

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE
MOGROVEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**MEJORA EN EL PROCESO DE SOLDADO EN LA
EMPRESA TRUCKS AND MOTORS DEL PERU SAC**

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

MUÑOZ ALVA MARIA DEL CARMEN

Chiclayo, 22 de Agosto de 2016

**MEJORA EN EL PROCESO DE SOLDADO EN LA
EMPRESA TRUCKS AND MOTORS DEL PERU SAC**

POR:

MUÑOZ ALVA MARIA DEL CARMEN

**Presentada a la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
Para optar el título de
INGENIERO INDUSTRIAL**

JURADO INTEGRADO POR

**MSc. Martha Elina Tesén Arroyo
PRESIDENTE**

**Ing. Joselito Sánchez Pérez
SECRETARIO**

**Mgtr. Alejandro Segundo Vera Lázaro
ASESOR**

DEDICATORIA

A Dios, por su grata compañía en todas las etapas de mi vida y porque bajo ninguna circunstancia permitió que me rinda, llenándome sabiduría para alcanzar este triunfo.

A mi madre, a quién admiré por ser ejemplo de coraje, fuerza y trabajo constante. Con su apoyo incondicional, motivación y consejos pude enfrentar nuevos retos y nunca rendirme.

A mi esposo, por apoyarme en cada desafío de mi superación personal y profesional.

A mis hermanas y mis sobrinos, por acompañarme en cada reto que me propongo.

En especial, a quién cambió el rumbo de mi vida dándome la fortaleza necesaria para continuar luchando día tras día... mi querido Héctor.

AGRADECIMIENTOS

Sumamente agradecida con los docentes especializados de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por sus aportes de conocimientos, valores y compromiso personal durante nuestra incesante búsqueda de superación profesional y personal.

A mi Asesor de Tesis, Mgtr. Alejandro Vera, por su sabiduría, paciencia y el tiempo dedicado a orientarme haciendo posible culminar este proyecto.

A la Empresa Trucks and Motors del Perú, en especial a mis compañeros de trabajo a William Calderón, James Sánchez, Dany Maco y Faustino Serrato por su apoyo en la información suministrada, así como la predisposición a cualquier consulta para lograr el desarrollo de tesis.

INDICE

CARATULA	i
CARATULA CON JURADO.....	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE	v
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xviii
ABSTRACT	xix
I. INTRODUCCIÓN.....	20
II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA	21
2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	21
2.2. FUNDAMENTOS TEORICOS	23
2.2.1. MEJORA DE PROCESOS.....	23
2.2.1.1. CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION.....	24
2.2.1.2. LEAN MANAGEMENT.....	24
2.2.1.3. LOS 7 PASOS	24
2.2.1.4. MEJORA CONTINUA DE PROCESOS – PMC.....	25
2.2.2. PROCESO DE MEJORAMIENTO CONTINUO - PMC.....	25
2.2.2.1. DEFINICIÓN: PROCESO	25
2.2.2.2. ENFOQUE: REQUERIMIENTOS DEL PROCESO	25
2.2.2.3. DEFINICIÓN: PMC	25
2.2.2.4. FASES: MODELO SAMME	25
2.2.3. ESTUDIO DE TIEMPOS.....	27
2.2.3.1. DEFINICIÓN.....	27
2.2.3.2. PASOS.....	27
2.2.3.3. TÉCNICAS.....	28
2.2.4. COSTOS.....	28
2.2.4.1. CONCEPTO DE COSTOS	28
2.2.4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN.....	29

2.2.5.SOLDADURA.....	29
2.2.5.1. PROCESOS DE SOLDADURA	30
2.2.5.2. MATERIAL BASE: ACEROS AL CARBONO.....	33
2.2.5.3. MATERIAL DE APORTE: ELECTRODOS.....	34
2.2.5.4. PROCESO DE CORTE.....	34
2.2.5.5. ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROCESO de SOLDADo ...	35
2.2.6.INDICADORES.....	38
2.2.6.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO (NIEBEL).....	38
2.2.6.2. INDICADOR DE RENTABILIDAD	40
III. RESULTADOS.....	41
3.1. DIAGNOSTICAR EL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO.....	41
3.1.1.MANTENIMIENTO GENERAL DEL REMOLQUE.....	41
3.1.2.MANTENIMIENTO DE SOLDADURA EN EL REMOLQUE.....	49
3.1.3.PROCESO DE SOLDADO EN EL SSM.....	51
3.1.3.1. REPARACIÓN DE LOS BALANCINES	53
3.1.3.2. REPARACIÓN DE LOS MUELLES	53
3.1.3.3. REPARACIÓN DE LOS TEMPLADORES.....	54
3.2. DETERMINAR UN MODELO DE MEJORA DE PROCESOS.....	55
3.2.1.EVALUAR MODELOS DE MEJORA DE PROCESO.....	55
3.2.2.RESTRICCIONES.....	57
3.2.3.DESARROLLO DEL MODELO PMC.....	58
3.2.3.1. FASE 01.- SELECCIONAR.....	58
3.2.3.2. FASE 02.- ANALIZAR	58
3.2.3.3. FASE 03.- MEDIR.....	99
3.2.3.4. FASE 04.- MEJORAR	103
3.2.3.5. FASE 05.- EVALUAR.....	144
3.2.4.PLAN DE ACCIÓN.....	149
3.2.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESO DE SOLDADO...151	
3.3. EVALUAR EL COSTO - BENEFICIO DEL PMC	154
3.3.1.INVERSIONES.....	154
3.3.2.FINANCIAMIENTO.....	154
3.3.3.EVALUACIÓN ECONÓMICA.....	158
3.3.3.1. INGRESOS.....	158
3.3.3.2. EGRESOS	158
3.3.3.3. ESTADO DE RESULTADOS	158

3.3.3.4. FLUJO DE CAJA	159
3.3.4. ANÁLISIS DEL COSTO / BENEFICIO.....	160
IV. CONCLUSIONES	161
V. RECOMENDACIONES	162
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	163
VII. ANEXOS.....	165

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fase del ciclo de PMC – Modelo SAMME.....	27
Figura 2.	Clasificación general de los procesos de soldadura	30
Figura 3.	Proceso de soldadura SMAW	31
Figura 4.	Componentes en el proceso SMAW	31
Figura 5.	Proceso de soldadura MIG	32
Figura 6.	Componentes en el proceso MIG.....	32
Figura 7.	Valor de Eficiencia de deposición en soldadura.....	35
Figura 8.	Valor del factor de operación en soldadura.....	36
Figura 9.	Valor del flujo gas en soldadura	36
Figura 10.	Valor del flujo gas en soldadura	37
Figura 11.	Remolque de 03 ejes con sistema de suspensión mecánica	51
Figura 12.	Remolque de 03 ejes con sistema de suspensión mecánica	51
Figura 13.	Partes del balancín del sistema de suspensión mecánica en el remolque.....	53
Figura 14.	Muelles del sistema de suspensión mecánica en el remolque	54
Figura 15.	Partes del templador del sistema de suspensión mecánica del remolque.....	54
Figura 16.	Misión de los de modelos de mejora de procesos.....	55
Figura 17.	Beneficios de los de modelos de mejora de procesos	56
Figura 18.	Objetivos de los de modelos de mejora de procesos.....	56
Figura 19.	Enfoque de los modelos de mejora de procesos	57
Figura 20.	Pasos para el desarrollo de los de modelos de mejora de procesos	57
Figura 21.	Medidas del área a soldar: Bocina - Balancín (En V Simple).....	65
Figura 22.	Medidas del área a soldar: Porta Balancín - Estructura (Bisel Simple)	71
Figura 23.	Medidas del área a soldar: Bocina – Brazo del Templador SSM	84
Figura 24.	Medidas del área a soldar: Brazo del templador – Soporte del SSM.....	90
Figura 25.	Medidas del área a soldar: Balancín – Bocina (V Simple).....	110
Figura 26.	Medidas del área a soldar: Estructura– Porta Balancín (Bisel Simple)	116
Figura 27.	DOP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del templador	125
Figura 28.	DAP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del templador	126
Figura 29.	Medidas del área a soldar: Bocina – Brazo del Templador del SSM	129
Figura 30.	Medidas del área a soldar: Brazo del templador - Soporte del SSM	135
Figura 31.	Simulador de Crédito – Cronograma de pagos de Edpyme Alternativa	155
Figura 32.	Simulador de Crédito – Cronograma de pagos de Caja Sipan SA.....	156
Figura 33.	Simulador de Crédito – Cronograma de pagos del Banco de Crédito	157

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Indicadores de la Administración del mantenimiento.....	39
Tabla 2.	Indicadores de la Eficacia del mantenimiento	39
Tabla 3.	Indicadores de Gastos del mantenimiento.....	40
Tabla 4.	Programa de mantenimientos de los remolques (2010 – 2013).....	42
Tabla 5.	Gasto total en la actividad eléctrica del mantenimiento del remolque.....	43
Tabla 6.	Gasto total en la actividad en soldadura: Mantenimiento del remolque	44
Tabla 7.	Gasto total en la actividad mecánica del mantenimiento del remolque	45
Tabla 8.	Gasto total del mantenimiento de los remolques 2010 – 2013.....	46
Tabla 9.	Pérdida total por reprocesos en los remolques 2010 - 2013	47
Tabla 10.	Pérdida por remolques no habilitados 2010 – 2013.....	48
Tabla 11.	Tipos de trabajo de soldadura en remolques	49
Tabla 12.	Pérdida por remolques no habilitados por soldadura: 2010 – 2013.....	50
Tabla 13.	Información técnica del acero de bajo contenido de carbono	59
Tabla 14.	Información técnica del material de aporte E7018	60
Tabla 15.	Parámetro del amperaje para el proceso de soldado SMAW	60
Tabla 16.	Posiciones de soldadura.....	60
Tabla 17.	Pre calentamiento y temperatura entre pasos mínimos del acero	61
Tabla 18.	DOP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín.....	61
Tabla 19.	DAP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín.....	62
Tabla 20.	Índice de eficacia en la medición del trabajo	63
Tabla 21.	Suplementos de tiempo en el proceso actual de soldado.....	63
Tabla 22.	Estudio de tiempo: Proceso actual de soldado del balancín	64
Tabla 23.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd	66
Tabla 24.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Ed	66
Tabla 25.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Vd.....	66
Tabla 26.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Fo	67
Tabla 27.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MP.....	67
Tabla 28.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOD.....	67
Tabla 29.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MOD.....	68
Tabla 30.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOI	68
Tabla 31.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto MOI.....	68
Tabla 32.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: VEquipo.....	69

Tabla 33.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: GEquipo.....	69
Tabla 34.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: GHerramienta	69
Tabla 35.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: GEnergía.....	70
Tabla 36.	Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Resumen	70
Tabla 37.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Pmd	72
Tabla 38.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Ed	72
Tabla 39.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Vd.....	72
Tabla 40.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Fo	73
Tabla 41.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Costo MP	73
Tabla 42.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOD.....	73
Tabla 43.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Costo MOD.....	74
Tabla 44.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOI	74
Tabla 45.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Gasto MOI	74
Tabla 46.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GEquipo.....	75
Tabla 47.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VEq	75
Tabla 48.	Proceso actual soldado “Porta Balancín - Estructura”: GHerramienta	75
Tabla 49.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GEnergía.....	76
Tabla 50.	Proceso actual de soldado “Porta Balancín – Estructura”: Resumen.....	76
Tabla 51.	Proceso de corte del balancín: Costo MP	77
Tabla 52.	Proceso de corte del balancín: Costo MOD	77
Tabla 53.	Proceso de corte del balancín: VMOD.....	77
Tabla 54.	Proceso de corte del balancín: VMOI	77
Tabla 55.	Proceso de corte del balancín: Gasto MOD	78
Tabla 56.	Proceso de corte del balancín: GEquipo.....	78
Tabla 57.	Proceso de corte del balancín: VEquipos	78
Tabla 58.	Proceso de corte del balancín: GHerramienta	78
Tabla 59.	Proceso de corte del balancín: GEnergía.....	79
Tabla 60.	Proceso de corte del balancín: Resumen de costos y gastos	79
Tabla 61.	Proceso actual de soldado del balancín: Tipo de actividad	80
Tabla 62.	Proceso actual de soldado del balancín: Tipo de Costos y Gastos	80
Tabla 63.	DOP - Actividades en el proceso actual de soldado del templador	80
Tabla 64.	DAP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín.....	81
Tabla 65.	Índice de eficacia en la medición del trabajo	82
Tabla 66.	Suplementos de tiempo en el proceso actual de soldado actual	82
Tabla 67.	Estudio de tiempo: Proceso actual de soldado del templador del SSM	83

Tabla 68.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Pmd	85
Tabla 69.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Vd.....	85
Tabla 70.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Ed	85
Tabla 71.	Proceso de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Fo.....	86
Tabla 72.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Costo MP	86
Tabla 73.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Valor MOD.....	86
Tabla 74.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Costo MOD.....	87
Tabla 75.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Valor MOI	87
Tabla 76.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Gasto MOI	87
Tabla 77.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	GEquipo.....	88
Tabla 78.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	VEquipo.....	88
Tabla 79.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	GHerramienta ...	88
Tabla 80.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	GEnergía.....	89
Tabla 81.	Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”:	Resumen	89
Tabla 82.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Pmd	91
Tabla 83.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Ed.....	91
Tabla 84.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Vd	91
Tabla 85.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Fo	92
Tabla 86.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Costo MP.....	92
Tabla 87.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Valor MOD	92
Tabla 88.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Costo MOD	93
Tabla 89.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Gasto MOI.....	93
Tabla 90.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Valor MOI.....	93
Tabla 91.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	GEquipo	94
Tabla 92.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	VEquipo	94
Tabla 93.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	GHerramienta ...	94
Tabla 94.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	GEnergía	95
Tabla 95.	Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”:	Resumen.....	95
Tabla 96.	Proceso de corte del templador:	Costo MP	96
Tabla 97.	Proceso de corte del templador:	VMOD	96
Tabla 98.	Proceso de corte del templador:	Costo MOD	96
Tabla 99.	Proceso de corte del templador:	VMOI.....	96
Tabla 100.	Proceso de corte del templador:	Gasto MOI	97
Tabla 101.	Proceso de corte del templador:	GEquipo	97
Tabla 102.	Proceso de corte del templador:	VEquipo.....	97

Tabla 103.	Proceso de corte del templador: GHerramienta.....	97
Tabla 104.	Proceso de corte del templador: Gasto energía.....	98
Tabla 105.	Proceso de corte del templador: Resumen.....	98
Tabla 106.	Proceso actual de soldado del templador: Tipo de actividad	99
Tabla 107.	Proceso actual de soldado del templador: Tipo de Costos y Gastos.....	99
Tabla 108.	Indicadores de Administración del mantenimiento	99
Tabla 109.	Indicadores de Eficacia del mantenimiento.....	100
Tabla 110.	Indicadores de Gasto del mantenimiento	100
Tabla 111.	Indicadores de Administración del mantenimiento 2013.....	100
Tabla 112.	Indicadores de la eficacia del mantenimiento – 2013	101
Tabla 113.	Indicadores de gastos del mantenimiento - 2013.....	101
Tabla 114.	Tiempo de trabajo adicional en el proceso de soldado SSM 2013	102
Tabla 115.	Pérdida por mano de obra adicional SSM – 2013.....	102
Tabla 116.	Pérdida por remolques no operativos SSM – 2013.....	102
Tabla 117.	Balancín: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque.....	103
Tabla 118.	Templador: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque.....	103
Tabla 119.	Pérdida por merma de materia prima 2013	103
Tabla 120.	Acero de bajo contenido de carbono.....	105
Tabla 121.	Información técnica del material de aporte ER70S-6	105
Tabla 122.	Parámetro del amperaje para el proceso de soldado GMAW.....	105
Tabla 123.	Posiciones de soldadura.....	105
Tabla 124.	Pre calentamiento y temperatura entre pasos mínimos del Acero.....	106
Tabla 125.	DOP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del balancín.....	106
Tabla 126.	DAP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del balancín.....	107
Tabla 127.	Índice de Eficacia en la medición del trabajo.....	108
Tabla 128.	Suplementos de tiempo en el proceso propuesto de soldado.....	108
Tabla 129.	Estudio de tiempo: Proceso propuesto de soldado del balancín.....	109
Tabla 130.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd	111
Tabla 131.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Ed	111
Tabla 132.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Vd.....	111
Tabla 133.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Fo	112
Tabla 134.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MP.....	112
Tabla 135.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MOD.....	112
Tabla 136.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOD.....	113
Tabla 137.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOI.....	113

