Ciclo 2).

Tiempos en secado

Tabla 54. Valoración de tiempos suplementarios en secado, Fadhelec 2023

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTO S %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	23	110,0%	25,30	12,0%	28,34	0,00	28,34	0,47
Ciclo 2	24	110,0%	26,40	12,0%	29,57	0,00	29,57	0,49
Ciclo 3	28	105,0%	29,40	12,0%	32,93	0,00	32,93	0,55
Ciclo 14	40	95,0%	38,00	12,0%	42,56	0,00	42,56	0,71
Ciclo 15	42	95,0%	39,90	12,0%	44,69	0,00	44,69	0,74
Ciclo 16	37	100,0%	37,00	12,0%	41,44	0,00	41,44	0,69
	37,19		36,10		40,43		40,43	0,67

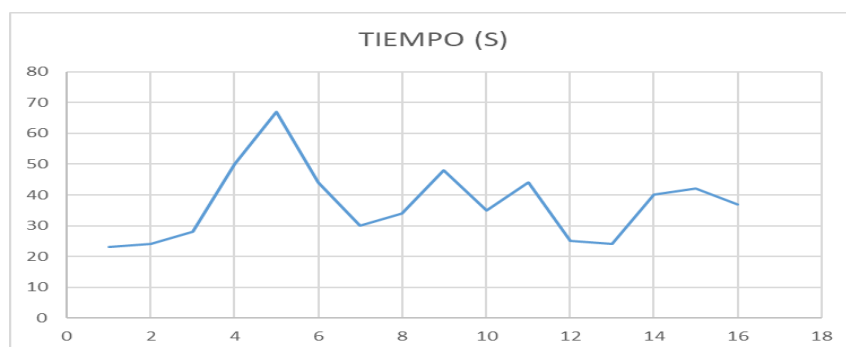


Figura 69. Diagrama de dispersión tiempo total del secado (Ciclo 2).

3.3.20 Tiempos de ensamble de bastidores

En este proceso se lo ejecuta entre cuatro personas de la cual dos se encargan de la limpieza de filos cortantes y rebabas provenientes del galvanizado mientras que los dos siguientes realizan el armado con el pasador y la vincha, además también lo que es el amarrado que se lo realiza de 25 unidades.

Tiempos de limpieza de bastidores (trabajador 1)

Tabla 55. Valoración de tiempos de la limpieza de los bastidores (Trabajador 1)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	22	105,0%	23,10	7,0%	24,72	0,00	24,72	0,41
Ciclo 252	19	110,0%	20,90	7,0%	22,36	0,00	22,36	0,37
	33,43		30,99		33,16		33,16	0,55

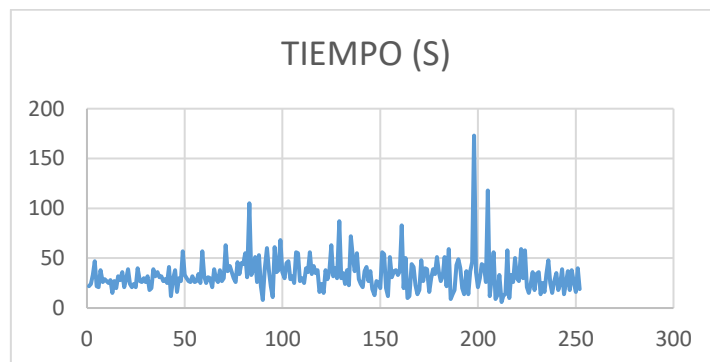


Figura 70. Diagrama de valoración de tiempos de limpieza de bastidores

Tiempos de limpieza de bastidores (trabajador 2)

Tabla 56. Valoración de datos sobre la limpieza de los bastidores (Trabajador 2)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1		85,0%	0,00	7,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 2		85,0%	0,00	7,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 3		85,0%	0,00	7,0%	0,00	0,00	0,00	0,00

Ciclo 4		100,0%	0,00	7,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 5	22	100,0%	22,00	7,0%	23,54	0,00	23,54	0,39
Ciclo 252	16	110,0%	17,60	7,0%	18,83	0,00	18,83	0,31
	29,90		27,67		29,61		29,61	0,49

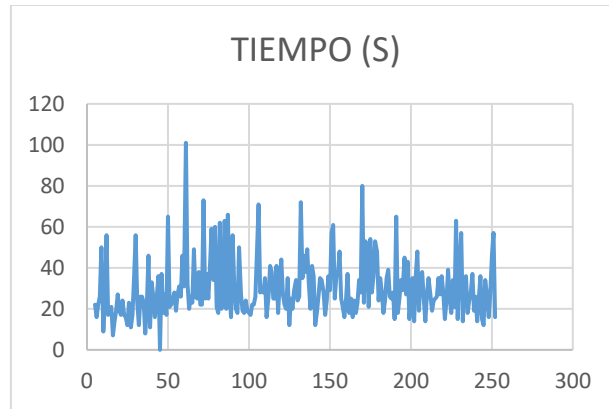


Figura 71. Diagrama de valoración de tiempos del bastidor (Trabajador 2)

Tiempos de armado, trabajador 1

Tabla 57. Valoración de tiempos del armado del bastidor (Trabajador 1)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	85	115,0%	97,75	7,0%	104,59	0,00	104,59	1,74
Ciclo 54	252	95,0%	239,40	7,0%	256,16	0,00	256,16	4,27
	226,89		117,94		126,19		126,19	2,10

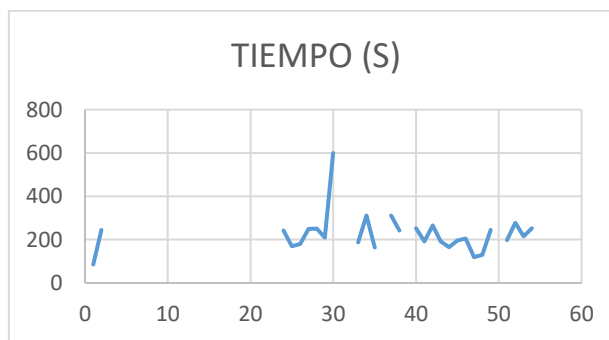


Figura 72. Diagrama de valoración de tiempos del armado de bastidores (Trabajador 1)

Tiempos de armado y amarrado, trabajador 2

Tabla 58. Valoración de tiempos del armado y amarrado (Trabajador 2)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	85	105,0%	89,25	7,0%	95,50	0,00	95,50	1,59
Ciclo 54	65	115,0%	74,75	7,0%	79,98	0,00	79,98	1,33
	129,15		78,60		84,10		84,10	1,40

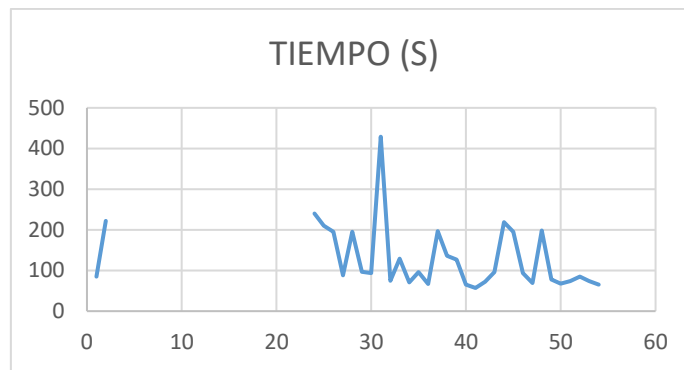


Tabla 59. Diagrama de valoración de tiempos del armado y amarrado de los bastidores

Tiempos muertos

Tabla 60. Tiempos muertos del proceso de galvanizado de bastidores y pasadores, Fadhelec 2023

Proceso de galvanizado	
N. Recalentamiento de zinc	Tiempo
Cada 4 ollas	23:39,4
Cada 4 ollas	19:55
Cada 4 ollas	10:40
Cada 4 ollas	7:20

3.4 Seguimiento y control brazos

3.4.1 Cálculo de tiempos suplementarios

Para calcular los tiempos es importante realizar un cálculo de suplementos, todos aquellos factores que intervienen en el sistema en todo el proceso.

Tabla 61. Cálculo de tiempos suplementarios.

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	5%	
FATIGA	2%	7%
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	3%	
ESTADO DE PIE	2%	5%
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M, P	2%	
PARA/FALLO MECANICO	2%	4%
TOTAL, SUPLEMENTOS		16%

Corte y perforación de pletina

Tabla 62. Valoración de tiempos de corte y perforado de pletina

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETO, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 2	300	90,0%	270,00	16,0%	313,20	0,00	313,20	5,22
Ciclo 3	322	90,0%	289,80	16,0%	336,17	0,00	336,17	5,60
Ciclo 498	4,51	100,0%	4,51	16,0%	5,23	0,00	5,23	0,09
Ciclo 499	4,1	100,0%	4,10	16,0%	4,76	0,00	4,76	0,08
Ciclo 500	4,85	100,0%	4,85	16,0%	5,63	0,00	5,63	0,09
	22,23		20,75		24,07		24,07	0,40

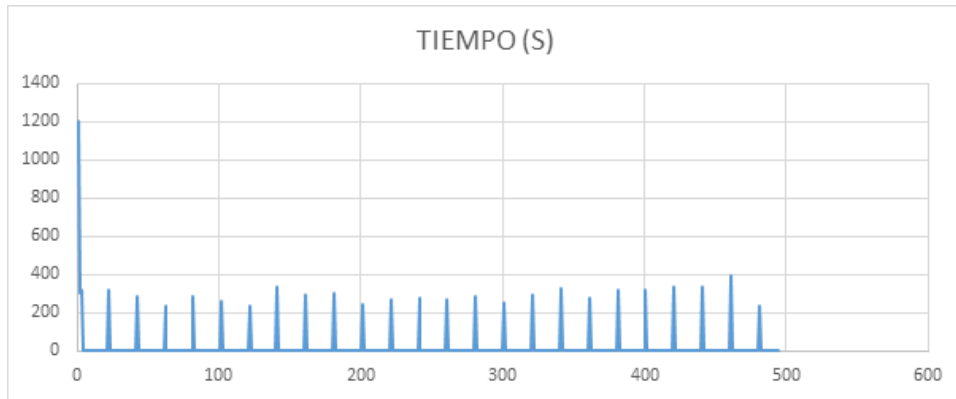


Figura 73. Diagrama de dispersión de tiempos del corte y perforación de pletina.

Golpe de Pletina

Tabla 63. Valoración de tiempos del golpe de pletina

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 2	283	100,0%	283,00	16,0%	328,28	0,00	328,28	5,47
Ciclo 3	36,4	100,0%	36,40	16,0%	42,22	0,00	42,22	0,70
Ciclo 498	4,51	100,0%	4,51	16,0%	5,23	0,00	5,23	0,09
Ciclo 499	4,42	100,0%	4,42	16,0%	5,13	0,00	5,13	0,09
Ciclo 500	4,99	100,0%	4,99	16,0%	5,79	0,00	5,79	0,10
	8,62		8,61		9,98		9,98	0,17

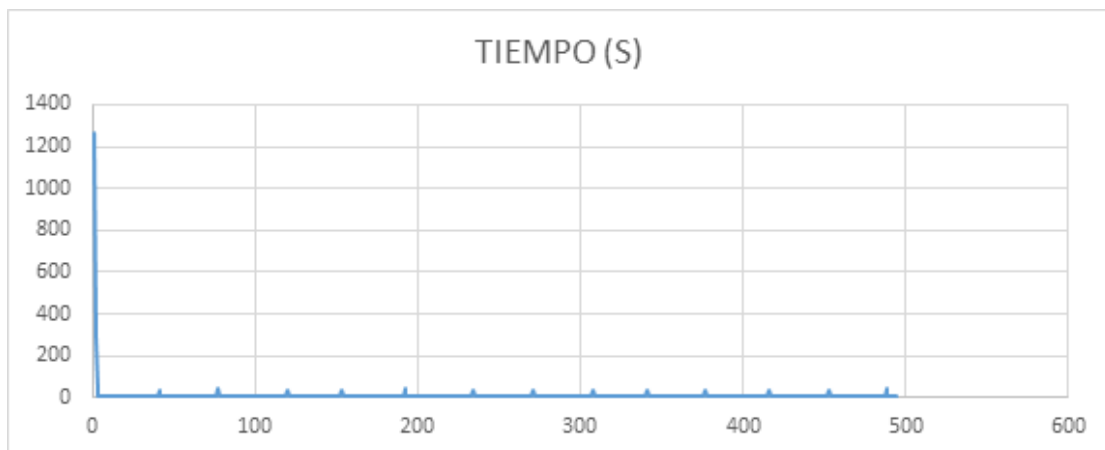


Figura 74. Diagrama de dispersión de tiempos del Golpe de Pletina

Corte de soporte de abrazaderas

Tabla 64. Valoración de tiempos de corte de soporte de abrazaderas

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	550	80,0%	440,00	16,0%	510,40	0,00	510,40	8,51
Ciclo 2	324	80,0%	259,20	16,0%	300,67	0,00	300,67	5,01
Ciclo 499	2,7	100,0%	2,70	16,0%	3,13	0,00	3,13	0,05
Ciclo 500	2,2	100,0%	2,20	16,0%	2,55	0,00	2,55	0,04
	4,39		4,01		4,66		4,66	0,08

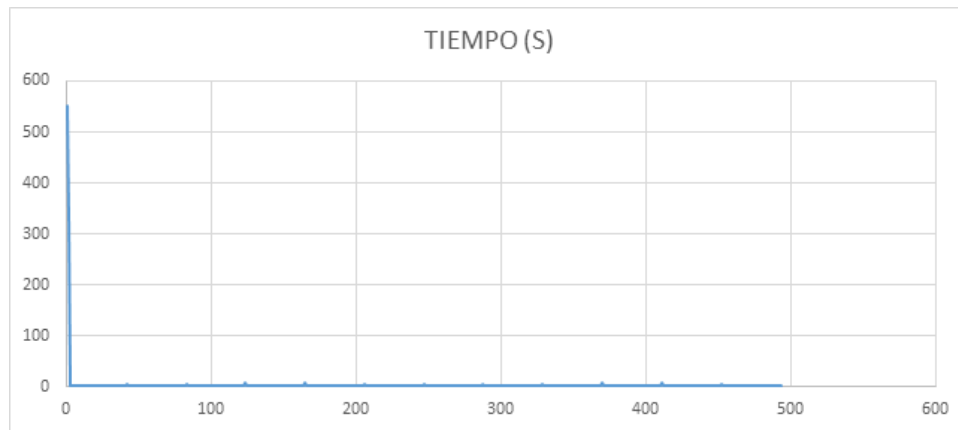


Figura 75. Diagrama de dispersión de Cortes de soporte de abrazaderas

Corte de refuerzo triangular (primer corte recto)