Tabla 138.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto MOI.....	113
Tabla 139.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: VEquipo.....	113
Tabla 140.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: GEquipo.....	114
Tabla 141.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: GHerramienta ..	114
Tabla 142.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto energía ...	115
Tabla 143.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Resumen.....	115
Tabla 144.	Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd	117
Tabla 145.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Ed	117
Tabla 146.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Vd.....	117
Tabla 147.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Fo	118
Tabla 148.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: CMP	118
Tabla 149.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VMOD.....	118
Tabla 150.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: CMOD.....	119
Tabla 151.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VMOI	119
Tabla 152.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GMOI	119
Tabla 153.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VEquipo....	120
Tabla 154.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GEquipo....	120
Tabla 155.	Proceso propuesto de soldado Porta Balancín – Estructura: GH.....	120
Tabla 156.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Genergía...	121
Tabla 157.	Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín – Estructura”: Resumen...	121
Tabla 158.	Proceso de corte del balancín: Costo MP	122
Tabla 159.	Proceso de corte del balancín: Valor MOD.....	122
Tabla 160.	Proceso de corte del balancín: Costo MOD	122
Tabla 161.	Proceso de corte del balancín: Valor MOI	122
Tabla 162.	Proceso de corte del balancín: Gasto MOI.....	123
Tabla 163.	Proceso de corte del balancín: VEquipo.....	123
Tabla 164.	Proceso de corte del balancín: GEquipo.....	123
Tabla 165.	Proceso de corte del balancín: GHerramienta	123
Tabla 166.	Proceso de corte del balancín: Gasto energía	124
Tabla 167.	Proceso de corte del balancín: Resumen	124
Tabla 168.	Proceso propuesto de soldado del balancín: Tipo de actividad	125
Tabla 169.	Proceso propuesto de soldado del balancín: Tipo de Costos y Gastos	125
Tabla 170.	Índice de Eficacia en la medición del trabajo.....	127
Tabla 171.	Suplementos de tiempo en el proceso propuesto de soldado.....	127
Tabla 172.	Estudio de tiempo: Proceso propuesto de soldado del templador	128

Tabla 173.	Proceso propuesto de soldado Bocina – Brazo Templador: Pmd.....	130
Tabla 174.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Ed	130
Tabla 175.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Vd.....	130
Tabla 176.	Proceso de propuesto “Bocina – Brazo Templador”: Fo	131
Tabla 177.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMP	131
Tabla 178.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VMOD.....	131
Tabla 179.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMOD	132
Tabla 180.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMOI	132
Tabla 181.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VMOI	132
Tabla 182.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: GEquipo....	133
Tabla 183.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VEquipo....	133
Tabla 184.	Proceso propuesto de soldado Bocina – Brazo Templador: GH	133
Tabla 185.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: GEnergía...	134
Tabla 186.	Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Resumen ...	134
Tabla 187.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Pmd.....	136
Tabla 188.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Ed.....	136
Tabla 189.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Vd	136
Tabla 190.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Fo	137
Tabla 191.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: CMP.....	137
Tabla 192.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VMOD	137
Tabla 193.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: CMOD.....	138
Tabla 194.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GMOI.....	138
Tabla 195.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VMOI.....	138
Tabla 196.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GEquipo ...	139
Tabla 197.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VEquipo ...	139
Tabla 198.	Proceso propuesto de soldado Brazo Templador – Soporte: GH	139
Tabla 199.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GEnergía ..	140
Tabla 200.	Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Resumen...	140
Tabla 201.	Proceso de corte del templador: Costo MP	141
Tabla 202.	Proceso de corte del templador: Valor MOD	141
Tabla 203.	Proceso de corte del templador: Costo MOD	141
Tabla 204.	Proceso de corte del templador: Valor MOI.....	141
Tabla 205.	Proceso de corte del templador: Gasto MOI	142
Tabla 206.	Proceso de corte del templador: VEquipo	142
Tabla 207.	Proceso de corte del templador: GEquipo	142

Tabla 208.	Proceso de corte del templador: GHerramienta.....	142
Tabla 209.	Proceso de corte del templador: GEnergía	143
Tabla 210.	Proceso de corte del templador: Resumen.....	143
Tabla 211.	Proceso propuesto de soldado del templador: Tipo de actividad.....	144
Tabla 212.	Proceso propuesto de soldado del templador: Tipo de Costos y Gastos....	144
Tabla 213.	Indicadores de Administración del mantenimiento: Proceso propuesto	145
Tabla 214.	Indicadores de eficacia del mantenimiento: Proceso propuesto	145
Tabla 215.	Indicadores de gastos del mantenimiento: Proceso propuesto	146
Tabla 216.	Tiempo de trabajo adicional en el proceso de soldado en el SSM.....	146
Tabla 217.	Tiempo de trabajo adicional: Pérdida por mano de obra adicional	147
Tabla 218.	Tiempo de trabajo adicional: Pérdida por remolques no operativos.....	147
Tabla 219.	Balancín: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque.....	148
Tabla 220.	Templador: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque.....	148
Tabla 221.	Pérdida por merma de electrodo	148
Tabla 222.	Plan de acción para mejora del proceso de soldado (1/2)	149
Tabla 223.	Plan de acción para mejora del proceso de soldado (2/2)	150
Tabla 224.	Evaluación de los factores cualitativos : SMAW - GMAW.....	151
Tabla 225.	Evaluación de los factores cuantitativos del proceso de soldado	152
Tabla 226.	Comparación de los factores cuantitativos del proceso de soldado.....	153
Tabla 227.	Equipos para el proceso MIG	154
Tabla 228.	Implementos de Seguridad para el proceso MIG.....	154
Tabla 229.	Comparación del Interés de la Entidades Financieras.....	154
Tabla 230.	Ingresos: Reducción de gasto en el proceso propuesto	158
Tabla 231.	Egresos: Gastos por mantenimiento del proceso propuesto de soldado	158
Tabla 232.	Estado de resultados	159
Tabla 233.	Flujo de Caja.....	160
Tabla 234.	Relación Beneficio - Costo del Proceso de Soldadura GMAW	160

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.	Distribución de las áreas en la empresa Trucks and Motors del Perú.....	165
ANEXO 2.	Mantenimientos Ejecutados en los Remolques (2010 – 2013).....	166
ANEXO 3.	Proceso Actual de Mantenimiento del Remolque.....	167
ANEXO 4.	Plan de Mantenimiento Anual del Remolque.....	168
ANEXO 5.	Mantenimientos ejecutados en el remolque: Tipo actividad - 2010	169
ANEXO 6.	Mantenimientos ejecutados en el remolque: Tipo actividad - 2011	170
ANEXO 7.	Mantenimientos ejecutados en el remolque: Tipo actividad - 2012	171
ANEXO 8.	Mantenimientos ejecutados en el remolque: Tipo actividad - 2013	172
ANEXO 9.	Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2010	173
ANEXO 10.	Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2011	174
ANEXO 11.	Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2012	175
ANEXO 12.	Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2013	176
ANEXO 13.	Mantenimientos ejecutados: Tipo de tarea de soldadura - 2010.....	177
ANEXO 14.	Mantenimientos ejecutados: Tipo de tarea de soldadura - 2011.....	178
ANEXO 15.	Mantenimientos ejecutados: Tipo de tarea de soldadura - 2012.....	179
ANEXO 16.	Mantenimientos ejecutados: Tipo de tarea de soldadura - 2013.....	180
ANEXO 17.	Reprocesos por tipo de tarea de soldadura en el remolque - 2010.....	181
ANEXO 18.	Reprocesos por tipo de tarea de soldadura en el remolque - 2011.....	182
ANEXO 19.	Reprocesos por tipo de tarea de soldadura en el remolque - 2012.....	183
ANEXO 20.	Reprocesos por tipo de tarea de soldadura en el remolque - 2013.....	184
ANEXO 21.	Proceso actual de soldado en el SSM del remolque.....	185
ANEXO 22.	Proceso actual de mantenimiento del balancín en el sistema de suspensión mecánica en el remolque.....	186
ANEXO 23.	Proceso actual de mantenimiento del balancín en el sistema de suspensión mecánica en el remolque.....	187
ANEXO 24.	Proceso Actual de Mantenimiento del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica en el Remolque.....	188
ANEXO 25.	Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque	189
ANEXO 26.	Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	190
ANEXO 27.	Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	191
ANEXO 28.	Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	192

ANEXO 29. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	193
ANEXO 30. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	194
ANEXO 31. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.....	195
ANEXO 32. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso propuesto de soldado del templador en el sistema de suspensión mecánica del remolque.....	196

RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado: “MEJORA EN EL PROCESO DE SOLDADO EN LA EMPRESA TRUCKS AND MOTORS DEL PERU SAC” se realizó en el Área de Mantenimiento de la empresa Trucks and Motors del Perú SAC, ubicada en la carretera Panamericana Norte Km. 777 en la ciudad de Chiclayo.

La empresa se dedica al servicio de transporte de carga pesada a nivel nacional e internacional. Para ello, cuenta con flota propia (tractos y remolques) y un área de mantenimiento encargada de realizar los mantenimientos de los mismos.

Según el análisis del periodo 2010 - 2013 se evidencia pérdida por remolques no habilitados por la suma de S/ 1 566 791,00 a causa de tiempo de trabajo adicional y reprocesos. Sin embargo, mayor pérdida por unidades paradas se presenta en actividades de soldadura que asciende a S/ 1 398 654,00. De lo cual, el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica muestra mayor pérdida por reprocesos S/ 296 325,00 y S/ 1 108 475,00 por unidades no operativas por demoras en el proceso de soldado.

Actualmente, la sub área de soldadura está encargada de la recuperación de unidades siniestrada y la reestructuración del remolque. A pesar de ello, existe mayor incidencia de reprocesos y tiempos improductivos en el proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica, y como consecuencia en el período 2010 – 2013 se presenta 153 casos de remolques no operativos al momento de la programación de un servicio, generando para la empresa pérdidas por servicios no ejecutados, pérdida por remolques no habilitados y pérdida por mano de obra adicional, gastos adicionales en el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque.

Los resultados del diagnóstico del proceso actual de soldado en el sistema de suspensión mecánica del remolque evidencian que en el año 2013 la programación del mantenimiento se cumplió al 82,6%. El índice de productividad por recursos empleado es de 31,9 %, 82,7 % resultó la velocidad de la producción, la calidad de la junta soldada es de 77,5 % debido a reprocesos de juntas soldadas, el gasto por mano de obra representa el 66,7 % del gasto total de mantenimiento del remolque. En el caso, del material de aporte su eficiencia en una junta soldada (electrodo) resultó 87,5 % a causa que la deposición del electrodo es de manera convencional y la merma representa la octava parte del material solicitado teniendo una pérdida por merma de S/ 5 136.08. En efecto, se determina que el proceso de soldado actual es ineficiente perjudicando económicamente a la empresa.

La presente investigación plantea la metodología “Proceso de mejoramiento continuo – PMC” en el proceso de soldado y simula el proceso de soldadura Gas Metal Arc Welding - GMAW en la reparación de los balancines y templadores del sistema de suspensión en el remolque con la finalidad de aumentar la producción anual, optimizar los recursos utilizados, estandarizar el tiempo de trabajo, minimizar los gastos de mantenimiento; y reducir la pérdida por remolque no habilitados como la merma del material de aporte. Finalmente, se realiza la evaluación económica y el análisis del Costo - Beneficio del modelo de mejora de procesos propuesto dando por resultado la viabilidad del proyecto a ejecutar.

Palabras claves: costos, gastos, mantenimiento, mejora de proceso, soldadura, sistema de suspensión mecánica, pérdidas

ABSTRACT

This research project entitled "IMPROVEMENT IN THE SOLDIER PROCESS IN THE TRUCKS AND MOTORS COMPANY OF PERU SAC" was carried out in the Maintenance Area of the company Trucks and Motors del Peru SAC, located on the North Panamericana Highway Km. 777 In the city of Chiclayo.

The company is dedicated to the service of transport of heavy load nationally and internationally. For this, it has its own fleet (tracts and trailers) and a maintenance area in charge of carrying out the maintenance of the same.

According to the analysis of the period 2010 - 2013, there is evidence of loss for trailers not authorized for the sum of S / 1 566 791.00 due to additional working time and reprocessing. However, the greatest loss per stopped units occurs in welding activities amounting to S / 1 398 654.00. Of this, the maintenance of the mechanical suspension system shows a greater loss for reprocessing S / 296 325.00 and S / 1 108 475.00 for non-operative units due to delays in the welding process.

At present, the sub welding area is in charge of the recovery of damaged units and the restructuring of the trailer. In spite of this, there is a greater incidence of reprocessing and unproductive times in the welding process of the mechanical suspension system, and as a consequence, in the period 2010-2013, 153 cases of non - operative trailers are presented at the time of programming a service, Generating for the company losses for services not executed, loss for trailers not enabled and loss for additional labor, additional expenses in the maintenance of the system of mechanical suspension of the trailer.

The results of the diagnosis of the current welding process in the mechanical suspension system of the trailer show that in 2013 the maintenance schedule was fulfilled at 82.6%. The productivity index by resources employed is 31.9%, 82.7% resulted in production speed, weld joint quality is 77.5% due to reprocessing of welded joints, labor expenditure Represents 66.7% of the total cost of maintenance of the trailer. In the case of the contribution material its efficiency in a welded joint (electrode) was 87.5% because the deposition of the electrode is in a conventional manner and the loss represents the eighth part of the material requested having a loss by S / 5 136.08. In effect, it is determined that the current welding process is inefficient and economically damaging the company.

The present research proposes the methodology "Continuous Improvement Process - PMC" in the welding process and simulates the welding process Gas Metal Arc Welding - GMAW in the repair of the rocker arms and suspension system in the trailer in order to Increase annual production, optimize the resources used, standardize working time, minimize maintenance costs; And reduce the loss per trailer not enabled as the reduction of the input material. Finally, the economic evaluation and cost - benefit analysis of the proposed process improvement model is performed, resulting in the feasibility of the project to be executed.

Keywords: costs, expenses, maintenance, process improvement, welding, mechanical suspension system, losses.

I. INTRODUCCIÓN

El transporte es una demanda derivada del intercambio comercial, puesto que sirve para movilizar las mercancías que se comercializan ya sea a nivel nacional o internacional. En consecuencia, la oferta de servicios de transporte constituye una condición necesaria para sostener el crecimiento económico de un país. La capacidad de movilización de carga del sector transporte, la calidad de sus servicios y el nivel de sus precios tienen una incidencia muy significativa sobre el total de la economía. **(Mincetur 2009, 06)**

Trucks And Motors Del Perú SAC fue fundada en el año 1990 y se dedica al servicio de transporte de carga pesada a nivel nacional e internacional a través de su flota constituida por 108 tractos y 121 remolques. Para atender oportunamente los servicios programados por el área de ventas se ha implementado un área de mantenimiento cuya función principal es mantener operativas los vehículos.

El presente trabajo se enfocó en el mantenimiento de los remolques por reportar pérdidas en las actividades mecánicas, eléctricas y soldadura. Según el análisis realizado en el periodo 2010 - 2013 se evidencia pérdidas remolques no habilitados por la suma de S/ 1 566 791,00 debido de tiempo de trabajo adicional y reprocesos. De lo cual, el 89,3 % de la pérdida por remolques no operativos representa a las demoras y reprocesos en la actividad de soldadura en el remolque que asciende a S/ 1 398 654,00.

La Soldadura es una actividad de vital importancia porque se puede recuperar las unidades siniestradas y la reestructuración del remolque por desgaste, corrosión, fuerza, etc. Para ello, se ha implementado el Proceso de Soldado por Arco Eléctrico (SMAW). Pese a ello, el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica por proceso de soldado muestra mayor pérdida en reprocesos que asciende a S/ 296 325,00 y S/ 1 108 475,00 por unidades no operativas por demoras en el proceso de soldado.