Tabla 65. Valoración de tiempos de corte de refuerzo triangular (primer corte recto)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	550	80,0%	440,00	16,0%	510,40	0,00	510,40	8,51
Ciclo 2	324	80,0%	259,20	16,0%	300,67	0,00	300,67	5,01
Ciclo 249	2,65	100%	2,65	16,0%	3,07	0,00	3,07	0,05
Ciclo 250	2,71	100%	2,71	16,0%	3,14	0,00	3,14	0,05
	6,17		5,43		6,30		6,30	0,11

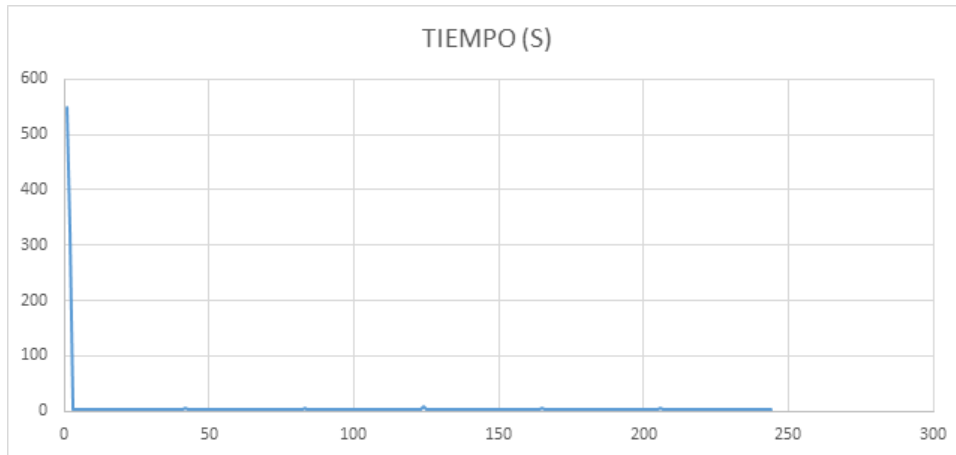


Figura 76. Diagrama de dispersión de tiempos del refuerzo triangular, (primer corte recto).

Corte de refuerzo triangular (segundo corte diagonal)

Tabla 66. Valoración de tiempos de corte de refuerzo triangular (segundo corte diagonal)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	932	85,0%	792,2	16,0%	918,95	0,00	918,9	15,3
Ciclo 2	35,69	90,0%	32,12	16,0%	37,26	0,00	37,26	0,62
Ciclo 3	9,42	110,0%	10,36	16,0%	12,02	0,00	12,02	0,20
Ciclo 248	8,97	110,0%	9,87	16,0%	11,45	0,00	11,45	0,19
Ciclo 249	9,32	100,0%	9,32	16,0%	10,81	0,00	10,81	0,18
Ciclo 250	9,92	100,0%	9,92	16,0%	11,51	0,00	11,51	0,19
	14,22		13,58		15,76		15,76	0,2

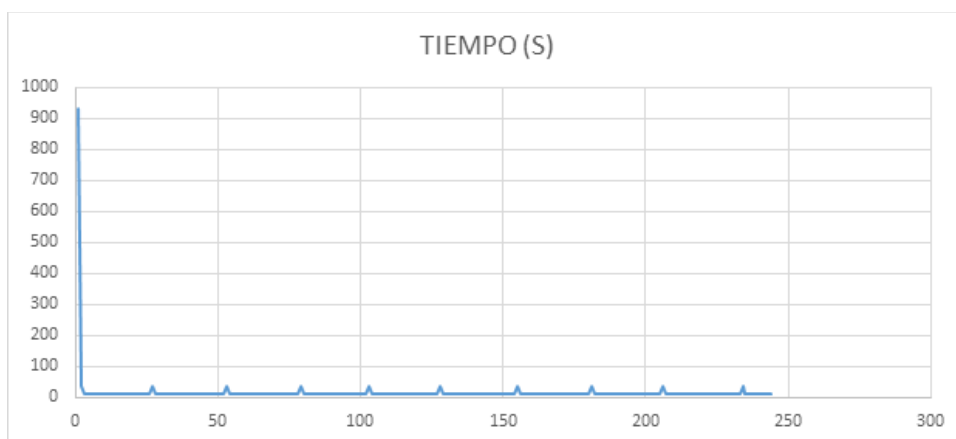


Figura 77. Diagrama de dispersión de Corte de refuerzo triangular, segundo corte diagonal.

3.4.2 Soldadura de brazos

Tabla 67. Cálculo de tiempos suplementarios de suelda de los brazos

CALCULO DE TIEMPOS SUPLEMENTARIOS		
POR FATIGA CONSTANTE		
NECESIDAD PERSONAL	4%	
FATIGA	1%	5%
POR FATIGA VARIABLES		
CONCENTRACION	2%	
ESTADO DE PIE	1%	3%
SUPLEMENTOS POR CONTINGENCIA		
FALTA DE M. P	1%	
PARA/FALLO MECANICO	2%	3%
TOTAL, SUPLEMENTOS		11%

3.4.2.1 Suelda de soporte de tortuga con abrazaderas

En la etapa de soldadura, la atención se centra especialmente en los brazos, ya que desempeñan un papel crucial en el sistema eléctrico.

Para la siguiente fase, se requirieron cuatro operarios para manejar todo el proceso de soldadura, con una duración total de aproximadamente tres horas.

A continuación, examinaremos los tiempos específicos que demandó esta etapa.

Operador 1

Tabla 68. Valoración de tiempos de suelda de soporte de abrazaderas con (Operador 1, Suelda 1)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	755	85,0%	641,75	11,0%	712,34	0,00	712,34	11,8
Ciclo 2	625	85,0%	531,25	11,0%	589,69	0,00	589,69	9,83
Ciclo 134	42,87	90,0%	38,58	11,0%	42,83	0,00	42,83	0,71
Ciclo 136	41,1	90,0%	36,99	11,0%	41,06	0,00	41,06	0,68
	52,99		49,84		55,32		55,32	0,92

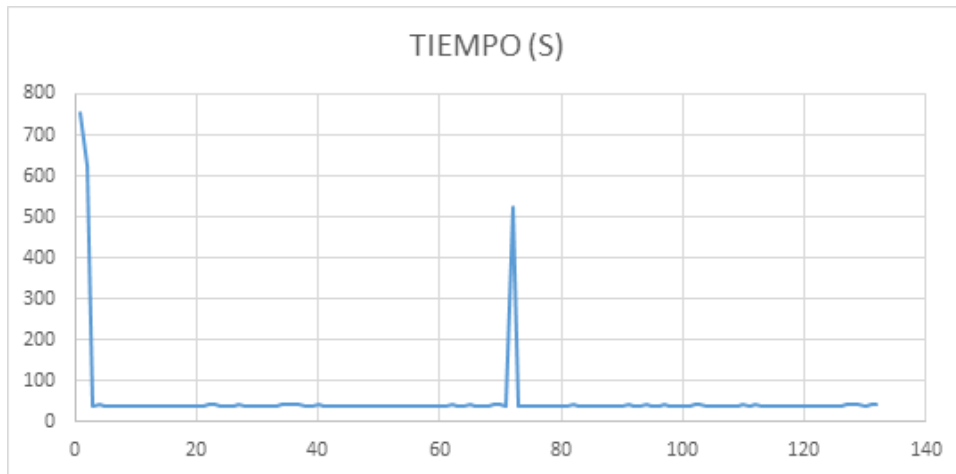


Figura 78. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazaderas, operador 1

Operador 2

Tabla 69. Valoración de tiempos de soldadura de refuerzos de abrazaderas (Operador 2, Suelda 2)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	815	80,0%	652,00	11,0%	723,72	0,00	723,72	12,06
Ciclo 2	690	80,0%	552,00	11,0%	612,72	0,00	612,72	10,21
Ciclo 3	42,28	90,0%	38,05	11,0%	42,24	0,00	42,24	0,70
Ciclo 124	40,32	100,0%	40,32	11,0%	44,76	0,00	44,76	0,75
Ciclo 125	41,07	95,0%	39,02	11,0%	43,31	0,00	43,31	0,72
Ciclo 127	40,37	100,0%	40,37	11,0%	44,81	0,00	44,81	0,75
	56,79		51,21		56,85		56,85	0,95

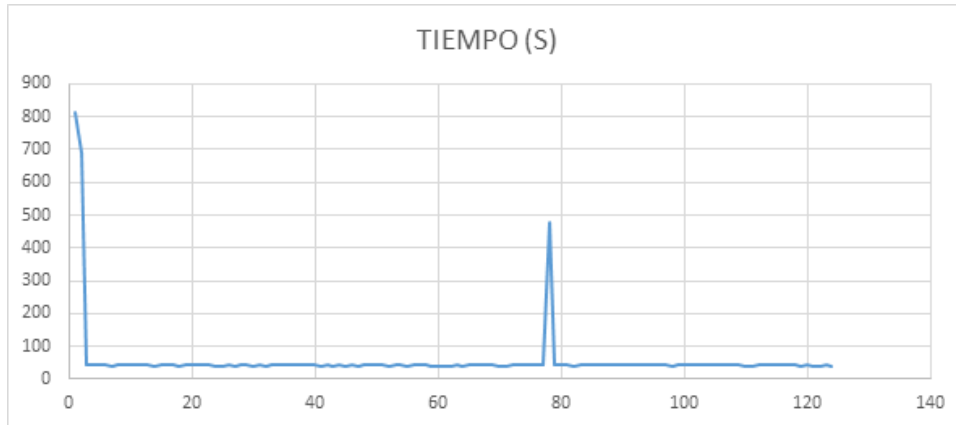


Figura 79. Diagrama de referencia de suelda de soporte de abrazaderas con pletina, operador 2.

Operador 3

Tabla 70. Valoración de tiempos de suelda de soporte de refuerzo para abrazaderas, (Operador3, Suelta 3)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLETO, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	694	80,0%	555,20	11,0%	616,27	0,00	616,27	10,27
Ciclo 2	682	80,0%	545,60	11,0%	605,62	0,00	605,62	10,09
Ciclo 3	40,77	95,0%	38,73	11,0%	42,99	0,00	42,99	0,72
Ciclo 130	39,99	100,0%	39,99	11,0%	44,39	0,00	44,39	0,74
Ciclo 131	39,9	100,0%	39,90	11,0%	44,29	0,00	44,29	0,74
Ciclo 132	39,96	100,0%	39,96	11,0%	44,36	0,00	44,36	0,74
			50,52		56,08		56,08	0,93

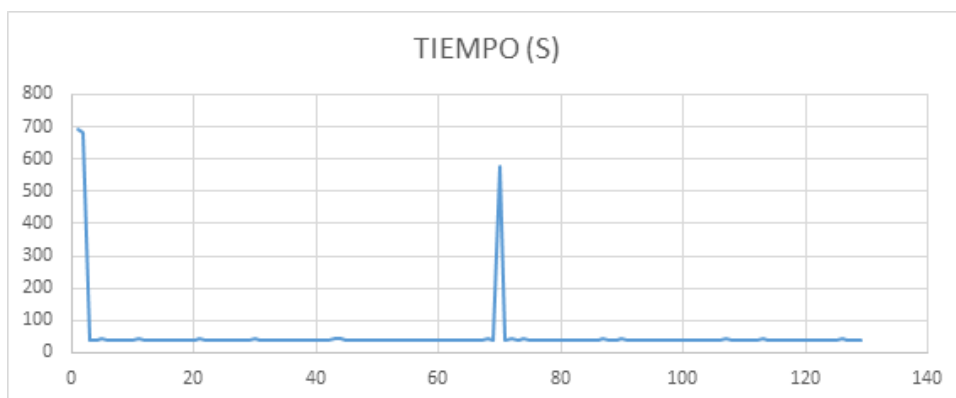


Figura 80. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazadera, operador 3.

Operador 4

Tabla 71. Valoración de tiempos de suelda de soporte de abrazaderas, (Operador 4, Suelda 4)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	746	80,0%	596,80	11,0%	662,45	0,00	662,45	11,04
Ciclo 2	657	80,0%	525,60	11,0%	583,42	0,00	583,42	9,72
Ciclo 3	40,24	95,0%	38,23	11,0%	42,43	0,00	42,43	0,71
Ciclo 128	40,82	100,0%	40,82	11,0%	45,31	0,00	45,31	0,76
Ciclo 129	40,09	90,0%	36,08	11,0%	40,05	0,00	40,05	0,67
Ciclo 130	40,98	100,0%	40,98	11,0%	45,49	0,00	45,49	0,76
			52,19		57,93		57,93	0,97

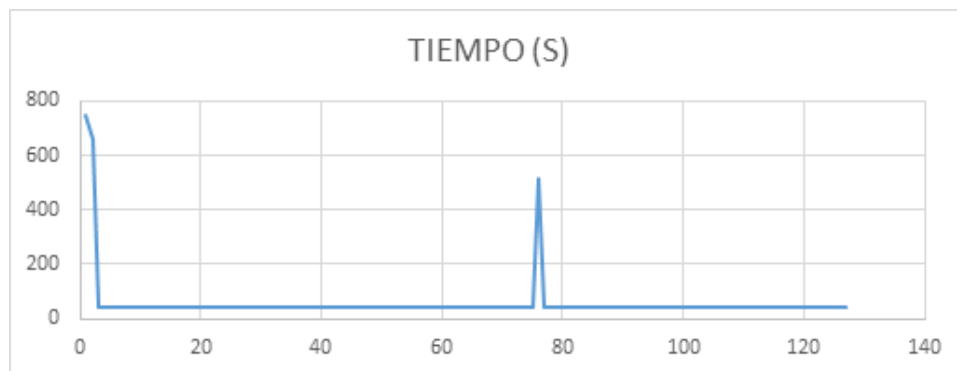


Figura 81. Diagrama de dispersión de suelda de soporte de abrazadera, operador 4

A través del análisis de datos, se ha observado que algunas máquinas soldadoras muestran una eficiencia no muy satisfactoria, y esto podría deberse a factores como el rendimiento subóptimo por parte del operario. Se busca identificar la causa subyacente que ha generado un pico en los diagramas de barras, ya sea por un desempeño deficiente de la máquina o por el incumplimiento de los tiempos óptimos por parte del operario.