Los resultados del diagnóstico del proceso actual de soldado en el sistema de suspensión mecánica del remolque evidencian que en el año 2013 la programación del mantenimiento se cumplió al 82,6%. El índice de productividad por recursos empleado es de 31,9 %, 82,7 % resultó la velocidad de la producción, la calidad de la junta soldada es de 77,5 % debido a reprocesos de juntas soldadas, el gasto por mano de obra representa el 66,7 % del gasto total de mantenimiento del remolque. En el caso, del material de aporte su eficiencia en una junta soldada (electrodo) resultó 87,5 % a causa que la deposición del electrodo es de manera convencional y la merma representa la octava parte del material solicitado teniendo una pérdida por merma de S/ 5 136.08.

Por lo antes mencionado se concluye que la empresa Trucks And Motors Del Perú SAC se enfrenta a un elevado gasto de mantenimiento, pérdidas por remolques no habilitados e incremento de tiempo de trabajo en el proceso de soldado debido a que el proceso de soldado es ineficiente y se utiliza inadecuadamente los recursos perjudicando económicamente a la empresa.

Por tal razón, se formula el problema de estudio ¿De qué manera un nuevo modelo de mejora de proceso de soldado en el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque minimizará el gasto de mantenimiento, mejorará el tiempo del proceso de soldado y reducirá las pérdidas por remolques inhabilitados en la empresa Trucks And Motors Del Perú SAC?

Debido a la situación actual de la empresa se propone un modelo de mejora de proceso de soldado en el sistema de suspensión mecánica del remolque que minimizará el gasto de mantenimiento, mejorará el tiempo del proceso de soldado y reducirá las pérdidas por remolques inhabilitados. Para lo cual, se iniciará con el diagnóstico del proceso actual de soldado en el sistema de suspensión mecánica del remolque identificando las tareas a mejorar. Posteriormente se evaluará cinco modelos de mejora de procesos y se planteará el modelo más apropiado para la empresa. Después, se simulará el proceso de soldado Gas Metal Arc Welding - GMAW calculando los costos, gastos e indicadores de mantenimiento. Finalmente se realizará el análisis de Costo - Beneficio del modelo de la mejora de proceso de soldado propuesto.

El presente proyecto se justifica en la actual necesidad de la empresa para reducir los gastos de mantenimiento, minimizar el tiempo de trabajo y mitigar la pérdida por remolques no operativos en el proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica de los remolques contribuyendo al incremento del capital y desarrollo de la empresa.

II. MARCO DE REFERENCIA DEL PROBLEMA

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.

Yaimí Trujillo et. al (2014) en “Modelo para valorar la mejora de procesos de software”, los autores buscan crear un modelo de Mejora de Procesos de Software (MPS) teniendo en cuenta los factores críticos de éxito, indicadores y un sistema de razonamiento basado en casos.

Se utiliza 03 modelos que ofrecen un marco para llevar a cabo la mejora de proceso de software desde su concepción, diagnóstico, implantación y evaluación. Teniendo en común la fase del diagnóstico como elemento esencial a considerar en la decisión de iniciar un programa de mejora de procesos.

Estos modelos son:

- *MODELO IDEAL:* Establece los niveles actuales de la madurez de procesos y las descripciones de los procesos.
- *MPS.BR:* Analiza las debilidades del proceso
- *MOPROSOFT:* Identifica el estado real de los procesos.

El modelo propuesto es Si.MPS.Cu que usa indicadores, métricas y un sistema de razonamiento basado en casos para valorar una organización al iniciar la mejora de procesos, basado en el análisis de los FCE que identifica las barreras, los riesgos y recomienda las buenas prácticas.

Esta nueva metodología se divide en 04 fases:

- *CONFIGURACIÓN:* Identificar y evaluar el impacto de los Factores Críticos De Éxito (FCE)
- *PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN:* Planificar y asegurar las actividades de recopilación de información.

- **EJECUCIÓN:** Evaluar los indicadores y calcular la métrica del impacto de los FCE del componente de evaluación y las actividades del componente de pronóstico de la mejora.
- **EVALUACIÓN:** Analizar los resultados y elaborar el informe final.

Los autores consideraron adecuado desarrollar un cuasi experimento donde participaron 14 centros productivos con estructuras organizativas y una composición de la fuerza de trabajo similar, pero sí con diferencias significativas en el campo de aplicación de los sistemas informáticos que desarrollan, logrando incrementar los valores de la relación entre los riesgos definidos y las barreras de 0.10 – 0.12 a 0.75 – 0.83 y maximizar el nivel de significación de 0.71 – 0.805 a 0.001. Estos resultados reafirman la necesidad de complementar el diagnóstico con el análisis integral de las organizaciones, en tanto crean las bases para impulsar la mejora de proceso de software.

Carmenza Luna y Adriana Mendoza (2014). En su investigación “*Metodología para mejorar la ingeniería de producto/proceso basada en ingeniería concurrente*”, se implementó la metodología “Desarrollo Integrado del Producto” en una empresa PYME del sector metalmecánica para mejorar la Ingeniería de Producto - Proceso basada en la Ingeniería Concurrente. Utilizando herramientas de apoyo como QFD, IDEFO, el Modelo Dinámico, y MS Project.

La implementación de la metodología propuesta tiene como objetivo: mejorar la utilización de recursos, aumentar flexibilidad de la organización, establecer conocimiento y cultura de IC, integrar los departamentos de la empresa, reducir el tiempo y gasto en el proceso de desarrollo de productos, asegurar el cumplimiento de los requerimientos y expectativas del cliente.

Esta metodología presenta 7 etapas:

- **INTRODUCCIÓN:** Presentar la idea a la Directiva de la empresa y demostrar los beneficios que se obtiene al adoptar la IC.
- **REVISIÓN DE LA DIRECCIÓN:** Establecer una visión que integre la metodología de implementación de la IC con las políticas y el plan estratégico de la empresa.
- **DIAGNÓSTICO:** Evaluar la situación actual del Proceso de Desarrollo del Producto en la empresa
- **PLANEACIÓN:** Proporcionar el plan de acción que se debe a lo largo del proceso de implementación.
- **EJECUCIÓN DEL PROYECTO:** Realizar el desarrollo del producto bajo el enfoque de IC.
- **RETROALIMENTACIÓN Y MEJORA CONTINUA:** Lograr un proceso de mejora continua en el cual se esté monitoreando regularmente el desempeño de la IC.
- **EXPANSIÓN DE LA IC:** Extender los beneficios de la IC.

Como resultado de la aplicación de esta metodología se obtuvo la reducción del 8% de los costos en el proceso de desarrollo de producto con la aplicación de la IC, el tiempo de desarrollo del producto se redujo al identificar las actividades que podían realizarse en paralelo y la eliminación de los reprocesos, la nueva forma de trabajo permitió el uso de formatos que permitieron estandarizar la información y evitar su duplicación vinculación del cliente final mediante la interacción directa entre el departamento de Ingeniería y Mercadeo.

M. Ríos et. al. (2003) En su investigación “Mejoramiento de la línea de producción de colado salado de industria de alimentos”, el trabajo está enfocado en la Mejora Continua y se desarrollará en la producción del colado de pollo con vegetales y en carne con vegetales desde el proceso de molienda hasta el encestado del producto en la Industria de Alimentos Heinz C.A.

Para el logro del objetivo principal se establecieron los siguientes pasos:

- **DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN:** Detectar de fallas y deficiencias
- **ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE LOS INGREDIENTES Y EMPAQUES:** Evaluar el cumplimiento de las especificaciones de calidad que garantizan la confiabilidad del producto.
- **IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN LA CALIDAD DEL PROCESO:** Identificar las variables críticas de la línea de colado salado, para el desarrollo de esta etapa se utiliza el diagrama Ishikawa.
- **ANÁLISIS DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DEL PRODUCTO TERMINADO:** Revisar las especificaciones, verificar las especificaciones, verificar la toma de muestras y realizar auditorías internas de calidad del producto.
- **ANÁLISIS DE LAS VARIABLES QUE AFECTAN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN:** Identificar fuentes de variabilidad que determinan la situación existente. En este caso se utiliza las herramientas Causa- Efecto y Pareto.
- **DETERMINACIÓN DE PÉRDIDAS:** Se realiza un balance de masa de los procesos analizados.
- **CÁLCULO DE LOS IDENTIFICADORES DE PRODUCTIVIDAD:** Realizar los cálculos pertinentes para medir la efectividad en la producción del colado de pollo y carne con vegetales desde la molienda de los ingredientes hasta el encestado del producto.

Los resultados logrados:

- En el proceso de producción de colado salado las variables que están afectando la calidad del producto así como los factores que están retrasando el proceso de fabricación son: paradas de línea por falta de producto en preparación y por cuellos de botella en la encestadora.
- Con la implantación de una segunda olla y un sistema de vapor continuo en el área de preparación se detecta un aumento en la efectividad de 12.6%
- Con la sincronización de las bandas transportadoras que se encuentra entre la tapadora y la encestadora se logra un aumento promedio en la efectividad de 5.46% y un aumento en la velocidad de llenado.
- Con la sincronización de los pasos en la molienda de ingredientes crudos, se logró la reducción en tiempo de 110 minutos.

2.2. FUNDAMENTOS TEORICOS

2.2.1.MEJORA DE PROCESOS

La mejora de procesos es un reto para toda empresa de estructura tradicional y para sistemas jerárquicos convencionales, determina los procesos que no añaden valor y en qué medida sus actividades pueden ser reducidas o eliminadas, buscando la optimización de los recursos, la efectividad y la eficiencia de la empresa, mejorando

también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y la satisfacción de los cliente.

2.2.1.1. CAPABILITY MATURITY MODEL INTEGRATION

Desarrollado por el Software Engineering Institute (SEI), contiene las mejores prácticas de ingeniería de sistemas e ingeniería de software que hay en el mercado internacional. Además, está enfocado en la capacidad de una organización para desarrollar productos y servicios de alta calidad de manera consistente y predecible, proporcionando una ruta evolutiva para cambiar los procesos improvisados e inmaduros a procesos disciplinados que permitan una mejor calidad y efectividad.

Para dar soporte a aquellos que utilizan la representación por etapas, todos los modelos CMMI reflejan niveles de madurez en su diseño y contenido. Un nivel de madurez consta de prácticas específicas y genéricas relacionadas para un conjunto predefinido de áreas de proceso que mejoran el rendimiento global de la organización.

- *Inicial.*
- *Gestionado.*
- *Definido.*
- *Gestionado cuantitativamente.*
- *En optimización.*

2.2.1.2. LEAN MANAGEMENT

Permite diferenciar los procesos en aquellos que generan valor y aquellos que nos aportan lo que se conoce como “despilfarros”. El objetivo es la mejora rápida y constante del sistema productivo suprimiendo los despilfarros que generan un incremento en los costes, de este modo se consigue aumentar la eficacia. - See more at: Para que esta metodología se sostenga en el tiempo y efectiva, es necesario un cambio organizacional hacia la filosofía Kaizen.

- *Detectar las oportunidades*
- *Crear el modelo actual*
- *Crear el estado futuro*
- *Planear y dirigir el cambio*

2.2.1.3. LOS 7 PASOS

El método consta de siete pasos de modo que se le llamará Método de Siete Pasos de MP. No se deben confundir los siete pasos del método MP con los seis pasos básicos del proceso son cosas distintas. Es preciso recordar que los pasos del proceso son operaciones, transporte, demora, inspección, reproceso y almacenaje.

- *Selección de oportunidades de mejora*
- *Cuantificación y subdivisión*
- *Análisis de causas raíces*
- *Nivel de desempeño requerido*
- *Diseño y programación de soluciones*
- *Implantación de soluciones*
- *Establecimiento de acciones de garantía*

2.2.1.4. MEJORA CONTINUA DE PROCESOS – PMC

La mejora continua de procesos se inscribe dentro de uno cambio cultural de toda la organización y se convierte a la larga en los valores de la misma, valores basados en la calidad y la eficiencia. Se basa en el modelo SAMME:

- *SELECCIONAR*
- *ANALIZAR*
- *MEDIR*
- *MEJORAR*
- *EVALUAR*

2.2.2. PROCESO DE MEJORAMIENTO CONTINUO - PMC

R. Chang. (2011) en “Mejora continua de procesos”

2.2.2.1. DEFINICIÓN: PROCESO

Un proceso es una serie de tareas de valor agregado que se vincula entre sí para transformar los insumos en un producto.

Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados. (ISO 9000:2015)

2.2.2.2. ENFOQUE: REQUERIMIENTOS DEL PROCESO

- Los requerimientos incentivan la relación proveedor – productor – cliente
- Todos los requerimientos están orientados por el cliente
- El proveedor debe cumplir con los requerimientos del productor, de modo que este pueda satisfacer a su vez los requerimientos de su cliente.

2.2.2.3. DEFINICIÓN: PMC

Es un enfoque sistemático con el fin de lograr crecientes e importantes mejoras en procesos que proveen productos y servicios a los clientes.

2.2.2.4. FASES: MODELO SAMME

A. FASE 01.- SELECCIONAR

- Determinar de los requerimientos claves para clientes, es la necesidad del cliente y/o espera del producto que se labora. Tienen que ser muy específico y estar dictados directamente por el cliente.
- Decidir qué proceso mejorar realizando los siguientes pasos:
 - ✓ Hacer una lista de procesos relevantes que afectan a la satisfacción del cliente (procesos)
 - ✓ Establecer criterios de selección (fallas, desmotivación, control)
 - ✓ Identificar la relación entre criterios y proceso
 - ✓ Priorizar y seleccionar un proceso de mejoramiento.

B. FASE 02.- ANALIZAR

- Documentar el proceso actual
Enumerar las tareas principales del proceso
 - ✓ Definir el insumo y el producto comprendidos en el proceso
 - ✓ Enumerar las tareas más importantes
 - ✓ Identificar las subtareas y decisiones más pequeñas que vinculan a las tareas más importantes
- Crear un diagrama de flujo de proceso
Consiste en la representación visual paso a paso de las tareas más importantes del proceso.
- Establecer las mediciones necesarias del proceso
Existen 03 tipos básicos de estimaciones del proceso:
 - ✓ Del resultado (cliente)
 - ✓ Del proceso (productor)
 - ✓ Del insumo (proveedor)

C. FASE 03.- MEDIR

Sirve para establecer un nivel inicial de referencia sobre los resultados y después continuar midiéndolos, es el único medio para evaluar el funcionamiento del proceso y las tareas principales de éste en relación con los requerimientos de sus clientes.

- Recopilar datos de referencia sobre los resultados
- Ayudan a entender la eficacia de funcionamiento del proceso y las tareas dentro de éste para satisfacer los requerimientos de sus clientes.
- Identificar las deficiencias en los resultados del proceso

D. FASE 04.- MEJORAR

- Fijar la meta de mejoramiento del proceso
Es importante fijar metas de mejoramiento, satisfacerlas y fijar nuevas metas, mejorando continuamente la manera en que se efectúa el trabajo.
- Desarrollar y llevar a cabo los mejoramientos en el proceso sobre una base de ensayo que permiten alcanzar efectivamente los objetivos.
 - ✓ Identificar la causa de los problemas en el proceso
 - ✓ Identificar y priorizar las oportunidades para simplificar y mejorar el proceso (rediseño de proceso)
 - ✓ Elegir las mejores soluciones para lograr su objetivo de mejoramiento
 - ✓ Ensaye en pequeña escala las soluciones de mejora
 - ✓ Recopile datos sobre todas las mediciones clave del proceso (estimaciones del proceso propuesto).

E. FASE 05.- EVALUAR

- Determinar el impacto de las mejoras en el proceso
Asegura conocer si el impacto en el proceso ha reducido o eliminado.
- Estandarizar el proceso y verificar las mejoras en curso.
Sirve para cerciorar que el proceso mejorado no se revierta.

- ✓ Comunicar el flujo del proceso mejorado y las pautas de operación. Si es necesario, impartir enseñanza sobre el proceso mejorado.
- ✓ Recopilar y proporcionar feedback actual del cliente y proveedor.
- ✓ Mantener y mejorar continuamente los beneficios de los resultados del proceso. Si es necesario, disuelva el equipo de mejoramiento de proceso.

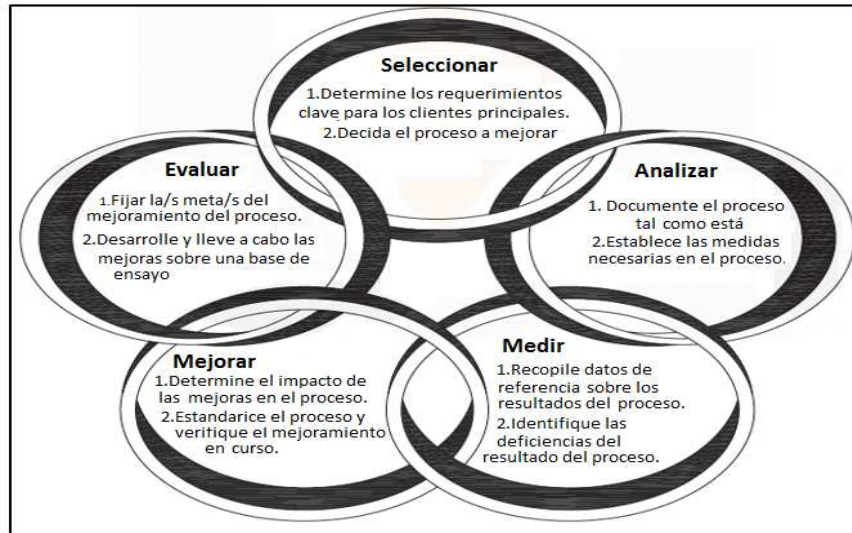


Figura 1. Fase del ciclo de PMC – Modelo SAMME
Fuente: *Mejora continua de procesos.* R. Chang pág. 20

2.2.3. ESTUDIO DE TIEMPOS

Neira (2006) en “Técnicas de medición de trabajo”

2.2.3.1. DEFINICIÓN

Es una técnica de medida del trabajo empleada para registrar los tiempos y los ritmos de trabajo correspondiente a los elementos de una tarea definida, realizada en condiciones determinadas, para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar una tarea de acuerdo con una norma de ejecución preestablecida.

2.2.3.2. PASOS

- Obtener y registrar toda la información que se disponga acerca de la tarea a medir, del operario y de las condiciones de trabajo que puedan influir en el desempeño de la misma
- Dividir la operación en elementos, describiendo y registrando el método de ejecución
- Determinar el tamaño de muestra, asegurándose utilizar el mejor método posible para su ejecución por el operario
- Medir el tiempo que tarda el trabajador en completar cada elemento.
- Al mismo tiempo que lo anterior, valorar el ritmo o la actividad con que el operario realiza la operación.
- Calcular el tiempo básico
- Determinar los suplementos que hay que aplicar
- Calcular el tiempo tipo de la operación

2.2.3.3. TÉCNICAS

A. MÉTODO CON VUELTA A CERO.

El cronometro se lee y se anota al final de cada elemento. En cada elemento las agujas se vuelven a partir de cero y el tiempo transcurrido se lee directamente del cronómetro.

B. MÉTODO CONTINUO O ACUMULATIVO

Se pone en marcha el cronometro al comienzo del primer elemento del primero ciclo. El analista lee y anota el tiempo que marca el cronometro al final del elemento sin que este se detenga. Para el respectivo análisis, se calcula:

- ✓ Tiempo de ciclo observado promedio, es la suma del tiempo registrado del proceso en estudio y el N° de ciclos observado
- ✓ Tiempo cronometrado, debido a lo complejo del proceso y a la variabilidad del mismo, se realizó 5 observaciones una de las muestras se trata de registrar el tiempo de cada actividad del proceso para su posterior análisis.
- ✓ Valorización, es el porcentaje de la disposición y la eficiencia del operario al realizar las tareas; la valoración se realiza con la finalidad de equilibrar el tiempo cronometrado con el tiempo real, ya que una tarea o elemento no tarda lo mismo en llevarse a cabo si el operario trabaja con una valoración de 100% que la misma tarea a una valoración del 65 %.
- ✓ Tiempo Normal, este valor el que se promedia con el resto de registros obteniendo el valor de tiempo que representa el proceso y se calcula por medio de esta fórmula $TN = T_o \times (V/100)$,
- ✓ Compensaciones, representa las paradas necesarias durante el trabajo y se otorga cuando el trabajador necesita reponerse de la fatiga del proceso de soldado.
- ✓ Tiempo estándar, es el tiempo en que se puede realizar el proceso, el cual se obtiene al agregar el valor de las compensaciones al tiempo normal total del proceso. $TE = TN / (1-VC)$.

2.2.4. COSTOS

Rincon y Villareal (2010) en Costos, Decisiones Empresariales.

Para tomar decisiones se requiere un enfoque hacia el control y dominio de los elementos que se poseen, para ello se debe conocer lo que se desea controlar, los costos son una herramienta que da conocimiento, y esta depende del alcance que se desee. Se tienen varios métodos de cálculo del costo, que han sido desarrollados según las necesidades y las tecnologías existentes.

2.2.4.1. CONCEPTO DE COSTOS

➤ COSTOS DIRECTOS.

Costos representativos dentro de la producción y que se pueden relacionar fácilmente con el producto – materia prima directa, mano de obra directa y servicios directos.

➤ COSTOS INDIRECTOS

Costos que no se asocian en forma directa con los productos, por lo tanto se dificulta representar con precisión cuanto de los costos indirectos se debe cargar

a cada producto. Los costos indirectos se denominan de diferente manera: cargar fabril, gastos de fabricación, Overhead, gastos generales, gastos indirectos de producción.

2.2.4.2. COSTOS DE PRODUCCIÓN

➤ *COSTOS DE FABRICACIÓN.*

Costos incurridos en el área funcional de fábrica reconocidos como los cuatro elementos del costo: Mano de Obra, Materia Prima, Servicios, Costos Indirectos de Fabricación.

- ✓ *Materia Prima*, es el valor de las materias primas o materiales utilizados en el proceso de fabricación de los bienes destinados para la venta, adquiridos para ser usados en el proceso de fabricación.
 - *Materia Prima Directa*, son las materias primas que guardan una relación directa con el producto, bien sea, por la fácil asignación o lo relevante de su valor.
 - *Materia Prima Indirecta*, son las materias primas que no guardan relación directa con el producto o es compleja su asignación a cada unidad de producto.
- ✓ *MANO DE OBRA*, esfuerzo del trabajo humano que se aplica a la elaboración del producto.
 - *Mano de Obra Directa*, es la fuerza laboral que está físicamente relacionada con el proceso de fabricación del producto.
 - *Mano de Obra Indirecta*, es aquella que está ubicada en la fábrica pero razonablemente no se puede asociar al proceso productivo, porque no está físicamente relacionado con el proceso del producto.
- ✓ *SERVICIOS*, son los servicios prestados por personas naturales o jurídicas a la empresa, que son necesarios para la fábrica del producto.
 - *Servicios Directos*, son aquellos que hacen parte del proceso de transformación del producto.
 - *Servicios Indirecta*, son aquellos que no se relacionan físicamente con el producto.
- ✓ *COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN*, los costos indirectos son todos los costos de fábrica que no se pueden asociar directamente con el producto o es complejo asociarlos con precisión.

2.2.5.SOLDADURA

La soldadura se ocupa de estudiar los medios prácticos, para producir uniones átomo a átomo a través de superficies metálicas preexistentes mecánicas satisfactorias. (Oerlikon 2010. “Manual de Soldadura” 22).

2.2.5.1. PROCESOS DE SOLDADURA

Oerlikon (2014) en “7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa”, son múltiples las posibilidades de aplicación de estos procesos de soldadura. Su campo de aplicación depende, entre otras cosas, del material a soldar, de su espesor, de los requisitos que debe satisfacer la costura, y de la construcción. La multiplicidad de la ejecución de la costura, tanto en la forma como en el método y las aplicaciones, ha conducido al desarrollo de muchos procesos en esta técnica. La selección del proceso más favorable, adecuado y económico de soldadura presupone el conocimiento de la manera de ejecutarla y sus peculiaridades.

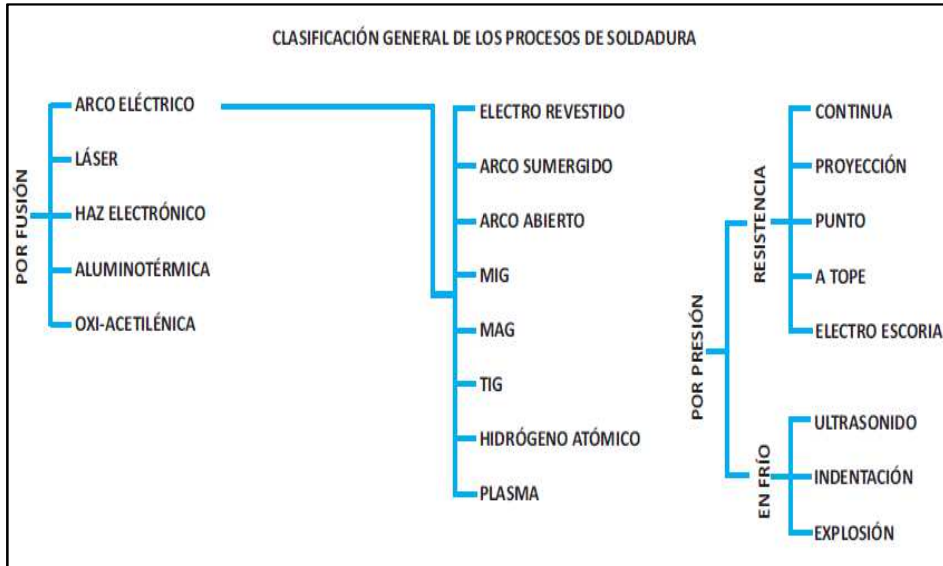


Figura 2. Clasificación general de los procesos de soldadura
Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág. 20

En el presente trabajo, se hizo una breve descripción de los procesos SMAW y GMAW por formar parte de la investigación.

A. PROCESO DE SOLDADURA SMAW

La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta una temperatura de aprox. 4 000°C. La energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un circuito cerrado. Cuando ocurre una pequeña ruptura dentro de cualquier parte, o apertura del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre entre los dos terminales, 1,50 – 3,00 mm produciendo una chispa eléctrica, con la suficiente presión o voltaje para hacer fluir los electrones continuamente. A través de esta apertura, se forma el arco eléctrico, fundiéndose el metal a medida que se avanza. El arco eléctrico es, por lo tanto, un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseoso, que genera luz y calor. **Infra, “Proceso de soldadura SMAW”**

Oerlikon (2014) en “7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa”, Para lograr la unión, se concentra el calor de un arco eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y una varilla metálica, llamada electrodo, produciéndose una zona de fusión que, al solidificarse, forma la unión permanente.

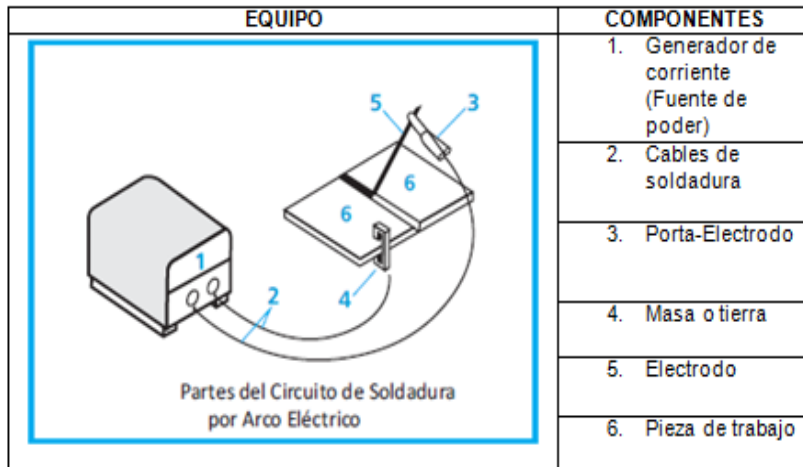


Figura 3. Proceso de soldadura SMAW
Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág. 22

El circuito se cierra momentáneamente, tocando con la punta del electrodo a la pieza de trabajo, y retirándola inmediatamente a una altura preestablecida, 1,50 – 3,00 mm formándose de esta manera un arco.

El calor funde un área restringida del material base y la punta del electrodo, formando pequeños glóbulos metálicos, cubiertos de escoria líquida, los cuales son transferidos al metal base por fuerzas electromagnéticas, con el resultado de la fusión de dos metales y su solidificación a medida que el arco avanza.

El arco es el principio físico de transformar la energía eléctrica en calor. Normalmente cumple la ley de Ohm “ $U = R \times I$ ”. Donde R es la resistencia del arco, I es la intensidad de corriente y U es la tensión o voltaje. La potencia del arco es $P = U \times I$ expresada en Watt. Esta energía concentrada en una pequeña área es la que se usa en todos los procesos por arco eléctrico, para fundir tanto al metal base como los materiales de aporte.

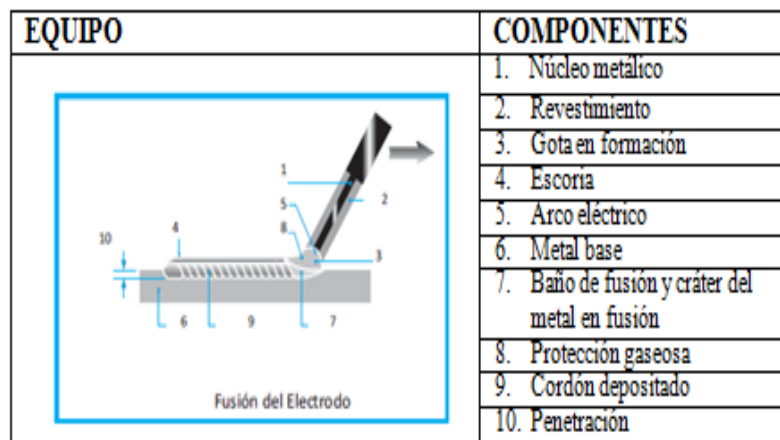


Figura 4. Componentes en el proceso SMAW
Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág. 22

B. PROCESO DE SOLDADURA SGAW

El proceso MIG/MAG por Arco Metálico con Gas es un proceso de soldadura, en el que la fusión se logra mediante un arco producido entre un electrodo tubular (alambre consumible) y la pieza. La protección se obtiene de un fundente contenido dentro del alambre tubular. Protección adicional de un gas suministrado externamente no es necesaria. El proceso puede ser semiautomático o automático, siendo el método semiautomático el de mayor aplicación. **Infra, “Proceso de soldadura MIG”**

Oerlikon (2014) en “7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa”, En la soldadura por Arco Metálico con Gas, la fusión es producida por un arco que se establece entre el extremo del alambre aportado continuamente y la pieza a soldar. La protección se obtiene íntegramente de los gases suministrados simultáneamente con el metal de aporte.

- MIG, El cual emplea protección de un gas inerte puro (helio, argón, etc.) Para metal no ferroso.
- MAG, El cual hace uso de dióxido de carbono, o mezcla de + Argón como gas protector. Para metal ferroso.

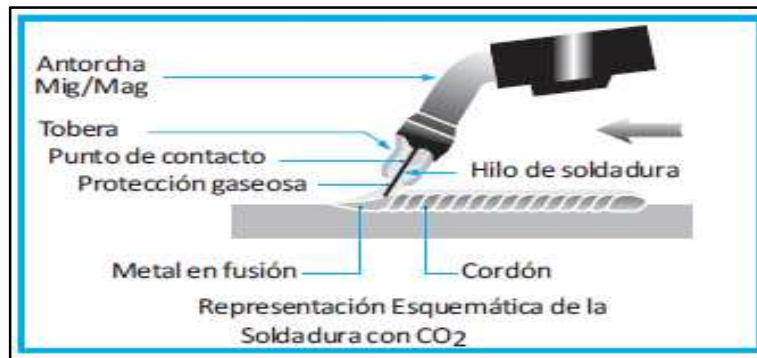


Figura 5. Proceso de soldadura MIG

Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág. 31

Los principales elementos del equipo requerido para el proceso son:

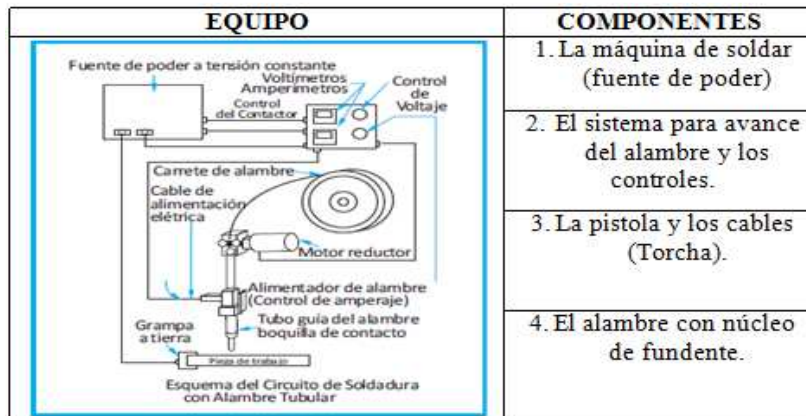


Figura 6. Componentes en el proceso MIG

Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág. 31

2.2.5.2. MATERIAL BASE: ACEROS AL CARBONO

Indura (2010) Manual de mantenimiento, el conocimiento del material base es esencial para decidir que aleación se debe utilizar para la recuperación o el recubrimiento de una pieza, ya que los procedimientos de soldadura difieren según sea este.