3.4.2.2 Suelda de Soporte de abrazaderas con tubo y refuerzo triangular

Suelda 1

Tabla 72. Valoración de tiempos en suelda 1 (tiempos de brazo en que se punteo refuerzo, soporte y tubo)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	780	80,0%	624,00	11,0%	692,64	0,00	692,64	11,54
Ciclo 2	300	80,0%	240,00	11,0%	266,40	0,00	266,40	4,44
Ciclo 3	36,13	85,0%	30,71	11,0%	34,09	0,00	34,09	0,57
Ciclo 4	25	110,0%	27,50	11,0%	30,53	0,00	30,53	0,51
Ciclo 5	35	90,0%	31,50	11,0%	34,97	0,00	34,97	0,58
Ciclo 498	28	105,0%	29,40	11,0%	32,63	0,00	32,63	0,54
Ciclo 499	29	105,0%	30,45	11,0%	33,80	0,00	33,80	0,56
Ciclo 500	31	95,0%	29,45	11,0%	32,69	0,00	32,69	0,54
	33,92		38,85		43,12		43,12	0,72

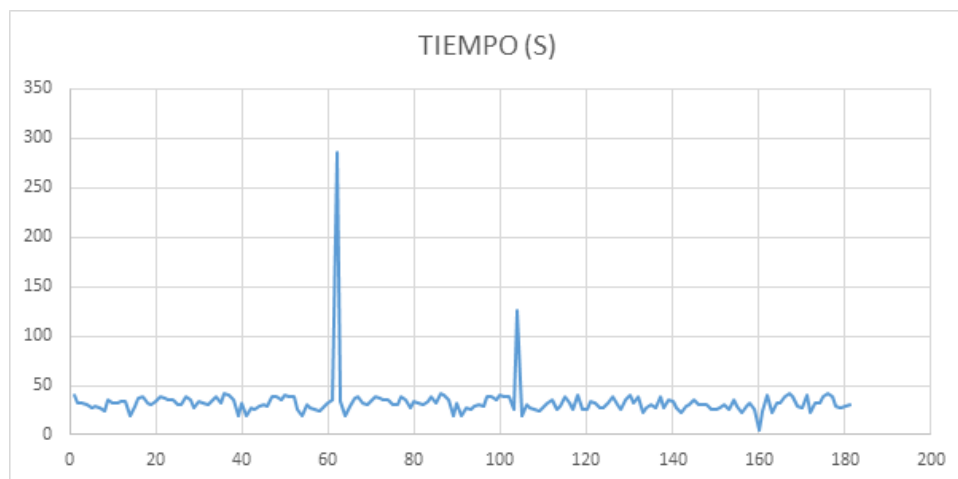


Figura 82. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 1.

Tabla 73. Valoración de tiempos de suelda 2, (remate de punteada)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLE. %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	0	80,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 2	0	80,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 469	80	90,0%	72,00	11,0%	79,92	0,00	79,92	1,33
Ciclo 470	Fin de jornada	0,0%	0,00	0,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
	14802		63,32		70,29		70,29	1,18

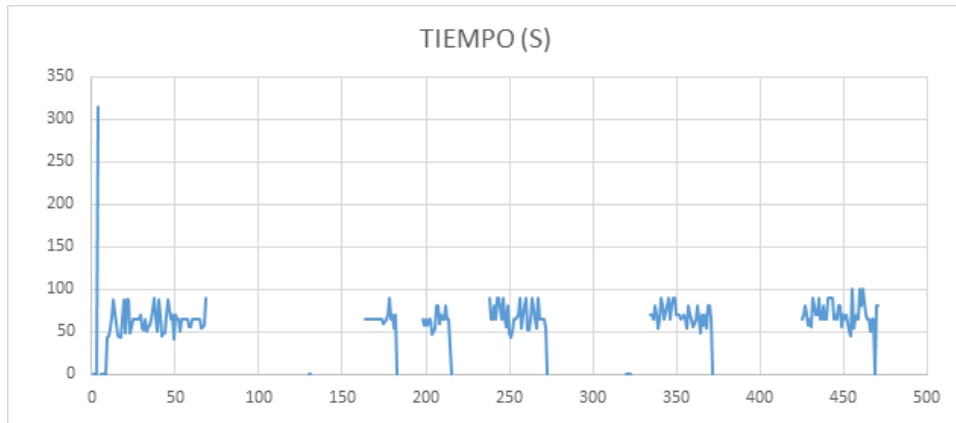


Figura 83. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 2.

Tabla 74. Valoración de tiempos de Suelda 3, (Remate de punteada)

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 2	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 3	0	0	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
Ciclo 498	60	105,0%	63,00	11,0%	69,93	0,00	69,93	1,17
Ciclo 499	60	105,0%	63,00	11,0%	69,93	0,00	69,93	1,17
Ciclo 500	60	105,0%	63,00	11,0%	69,93	0,00	69,93	1,17
	72,10		67,24		74,64		74,64	1,24

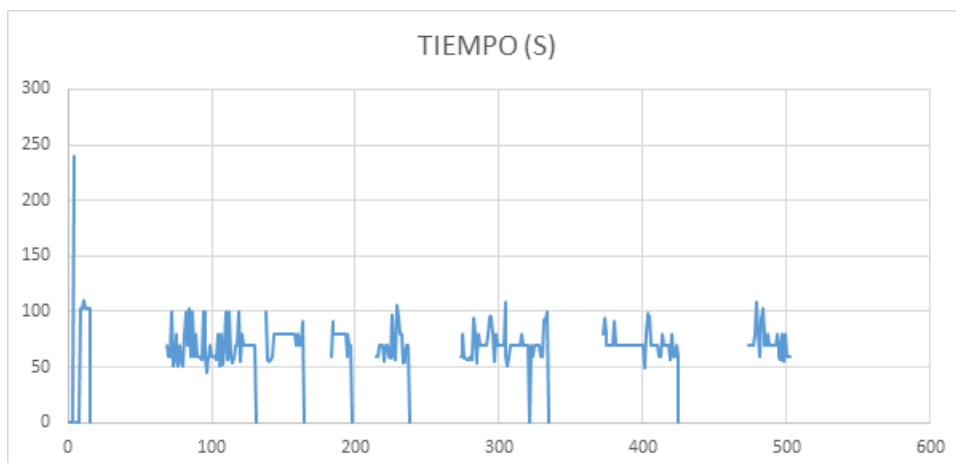


Figura 84. Diagrama de dispersión de tiempos de suelda 3.

3.4.3 Galvanizado de brazos

Amarrado de tubos montos de 8 unidades

Tabla 75. Valoración de tiempos del amarrado de brazos en montos de 8 unidades.

CICLO	N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO (%)	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	Monto 1-10	167	105,0 %	175,35	11,0%	194,64	0,00	194,64	3,24
		169,2		166,07		184,34		184,34	3,07

Tina de desengrase

Tabla 76. Valoración de tiempos de Brazos en tina de desengrase

N. MONTOS	T (S)	V, RITMO TRABAJO (%)	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	T. E	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1-12	495	110,0%	544,50	11,0%	604,40	0,00	604,40	10,07
Monto 53-62	5100	95,0%	4845,0	11,0%	4845	0,00	4845,0	80,75
	2588		363,48		225,94		225,94	8,12

Tina de decapado

Tabla 77. Valoración de tiempos de brazos en tina de decapado

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO (%)	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1-12	3632	95,0%	3450,40	11,0%	3829,94	0,00	3829,94	63,83
Monto 53-62	141	110,0 %	155,10	11,0%	155,10	0,00	155,10	2,59
	3675		349,05		387,44		387,44	6,4

Tina de enjuague

Tabla 78. Valoración de tiempos de brazos en tina de enjuague

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	321	90,0%	288,90	11,0%	320,68	0,00	320,68	5,34
Monto 53	66	110,0%	72,60	11,0%	72,60	0,00	72,60	1,21
	214,00		20,71		22,99		22,99	0,38

Tina flux

Tabla 79. Valoración de tiempos de brazos en la tina de flux

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	255	110,0%	280,50	11,0%	311,36	0,00	311,36	5,19
	418,50		33,14		36,79		36,79	1,32

Tina de secado

Tabla 80. Valoración de tiempos de brazos en la tina de secado

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	167	100,0%	167,00	11,0%	185,37	0,00	185,37	3,09
Monto 53	2420	85,0%	2057,0		2057,00		2057,00	34,28
	132,38		26,00		28,85		28,85	0,48

Montaje de brazos para galvanizar 2 montos

Tabla 81. Valoración de tiempos de montaje de brazos en matriz de galvanizar en 2 montos

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	163	85,0%	138,55	11,0%	153,79	0,00	153,7	2,56
Monto 2							9	
Monto 3	141	85,0%	119,85		119,85		119,8	2,00
Monto 4							5	
Monto 5	78	85,0%	66,30		66,30		66,30	1,11
Monto 6								
Monto 7	77	100,0%	77,00		77,00		77,00	1,28
	65,36		30,23		33,55		33,55	0,56

Inmersión al caliente zinc

Tabla 82. Valoración de tiempos de brazos en galvanizado en cuba de zinc

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	369	105,0%	387,45	11,0%	430,07	0,00	430,07	7,17
Monto 2								
Monto 61	2191	100,0%	2191,0		2191,00		2191,0	36,52
Monto 62			0				0	
	433		212,6		236,01		236,0	3,93

Tina de secado

Tabla 83. Valoración de tiempos de brazos en tina de secado

N. MONTOS	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMAL, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	60	105,0%	63,00	11,0%	69,93	0,00	69,9	1,17
Monto 3	61	95,0%	57,95		57,95		57,95	0,97
Monto 59	53	100,0%	53,00		53,00		53,00	0,88

Monto 61	74	100,0%	74,00		74,00		74,00	1,23
	59,41		31,95		34,96		34,96	1,42

Desenganche de brazos galvanizados

Tabla 84. Valoración de tiempos de desenganche de los 2 montos galvanizados

N. MONTOS	T. (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Monto 1	45	105,0%	47,25	11,0%	52,45	0,00	52,45	0,87
Monto 2		100,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Monto 3	44	95,0%	41,80	11,0%	46,40	0,00	46,40	0,77
Monto 4		100,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Monto 59	83	100,0%	83,00	11,0%	92,13	0,00	92,13	1,54
Monto 60		100,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
Monto 61	46	100,0%	46,00	11,0%	51,06	0,00	51,06	0,85
Monto 62		95,0%	0,00	11,0%	0,00	0,00	0,00	0,00
	49		24,22		26,88		26,88	1,04

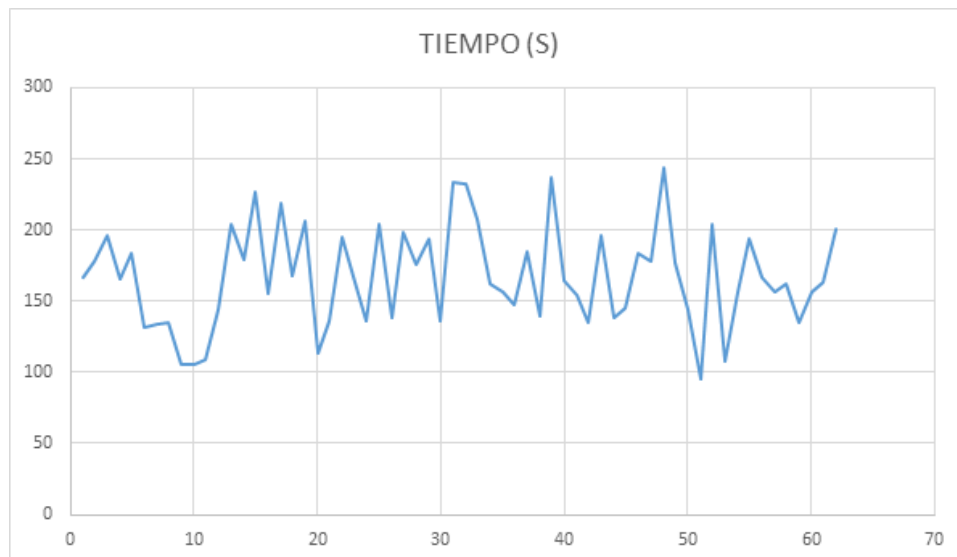


Figura 85. Diagrama de variación de tiempos del galvanizado de Brazos.

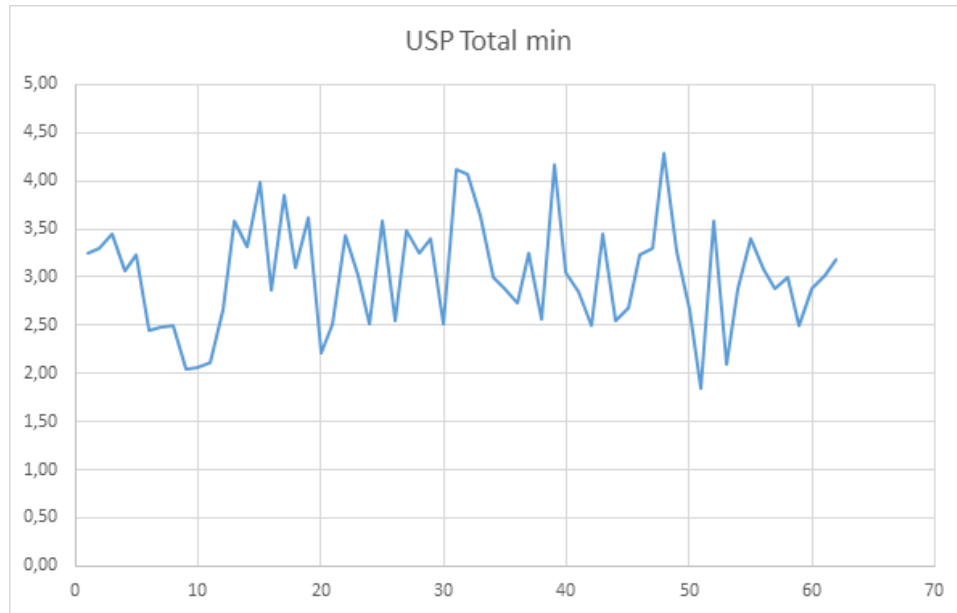


Figura 86. Diagrama de variación de USP del galvanizado de brazos

3.4.4 Ensamble de brazos

El proceso siguiente es crucial, al igual que los anteriores, ya que en este paso se ensamblan las piezas que han pasado por el galvanizado y están listas para el siguiente proceso. Se requieren tres personas para el montaje y dos personas para la preparación y traslado a la bodega de despacho.