A. ACERO DE CARBONO

Los aceros al carbono son aquellos en los que el carbono es el único elemento de aleación. El contenido en este elemento es el que determina la dureza, la resistencia y la ductilidad. Cuanto mayor es el contenido en carbono, mayor es la resistencia y la dureza.

➤ *Acero de bajo contenido de carbono.*

Contiene entre el 0,05 % y el 0,30 % de carbono. Son tenaces, dúctiles y fáciles de mecanizar, conformar y soldar. La mayoría de ellos no responden a los tratamientos térmicos, salvo a los de endurecimiento superficial. Al esmerilarlos desprenden un haz de chispas blancas, con escasas ramificaciones.

➤ *Aceros de medio contenido de carbono.*

Contiene entre el 0,30 % y el 0,45 % de carbono. Son resistentes y duros, pero no se puede trabajar o soldar con tanta facilidad como los de bajo contenido de carbono. Admiten los tratamientos térmicos. Para soldarlos con buenos resultados, deben utilizarse electrodos especiales y hay que tomar medidas para evitar la formación de fisuras en la zona de soldadura y sus inmediaciones.

➤ *Aceros de alto contenido de carbono.*

Los primeros contienen entre el 0,45 % y el 0,75 % de carbono, y los segundos desde el 0,75 % al 1,70 % de carbono. Tanto unos como otros, responden muy bien a los tratamientos térmicos. Requieren el empleo de electrodos especiales, precalentamientos y tratamientos para eliminación de tensiones. Normalmente no se practica la soldadura en los aceros de muy alto contenido de carbono.

B. ACEROS AL MANGANESO AUSTENÍTICOS

Este acero aleado, dúctil, tenaz y de alta resistencia, se ha utilizado universalmente como un componente resistente al desgaste debido a la dureza que adquiere cuando es sometido a impacto. Proporciona también una excelente capa base para las aleaciones de alto porcentaje de carburos de cromo. Aunque generalmente no es magnético, el acero al manganeso austenítico endurecido, presentará cierto magnetismo. Las altas temperaturas pueden tener un efecto negativo en los aceros al manganeso austenítico.

C. ACEROS INOXIDABLES

Los aceros inoxidable son simplemente aleaciones compuestas por hierro (Fe), carbono (C) y cromo (Cr). El hierro es el elemento fundamental de todos los aceros inoxidable. Sin embargo, para hacer que el hierro sea "inoxidable" el contenido de cromo en solución debe ser por lo menos de un 11,50%. Se adicionan otros elementos de aleación (Ni, Mo, V, Ti, Nb) con el fin de mejorar ciertas propiedades como son: ductilidad, resistencia al impacto, resistencia al creep, resistencia a la corrosión, calor, etc.

2.2.5.3. MATERIAL DE APORTE: ELECTRODOS

Giachino y Weeks (2009) en “**Técnica y práctica de la soldadura**” un electrodo es una varilla metálica, de composición aproximada a la del metal a soldar y recubierta con una sustancia que recibe el nombre de revestimiento. Cuando se establece una corriente a través del circuito de soldadura, salta un arco eléctrico entre el extremo del electrodo y la pieza. Este arco provoca la fusión del electrodo y del metal base. El metal fundido procedente del electrodo, cae en el cráter originado por la fusión del metal base y se forma el baño de fusión. Este, al solidificarse, da lugar al cordón de soldadura que establece la unión entre las dos piezas.

Los electrodos revestidos llevan recubrimientos relativamente gruesos, a base de sustancias tales como celulosa, silicato sódico, silicato potásico, óxido de titanio, óxido de hierro, hierro en polvo y otros diversos elementos. Cada una de estas sustancias está incluida en el revestimiento para que desarrolle una determinada función durante el proceso de soldeo.

La elección del electrodo ideal es aquel que suministra una buena estabilidad del arco, un cordón de soldadura liso y bien presentado, una buena velocidad del depósito, escasez de proyecciones, máxima resistencia y fácil eliminación de escoria. Para alcanzar estas características hay que considerar diversos factores como: características del metal base, diámetro del electrodo, corriente de soldadura, condiciones del servicio, tipo de junta y preparación de bordes, posición de soldadura

2.2.5.4. PROCESO DE CORTE

R. L. Timings (2005) en “**3ra parte de Tecnología de la fabricación**”, esta es la técnica consistente en cortar metales utilizando oxígeno y un gas combustible. La combinación del oxígeno con un metal a un ritmo lento, como en el enmohecimiento del hierro, se denomina oxidación; en el caso de que la formación de óxido sea muy rápida, el fenómeno se denomina como “combustión”.

En general, la elevación de la temperatura en un metal tiene por efecto la aceleración del ritmo de oxidación. En el caso de acero dulce, calentado a la temperatura de 890 °C, tiene lugar una combustión completa si se produce en una atmósfera de oxígeno puro, formándose óxido magnético de hierro.

El corte por flama resulta posible por dos hechos básicos:

- Que el hierro se quema en oxígeno puro cuando se le calienta hasta su temperatura de ignición, de 890 °C.
- Se desprende calor por la reacción exotérmica de la oxidación, y esto mantiene la oxidación en todo el espesor de placas muy gruesas sin un consumo excesivo de gas combustible.



El proceso consiste en formar un punto caliente en la superficie del acero, mediante el empleo de una llama oxi-gas combustible. Cuando dicho punto llega a temperatura de ignición, se envía sobre él un chorro de oxígeno puro a alta presión. Tiene lugar entonces una reacción química vigorosa y rápida; el acero se quema, formándose

óxidos. Como la reacción es exotérmica, se genera un calor adicional que es suficiente para fundir los óxidos formados y el propio metal sobre una superficie muy localizada. Los óxidos fundidos son líquidos, siendo lanzados fuera por la fuerza del chorro de oxígeno, de forma que queda expuesto más metal.

2.2.5.5. ANÁLISIS DEL COSTO DEL PROCESO DE SOLDADO

Maury y otros (2009) en “Libro diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados”, para el desarrollo del análisis de costos de soldadura estará en función de la junta soldada (US\$/Junta) y la distribución para el análisis de costos de soldadura será: Costos de Materiales, Costos de Mano de Obra, Costos de Equipo & Herramienta y Energía Eléctrica.

A. CONCEPTOS BÁSICOS

➤ *Peso de Metal Depositado (Pmd)*

En cada procedimiento calificado de soldadura se especifica el diseño de la unión soldada y por lo tanto queda establecida la geometría de esta, la sección transversal (S_t) se calcula geoméricamente.

$$Pmd \left(\frac{kg}{m} \right) = S_c (m^2) * L (m) * Y_a \left(\frac{Kg}{m^3} \right)$$

Donde:

- ✓ Área de Seccional (S_c)
- ✓ Longitud (L)
- ✓ Peso específico del acero (Y_a); para el acero el $Y_a = 7\ 850\ Kg/m^3$

➤ *Eficiencia de Deposición (Ed)*

La eficiencia de deposición es teniendo el peso depositado y el peso de electrodos usados para la soldadura de una junta

$$Ed (\%) = \frac{\text{Peso efectivamente depositado} \left(\frac{Kg}{m} \right)}{\text{Peso de electrodo requerido} \left(\frac{Kg}{\text{electrodo}} \right)}$$

Proceso	Eficiencia deposición (%)
Electrodo manual	60-70
MIG sólido	90
MIG tubular c/protección	83
MIG tubular s/protección	79
TIG	95
Arco sumergido	98

Figura 7. Valor de Eficiencia de deposición en soldadura

Fuente: Manual de Sistemas y Materiales de Soldadura – Indura pág. 11

➤ *Velocidad de Deposición (Vd)*

La velocidad de deposición es el peso de metal depositado (Pmd) por unidad de tiempo de arco prendido.

$$Vd \left(\frac{Kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right)}{Tiempo_{arco\ prendido} \left(\frac{h}{m} \right)}$$

➤ *Factor de Operación (fo)*

Este valor es expresado e porcentaje y corresponde a la razón entre el tiempo del arco prendido (tiempo real de deposición) y el tiempo total que utiliza el soldador para realizar la junta soldada (tiempo pagado).

$$F. Operación (\%) = \frac{Tiempo_{arco\ prendido} \left(\frac{h}{m} \right)}{Tiempo_{apagado}} * 100$$

Proceso	Factor de Operación (%)
Electrodo manual	5- 30
MIG sólido	10- 60
MIG tubular	10- 60
TIG	5- 20
Arco sumergido	50-100

Figura 8. Valor del factor de operación en soldadura

Fuente: Manual de Sistemas y Materiales de Soldadura – Indura pág. 13

B. COSTOS EN OPERACIÓN DE SOLDADURA

➤ *Costo de Material de Aporte*

Se considera el costo de electrodo empleado en una junta, y está expresado en (US\$/Junta).

$$C_{electrodo} = \left(\frac{\$}{m} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right) * Valor\ electrodo \left(\frac{\$}{Kg} \right)}{Ed (\%)}$$

➤ *Costo de Gas*

Es el costo del gas necesario para protección por unidad de tiempo.

$$C_{gas} = \left(\frac{\$}{m} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right) * Flujo\ gas \left(\frac{m^3}{h} \right) * Valor\ gas \left(\frac{\$}{m^3} \right)}{Vd \left(\frac{Kg}{h} \right)}$$

Proceso	Flujo gas (m³/hr)
MIG sólido	0,8-1,2
MIG tubular	1,0-1,4
TIG	0,5-1,0

Figura 9. Valor del flujo gas en soldadura

Fuente: Manual de Sistemas y Materiales de Soldadura – Indura pág. 13

➤ *Costo de Mano de Obra*

El costo de mano de obra para producir una junta depende del peso de metal depositado. Dentro de los costos de mano de obra, se considera un porcentaje de la participación de cada personal para realizar una junta.

$$C_{\text{mano de obra}} = \left(\frac{\$}{m} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right) * Valor M. O. \left(\frac{\$}{h} \right)}{Vd \left(\frac{Kg}{h} \right) * F. operación (\%)}$$

➤ *Costo Fundente*

Cantidad de fundente efectivamente empleado por Kg de alambre depositado.

$$C_{\text{fundente}} = \left(\frac{\$}{m} \right) = Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right) * F. uso (\%) * Valor fundente \left(\frac{\$}{Kg} \right)$$

Proceso	Factor de uso fundente (%)
Arco sumergido	80-100

Figura 10. Valor del flujo gas en soldadura

Fuente: Manual de Sistemas y Materiales de Soldadura – Indura pág. 13

➤ *Costo de Equipo y Herramienta*

✓ *Costo de Equipo (CEq)*, El costo de equipo está representado por el gasto de alquiler de un equipo.

$$C_{\text{equipo}} = \left(\frac{\$}{m} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{Kg}{m} \right) * Valor Equipo \left(\frac{\$}{h} \right)}{Vd \left(\frac{Kg}{h} \right) * F. operación (\%)}$$

✓ *Costo de Herramienta (CH)*, se considera las herramientas usadas para realizar la soldadura y reparaciones de las juntas. Para el costo de herramientas el valor de la depreciación es un porcentaje del Costo de Mano de Obra (CMO).

$$C_{\text{herramienta}} = \left(\frac{\$}{m} \right) = 5\% * Costo de mano de obra$$

➤ *Costo de Energía Eléctrica*

$$Consumo_{\text{energía}} = \left(\frac{KW}{h} \right) = \frac{Voltaje * Intensidad_{Arco} * F. de potencia * Tiempo (h)}{1000}$$

$$Costo_{\text{energía}} = \left(\frac{\$}{h} \right) = Potencia Eléctrica \left(\frac{Kw}{h} \right) * Tiempo \left(\frac{h}{m} \right) * \frac{Precio Energía \left(\frac{\$}{kw/h} \right)}{Desposición (\%)}$$

C. ANÁLISIS DE COSTOS PARA EL CORTE

➤ *Costo de Materiales*

Los costos de materiales para el corte comprenden el gasto de acetileno y oxígeno, para hallar dichos gastos se debe cuantificar el consumo del acetileno y oxígeno.

$$\text{Costo Corte}_{\text{acetileno}} = \frac{\$}{Kg} \quad \text{Costo corte}_{\text{oxigeno}} = \frac{\$}{m^3}$$

➤ *Costo de Mano de Obra*

$$\text{Costo corte}_{\text{mano de obra}} \left(\frac{\$}{\text{corte}} \right) = \text{Tiempo}_{\text{corte}} \left(\frac{h}{\text{corte}} \right) * \text{Valor mano de obra} \left(\frac{\$}{h} \right)$$

➤ *Costo de Equipos*

$$\text{Costo corte}_{\text{equipo}} \left(\frac{\$}{\text{corte}} \right) = \text{Tiempo}_{\text{corte}} \left(\frac{h}{\text{corte}} \right) * \text{Valor equipo} \left(\frac{\$}{h} \right)$$

➤ *Costo de Herramientas*

$$\text{Costo corte}_{\text{herramienta}} = \left(\frac{\$}{m} \right) = 5\% * \text{Costo de mano de obra}$$

➤ *Costo de Energía Eléctrica*

$$\text{Potencia}_{\text{Electrica}}(Kw) = \frac{V * A * FP}{1000}$$

$$\text{Costo}_{\text{Energía}} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = \text{Costo Unitario}_{\text{Electrica}} \left(\frac{\text{soles}}{kw/\text{hora}} \right) * \text{Potencia}_{\text{Electrica}} (Kw)$$

$$\text{Costo Total}_{\text{Energía}} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = \text{Costo}_{\text{Energía}} \left(\frac{\text{soles}}{Kw/\text{hora}} \right) * \text{Tiempo}_{\text{Corte}} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$$

2.2.6. INDICADORES

Los indicadores son herramientas de gran utilidad que sirven para evaluar la gestión de los procesos de una organización, éstos constituyen una excelente forma de medir, de monitorear, el estado de una empresa, siempre y cuando se constituyan a partir de datos verídicos de fuentes primarias.

2.2.6.1. INDICADORES DE MANTENIMIENTO (NIEBEL)

J. Dixon (2010) en “Planning and control of maintenance systems”

Los índices brindan una cuantificación razonable del rendimiento de algunas áreas claves. Estos índices están relacionados y reflejan los objetivos del mantenimiento.