Tiempo de limpieza (rebaba)

Tabla 85. Valoración de tiempos de limpieza de brazos galvanizados

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TTIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	58	90,0%	52,20	6,0%	55,33	0,00	55,33	0,92
Ciclo 2	53	100,0%	53,00	6,0%	56,18	0,00	56,18	0,94
Ciclo 98	47	110,0%	51,70	6,0%	54,80	0,00	54,80	0,91
Ciclo 100	49	105,0%	51,45	6,0%	54,54	0,00	54,54	0,91
	50,74		51,07		54,14		54,14	0,90

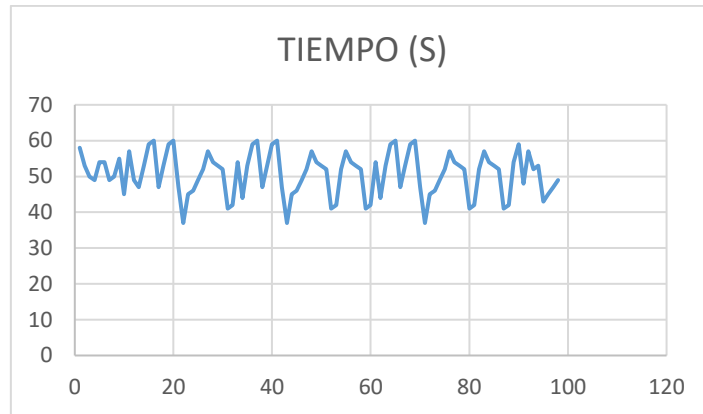


Figura 87. Diagrama de variación de tiempos de limpieza de brazo

Tiempos de armado

Tabla 86. Valoración de tiempos del armado de brazos

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	102	105,0%	107,10	10,0%	117,81	0,00	117,81	1,96
Ciclo 2	90	120,0%	108,00	10,0%	118,80	0,00	118,80	1,98
Ciclo 224	125	80,0%	100,00	10,0%	110,00	0,00	110,00	1,83
Ciclo 225	113	90,0%	101,70	10,0%	111,87	0,00	111,87	1,86
	106,48		105,63		116,19		116,19	1,94

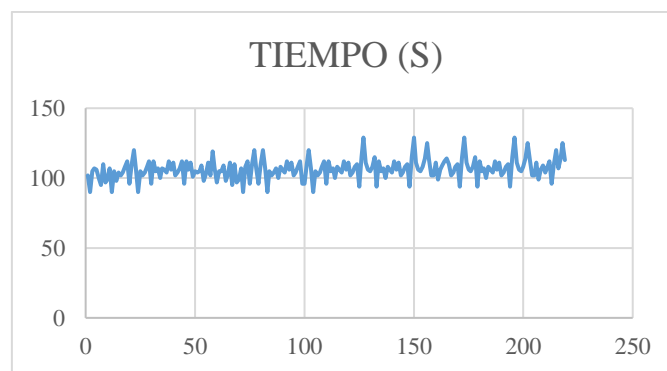


Figura 88. Diagrama de valoración de tiempos del armado de los brazos

Tiempos organización para despacho

Tabla 87. Valoración de tiempos de despacho del brazo

CICLO	TIEMPO (S)	V, RITMO TRABAJO	TIEMPO NORMA, (S)	SUPLEMENTOS %	TIEMPO ESTANDAR	TIEMPO COMPLE, (S)	USP TOTAL (S)	USP Total min
Ciclo 1	28	85,0%	23,80	9,0%	25,94	0,00	25,94	0,43
Ciclo 2	36	85,0%	30,60	9,0%	33,35	0,00	33,35	0,56
Ciclo 500	12	90,0%	10,80	9,0%	11,77	0,00	11,77	0,20
	10,77		9,84		10,73		10,73	0,18

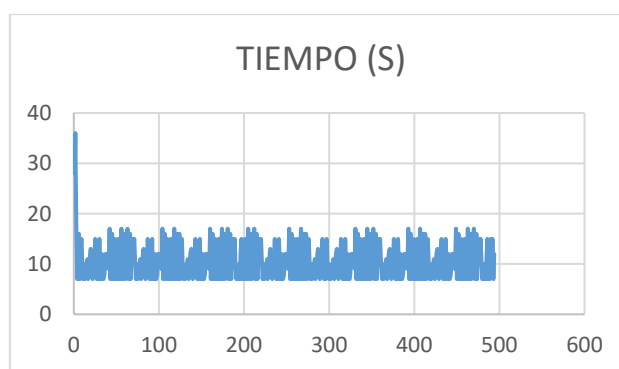


Figura 89. Diagrama de variación de tiempos de despacho de brazos

3.5 Análisis de flujo de trabajo

Se llevaron a cabo un monitoreo detallado de cada uno de los procesos, considerando los tiempos y ciclos requeridos para ejecutar cada fase, con el fin de recopilar datos e identificar cuáles son las etapas que presentaban retrasos o cuellos de botella.

Por cual se presentará un análisis detallado de todo el proceso y los tiempos muertos.

3.5.1 Tiempos promedios de procesos

En la presente tabla se presentan los tiempos promedio desglosados, destacando aspectos significativos como el tiempo real empleado, el tiempo estándar y el tiempo en minutos. Es relevante observar que se evidencia una notable reducción en los tiempos después de la aplicación de las valorizaciones correspondientes.

Tiempos promedio bastidor y pasadores

Tabla 88. Tiempos promedios del bastidor y pasador, Fadhelec 2023

Tiempos promedio											
Bastidor											
Corte de base bastidor			Troquelado de base			Corte de pletina			Troquelado en forma de U		
TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min
9,71	10,45	0,17	4,25	4,37	0,07	4,96	5,21	0,09	5,81	6,43	0,60
Maquina soldadora 1						Maquina soldadora 2					
TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min
30,90	31,89	0,53	24,90	28,09	0,47						
Pasador						perforación del pasador					
TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min
5,36	6,02	0,70	20,13	23,00	0,98						
Golpe en el pasador						perforación del pasador					
TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min
5,55			6,22					0,70			
Brazo						perforación del pasador					
Corte de tubo			corte con ángulo			Corte de tubo			corte con ángulo		
TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min	TIEMPO (S)	TIEMPO ESTANDAR	USP Total min
9,80	10,60	0,18	10,00	10,56	0,18						

Tiempos promedios de galvanizado

Tabla 89. Tiempos promedio del galvanizado del Bastidor y Pasador

tiempos promedio														
Galvanizado de Bastidores / Pasadores														
Tina de desengrase			Tina de decaprod			Tina de enjuague			Tina flux		Tina de secado			
CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min
900,00	1026,00	17,10	1740,00	1983,60	33,06	120,00	134,40	2,24	60,00	67,20	1,12	15,58	17,45	0,29
Galvanizado de Bastidores / Pasadores - previo a proceso de tratamiento														
Tina de zinc			centrifugado						secado					
CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min
461,50		514,79		8,58		29,35		31,56		0,53		48,32		54,83
Galvanizado de Bastidores / Pasadores - sin proceso previo														
Tina de zinc			centrifugado						secado					
CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min	CICLO		USP Total min
371,63		410,30		6,84		26,81		28,65		0,48		37,19		40,43

3.5.2 Tiempo muertos

Tiempos muertos en el proceso de bastidores - pasadores

A partir de la información recopilada, hemos resumido todos los datos y lapsos que no se aprovecharon en la producción de la pieza; estos períodos se conocen como tiempos muertos.

Tabla 90. Valoración de tiempos muertos, del proceso del pasador

Proceso de pasadores												
Corte del pasador			perforación de la platina			Troquelado en U			Soldadura			
Ciclo	Tiempo (s)	observación	Ciclo	Tiempo (s)	observación	Ciclo	Tiempo (s)	observación	Ciclo	Tiempo (s)	observación	
44	7,52	Montaje de materia prima	14	45,3	Montaje de materia prima	39	36,4	Montaje de materia prima	M2. 53	75	Atasque de alambre	
89	9,63					75	44,6		121	40,1		
136	10,63					164	36,69		199	37,52		
183	8,34		80	34,14		237	42,09		M1. 65	61		
229	7,36					281	39,66		M2. 117	70		
273	8,92		155	14,61		324	41,42		M1. 123	70,8		
317	9,41					364	37,67		M2. 227	74		
361	9,46					399	39,56		M1. 167	600		
405	10,94		201	14,75		436	41,42		M1, 1	1335		Cambio de alambre
449	7,87					475	42,09		M2. 1	1355		
493	9,63	206			36,59	PROMEDIO	479,22	PROMEDIO	3640,8			
PROMEDIO	99,71		PROMEDIO	145,39		PROMEDIO	479,22		PROMEDIO	3640,8		

Tabla 91. Valoración de tiempos muertos, del proceso del Bastidor

Proceso de bastidores									
Corte de base	Troquelado de base			Corte de platina			Troquelado en U		
	Ciclo	Tiempo (s)	Observacion	Ciclo	Tiempo (s)	Observacion	Ciclo	Tiempo (s)	Observacion
sin observaciones	47	50,96	Montaje de materia prima	1	12,56	Montaje de materia prima	1	08:49,95	Preparacion de maquina
				21	11,74		2	56,36	
				41	12,53		3	01:38,61	
	63	14,63		4	05:08,46				
	83	12,48		5	01:32,94				
	104	13,54		6	44,27				
	150	70		125	14,12		7	32,65	Montaje de materia prima
				145	12,78		15	5,44	Revisión de medidas
				166	14,1		21	18,95	
	186	11,74		42	18,13				
	202	59,36		207	12,09		97	51,97	Montaje de materia prima
				227	12,89		111	13,98	Revisión de medidas
				247	13,59		161	11,57	
	268	11,97		169	27,6				
	261	68,3		288	13,52		231	37,68	Montaje de materia prima
				308	12,43		280	24,21	Descanso
	334	65,3		328	13,84		307	52,44	Montaje de materia prima
				349	12,55		380	18,4	Revisión de medidas
				369	14,27		382	27,83	Montaje de materia prima
	392	57,12		389	13,75		422	26,96	organización de materia prima
				410	14,47		435	14,43	Revisión de medidas
				430	12,48		465	42,42	Montaje de materia prima
	457	57,15		450	12,62		477	26,82	Supervicion
				471	13,53		497	38,12	Revisión de medidas
				491	12,54				

Tabla 92. Valoración de tiempos muertos en el proceso de galvanizado de bastidores y pasadores

Proceso de galvanizado	
N. Recalentamiento de zinc	Tiempo
Cada 4 ollas	23:39,4
Cada 4 ollas	19:55
Cada 4 ollas	10:40
Cada 4 ollas	7:20
PROMEDIO	18:39,4

Tiempos muertos en el proceso de brazos

Tabla 93. Valoración de tiempos muertos en proceso de los brazos

PROCESOS DE BAZOS																																																
CORTE Y PERFORACION DE PLETINA			GOLPE DE PLETINA			CORTE DE SOPORTE DE TORTUGA			CORTE DE REFUERZO TRIANGULAR (PRIMER CORTE VERTICAL) 75 MM			CORTE DE REFUERZO TRIANGULAR (SEGUNDO CORTE DIAGONAL) 75 MM																																				
CICLO	TIEMPO	OBSERVACION	CICLO	TIEMPO	OBSERVACION	CICLO	TIEMPO	OBSERVACION	CICLO	TIEMPO	OBSERVACION	CICLO	TIEMPO	OBSERVACION																																		
1	1200	M. MATRIZ	1	1275	M. GOLPE	Ciclo 1	550	Preparación de máquina	Ciclo 1	310	Preparación de máquina	Ciclo 1	936	Preparación de máquina																																		
2	300		2	300	ORG. CANASTAS	Ciclo 2	324	Montaje de Pletinas	Ciclo 2	226	Montaje de Pletinas	Ciclo 2	35.69	Montaje de pletina 75 mm																																		
42	4.48														Ciclo 62	3.86	Ciclo 82	4.49	Ciclo 102	4.19	Ciclo 122	3.98	Ciclo 141	5.38	Ciclo 161	4.52	Ciclo 181	4.67	Ciclo 201	4.06	Ciclo 221	4.29	Ciclo 241	4.34	Ciclo 261	4.33	Ciclo 281	4.35	Ciclo 301	4.13	Ciclo 321	4.53	Ciclo 341	4.91	Ciclo 361	4.37	Ciclo 381	5.20
Ciclo 120	34.42		Ciclo 153	37.15	Montaje de pletinas a troqueladora	Ciclo 3	36.40	Inicio de Cortes	Ciclo 3	2,15		Ciclo 43	5.23		Ciclo 27	34.53																																
Ciclo 41	33.30		Ciclo 42	5,16		Ciclo 44	6,08		Ciclo 53	34.88																																						
Ciclo 77	41.12		Ciclo 83	6.16		Ciclo 125	5.91		Ciclo 103	34.80																																						
Ciclo 120	34.42		Ciclo 124	7.39		Ciclo 128	33.37																																									
Ciclo 153	37.15		Ciclo 165	6.63		Ciclo 166	6.57		Ciclo 155	34.51																																						
Ciclo 192	39.56		Ciclo 206	6.12		Ciclo 207	6.04		Ciclo 181	34.82																																						
Ciclo 234	37.27		Ciclo 247	5.89		Ciclo 248	5.85		Ciclo 206	35,3																																						
Ciclo 271	36.73		Ciclo 288	6.32		Ciclo 289	6.38		Ciclo 234	34.69																																						
Ciclo 308	32.71		Ciclo 329	5.34		Ciclo 330	6.33		Ciclo 260	35.05																																						
Ciclo 341	36.46		Ciclo 370	7.29		Ciclo 289	6.38		Ciclo 289	34.84																																						
Ciclo 377	37.53		Ciclo 411	7.28	Ciclo 317	33.61																																										
Ciclo 416	36.29		Ciclo 452	5.73	Ciclo 344	34.05																																										
Ciclo 453	34.48		Ciclo 493	6.92																																												
Ciclo 488	41.58																																															
PROMEDIO	1504,48		25,08	PROMEDIO	1575	26,25	PROMEDIO	881,31	14,7	PROMEDIO		536	8,93		PROMEDIO	971,3	16,18																															

Tabla 94. Valoración de tiempos muertos en el proceso de suelda del soporte de tortuga con abrazaderas

PROCESOS DE SUELDA BRAZOS					
CORTE DE SOPORTE DE TORTUGA CON ABRAZADERAS					
CICLO	MAQUINA 1	MAQUINA 2	MAQUINA 3	MAQUINA 4	OBSERVACIONES
Ciclo 1	755	490	694	746	Preparación de máquina y matriz de suelda
Ciclo 2	625	690	682	600	Montaje de pletina y abrazaderas
Ciclo 3	39.95	42.28	40.77	40.24	Inicio de suelda
Ciclo 73	41.12	39.83	575	42.40	Montaje de pletina y abrazaderas
Ciclo 75	525	43.04	42.17	41.88	
Ciclo 79	38.60	41.91	40.57	516	
Ciclo 81	39.26	477	38.88	40.89	
Ciclo 142	41.10				Fin de la jornada laboral
TOTAL, TIEMPO M	1905	1657	1951	1862	7375

Tabla 95. Valoración de tiempos muertos en el proceso de suelda del soporte, con refuerzo triangular y tubo

SUELDA DE TUBO CON ABRAZADERA Y SOPORTE TRIANGULAR Y TUBO					
Ciclo 1	780	N/A	N/A	Suelda 1	Preparación del material Soporte de abrazaderas y tubos
Ciclo 2	300	N/A	N/A		Montaje de soporte de abrazadera y refuerzos triangulares
Ciclo 3	36,13				Inicio de punteado de brazos
Ciclo 4	0	315	296	Suelda 2	Preparación de máquina y equipo
Ciclo 4	105	N/A	N/A		Ajuste de matriz
Ciclo 7	20	43	114	Suelda 3	Punteada y Remate de 7brazos
Ciclo 22	84	55	Abastecimiento suelda 3		Montaje de refuerzo triangular
Ciclo 39	86	130			
Ciclo 80	136	Abastecimiento de suelda 3	139		Montaje de soporte de abrazadera
Ciclo 109	216		56		
Ciclo 128	1500	Daño en suelda 2	55	Soldador de suelda 1	Arreglar boquilla de suelda 2
Ciclo 129	31	Tiempo de para de la máquina de suelda de 1 hora	Brazos punteados por soldador 3	Soldador de suelda 3	Puntear brazos en suelda 1
Ciclo 148	1080		57	Soldador de suelda 1	Asistencia a suelda 2
Ciclo 149	129		140		Montaje de refuerzos triangulares
Ciclo 160	28		53	Soldador de suelda 2	Puntear brazos en suelda 1
Ciclo 162	33		120		Remate de suelda en brazo
Ciclo 164	33	N/A	Abastecimiento y punteada de suelda 2	Soldador de suelda 2	Puntear brazos
Ciclo 166	28	106		Soldador de suelda 1	

Ciclo 167	27	134		Soldador de suelda 2	Remate de suelda en brazo
Ciclo 196	251	120		Suelda 1	Montaje de soporte de abrazaderas
Ciclo 226	120	Tiempo de suelda 3	57	Suelda 1	Cambio de boquilla
Ciclo 231	27	Tiempo que el soldador estuvo en suelda 1	54	Soldador 2	Puntear brazos
Ciclo 236	29	140	Abastecimiento Suelda 2	Soldador 1	
Ciclo 280	458	Tiempo basado en suelda 1 coincide	154	Suelda 1	
Ciclo 297	136		77	Suelda 1	Montaje de refuerzos triangulares
Ciclo 319	3600	3600	3600	Salida 14:00	entrada 15:00
Ciclo 320	41		Abastecimiento de suelda 2	Soldador de suelda 2	Puntear brazos
Ciclo 332	34	130		Suelda 1	
Ciclo 381	286	Abastecimiento de suelda 3	49	Suelda 1	Montaje de soporte de abrazaderas
Ciclo 416	39	Brazos punteados en suelda 1	78	Soldador Suelda 2	Puntear brazo
Ciclo 423	126	67	Abastecimiento de suelda	Suelda 1	Montaje de refuerzos triangulares
Ciclo 479	5,33		63	Suelda 1	Montaje de soportes de abrazaderas
TOTAL, TIEMPO M	9804,46	4960	5042		19806,46

3.5.3 OEE

La Eficiencia General de los Equipos o OEE por sus siglas en inglés (Overall Equipment Effectiveness), se presenta como un indicador fundamental de rendimiento adoptado en la industria manufacturera con el propósito de evaluar la eficacia global de los equipos de producción. Este indicador nos ofrece una perspectiva exhaustiva del desempeño operativo, considerando aspectos como la disponibilidad, el rendimiento y la calidad del equipo.

Formulas a emplear:

$$1) \text{Tiempo disponible} = \text{tiempo produccion planificado} - \text{Tiempo descanso programado} =$$

$$2) \text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo productivo}}{\text{Tiempo disponible}} \cdot 100 =$$

$$3) \text{Ren} = \frac{\text{Produccion real}}{\text{Capacidad productiva}} \cdot 100 =$$

$$4) \text{Calidad} = \frac{\text{Buenas piezas}}{\text{Produccion real}} \cdot 100 =$$

$$5) \text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad} =$$

3.5.3.1 OEE - Proceso de producción de “BASTIDORES”

Examinaremos a través de la metodología OEE, y para llevar a cabo este análisis, la obtención de información sobre los tiempos muertos se considera la forma más efectiva de describir la situación y evaluar su alcance.

Según el análisis:

$$1) \text{Tiempos muertos} = 15 + 8 + 5 + 27 = 55$$

$$\text{Tiempo disponible} = 320 - 15 = 305$$

$$2) \text{Disponibilidad} = \frac{249}{305} \cdot 100 = 81\%$$

- 3) $Rendi = \frac{500}{500} \cdot 100 = 100\%$
- 4) $Calidad = \frac{500}{500} \cdot 100 = 81\%$
- 5) $OEE = 81\% \cdot 100\% \cdot 100\% = 81\%$

Al examinar los resultados, observamos que los porcentajes son muy favorables, lo que indica una eficiencia notable en este proceso. Ninguno de los índices de disponibilidad, rendimiento y calidad se sitúa por debajo del 80%.

OEE proceso de producción de pasadores

- 1) $Tiempos\ muertos = 1.66 + 2.42 + 7.98 = 12$
- 2) $Tiempo\ disponible = 270 - 15 = 255$
- 3) $Disponibilidad = \frac{243}{255} \cdot 100 = 95\%$
- 4) $Rendi = \frac{500}{700} \cdot 100 = 61\%$
- 5) $Calidad = \frac{498}{500} \cdot 100 = 99\%$
- 6) $OEE = 95\% \cdot 61\% \cdot 99\% = 57\%$

La problemática identificada en el rendimiento requiere una atención especial, ya que se ha constatado que algunas máquinas interrumpen sus operaciones debido a la falta de materia prima, lo que incide directamente en la disminución del rendimiento global. Esta situación subraya la necesidad de abordar de manera integral la gestión de los recursos y la planificación de la cadena de suministro para optimizar la disponibilidad de materiales y mejorar así el rendimiento del proceso.

OEE proceso de producción de soldadura

- 1) $Tiempos\ muertos = 22.25 + 22.58 + 1.15 + 1 + 1.10 + 1.18 + 10 = 60$
- 2) $Tiempo\ disponible = 210 - 15 = 195$
- 3) $Disponibilidad = \frac{135}{195} \cdot 100 = 69\%$
- 4) $Rendi = \frac{6072.39 + 7823}{195} \cdot 100 = 71\%$
- 5) $Calidad = \frac{12600}{13848} \cdot 100 = 90\%$
- 6) $OEE = 69\% + 71\% + 90\% = 44\%$

La problemática asociada tanto a la llegada lenta de la materia prima como del alambre de soldar se traduce en una considerable disminución de la disponibilidad. Además, el rendimiento se ve afectado significativamente por la carencia de suministro de CO₂. Estos desafíos evidencian la necesidad de implementar estrategias eficientes en la gestión de la cadena de suministro, buscando soluciones para agilizar la llegada de los insumos esenciales.

OEE proceso de producción de galvanizado

- 1) *Tiempos muertos* = 7.20 + 10.40 + 19.55 + 23.39 = 61
- 2) *Tiempo disponible* = 180 - 15 = 165
- 3) *Disponibilidad* = $\frac{104}{165} \cdot 100 = 63\%$
- 4) *Rendi* = $\frac{500}{700} \cdot 100 = 71\%$
- 5) *Calidad* = $\frac{485}{500} \cdot 100 = 97\%$
- 6) *OEE* = 63% · 71% · 97% = 43%

OEE proceso de ensamble y amarrado

- 1) *Tiempos muertos* = 10 + 5 = 15
- 2) *Tiempo disponible* = 150 - 15 = 135
- 3) *Disponibilidad* = $\frac{120}{135} \cdot 100 = 88\%$
- 4) *Rendi* = $\frac{500}{600} \cdot 100 = 83\%$
- 5) *Calidad* = $\frac{498}{500} \cdot 100 = 99\%$
- 6) *OEE* = 88% · 83% · 99% = 72%

La problemática central reside en que el rendimiento de la maquinaria no es lo suficientemente eficiente. Este problema se manifiesta en la necesidad de volver a calentar el zinc después de cada ciclo de cuatro ollas, generando demoras que impactan directamente en la continuidad del proceso de galvanizado. Esta situación subraya la importancia de abordar las limitaciones en el rendimiento de la maquinaria y explorar soluciones que minimicen los tiempos de espera, optimizando así la eficiencia en el proceso de galvanizado.

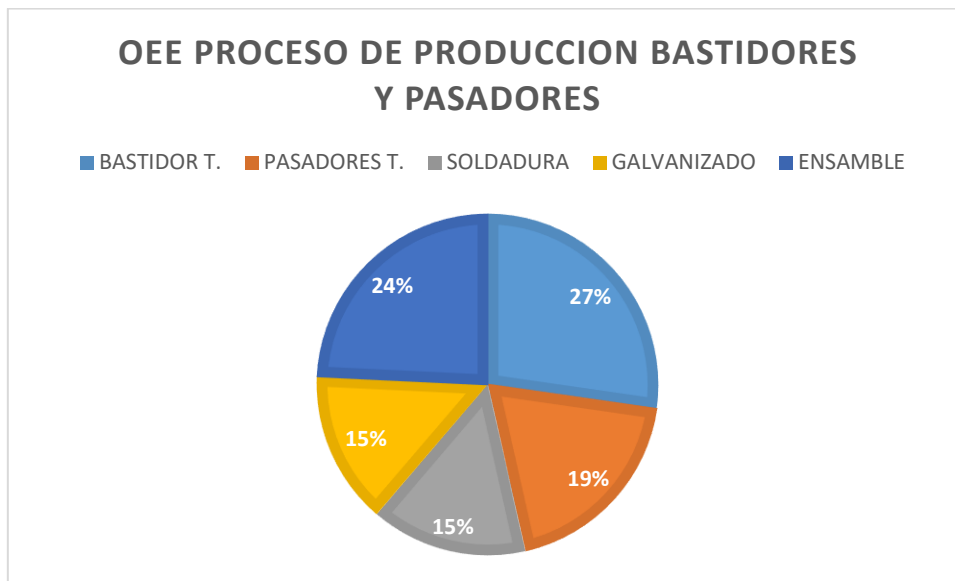


Figura 90. Porcentaje de la eficiencia del OEE del Bastidor

3.5.3.2 OEE - Proceso de producción de “BRAZOS”

Examinaremos a través de la metodología OEE, y para llevar a cabo este análisis, la obtención de información sobre los tiempos muertos se considera la forma más efectiva de describir la situación y evaluar su alcance.

Según el análisis:

1. *Tiempos muertos* = 25
2. *Tiempo disponible* = $420 - 15 = 405$
3. *Disponibilidad* = $\frac{280}{405} \cdot 100 = 69\%$
4. *Rendi* = $\frac{500}{60.77} \cdot 100 = 82\%$
5. *Calidad* = $\frac{499}{500} \cdot 100 = 99\%$
6. *OEE* = $69\% \cdot 82\% \cdot 99\% = 56\%$

Al examinar los resultados, observamos que los porcentajes son muy favorables mientras que otros no como la disponibilidad, lo que indica una eficiencia y deficiencia notable en

este proceso. Ninguno de los índices de rendimiento y calidad se sitúa por debajo del 80% lo que nos da un punto favorable en corregir.

OEE proceso de producción de soldadura 1

En este procedimiento, se contó con la participación de cuatro personas, quienes tuvieron a su disposición cuatro máquinas soldadoras. Aunque estas máquinas cumplieron con la tarea asignada, se identificaron diversos tiempos muertos y cuellos de botella durante el proceso.

1. *Tiempos muertos* = 31.75 minutos
2. *Tiempo disponible* = 420 - 15 = 405 minutos
3. *Disponibilidad* = $\frac{373.25}{405} \cdot 100 = 92\%$
4. *Rendi* = $\frac{200}{226.17} \cdot 100 = 88\%$
5. *Calidad* = $\frac{378}{100} \cdot 100 = 99\%$
6. *OEE* = 92% · 88% · 99% = 88%

En esta sección, la incidencia de tiempos muertos fue mínima, lo que se tradujo en una eficiencia notable debido a calidad, rendimientos y disponibilidad positivos.