A. ADMINISTRACIÓN DEL MANTENIMIENTO

Tabla 1. Indicadores de la Administración del mantenimiento

Tipo	Un d.	Fórmula
Nivel de actividad de trabajadores	%	$\frac{\text{Horas estandar ganadas}}{\text{Tiempo de reloj total}} \times 100$
Productividad de los trabajadores por mes	%	$\frac{\text{Horas estandar}}{\text{Horas totales trabajadas}} \times 100$
Utilización de los trabajadores	%	$\frac{\text{Horas consumidas en el trabajo productivo}}{\text{Horas totales programadas por trabajo}} \times 100$
Índice de productividad	CPI	$\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}} * \text{Utilización}$
Incremento de la productividad	Δ	$\frac{\text{Productividad actual} - \text{Productividad base}}{\text{Productividad base}}$
Ordenes de trabajo planeadas	%	$\frac{\text{Ordenes de trabajo planeadas y programadas}}{\text{Ordenes de trabajo totales ejecutadas}} \times 100$
Horas trabajadas	%	$\frac{\text{Horas trabajadas según el programa}}{\text{Horas totales programadas}} \times 100$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon* pág. 291

B. EFICACIA DEL MANTENIMIENTO

Tabla 2. Indicadores de la Eficacia del mantenimiento

Tipo	Und.	Fórmula
Disponibilidad	A	$\frac{\text{Tiempo de producción planeada} - T. \text{muerto no planeado}}{\text{Tiempo de producción planeado}}$
Velocidad	S	$\frac{\text{Cantidad real de producción}}{\text{Cantidad planeada de producción}}$
Calidad	Q	$\frac{\text{Cantidad real de producción} - \text{Cantidad no aceptada}}{\text{Cantidad real}}$
Eficiencia física	Ef	$\frac{\text{Salida útil de M. P.}}{\text{Entrada de M. P.}}$
% Horas brutas de operación	%	$\frac{\text{N}^\circ \text{ Horas brutas de operación}}{\text{N}^\circ \text{ horas brutas de operación} + \text{Tiempo muerto por mantto}}$
Nº de Fallas en el sistema	NFS	$\frac{\text{N}^\circ \text{ de paros en producción}}{\text{N}^\circ \text{ de horas brutas de operación}}$
Tiempo muerto del equipo por descomposturas	%	$\frac{\text{Tiempo muerto causado por descompostura}}{\text{Tiempo muerto total}} \times 100$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon* pág. 293

C. GASTOS DEL MANTENIMIENTO

Tabla 3. Indicadores de Gastos del mantenimiento

Tipo	Und	Fórmula
Por unidad de producción	Und. monetaria	$\frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Unidades totales producidas}}$
Componente de fuerza laboral	%	$\frac{\text{Fuerza laboral total en mantenimiento}}{\text{Costo total de mantenimiento directo}} \times 100$
Proporción de gasto de mano de obra	Proporción	$\frac{\text{Costo total de mano de obra de mantenimiento}}{\text{Costo total de materiales de mantenimiento}}$
Gasto de hora de mantenimiento	Und. monetaria	$\frac{\text{Costo total de mantenimiento}}{\text{Horas – hombre totales trabajadas}}$
Gasto de supervisión	%	$\frac{\text{Costo total de supervisión}}{\text{Costo total de mantenimiento}} \times 100$
Avance en los efectos de reducción de gastos	Nº	$\frac{\% \text{Horas – hombre consumidas en trabajos programados}}{\text{Costo de mantenimiento – Unidad de producción}}$
Gasto M.P relacionado M.C	%	$\frac{\text{Costo total de MP (incluyendo pérdidas de producción)}}{\text{Costo total de descomposturas}} \times 100$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon* pág. 295

2.2.6.2. INDICADOR DE RENTABILIDAD

Villamil y García (2003) en “Introducción al proyecto de ingeniería”

Será necesario analizar otros posibles escenarios, considerando su probabilidad de ocurrencia, y en base a ello calcular el riesgo de cada alternativa del proyecto

A. RELACIÓN BENEFICIO/COSTE: B/C

Este criterio se basa en determinar la relación entre el valor actualizado de los ingresos brutos, o netos de egresos, en relación al valor actualizado del total de los egresos; es decir, toma en cuenta el valor total comprometido en el proyecto, es decir la inversión inicial (I_0). La relación beneficio/coste bruto está dada por:

$$\frac{B}{C} = \frac{VAB}{VAC + I_0}$$

La regla de decisión en este caso es que si la relación beneficio/coste es mayor que uno se recomienda ejecutar el proyecto, ya que el valor actual de los beneficios supera el valor actual de los costes (incluida la inversión). $RCB > 1$.

III. RESULTADOS

3.1. DIAGNOSTICAR EL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO

El trabajo se realizó en la empresa Trucks and Motors del Perú SAC situada en la ciudad de Chiclayo. Cuenta con una infraestructura que comprende 18 538,64 m², lugar donde se realizan los procesos tales como logística, mantenimiento, operaciones, ventas, sistemas, liquidaciones, recursos humanos, entre otros, concernientes a la actividad de transporte de carga pesada a nivel nacional e internacional. Se muestra en el **Anexo 1. Distribución de las áreas en la empresa Trucks and Motors del Perú SAC.**

Trucks and Motors del Perú SAC cuenta con flota propia conformada por 108 tractos (Marca Scania) y 121 remolques (Marca diversas) que a lo largo del tiempo fueron adquiriéndolos. Además, se ha implementado un área de mantenimiento para uso exclusivo de la flota.

El programa de mantenimiento del tracto está basado en el kilometraje recorrido y se registra en un software llamado “Solomon”. El sistema otorga una señal de alerta y bloquea la programación de servicio del tracto para su respectivo mantenimiento, y se desbloquea cuando el Jefe de Mantenimiento valida la ejecución del mismo. Este proceso permite cumplir el programa de mantenimiento anual así como controlar los gastos que se incurre por cada tracto.

La empresa cuenta con remolques de tipo cama baja, furgón, plataforma y contenedor. Están diseñados para transportar en cada viaje una carga máxima de 30 t a 32 t o 28m³ y fueron adquiridos desde el año 1984 hasta el 2008. El tiempo de depreciación es de 10 años para los remolques, sin embargo el tiempo actual de uso oscilan entre 6 a 30 años de antigüedad. El mantenimiento de los remolques se realiza una vez al año, debido a la ausencia de un instrumento que realice el conteo del kilometraje de cada remolque, y como consecuencia no se obtiene la información necesaria para la creación de una base de datos. Actualmente, el programa de mantenimiento anual del remolque no se cumple totalmente ni existe un control detallado de los gastos por reparaciones que se incurre por cada remolque.

El presente trabajo se enfocó en los remolques por existir falta de control e incumplimiento del único Plan de Mantenimiento Preventivo del Remolque generando pérdidas para la empresa por unidades paradas debido a reprocesos.

3.1.1. MANTENIMIENTO GENERAL DEL REMOLQUE

El remolque es un vehículo de carga no motorizado que consta de chasis, ruedas, superficie de carga, frenos, suspensión, caja de herramientas, gata, parachoque, neumático de repuesto y otros accesorios. La estructura principal del remolque está preparada para que reciba principalmente al plato King Pin del tracto y su función principal es de tolerar la carga máxima durante el recorrido. Por ello, el mantenimiento de los remolques es de vital importancia porque evita una serie de degradaciones en la estructura y funcionamiento, incrementando su vida útil y su rendimiento.

No obstante, el fabricante de remolques “FAMECA” recomienda elaborar el Programa de Mantenimiento de los remolques en base al kilometraje recorrido cada 10 000 km, 30 000 km y 60 000 km, con el fin de lograr la conservación, durabilidad y mejor desempeño del vehículo. Sin embargo, la empresa ha decidido realizarlo anualmente.

El Jefe de mantenimiento elabora el Programa de Mantenimiento de los Remolques en base a la fecha de su último mantenimiento de cada remolque y con periodicidad anual, posteriormente lo presenta a la Gerencia General en el mes noviembre de cada año para su respectiva evaluación y aprobación. A diferencia del Programa de Mantenimiento de los Tractos, éste no se registra ni se controla a través de un software.

En el **Anexo 2. Mantenimientos Ejecutados en los Remolques (2010 – 2013)**, se observa que no se cumplió al 100 % con los mantenimientos programados originando que 25 remolques en promedio anual sean atendidos después del año de operatividad.

Tabla 4. Programa de mantenimientos de los remolques (2010 – 2013)

Flota Actual: 121 Remolques
Frecuencia: Anual

AÑO	Mantenimientos proyectados	Mantenimientos ejecutados	Mantenimientos no ejecutados
2010	121	108	13
2011	121	100	21
2012	121	79	42
2013	121	100	21

Fuente: Tymsac

En el **Anexo 3. Proceso Actual de Mantenimiento del Remolque**, se muestra que el proceso de mantenimiento del remolque inicia al momento que la unidad ingresa a la base, el conductor debe de llenar el formato “Reporte de Fallas del Remolque” indicando las fallas que presenta su unidad y presentarlo al Jefe de mantenimiento. Éste último recepciona y verifica el documento presentado, si está todo conforme autoriza el ingreso del remolque al taller de mantenimiento, asignándole un espacio físico en el taller y a un técnico para que realice el diagnóstico de la falla (mecánica, eléctrica, soldadura).

Después de constatar el técnico soldador los problemas que tiene la unidad debe llenar el “Check List del remolque” y presentarlo al Jefe de Mantenimiento para su evaluación y aprobación. Una vez aprobado la reparación del remolque el Jefe de mantenimiento genera la “Orden de Trabajo” indicando los repuestos, suministros, equipos y herramientas que el técnico necesita para cumplir con la reparación del remolque. “La orden de trabajo” es presentado al área de almacén para el despacho de los repuestos y suministros; si en caso el almacén no cuenta con stock de dichos repuestos deberá informarlo al Jefe de Logística.

El Jefe de Logística tendrá que solicitar cotizaciones a los proveedores y presentarlos al Subgerente para la aprobación de la compra. Una vez aprobado, el Jefe de Logística deberá programar la compra e informar al Jefe de mantenimiento la fecha de entrega del repuesto, posteriormente generará la “Orden de compra” y lo enviará al proveedor ganador coordinando la fecha del envío de la mercadería al almacén de la empresa. Al momento que ingresa la mercadería comprada a la empresa, el Jefe de Almacén tiene la función de recepcionar, verificar y registrar al Kardex y luego debe despachar los

repuestos al Jefe de mantenimiento o al técnico, y solicitar una copia de “La Orden de Trabajo”. Después el Jefe de mantenimiento indicará al técnico la fecha de inicio y final del trabajo como las recomendaciones del caso. Una vez concluido la reparación del remolque, el Supervisor de Mantenimiento, realiza las pruebas de conformidad y luego entrega el vehículo al conductor, quedando constancia de aceptación con la firma de este en la “Orden de Trabajo”.

Por último, el Jefe de Mantenimiento debe otorgar la autorización de la liberación del servicio para que la unidad sea programada para un servicio. Si durante la ejecución del trabajo es necesario utilizar ciertos repuestos y/o materiales, los técnicos deben de realizar el requerimiento del repuesto al Jefe de mantenimiento.

En el **Anexo 4. Plan de Mantenimiento Anual del Remolque**, está conformado por las actividades mecánicas, eléctricas y soldadura en el remolque. Es importante realizar el mantenimiento al remolque ya sea ajustando pernos, faros, tuercas que sellan las mangueras, protección de conexiones eléctricas, etc. porque esto evitará demoras y problemas que podrían agravarse con el tiempo además permite así la conservación, mayor durabilidad y mejor rendimiento del remolque.

- ✓ **ELÉCTRICO:** Tiene como finalidad de señalar la parte delantera y trasera del remolque, cuando frena indicación de dirección, de alerta y señalización nocturna. El sistema es conectado del vehículo tracto al remolque, a través de conexión y cable eléctrico. Este sistema es importante porque contribuye en la reducción de los índices de accidentes carreteros.

Tabla 5. Gasto total en la actividad eléctrica del mantenimiento del remolque

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
1	REVISIÓN SISTEMA ELÉCTRICO (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 04 HORAS)	REPUESTOS UTILIZADOS					721,23
		FARO AMBAR LATERAL LED	14	und	14,55	203,69	
		FARO ROJO LATERAL LED	2	und	12,38	24,76	
		FARO POSTERIOR LED AMBAR	4	und	40,85	163,40	
		FARO POSTERIOR LED ROJO	2	und	42,29	84,58	
		FARO POSTERIOR LED BLANCO	2	und	48,00	96,00	
		CABLE Nº 14 ROJO	17	m	1,40	23,80	
		CABLE Nº 14 VERDE	17	m	1,40	23,80	
		CABLE Nº 14 AZUL	17	m	1,40	23,80	
		CABLE Nº 14 ANARANJADO	17	m	1,40	23,80	
		CABLE Nº 14 MARRON	17	m	1,40	23,80	
		CABLE Nº 14 NEGRO	17	m	1,40	23,80	
		REMACHES 3/16X1	30	und	0,20	6,00	
		MANO DE OBRA					220,00
		TÉCNICO ELECTRICISTA	1	ss	220,00	220,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					39,90
		LUMINARIA (REFLECTORES kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		MULTIMETRO DIGITAL	0	kw/h	0,27	0,00	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
		TOTAL S/					981,13

Gasto total en la actividad eléctrica (S/)	981,13
---	---------------

*El agua se obtiene de pozos ubicados en la empresa.

Fuente: Tymsac

- ✓ **SOLDADURA:** Una de las actividades importantes en el área de soldadura porque a través de este método se realiza la recuperación de las unidades siniestradas y la reparación del sistema de suspensión del remolque debido al tiempo de uso, corrosión, fuerza, entre otros factores.

Tabla 6. Gasto total en la actividad en soldadura: Mantenimiento del remolque

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
01	REVISIÓN DEL SISTEMA SUSPENSIÓN MECÁNICA: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 16 HORAS)	REPUESTOS UTILIZADOS					6 388,21
		PLANCHA 1/2 * 4 * 8	4	und	150,00	600,00	
		BOCIN C/BALANCIN 4" * 2	4	und	50,00	200,00	
		PINES 2" * 10	4	und	50,00	200,00	
		OXIGENO	32	m3	10,00	320,00	
		GAS PROPANO	66,64	m3	2,00	133,28	
		SOLDADURA SUPERCITO 1/8"	12	kg	9,70	116,40	
		GRASERA 3/8" * 90	16	und	0,50	8,00	
		EJE 2"	0,64	m3	122,70	78,53	
		SOLDADURA CELLOCOR 1/8"	8	kg	8,00	64,00	
		MUELLES (9und)	6	juego	450,00	2 700,00	
		PERNO CENTRAL 1/2" * 6	6	und	4,00	24,00	
		ABRAZADERA 7/8" * 12"	12	und	90,00	1 080,00	
		EJE REDONDO PULIDO 1 1/4"	3	cm	60,00	180,00	
		GRASERA 3/8" * 6	12	und	3,00	36,00	
		PIN 1" * 8	6	und	25,00	150,00	
		PIN 1" * 5	6	und	25,00	150,00	
		TUERCA 1"	12	und	4,00	48,00	
		BOCINA 2"* 3	12	und	25,00	300,00	
		MANO DE OBRA					3 408,00
		SERVICIO DE TORNO: BOCINAS DE BALANCIN	4	ss	50,00	200,00	
		SERVICIO DE TORNO: BOCINAS DE SOPORTE DE BALANCÍN	8	ss	30,00	240,00	
		SERVICIO DE TORNO: PINES PARA BALANCÍN	4	ss	50,00	200,00	
		SERVICIO DE TORNO: BOCINAS PARA TEMPLADOR	12	ss	25,00	300,00	
		SERVICIO DE TORNO: PINES PARA TEMPLADOR	12	ss	25,00	300,00	
		SERVICIO DE TORNO: BOCINAS PARA SOPORTE DE TEMPLADOR	24	ss	7,00	168,00	
		TÉCNICO SOLDADOR	1	ss	2000,00	2 000,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					40,89
		LUMINARIA (Reflector kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		MAQUINA DE SOLDAR SMAW (0.945 kw/h)	2,75	kw/h	0,27	0,73	
		EQUIPO DE OXICORTE (11.22 kw/h)	0,96	kw/h	0,27	0,26	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
TOTAL S/						9 837,09	

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
02	REVISIÓN ESTADO DE ESTRUCTURA: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 08 HORAS)	REPUESTOS UTILIZADOS					244,40
		PINES 2" * 8	3	und	25,00	75,00	
		BISAGRAS	3	und	10,00	30,00	
		GAS PROPANO	30	m3	2,00	60,00	
		OXIGENO	2	m3	10,00	20,00	
		SOLDADURA CELLOCOR 1/8"	2	Kg	9,70	19,40	
		PLANCHA NEGRA 1/4	0,1	m	400,00	40,00	
		MANO DE OBRA					60,00
		TÉCNICA DE SOLDADURA	1	ss	40,00	40,00	
		SERVICIO DE FABRICACIÓN DE BISAGRA	1	ss	20,00	20,00	
		ENERGÍA ELÉCTRICA					40,43
		LUMINARIA (Reflector kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		MAQUINA DE SOLDAR SMAW (0.945 kw/h)	1,5	kw/h	0,27	0,40	
		EQUIPO DE OXICORTE (11.22 kw/h)	0,5	kw/h	0,27	0,13	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00			
TOTAL S/						344,83	

Gasto total en la actividad de soldadura (S/)						10 181,92
--	--	--	--	--	--	------------------

*El agua se obtiene de pozos ubicados en la empresa.