OEE proceso de producción de soldadura 2

1. *Tiempos muertos* = 330 minutos
2. *Tiempo disponible* = 420 - 15 = 405 minutos
3. *Disponibilidad* = $\frac{75}{405} \cdot 100 = 18\%$
4. *Rendi* = $\frac{50}{187.60} \cdot 100 = 26\%$
5. *Calidad* = $\frac{92}{100} \cdot 100 = 92\%$
6. *OEE* = 18% * 26% * 92% = 43%

La problemática asociada tanto a la llegada lenta de la materia prima como del alambre de soldar se traduce en una considerable disminución de la disponibilidad. Además, el

rendimiento se ve afectado significativamente por la carencia de suministro de CO₂. Estos desafíos evidencian la necesidad de implementar estrategias eficientes en la gestión de la cadena de suministro, buscando soluciones para agilizar la llegada de los insumos esenciales.

OEE proceso de producción de galvanizado

1. *Tiempos muertos* = 901.11 minutos
2. *Tiempo disponible* = 1220 – 15 = 1205 minutos
3. *Disponibilidad* = $\frac{303.89}{1205} \cdot 100 = 25\%$
4. *Rendi* = $\frac{500}{700} \cdot 100 = 71\%$
5. *Calidad* = $\frac{495}{500} \cdot 100 = 99\%$
6. *OEE* = 25% · 71% · 99% = 17%

OEE proceso de ensamble de brazos

1. *Tiempos muertos* = 30 minutos = 1800 segundos
2. *Tiempo disponible* = 210 – 15 = 195 minutos
3. *Disponibilidad* = $\frac{165}{195} \cdot 100 = 84\%$
4. *Rendi* = $\frac{500}{600} \cdot 100 = 83\%$
5. *Calidad* = $\frac{480}{500} \cdot 100 = 96\%$
6. *OEE* = 84% · 83% · 96% = 87%

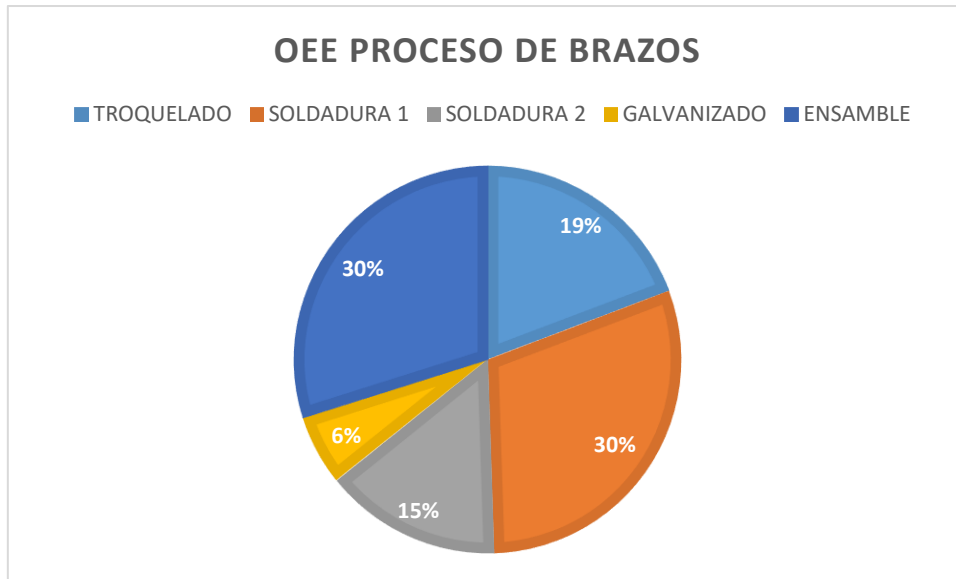


Figura 91. Diagrama del OEE, % del proceso del brazo

La problemática central reside en que el rendimiento de la maquinaria no es lo suficientemente eficiente. Este problema se manifiesta en la necesidad de volver a calentar el zinc después de cada ciclo de cuatro ollas, generando demoras que impactan directamente en la continuidad del proceso de galvanizado. Esta situación subraya la importancia de abordar las limitaciones en el rendimiento de la maquinaria y explorar soluciones que minimicen los tiempos de espera, optimizando así la eficiencia en el proceso de galvanizado.

4. Conclusiones

- Se logró identificar el cuello de botella mediante la aplicación de un modelo denominado OEE (Eficiencia general de los Equipos), con la información recolectada del producto y los datos obtenidos por proceso se estableció un indicador donde se verificó el tiempo muerto y el cuello de botella, en el caso del bastidor de una vía se localizó en la actividad de (Galvanizado) por la capacidad que requiere la inmersión en la cuba de zinc y el tiempo que toma el recalentar la cuba, genera una acumulación de piezas en espera posterior al tratamiento de limpieza del material, mientras que en el caso del brazo para luminaria se

identificó en el proceso de (Suelda) por el tiempo de espera de los materiales, la contabilización de los refuerzos de tortuga y de abrazaderas ya que una vez soldado esos dos componentes se debe de unir con el tubo y el refuerzo triangular por lo cual toma un tiempo de espera para soldar el brazo completo.

- Mediante la documentación del proceso completo de producción de los bastidores de una vía y de los brazos para luminaria en Fadhelec nos permite aclarar cada etapa desde la recepción de la materia prima hasta la salida del producto terminado, este análisis permite una visión integral de la cadena de producción facilitando la identificación de áreas de mejora como en el de corte y perforación de la base del bastidor como también en el área de corte de pletina el cual se requiere un sello para la identificación del fabricante asegurando la calidad por cada proceso.
- Se puede concluir que hay necesidades específicas de mejora en las áreas de soldadura y galvanizado para aumentar la eficiencia de los procesos. Se ha observado una acumulación considerable de tiempos en estas áreas, lo que sugiere la necesidad de intervenciones para abordar estos problemas. Una propuesta consiste en realizar un mantenimiento regular de los equipos de soldadura para prevenir bloqueos y retrasos. Además, en el área de galvanizado, se requiere mantener una temperatura óptima y aumentar la capacidad de las ollas utilizadas para este proceso
- A través del análisis detallado de los diagramas de flujo por producto del bastidor y del brazo para luminaria, se obtuvo información necesaria para la valorización de los tiempos necesarios durante la producción de estos componentes, el proceso de recopilación de datos permitió calcular indicadores de rendimiento clave e identificar tiempos de espera.
- Al considerar la aplicación del método OEE en la identificación de cuellos de botella no solo refleja el rendimiento y la calidad del producto sino también el compromiso del personal laboral, proporcionando una estructura sólida para medir y mejorar la eficiencia del trabajo.

4 Recomendaciones

Se sugiere realizar una rotación del personal en las máquinas pesadas como las troqueladoras ya que la carga de fatiga es mucho mayor en el proceso por lo cual capacitar personal en estas áreas podría disminuir el tiempo de fatiga y el tiempo de producción del producto sería mayor.

Se sugiere realizar una nueva evaluación detallada de los procesos actuales con el propósito de identificar y eliminar cualquier cuello de botella que pueda afectar de manera marginal la eficiencia operativa.

Se sugiere implementar un motor para la rotación del fleje en el proceso de corte de la base del bastidor ya que el tiempo en que toca desenrollar el fleje para disminuir el tiempo de corte, aumentando el número de piezas cortadas.

Introducir estrategias de tecnología y automatización que estén a la vanguardia del año, con el objetivo de modernizar la producción, como resultado tendremos el reducir los tiempos de ciclo, mejorando la productividad y la operatividad general de la empresa.

Desarrollar estrategias que eviten tanto la escasez de materia prima como el exceso de inventario, y al mismo tiempo tener un inventario de seguridad para que el personal no tenga que esperar por materia prima, esto puede optimizar los niveles de stock y mejorar la gestión de la cadena de suministro.

5 Bibliografía

- [1 W. P. PATTA BAQUERO, «DISEÑO DE UN PROCESO INDUSTRIAL PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA A PARTIR DE GROSELLA AGRIA (*Phyllanthus acidus*) PARA EL CANTON ELOY ALFARO,» Riobamba, 2021.
- [2 R. E. B. T. Á. M. A. Altamirano, «Optimización de los procesos operativos mediante la teoría de restricciones,» *Revista Digital de ciencia, ingeniería y tecnología*, vol. 1, 2022.
- [3 M. Bombón, A. Jordán y J. Jordán , *Teoría de restricciones como herramienta de desarrollo estratégico*, Quito: Digital Publisher CEIT, 2019.
- [4 J. A. Muñoz Guevara, C. A. Zapata Urquijo y P. D. Medina Varela, «Lean Manufacturing Modelos y herramientas,» 2022. [En línea]. Available: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ad2e22-e1fe-45ba-b872-54ea0d9817fd/content>.
- [5 D. P. Samudio Delgado, «PROPUESTA DE MEJORA BASADO EN LA FILOSOFIA LEAN MANUFACTURING EN PROCESO PRODUCTIVO DE FRUTA CONGELADA EN TROZOS EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS,» Mayo 2020. [En línea]. Available: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7965/1/83433-2020-III-GC.pdf>.
- [6 D. Gonzáles Morales y D. Idrovo Bravo, «Implementación de la metodología SMED y detección de cuellos de botella del proceso e reenvasado para la mejora de la productividad de una empresa comercializadora de productos agroindustriales.,» 5 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22789/1/UPS-GT003810.pdf>.
- [7 Andalucía Emprende Fundación Pública Andaluza, Cadena de Valor, Sevilla, 2019.
- [8 A. Garralda, A. Epelde, O. Iturralde, E. Compains, C. Maison, M. Altarriba, M. B. Goldaracena y E. Maraví-Poma, «Mayo Clinic,» 22 Diciembre 2020. [En línea]. Available: [https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/cornea-transplant/about/pac-20385285#:~:text=Un%20trasplante%20de%20c%C3%B3rneas%20\(queratoplastia,forma%20de%20c%C3%BApula%20del%20ojo.](https://www.mayoclinic.org/es-es/tests-procedures/cornea-transplant/about/pac-20385285#:~:text=Un%20trasplante%20de%20c%C3%B3rneas%20(queratoplastia,forma%20de%20c%C3%BApula%20del%20ojo.)
- [9 M. J. Muñoz Yáñez, *GUÍA DE CONCEPTOS EN INVESTIGACIÓN PARA ACADÉMICOS UGM*, Chile: https://www.ugm.cl/ugm/site/docs/20210511/20210511125702/guia_investigacion_ugm_2021.pdf, 2021.
- [1 J. M. Llugsa Hinojosa, «ESTUDIO DE TIEMPOS EN EL ÁREA DE DOSIFICADO DE INGREDIENTES,» Agosto 2020. [En línea]. Available: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31217/1/t1700id.pdf>.
- [1 MINISTERIO DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES, 1] *Especificaciones técnicas de materiales y equipos del sistema de distribución producto Bastidores*, https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=50:especificacion-tecnica-bases&catid=18:pdfs&Itemid=19, 2019.

- [1] M. d. L. Cárdenas Erazo , *Propuesta para la aplicación del Sistema de Producción Toyota*
2] *en*, Cuenca: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/12339/1/17866.pdf>, 2022.
- [1] MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE, *Especificaciones*
3] *técnicas de materiales y equipos del sistema de distribución producto brazos*,
<https://www.unidadespropiedad.com/pdf/2d/Secc3-EspTec/Luminarias/brazos.pdf>, 2015.


6 ANEXOS

6.1 Anexo encuestas

Encuesta para ver el estado de la empresa.

Mediante la encuesta, el Sr. Jonathan Benavidez puede destacar que el proceso de ineficiencia es el cambio de matrices al momento de troquelado y para mejorar este proceso sugiere matrices más complejas, así como la falta de comunicación con las demás áreas ralentiza el proceso.

FORMULARIO DE ENCUESTA



NOMBRE DEL CANDIDATO	Jonathan Benavidez		REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	75,72,2023	HORA DE INICIO:		HORA DE FINALIZACIÓN
ÁREA DE TRABAJO	Plywood		PUESTO	Troquelado
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUMPLIENDO				

¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Troquelado operados de montacargas laminado corte y perforado
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	en el corte y perforado el cambio de matrices
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Cambio de matrices
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	NO
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	no la verdad
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	no
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	si
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	no
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	si
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	si falta de comunicación
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	si
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	matrices mas complejas



ENTREVISTADOR		FIRMA	
---------------	--	-------	--

Figura 92. Formulario de encuesta Jonathan Benavidez.

Mediante la encuesta, el Sr. Jordán Rodríguez, menciona que el tiempo que genera ineficiencia también es el cambio de matrices en el troquelado, así como también sugiere que la empresa tenga una bodega de repuestos para los troqueles.

FORMULARIO DE ENCUESTA 

NOMBRE DEL CANDIDATO	<i>Jordan Rodriguez</i>		REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	<i>15/11/17</i>	HORA DE INICIO:	<i>12:30</i>	HORA DE FINALIZACIÓN
ÁREA DE TRABAJO	<i>Producción</i>	PUESTO	<i>Troquelador</i>	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO				


¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	<i>Troquelar</i>
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	<i>Si en cambio le pones a los troqueles.</i>
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	<i>NO</i>
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	<i>NO</i>
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	<i>Si</i>
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	<i>Si</i>
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	<i>Si</i>
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	<i>Si</i>
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	<i>Si</i>
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	<i>NO</i>
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	<i>NO.</i>
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	<i>Troquelar de tener en un lugar repuestos para los troqueles y matrices</i>

ENTREVISTADOR	HEMVA	<i>Jordán</i>
---------------	-------	---------------

Figura 93. Formulario de encuesta Jordan Rodriguez.

Mediante la encuesta, el Sr. Santiago Vega (operador Máquinas fresadora, torno convencional), tiene tiempo que considera muy desperdiciado, el cual es el afilado de la broca, puesto que tiene un tiempo de 5 a 10 minutos, sugiere que para mejorar el proceso es necesario renovar muchas máquinas y así también como herramientas de mejora calidad.

FORMULARIO DE ENCUESTA


FADHELEC
INDUSTRIAL GROUP

NOMBRE DEL CANDIDATO	Santiago Vega	REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	15/12/2023	HORA DE INICIO	
ÁREA DE TRABAJO	Producción	PERIODO	Operador
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO			
Segundo del Área de Mecanizado y Mantenimiento de Máquinas.			

¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Use de Máquinas como Torno convencional, Fresadora convencional, Torno CNC, Totales de Banco y Pochi fresadora Universal.
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	El Afilado de la Broca de Saco pero que no puede ser Ahorra.
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Cuando realizo un Perfilado de los perfilos de las Máquinas.
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	El mecanizado en la Fresadora Convencional.
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	Sí.
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	Sí, A veces al realizar los mantenimientos de las máquinas sin su autorización.
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	Sí.
¿Has experimentado alguna vez falta de oportoe o recursos para realizar tus tareas?	No.
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	Sí, Mejorar de algunos máquinas del Área.
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	No.
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	Sí, Máquinas más modernas.
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	Máquinas más modernas y Mantenimiento de mejor calidad.