Fuente: Tysmac

- ✓ **MECÁNICO:** Se basa en la lubricación de ejes (rodajes de las ruedas y eje de levas), ajuste de rodajes, regulación de frenos, mantenimiento de aros, balanceo y alineamiento de ruedas, evitando el calentamiento y desgaste prematuro de los componentes sujetos a fricción constantes y proporcionando mejor desempeño y seguridad al remolque.

Tabla 7. Gasto total en la actividad mecánica del mantenimiento del remolque

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
01	REVISIÓN Y CAMBIO DE ESTADO DE GRASA Y RODAJES: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 06 HORAS)	REPUESTOS UTILIZADOS					919,00
		RODAMIENTOS HM518445/10	12	und	54,00	648,00	
		RETEN RUEDA POSTERIOR PEQUEÑO	6	und	13,00	78,00	
		GRASA GADUS	6	kg	19,00	114,00	
		SILICONA GRIS	1	und	9,00	9,00	
		COMBUSTIBLE : GASOLINA / PETROLEO	5	gal	14,00	70,00	
		MANO DE OBRA					240,00
		TÉCNICO MECÁNICO	6	pts	40,00	240,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					120,90
		LUMINARIA (REFLECTORES 150 kw/h)	450	kw/h	0,27	119,70	
		ENGRASADORA (24 Puntos * 1 hora)	4,51	kw/h	0,27	1,20	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00			
TOTAL S/						1 279,90	

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
02	CAMBIO DE ESTADO DE GRASA - CHASIS: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 0,5 HORAS)	REPUESTOS UTILIZADOS					38,00
		GRASA GADUS	2	kg	19,00	38,00	
		MANO DE OBRA					30,00
		TÉCNICO MECÁNICO	2	pts	15,00	30,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					120,90
		LUMINARIA (REFLECTORES 150 kw/h)	450	kw/h	0,27	119,70	
		ENGRASADORA (6 Puntos * 0.5 hora)	4,51	kw/h	0,27	1,20	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
		TOTAL S/					

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
03	REVISIÓN Y CAMBIO DE RATCHES: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 01 HORA)	REPUESTOS UTILIZADOS					306,00
		RATCHES	6	und	45,00	270,00	
		SEGURO DE RATCHES	6	und	6,00	36,00	
		MANO DE OBRA					10,00
		TÉCNICO MECÁNICO	1	ss	10,00	10,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					40,78
		LUMINARIA (REFLECTORES 150 kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		COMPRESORA DE AIRE (12 Puntos * 2 horas) - Consume 1,65 kw/h	3,3	kw/h	0,27	0,88	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
TOTAL S/						356,78	

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
04	REVISIÓN Y CAMBIO DE TAMBORES FRENS PARA: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 01 HORA)	REPUESTOS UTILIZADOS					1 804,00
		TAMBORES DE FRENO AMERICANOS	6	und	300,00	1 800,00	
		LIJA DE FIERRO 14"	2	pliego	2,00	4,00	
		MANO DE OBRA					120,00
		TÉCNICO MECÁNICO	6	LADO	20,00	120,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					41,00
		LUMINARIA (REFLECTOR 150 kw/h)	150	hora	0,27	39,90	
		COMPRESORA DE AIRE (6 Puntos * 2.5 horas) - Consume 1,65 kw/h	4,125	kw/h	0,27	1,10	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
TOTAL S/						1 965,00	

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
05	CAMBIO DE BLOQUES DE ZAPATAS: (TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO POR REMOLQUE 06 HORA)	REPUESTOS UTILIZADOS					9 832,96
		BLOQUE DE ZAPATA 4515	3	juego	144,50	433,50	
		REMACHES 3/16 * 1	86	und	0,36	30,96	
		RESORTES DE CARRETA 170L	6	und	900,00	5 400,00	
		SILICONA GRIS	1	und	8,50	8,50	
		GRASA GADUS	12	kg	330,00	3 960,00	
		MANO DE OBRA					180,00
		TÉCNICO MECÁNICO	6	ss	30,00	180,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					39,90
		LUMINARIA (REFLECTOR 150 kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
		CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00	
TOTAL S/						10 052,86	

ITEM	TAREA	DESCRIPCIÓN	CANT	UND	PRECIO UNITARIO S/	PRECIO TOTAL S/	
06	REVISIÓN SISTEMA DE AIRE: TIEMPO ESTIMADO DE TRABAJO 02 HORAS	REPUESTOS UTILIZADOS					614,65
		VALVULA PULPO	1	und	235,00	235,00	
		BOLSA DE AIRE PARA CARRETA	1	und	379,65	379,65	
		MANO DE OBRA					50,00
		TÉCNICO MECÁNICO	1	und	50,00	50,00	
		SERVICIO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					39,90
		LUMINARIA (REFLECTORES kw/h)	150	kw/h	0,27	39,90	
		SERVICIO DE AGUA					0,00
CONSUMO DE AGUA POTABLE	0	m3	0,00	0,00			
TOTAL S/						704,55	

Gasto total en la actividad mecánica (S/)						14 547,99
--	--	--	--	--	--	------------------

Fuente: Tysac

En los **Anexos 5, 6, 7 y 8. Mantenimientos ejecutados en el remolque por tipo actividad en el período 2010 – 2013**, muestran la cantidad de remolques reparados en el período analizado según el tipo de actividad realizado en cada remolque (mecánica, eléctrica y soldadura).

La información obtenida en la Tabla 8, muestra que el gasto total del mantenimiento por remolque es de S/ 25 711,04. Además, refleja que el 56 % del gasto total representa a las actividades mecánicas, el 40% y 4 % por actividades de soldaduras y eléctricas respectivamente, en donde la representación porcentual se mantendrá fija en el periodo analizado.

Tabla 8. Gasto total del mantenimiento de los remolques 2010 – 2013

ITEM	TIPO DE ACTIVIDAD	GASTO S/	AÑO			
			2010 (108 Remolques)	2011 (100 Remolques)	2012 (79 Remolques)	2013 (100 Remolques)
I	MECÁNICA	14 547,99	1 571 182,92	1 454 799,00	1 149 291,21	1 454 799,00
1	Revisión y cambio de estado de grasa rodajes.	1 279,90	138 229,20	127 990,00	101 112,10	127 990,00
2	Cambio de estado de grasa chasis.	188,90	20 401,20	18 890,00	14 923,10	18 890,00
3	Revisión y cambio de Rachets.	356,78	38 532,24	35 678,00	28 185,62	35 678,00
4	Revisión y cambio de tambores y frenos.	1 965,00	212 220,00	196 500,00	155 235,00	196 500,00
5	Cambio de bloques de zapatas.	10 052,86	1 085 708,88	1 005 286,00	794 175,94	1 005 286,00
6	Revisión sistema de aire.	704,55	76 091,40	70 455,00	55 659,45	70 455,00
II	ELÉCTRICA	981,13	105 962,04	98 113,00	77 509,27	98 113,00
7	Revisión sistema eléctrico.	981,13	105 962,04	98 113,00	77 509,27	98 113,00
III	SOLDADURA	10 181,92	1 099 647,36	1 018 192,00	804 371,68	1 018 192,00
8	Revisión del Sistema suspensión mecánica	9 837,09	1 062 405,72	983 709,00	777 130,11	983 709,00
9	Revisión estado de estructuras	344,83	37 241,64	34 483,00	27 241,57	34 483,00
GASTO TOTAL POR ACTIVIDAD S/		25 711,04	2 776 792,32	2 571 104,00	2 031 172,16	2 571 104,00

Fuente: Tysnac

En los **Anexos 9, 10, 11 y 12**. *Reprocesos por tipo actividad en el mantenimiento del remolque en el período 2010 – 2013*, muestran la cantidad de reprocesos en el período analizado de acuerdo al tipo de actividad realizados en cada remolque (mecánica, eléctrica y soldadura).

Un reproceso será una reparación no ejecutada correctamente el cual conlleva a una falla posterior, la misma que se vuelven a reparar para considerarse como proceso aceptable y lograr que la unidad esté habilitada para la programación de un servicio. Por tal, el reproceso genera un impacto negativo en la economía de la empresa que ocasiona pérdidas anuales, por concepto de reparaciones por avería y/o falla, y por remolque no operativo que asciende a S/ 219.50 por hora parada.

En la Tabla 9, muestra que la pérdida total por reprocesos en los remolques en el período 2010 – 2013 asciende a S/ 389 704.09. Además, refleja que el 79 % representa a los reprocesos en soldadura, el 18 % y 3 % por reprocesos mecánicos y eléctricas respectivamente.

Tabla 9. *Pérdida total por reprocesos en los remolques 2010 - 2013*

ITEM	TIPO DE ACTIVIDAD	PÉRDIDA S/	AÑOS / GASTO S/.							
			2010		2011		2012		2013	
			N°	S/	N°	S/	N°	S/	N°	S/
I	MECÁNICA			10 951,89		14 732,95		18 047,48		24 785,81
1	Revisión y cambio de estado de grasa rodajes.	255,98	7	1 791,86	9	2 303,82	11	2 815,78	15	3 839,70
2	Cambio de estado de grasa chasis.	37,78	12	453,36	17	642,26	19	717,82	28	1 057,84
3	Revisión y cambio de Rachets.	71,36	6	428,14	8	570,85	9	642,20	13	927,63
4	Revisión y cambio de tambores y frenos.	393,00	5	1 965,00	7	2 751,00	9	3 537,00	11	4 323,00
5	Cambio de bloques de	2 010,57	3	6 031,72	4	8 042,29	5	10 052,86	7	14 074,00
6	Revisión sistema de	140,91	2	281,82	3	422,73	2	281,82	4	563,64
II	ELÉCTRICA			2 158,49		2 943,39		3 335,84		4 905,65
7	Revisión sistema	196,23	11	2 158,49	15	2 943,39	17	3 335,84	25	4 905,65
III	SOLDADURA			68 202,57		78 315,52		70 376,88		90 947,62
8	Revisión del Sistema suspensión mecánica	1 967,42	34	66 892,21	39	76 729,30	35	68 859,63	45	88 533,81
9	Revisión estado de estructuras	68,97	19	1 310,35	23	1 586,22	22	1 517,25	35	2 413,81
PÉRDIDA TOTAL POR REPROCESOS S/				81 312,94		95 991,86		91 760,21		120 639,08

Fuente: Tymsac

En la Tabla 7. De acuerdo al importe determinado por remolque no habilitado (S/ 219.50 por hora) se determina que la pérdida por remolques inhabilitados en el período 2010 – 2013 asciende a S/ 1 566 791.00 y sólo en la actividad de soldadura en el mismo periodo es S/.1 398 654.00, es decir que representa el 89 % de la pérdida total por unidades paradas.

Tabla 10. Pérdida por remolques no habilitados 2010 – 2013

ITEM	TIPO DE ACTIVIDAD			AÑOS							
	Descripción	Tiempo (Hora)	Pérdida (S/ * h)	2010		2011		2012		2013	
				N°	S/	N°	S/	N°	S/	N°	S/
I	MECÁNICA				17 779,50		23 596,25		27 986,25		39 071,00
1	Revisión y cambio de estado de grasa rodajes.	6	219,50	7	9 219,00	9	11 853,00	11	14 487,00	15	19 755,00
2	Cambio de estado de grasa chasis.	0,5	219,50	12	1 317,00	17	1 865,75	19	2 085,25	28	3 073,00
3	Revisión y cambio de Rachets.	1	219,50	6	1 317,00	8	1 756,00	9	1 975,50	13	2 853,50
4	Revisión y cambio de tambores y frenos.	1	219,50	5	1 097,50	7	1 536,50	9	1 975,50	11	2 414,50
5	Cambio de bloques de zapatas.	6	219,50	3	3 951,00	4	5 268,00	5	6 585,00	7	9 219,00
6	Revisión sistema de aire.	2	219,50	2	878,00	3	1 317,00	2	878,00	4	1 756,00
II	ELÉCTRICA				9 658,00		13 170,00		14 926,00		21 950,00
7	Revisión sistema eléctrico.	4	219,50	11	9 658,00	15	13 170,00	17	14 926,00	25	21 950,00
III	SOLDADURA				298 959,00		347 688,00		317 397,00		434 610,00
8	Revisión del Sistema suspensión mecánica	30	219,50	34	223 890,00	39	256 815,00	35	230 475,00	45	296 325,00
9	Revisión estado de estructuras	18	219,50	19	75 069,00	23	90 873,00	22	86 922,00	35	138 285,00
PÉRDIDA TOTAL POR REMOLQUE NO HABILITADO S/					326 396,50		384 454,25		360 309,25		495 631,00

Fuente: Elaboración propia

3.1.2. MANTENIMIENTO DE SOLDADURA EN EL REMOLQUE

Los trabajos de soldadura es una actividad de vital importancia en el área de mantenimiento porque a través de este método se puede recuperar las unidades siniestradas y también la reestructuración del remolque por desgaste debido al tiempo de uso, corrosión, fuerza, entre otros factores.

En la sub área de soldadura se realiza 02 tipos de tareas como parte del plan de mantenimiento del remolque.

Tabla 11. Tipos de trabajo de soldadura en remolques

ESTRUCTURA DE LA ACTIVIDAD DE SOLDADURA			
Tipos de trabajo	Componente	Tiempo actual	Función
Estructura del remolque	Parantes	12 h	Es la parte de la estructura donde se almacena la mercadería y se dañan por el tipo de carga, sobrepeso, clima, corrosión, etc.
	Puertas	10 h	
	Piso	8 h	
	Laterales	12 h	
	Manparon	6 h	
	Tubo de anti empotramiento	6h	Es un elemento de seguridad pasiva que protege la parte trasera del vehículo y sirve para evitar que un vehículo menor o persona se quede enganchado o debajo del vehículo que le precede en caso de colisión por alcance.
Sistema de suspensión Mecánica	Balancín	18 h	Los ejes de los remolques en el caso de que este lleve 2 ó 3 están sujetos por pernos abrazaderas a una base llamada balancín y esta a su vez esta soldada a la estructura del remolque, dicho balancín, a través de un pin y tres bocines por lado, es el que soporta el movimiento de los ejes ocasionados por desniveles, baches, huecos.
	Templadores	16 h	
	Muelles	14 h	El muelle ayuda amortiguar la fuerza que ejercería la carga en caso de una frenada, amortiguándolo y activando las zapatas de freno

Fuente: Elaboración Propia

En los **Anexos 13, 14, 15 y 16**. *Mantenimientos ejecutados en el remolque por tipo de tarea de soldadura en el período 2010 – 2013*, muestran la cantidad de remolques reparados en el período analizado según el tipo de tarea de soldadura realizado en cada remolque (Estructura del remolque y Sistema de suspensión mecánica).

Después de realizar el mantenimiento a la estructura del remolque no debería presentar fallas en un tiempo no mayor a 06 meses, no obstante los remolques vuelven hacer reparadas después de 3,5 meses aproximadamente por fallas en el proceso de soldado (falta de penetración, porosidad, socavación, entre otros)

En los **Anexos 17, 18, 19 y 20 Reprocesos por tipo de tarea de soldadura en el mantenimiento del remolque en el período 2010 – 2013**, muestran la cantidad de reprocesos en el período analizado de acuerdo al tipo de tarea de soldadura realizado en cada remolque (Estructura del remolque y Sistema de suspensión mecánica).

En la Tabla 9. De acuerdo al importe determinado por remolque no habilitado (S/ 219.50 por hora) se determina que la pérdida por remolques inhabilitados en actividades de soldadura durante el período 2010 – 2013 asciende a S/ 1 309 098,00, del cual el 85% representa a la tarea de soldado del Sistema de Suspensión.