ENTREVISTADOR	FIRMA
	

Figura 94. Fuente, elaboración propia, C. Cuyo, S. Becerra, 2023.

Mediante la encuesta, el Sr. Fabián Maugia (soldador), menciona que el proceso que ralentiza el proceso de soldadura no es el proceso de esta sino la contabilización de las piezas, puesto que deben estar pares las piezas para comenzar con el trabajo de soldadura.


Sugiere crear o mejorar un método que contabilice las piezas y no tome mucho tiempo de los esperado.

FORMULARIO DE ENCUESTA 

NOMBRE DEL CANDIDATO	Fabián Maugia		REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	15-12-23	HORA DE INICIO:		HORA DE FINALIZACIÓN
AREA DE TRABAJO	Producción	PUESTO	Soldador	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO				
¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Soldado de hornos			
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	Contar el material			
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	NO			
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	NO			
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	Si es buena la comunicación			
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	NO			
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	SI			
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	NO			
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	NO			
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	NO			
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	NO			
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	Otro método para contabilizar el material			
ENTREVISTADOR			TEMA	Fabián Maugia

Figura 95. Formulario de encuesta Fabián Maugia.

Mediante la encuesta, el Sr. Servilio Campoverde (Galvanizado), nos puede mencionar que no existe procesos que crea ineficientes o que tomen mucho más tiempo de lo esperado, sin embargo, si menciona que se necesita una cuba más grande que podría reducir más tiempo en el proceso de galvanizado.

FORMULARIO DE ENCUESTA 

NOMBRE DEL CANDIDATO	Servilio Campoverde		REALIZADO POR	
FICHA DE ENCUESTA		HORA DE INICIO		HORA DE FINALIZACIÓN
AREA DE TRABAJO	Galvanizado		PUESTO	Lider de Galvanizado.
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO				

¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Galvanizar Herrajes y material externo
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	Material entregado
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Material con exceso de Acetos
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	NO
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	SI
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	Siempre Tenemos lo necesario
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	NO
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	Si Dispongo de todo lo necesario
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	no
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	SI
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	una cuba mas grande



ENTREVISTADOR		FIRMA	
---------------	--	-------	---

Figura 96. Formulario de encuesta Servilio Campoverde.

Mediante la encuesta, el Sr. Diego Ramírez (Ayudante), destaca que llegan piezas que no pertenecen al proceso que se estaba realizando, esto incentiva a que se vuelva poner nuevamente en el lugar que es, al igual que el otro operador menciona que se necesita una cuba más grande.

FORMULARIO DE ENCUESTA



FADHELEC
INDUSTRIAL S.A.S.

NOMBRE DEL CANDIDATO	Diego Ramirez	REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	14/03/2023	HORA DE INICIO:	16:00
AREA DE TRABAJO	Galvanizado	PUESTO:	Ayudante
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO			

¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Aprovecho todo tipo de material.
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	SI
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	A veces llegan diferentes tipos de piezas.
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	SI
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	A veces
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	NO
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	SI
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	NO
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	A veces
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	SI
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	SI
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	<input checked="" type="checkbox"/> Solicitar una cuba más grande. <input checked="" type="checkbox"/> Otro cambio



ENTREVISTADOR	REMA
	

Figura 97. Formulario de encuesta Diego Ramírez.

Mediante la encuesta, el Sr. Byron Shiguango (Ayudante galvanizado), menciona que la cuba donde está el zinc tiende a bajar la temperatura, por lo cual toma entre 15 a 20 minutos esperar que vuelva a la temperatura necesaria y seguir con el proceso, también sugiere una cuba más grande.

FORMULARIO DE ENCUESTA


FADHELEC
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



NOMBRE DEL CANDIDATO	Byron Shiguango		REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	15/12/2023	HORA DE INICIO	16:00	HORA DE FINALIZACIÓN
AREA DE TRABAJO	Galvanizado		PUESTO	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO				
¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Galvanizar diferentes tipos de Herrajes			
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	Realizar la usilla de Anclajes			
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Precisamente en los circuitos se baja mucho la temperatura			
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	NO			
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	Si			
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	A veces			
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	Si			
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	Algunas veces			
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	Si			
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	Si			
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	A veces			
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	Se solicitaría hacer nuevas cubas de zinc			
ENTREVISTADOR			TEMA	

Figura 98. Formulario de encuesta Byron Shiguango.

Mediante la encuesta, el Sr. Delfido Giler (calidad), menciona que se ralentiza el tiempo cuando se mezcla el material, también. La falta de comunicación con demás áreas de la empresa. Lo que sugiere. Que podría mejorar el proceso si se tiene una pistola de batería.

FORMULARIO DE ENCUESTA



NOMBRE DEL CANDIDATO	Delfido Giler		REALIZADO POR		
FECHA DE ENCUESTA	19/12/23	HORA DE INICIO:	12:40	HORA DE FINALIZACIÓN	12:45
AREA DE TRABAJO	Ensamble		PUESTO	Calidad	
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO					

¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Revisar que el material cumple con las normas.
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	Al coger las fallas al material.
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Cuando mezclan el material que sacan del galvanizado
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	No
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	Toraria seguir mejorando la comunicación
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	Si no sacan rapido el material del galvanico
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	Si cuenta con los recursos
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	Si cuando a veces se daña el compresor de aire
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	Pistola de aire de batería
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	No todo bien
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	Si podría una pistola de batería.
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	Todo bien



ENTREVISTADOR	FIRMA	
---------------	-------	---

Figura 99. Formulario de encuesta Delfido Giler.

Mediante la encuesta, el Sr. Mishelle Calero (Armadora), menciona que el tiempo que tiene más ineficiencias, es el galvanizado, ya que no está bien y se debe corregir y limpiar muchas fallas que llega de aquella área, por lo cual, la falta de comunicación entre ambos departamentos es muy poca.

FORMULARIO DE ENCUESTA


FADHELEC
INSTITUCIÓN


NOMBRE DEL CANDIDATO	Mishelle Calero	REALIZADO POR	
FECHA DE ENCUESTA	15-12-23	HORA DE INICIO:	12:40 en.
FECHA DE FINALIZACIÓN			
AREA DE TRABAJO	Empamble	PUESTO	Armadora
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO			
¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Limpiar, Armar		
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	No		
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Cuando el galvanizado no está bien, tengo que limpiar y bajar muchas fallas.		
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	No		
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	No, en algunas ocasiones no toman en cuenta nuestras sugerencias.		
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	Si, no nos dejan tareas para realizar. Luego de acabar una, quedas.		
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	Si.		
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	NO		
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	No		
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	No		
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	Cero tenemos lo necesario		
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	Escuchar otras ideas		
ENTREVISTADOR		FIRMA	

Figura 100. Formulario de encuesta Mishelle Calero.

Mediante la encuesta, los Sr. Henry Ramos y Cristhian Neira (Bodega), Según los señores, mencionan que la bodega mantiene buenas condiciones de almacenamiento de materia prima y recepción de productos terminados, sin embargo, ampliar la bodega o un galpón más grande, sería la mejor forma más organizada de almacenar la materia prima y los inventarios de piezas para su despacho, esto incentiva tener un mejor almacenamiento de ambos.

FORMULARIO DE ENCUESTA


FADHELEC
ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE ALUMINIO DEL ECUADOR

NOMBRE DEL CANDIDATO	Cristhian Neira	REALIZADO POR	
Fecha de encuesta	15/12/2023	HORA DE INICIO	
AREA DE TRABAJO	Bodega	PUESTO	Supervisor de Bodega
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO			
¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?	Manejo de Inventario - Entradas y Salidas		
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?	No		
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?	Si - Revisión de Negativos		
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?	No		
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble), ?	Si		
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?	Si		
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?	No		
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?	No		
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?	Si		
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?	No		
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?	Si		
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?	MEJORA DE GALPON		

ENTREVISTADOR



Figura 101. Formulario de encuesta Cristhian Neira.

FORMULARIO DE ENCUESTA



NOMBRE DEL CANDIDATO	Henry Ramos		REALIZADO POR		
FECHA DE ENCUESTA	15/01/2023	HORA DE INICIO:	16:19	HORA DE FINALIZACIÓN	16:24
AREA DE TRABAJO	Bodega	PUESTO	16:24 Backup		
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO QUE SE ESTÁ CUBRIENDO					
¿Cuáles son las principales tareas que realizas a diario?		Preparar, despachar, recibir material			
¿Hay alguna tarea que sientas que toma más tiempo del necesario?		NO			
¿Puedes identificar áreas o momentos específicos en los que el trabajo se ralentiza?		Falta de material en bodega para despacho			
¿Hay procesos que consideras particularmente ineficientes?		NO			
¿Consideras buena la comunicación en las diferentes áreas (mecanizado, galvanizado, ensamble)?		SI			
¿Hay momentos en los que la falta de comunicación ha afectado negativamente tu trabajo?		SI			
¿Tienes acceso a los recursos necesarios para completar tu trabajo de manera eficiente?		SI			
¿Has experimentado alguna vez falta de soporte o recursos para realizar tus tareas?		NO			
¿Necesitas más información o herramientas para mejorar tu desempeño?		NO			
¿Existen obstáculos en la colaboración entre diferentes áreas?		NO			
¿Hay herramientas o tecnologías que crees que podrían facilitar tu trabajo?		SI			
¿Qué cambios sugerirías para hacer los procesos más eficientes?		Coordinar bien el tiempo de entregas del producto			
ENTREVISTADOR			FIRMA		

Figura 102. Formulario de encuesta Henry Ramos.

6.2 Anexo orden de producción

Orden de producción.

FADHELEC FABRICACION Y DISTRIBUCION DE HERRAJES ELECTRICOS

ORDEN DE PRODUCCIÓN: 06093-STK

CLIENTE: FABRICACION Y DISTRIBUCION DE HERRAJES ELECTRICOS

OBSERVACION: NP:3257 COMPLETAR 424 UND STK 1076

LUGAR: EMISION: 05/12/2023 VENCE: 29/12/2023

LOTE:

CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
BAS3841VCB	BASTIDOR DE ACERO GALVANIZADO, PLETINA 38 X 4 MM (1"1/2 X 5/32"), 1 VIA CON BASE	1500

Figura 103. Orden de producción, Fadhelec 2023

1. Se hace imperativo implementar un control de producción con el fin de asignar responsabilidades a cada trabajador, detallando aspectos como el producto, el proceso, la maquinaria utilizada, la matriz, las especificaciones nominales y las tolerancias (MM).

ORDEN DE PRODUCCIÓN		CÓDIGO		NOMBRE				
ORDEN DE PRODUCCIÓN	0000-010	CÓDIGO	0000	NOMBRE	00000000			
ESTADO	EMPEZADO	PROCESO	0000	FECHA	00/00/00			
PROYECTO FINAL	PROYECTO DE ASISTENCIA TÉCNICA AL SECTOR DE LA INDUSTRIA DE LA ALIMENTACION	CATEGORÍA PRODUCTO	00000000	UNIDAD	0000			
FECHA	00/00/00	CATEGORÍA PROCESO	0000	UNIDAD	0000			
FECHA	00/00/00	CATEGORÍA PRODUCTO	0000	UNIDAD	0000			
LISTA DE PUNTO DE LA MÁQUINA								
PRODUCTO	PROCESO	MÁQUINA	MATRIZ	ESPECIFICACION	VALORES	OPERADOR		
FILETE 80x80MM	CORTE-130MM	ESERNA UNIVERSAL	N/A	CARRERA RECORRIDO	95-20	±5	Edison - José María - David	
		TROQUELADORA	183	N/C	38	N/A		
	TROQUELADO	TROQUELADORA	186	N/C	CARRERA RECORRIDO	237 77 85	±5	Jonathan B
		TROQUELADORA	183	N/C	CARRERA RECORRIDO	70	N/A	
PLatina 80x80MM	CORTE PERFORADO Y SELLADO	TROQUELADORA	MT070	CARRERA RECORRIDO	115	±5	Jonathan B	
	TROQUELADO	TROQUELADORA	MT025	CARRERA RECORRIDO	48 87 85	N/A		
VARILLA USA 15	CORTE	TROQUELADORA	MT080	CARRERA RECORRIDO	508	±5	Unicop S	
	PERFORADO	TALADRO	N/A	CARRERA RECORRIDO	30	N/A		
SUELDA	SUELDA	SUELDA	N/A	VELOCIDAD ALAMBRE	300	±100	Jonathan B	
				FLUJO CO ₂	12	±5		
				VOLTAJE	285	±5		
				VELOCIDAD ALAMBRE	700	±100		
				FLUJO CO ₂	12	±5		
				VOLTAJE	295	±5		
				VELOCIDAD ALAMBRE	700	±100		
				FLUJO CO ₂	12	±5		
				VOLTAJE	295	±5		
				VELOCIDAD ALAMBRE	700	±100		
				FLUJO CO ₂	12	±5		
				VOLTAJE	295	±5		
				VELOCIDAD ALAMBRE	700	±100		
				FLUJO CO ₂	12	±5		
VOLTAJE	295	±5						
SUELDA	SUELDA	SUELDA	N/A	VELOCIDAD ALAMBRE	84-90	±5	Jacinto S	
				FLUJO CO ₂	10	±5		
				VOLTAJE	30-34	±5		
				VELOCIDAD ALAMBRE	84-90	±10		
SUELDA	SUELDA	SUELDA	N/A	FLUJO CO ₂	30	±5	-	
				VOLTAJE	30-34	±5		

Figura 104. Máquinas utilizadas por el personal para la fabricación del producto, Fadhelec 2023

2. Un registro detallado de los tiempos de producción se vuelve esencial en todos los procesos, ofreciendo la promesa y la garantía de que el tiempo empleado no excederá las expectativas.

REGISTRO DE TIEMPOS DE PRODUCCIÓN										
PRODUCTO	PROCESO	MONTAJE MP	MONTAJE MATRIZ (min)	FECHA INICIO	HORA INICIO	FECHA FIN	HORA FIN	TIEMPO PRODUCC. (min)	CANTIDAD PRODUCCION	OPERADOR
	CORTE-120MM	N/A	N/A	21/12/23	07:45		07:00	15	224	
		N/A	-	07/12/23	07:25	07/12/23	07:00	2.20	630	
PLETINA 25X13MM	DEL EXTREMO AL EJE 60MM Y EL DIÁMETRO DEL PERFORADO-18MM									
	TROQUELADO BASE-40MM	75	N/A	11.12.23	8.00	11.12.23	12.30	3.30	7500	Jose/Ace/B
	ALTO/190MM									
	EXTREMO DE PUNTA A PUNTA/72MM									
PLETINA 30X4MM	CORTE-308MM	N/A	N/A	07/12/23	07:30		08:00	30	147	Edo/B
		N/A	30 min	07/12/23	07:30	07/12/23	07:30	27.52	1254	Edo/B
	PERFORADO-28MM									

Figura 105. Registros de los tiempos de producción, Fadhelec 2023.

- La implementación de un riguroso control de calidad para todos los productos se hace necesario, dado que se deben cumplir con los parámetros establecidos tanto por la norma de calidad como por los requisitos del cliente.

PARTE	PROCESO	ESPECIFICACIÓN	NOMINAL	TOLERANCIA (mm)	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	MUESTRA 4	MUESTRA 5	MUESTRA 6	MUESTRA 7	MUESTRA 8	OK/NOK (si muestra más requisitos al lote)	
TUBO 88x3MM	CORTE	LONGITUD	120MM	±2	120	120	120	120	120	120	120	120	Y	
	PERFORADO	DIAMETRO	38MM	±0.5										
		EXTREMO AL EE	60MM											
	TROQUELADO	BASE	40MM		40	40	40	40	40	40	40	40	40	MA
		ALTO	18MM	±2	75	75	75	75	75	75	75	75	75	MA
EXTREMO DE PLANTA & PUNTA		72MM		72	72	72	72	72	72	72	72	72	NA	
PLETINA 88x3MM	CORTE	LONGITUD	308MM	±2	308	308	308	308	308	308	308	308	X	
	PERFORADO	DIAMETRO	18MM	±0.5	18	18	18	18	18	18	18	18	18	X
		SELLADO												
VARILLA LISA 18MM	CORTE	LONGITUD	138MM	±2	138	138	138	138	138	138	138	138		
	PERFORADO	DIAMETRO	5MM	±0.5	5	5	5	5	5	5	5	5	OK	
	TROQUELADO	ANCHO	20MM	±1	20	20	20	20	20	20	20	20	20	N/A
		LONGITUD	140MM		140	140	140	140	140	140	140	140	140	
BASTIDOR BASE CON 4 DE PLETINA	SUELDA	CORDON DE SUELDA	20MM	±2	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm	20mm		

FECHA	HORA	CANTIDAD	ENTREGADO	RECIBIDO
11/11/23	11:00	550	DL	DL
11/11/23	11:00	850	DL	DL

REPORTE PARA DE PRODUCCIÓN		
CALIBRA	DESCRIPCIÓN DE LA PARRA	TIEMPO (MIN)
OTROS	Corte de 1.12	23.00
	Corte de 1.02	24.00


REVISADO Y APROBADO POR: 
 JEFE DE PRODUCCIÓN

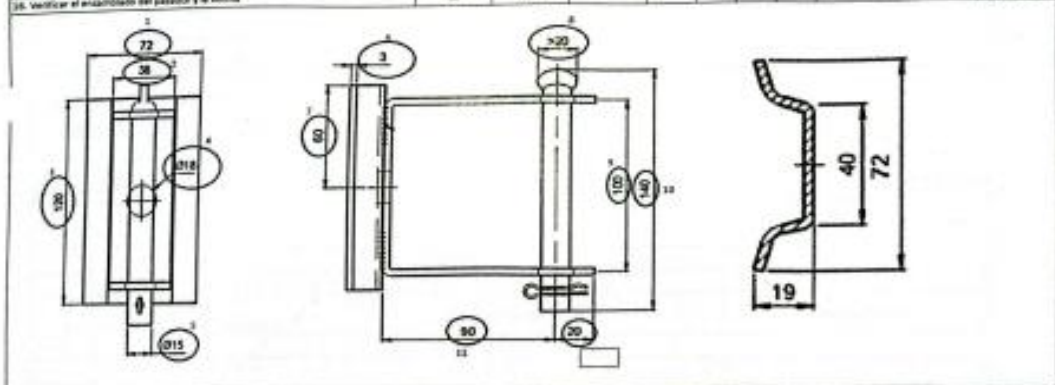
Figura 106. Control del producto en proceso, Fadhelec 2023

- La hoja de inspección se utilizará para verificar el cumplimiento de las especificaciones solicitadas por el cliente y las establecidas por la norma NTE INEN 3137-2018. Incluye detalles como la descripción, el instrumento de medida y la inspección visual.

FADHELEC		Hoja de Inspección		Fecha Elab:	22/01/2017
Versión: 01		Evaluado por:		Fecha Rev:	15/05/2023
K3-P2-F1		Aprobado por:			
<p>DESCRIPCIÓN: BASTIDOR DE ACERO GALVANIZADO, PLATEA 184 MM (1"X20"X12") CON VIE CON BASE</p> <p>TAMAÑO DE MUESTRA: 5</p> <p>NIVEL DE INSPECCIÓN: O3134-2155</p> <p>CÓDIGO DE MUESTRA: C</p> <p>CANTIDAD DE MUESTRAS: 15</p> <p>IDENTIFICACIÓN: O6093-STK</p>					

CATEGORÍA	NIVELES DE INSPECCIÓN		NIVELES DE INSPECCIÓN	
	OK	DK	OK	DK
a. Superficie Lija	✓	✓		
b. Libre de Rugosidades	✓	✓		
c. Raspados	✓	✓		
d. Venas	✓	✓		
e. Raquitas Agudas	✓	✓		
f. Rasgas Comantes	✓	✓		
g. Traslapes	✓	✓		
Total	OK	OK		

ITEM A INSPECCIONAR NORMA NTE INEN 3137-2018	Medida 1		Medida 2		Tol. +	Tol. -	Equipo de Medición	Resultado
	mm	mm	mm	mm				
1. Ancho de la base	75.43	75.99	75.46	75	3	-2	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
2. Ancho de la pletina	88.51	88.45	88.51	88	1	-1	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
3. Longitud de la Base	130	131	130.00	130	2	-3	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
4. Diámetro de la perforación	11.86	12.19	12.09	12	0.5	-0.5	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
5. Diámetro de la varilla	11.00	10.94	10.98	11	0.5	-0.5	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
6. Espesor de la base	3.46	3.59	3.33	3	0.5	-0.5	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
7. Longitud al centro de la perforación	90	87	89.90	90	2	-2	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
8. Anchamiento de la cabeza del pasador	11.19	10.89	10.84	11	3		Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
9. Apertura de la U	100	100	100.50	100	2	-2	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
10. Longitud del Pasador	140	137	140.00	140	2	-2	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
11. Altura total de la U	120	120	119.90	120	2	-2	Flexómetro - ± 1 mm	Cumple
12. Altura de la base	41.23	41.65	41.45	41	3	-2	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
13. Altura de la base	39.63	39.47	39.31	39	2	-2	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
14. Dimension de la pletina U (espesor)	1.71	1.78	1.74	1.8	0.5	-0.5	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
15. Longitud del cordón de soldadura	20.14	21.28	20.71	19	2	-2	Calibrador - Precisión ± 0,1 mm	Cumple
16. Verificar el ensamblado del pasador y la varilla	OK	OK						Cumple




 Registrado en Chile

Figura 107. Hoja de inspección, Fadhelec 2023

- La hoja de inspección específica para el galvanizado se empleará para verificar que se hayan cumplido las especificaciones de acuerdo con la norma NTE INEN 3137-2018. Contiene información sobre la descripción, el tamaño del lote y el tamaño de la muestra.


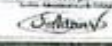

		HOJA DE INSPECCIÓN GALVANIZADO		Fecha Emis: 28/04/2023 Fecha Recv: 28/04/2023																																																													
Modelo: S2-P2-F1																																																																	
BASTIDOR DE ACERO GALVANIZADO, PUNTA DE 6M (1" L/3" V) VA CON BAP																																																																	
Cantidad en metros: 8																																																																	
Código de producto: 06093-5TK																																																																	
Fecha de emisión: 28/04/2023																																																																	
Dirección de correo electrónico:																																																																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Valor de Medida</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> <tr> <td>Medida 1</td> <td>mm</td> <td>78.8</td> <td>mm</td> <td>75.5</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 2</td> <td>mm</td> <td>85.6</td> <td>mm</td> <td>73.6</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 3</td> <td>mm</td> <td>72.4</td> <td>mm</td> <td>65.6</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 4</td> <td>mm</td> <td>77.6</td> <td>mm</td> <td>70.9</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 5</td> <td>mm</td> <td>83.5</td> <td>mm</td> <td>76.8</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> </table>						Valor de Medida	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Medida 1	mm	78.8	mm	75.5	mm	110	mm	110	mm	Medida 2	mm	85.6	mm	73.6	mm	110	mm	110	mm	Medida 3	mm	72.4	mm	65.6	mm	110	mm	110	mm	Medida 4	mm	77.6	mm	70.9	mm	110	mm	110	mm	Medida 5	mm	83.5	mm	76.8	mm	110	mm	110	mm
Valor de Medida	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad																																																								
Medida 1	mm	78.8	mm	75.5	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 2	mm	85.6	mm	73.6	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 3	mm	72.4	mm	65.6	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 4	mm	77.6	mm	70.9	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 5	mm	83.5	mm	76.8	mm	110	mm	110	mm																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> <tr> <td>Medida 1</td> <td>mm</td> <td>78.7</td> <td>mm</td> <td>68.4</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 2</td> <td>mm</td> <td>84.3</td> <td>mm</td> <td>70.3</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 3</td> <td>mm</td> <td>79.1</td> <td>mm</td> <td>71.4</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 4</td> <td>mm</td> <td>85.5</td> <td>mm</td> <td>74.6</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 5</td> <td>mm</td> <td>82.0</td> <td>mm</td> <td>72.5</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> </table>						Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Medida 1	mm	78.7	mm	68.4	mm	110	mm	110	mm	Medida 2	mm	84.3	mm	70.3	mm	110	mm	110	mm	Medida 3	mm	79.1	mm	71.4	mm	110	mm	110	mm	Medida 4	mm	85.5	mm	74.6	mm	110	mm	110	mm	Medida 5	mm	82.0	mm	72.5	mm	110	mm	110	mm
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad																																																								
Medida 1	mm	78.7	mm	68.4	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 2	mm	84.3	mm	70.3	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 3	mm	79.1	mm	71.4	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 4	mm	85.5	mm	74.6	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 5	mm	82.0	mm	72.5	mm	110	mm	110	mm																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> <tr> <td>Medida 1</td> <td>mm</td> <td>83.0</td> <td>mm</td> <td>70.7</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 2</td> <td>mm</td> <td>82.3</td> <td>mm</td> <td>65.4</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 3</td> <td>mm</td> <td>80.7</td> <td>mm</td> <td>72.9</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 4</td> <td>mm</td> <td>76.3</td> <td>mm</td> <td>72.2</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 5</td> <td>mm</td> <td>76.9</td> <td>mm</td> <td>72.3</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>110</td> <td>mm</td> </tr> </table>						Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Medida 1	mm	83.0	mm	70.7	mm	110	mm	110	mm	Medida 2	mm	82.3	mm	65.4	mm	110	mm	110	mm	Medida 3	mm	80.7	mm	72.9	mm	110	mm	110	mm	Medida 4	mm	76.3	mm	72.2	mm	110	mm	110	mm	Medida 5	mm	76.9	mm	72.3	mm	110	mm	110	mm
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad																																																								
Medida 1	mm	83.0	mm	70.7	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 2	mm	82.3	mm	65.4	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 3	mm	80.7	mm	72.9	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 4	mm	76.3	mm	72.2	mm	110	mm	110	mm																																																								
Medida 5	mm	76.9	mm	72.3	mm	110	mm	110	mm																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> </tr> <tr> <td>Medida 1</td> <td>mm</td> <td>81.31</td> <td>mm</td> <td>71.39</td> <td>mm</td> <td>111.47</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 2</td> <td>mm</td> <td>81.31</td> <td>mm</td> <td>71.39</td> <td>mm</td> <td>111.47</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 3</td> <td>mm</td> <td>81.31</td> <td>mm</td> <td>71.39</td> <td>mm</td> <td>111.47</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 4</td> <td>mm</td> <td>81.31</td> <td>mm</td> <td>71.39</td> <td>mm</td> <td>111.47</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Medida 5</td> <td>mm</td> <td>81.31</td> <td>mm</td> <td>71.39</td> <td>mm</td> <td>111.47</td> <td>mm</td> <td>0</td> <td>mm</td> </tr> </table>						Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Medida 1	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm	Medida 2	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm	Medida 3	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm	Medida 4	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm	Medida 5	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm
Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad	Valor	Unidad																																																								
Medida 1	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm																																																								
Medida 2	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm																																																								
Medida 3	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm																																																								
Medida 4	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm																																																								
Medida 5	mm	81.31	mm	71.39	mm	111.47	mm	0	mm																																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Inspección de la parte</th> <th>Valor</th> <th>Unidad</th> <th>Resultado</th> </tr> <tr> <td>Platina</td> <td>79</td> <td>mm</td> <td>81.31 Cumple</td> </tr> <tr> <td>Varilla</td> <td>75</td> <td>mm</td> <td>71.39 Cumple</td> </tr> <tr> <td>Varilla</td> <td>110</td> <td>mm</td> <td>111.47 Cumple</td> </tr> </table>						Inspección de la parte	Valor	Unidad	Resultado	Platina	79	mm	81.31 Cumple	Varilla	75	mm	71.39 Cumple	Varilla	110	mm	111.47 Cumple																																												
Inspección de la parte	Valor	Unidad	Resultado																																																														
Platina	79	mm	81.31 Cumple																																																														
Varilla	75	mm	71.39 Cumple																																																														
Varilla	110	mm	111.47 Cumple																																																														

Figura 108. Hoja de inspección de galvanizado, Fadhelec 2023