Tabla 12. Pérdida por remolques no habilitados por soldadura: 2010 – 2013

TIPO DE TAREA DE SOLDADURA				AÑOS								Total S/
				2010		2011		2012		2013		
Item	Descripción	Tiempo (Hora)	Pérdida (S/ * h)	N°	S/	N°	S/	N°	S/	N°	S/	
Estructura					42 583,00		45 656,00		43 022,00		69 362,00	200 623,00
1	Parantes	12	219,50	3	7 902,00	2	5 268,00	2	5 268,00	4	10 536,00	28 974,00
2	Puertas	10	219,50	5	10 975,00	5	10 975,00	5	10 975,00	8	17 560,00	50 485,00
3	Piso	8	219,50	6	10 536,00	7	12 292,00	7	12 292,00	10	17 560,00	52 680,00
4	Laterales	12	219,50	3	7 902,00	4	10 536,00	3	7 902,00	5	13 170,00	39 510,00
5	Manparon	6	219,50	2	2 634,00	2	2 634,00	2	2 634,00	3	3 951,00	11 853,00
6	Tubo de antiempotramiento	6	219,50	2	2 634,00	3	3 951,00	3	3 951,00	5	6 585,00	17 121,00
Sistema de Suspensión Mecánica					240 352,50		284 472,00		255 059,00		328 591,50	1 108 475,00
7	Balanción	30	219,50	18	118 530,00	21	138 285,00	19	125 115,00	24	158 040,00	539 970,00
8	Templadores	37	219,50	15	121 822,50	18	146 187,00	16	129 944,00	21	170 551,50	568 505,00
9	Muelles	14	219,50	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0,00
PÉRDIDA TOTAL POR REMOLQUE NO HABILITADO S/					282 935,50		330 128,00		298 081,00		397 953,50	1 309 098,00

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3.PROCESO DE SOLDADO EN EL SSM

La empresa cuenta con remolques de 2 o 3 ejes y son de suspensión tipo mecánico, es decir de tipo Tandem y balancines, cuya función principal es de transferir las cargas entre los ejes.

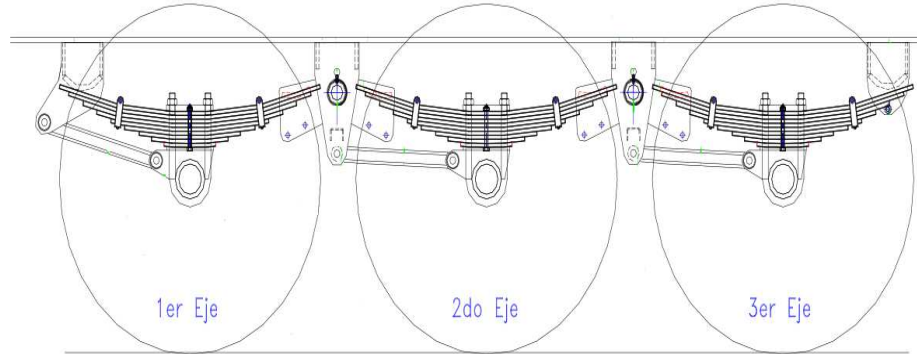


Figura 11. Remolque de 03 ejes con sistema de suspensión mecánica

Fuente: Manual de Partes y Mantenimiento – Semiremolque Barandas 03 Ejes – FAMECA pág. 7

El sistema de suspensión tiene como función mantener la estructura lo más horizontal posible frente a las descompensaciones que puedan generar las fuerzas laterales, las de aceleración y frenado. Además, asegura su máxima capacidad de carga, contribuye al menor desgaste de los neumáticos (cubierta), otorga mejor dirigibilidad del conjunto y ofrece mayor seguridad al remolque.

Este sistema tiene una vida útil sin reparaciones de 10 años, sin embargo es afectada por diversos factores como el tiempo de uso, la diversidad de la superficie del terreno, variedades climatologías, peso y distribución de la carga, la tensión, corrosión por no estar pintada esa área, fatiga o fricción, técnicas de conducción, sobrecarga, falta de mantenimientos preventivos, entre otros; que traen como consecuencia el incremento de las fisuras en su estructura.

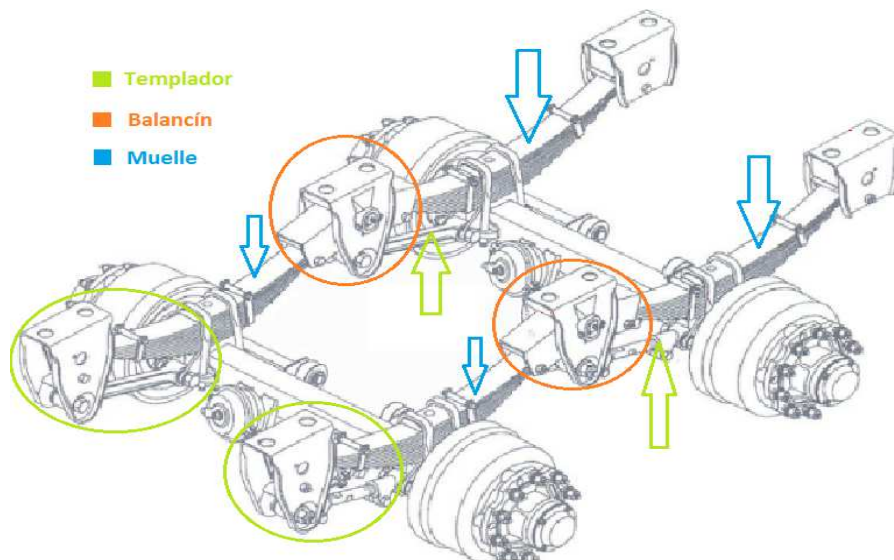


Figura 12. Remolque de 03 ejes con sistema de suspensión mecánica

Fuente: Manual de Propietario Randon – Semirremolque (3ra Edición) Pág. 5

En el **Anexo 21**. *Proceso actual de soldado en el SSM del remolque*, se muestra que el proceso de mantenimiento del remolque inicia al momento que la unidad ingresa a la base, el conductor debe llenar el formato “Reporte de Fallas del Remolque” indicando las fallas que presenta su unidad y presentarlo al Jefe de mantenimiento. Este último recibe y verifica el documento presentado, si está todo conforme autoriza el ingreso del remolque al taller de mantenimiento, asignándole un espacio físico y a un técnico soldador para que realice el diagnóstico de la falla (Reconstrucción de parantes, Reconstrucción de puerta y piso, Reconstrucción de laterales y manparon, reparación y soldeo de balancines y templadores, cambio de muelles y reparación y soldeo de tubo anti empotramiento).

Después que el técnico soldador constata los problemas que tiene el remolque debe llenar el “Check List del remolque” y presentarlo al Jefe de Mantenimiento para su evaluación y aprobación. El Jefe de Mantenimiento aprueba la solicitud de reparación del sistema de suspensión y genera la “Orden de Trabajo” indicando los repuestos y suministros, equipos y herramientas que el soldador necesita para cumplir con la reparación del remolque. “La orden de trabajo” es presentado al Jefe de Almacén para el despacho de los repuestos y suministros, para lo cual ambos jefes deberán de firmar Orden de Trabajo para dar conformidad a lo entregado.

En el caso, que el Área de almacén no cuente con stock de repuestos y suministros deberá informarlo al Jefe de Logística para que solicite cotizaciones a los proveedores, luego estos documentos deberán ser presentados al Subgerente para la aprobación de la compra. Una vez aprobado, el Jefe de Logística deberá programar la compra e informar al Jefe de mantenimiento la fecha de entrega, posteriormente generará la “Orden de compra” y lo enviará al proveedor ganador coordinando la fecha del envío de la mercadería al almacén de la empresa.

Al momento que ingresa la mercadería comprada a la empresa, el Jefe de Almacén tiene la función de recepcionar, verificar y registrar al Kardex y luego debe despachar los repuestos al Jefe de mantenimiento o al técnico, y solicitar una copia de “La Orden de Trabajo”. Después el Jefe de mantenimiento indicará al técnico la fecha de inicio y final del trabajo, el método de trabajo y las recomendaciones del caso.

Una vez concluido la reparación la avería del sistema de suspensión, el soldador deberá de comunicar al Jefe de Mantenimiento con el fin de coordinar la entrega del a su respectivo conductor, quedando como constancia de aceptación con la firma de este en la “Orden de Trabajo”. Por último, el Jefe de Mantenimiento debe otorgar la autorización la salida del remolque. Si durante la ejecución del trabajo es necesario utilizar ciertos repuestos y/o materiales, los técnicos deben de realizar el requerimiento del repuesto al Jefe de mantenimiento.

El proceso de reparación en el sistema de suspensión del remolque se enfoca a los puntos críticos que son el soporte de balancín, templadores y soporte de muelle, ya que conforman principalmente los puntos apoyos del remolque y están sometidos a grandes esfuerzos, enfrentándose a diversos daños en la superficie.

El método de soldadura que emplean en la empresa es el “Arco eléctrico manual con electrodo revestido - SMAW”. Este proceso revestido logra la unión cuando se concentra el calor de un arco eléctrico establecido entre los bordes de las piezas a soldar y una varilla metálica, llamada electrodo, produciéndose una zona de fusión que, al solidificarse, forma la unión permanente.

3.1.3.1. REPARACIÓN DE LOS BALANCINES

Los balancines ofrecen estabilidad y ayudan a distribuir la carga a las vigas principales. Las conexiones únicas realizadas con pernos estilo bisagra ofrecen una vida más prolongada de los balancines.

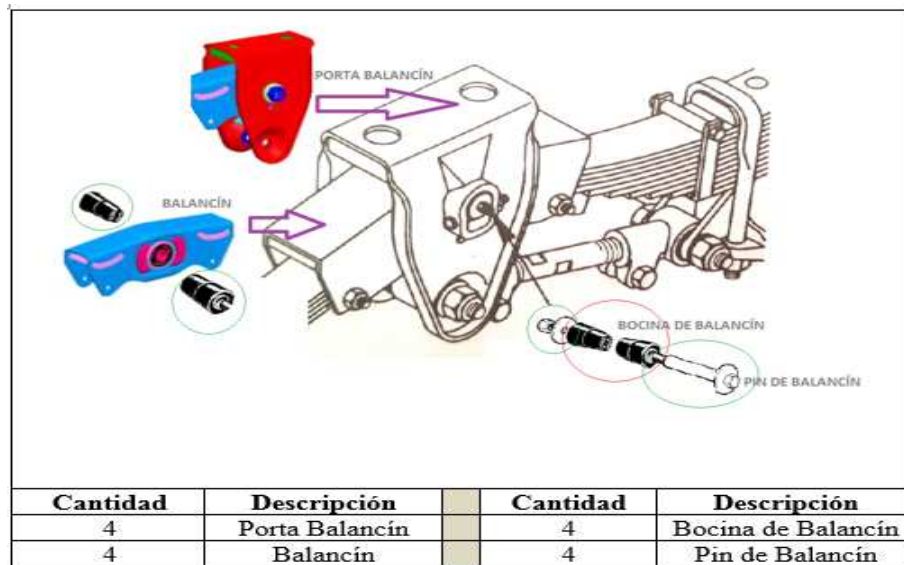


Figura 13. Partes del balancín del sistema de suspensión mecánica en el remolque
Fuente: Manual de Propietario Randon – Semirremolque (3ra Edición) Pág. 5

Para la reparación del conjunto del balancín se necesita las siguientes herramientas: Equipo de oxicorte, Máquina de soldadura, Dado 24”, Llave 14”, Comba. Adicionalmente, se solicita al técnico de torno la fabricación de bocinas y pines de balancín.

Anexo 22. Proceso actual de mantenimiento del balancín en el sistema de suspensión mecánica en el remolque

3.1.3.2. REPARACIÓN DE LOS MUELLES

El sistema de suspensión está conformado por los muelles tipo ballesta compuesto por 9 hojas de acero, superpuestas y de longitud decreciente. Su función principal es reducir el peso y mejorar el comportamiento del sistema de suspensión en marcha. Se necesita las siguientes herramientas: Equipo de oxicorte, Máquina de soldadura, Dado 3/4”, Llave 14”

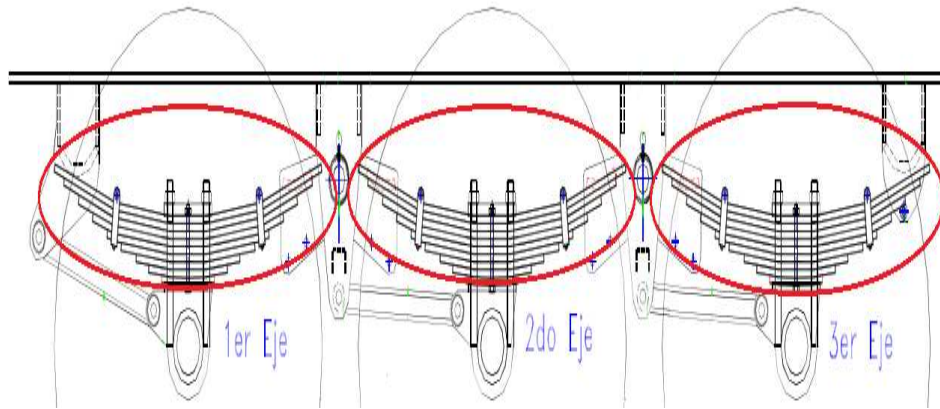


Figura 14. Muelles del sistema de suspensión mecánica en el remolque
 Fuente: Manual de Partes y Mantenimiento Semiremolque Barandas 03 Ejes - FAMECA pág. 7

Anexo 23. Proceso actual de mantenimiento del balancín en el sistema de suspensión mecánica en el remolque

3.1.3.3. REPARACIÓN DE LOS TEMPLADORES

Las herramientas usadas para la reparación de los templadores: Equipo de oxicorte, Máquina de soldadura, Dado 38", Palanca 3/4, Alicates y Comba. Adicionalmente, se solicita al técnico tornero la fabricación de bocinas y pines de templadores.

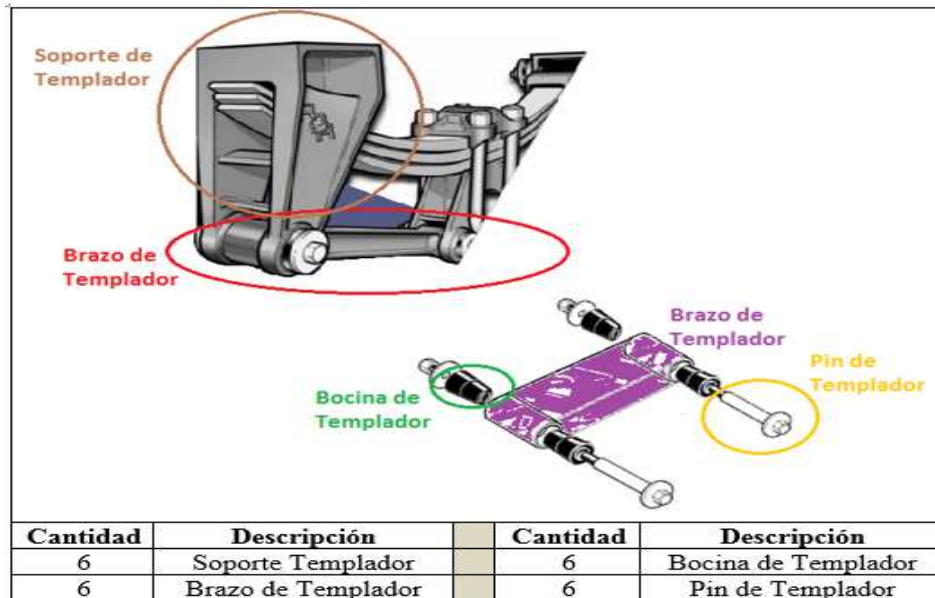


Figura 15. Partes del templador del sistema de suspensión mecánica del remolque
 Fuente: Manual de Mantenimiento de la Suspensión Mecánica - ArvinMeritor Pág. 1

Anexo 24. Proceso Actual de Mantenimiento del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica en el Remolque.

3.2. DETERMINAR UN MODELO DE MEJORA DE PROCESOS

El objetivo de este trabajo es proponer una mejora en el proceso de soldado con el fin de incrementar la productividad de la sub área de soldadura, para lograrlo será necesario realizar cambios en las políticas y procesos establecidos.

3.2.1. EVALUAR MODELOS DE MEJORA DE PROCESO

En Trucks and Motors del Perú SAC se realiza mantenimientos preventivos pero no se llegan a cumplirse en su totalidad debido a un ineficiente control en la ejecución del Plan de Mantenimiento Preventivo de los Remolques. Cabe mencionar, que la demanda futura de mantenimientos preventivos es precisa, es decir que la demanda proyectada es la misma cantidad de remolques que dispone la empresa.

También, se debe tener en cuenta que el proceso actual de soldado muestra un incremento en el tiempo de trabajo, genera merma de materia prima, aumento de gastos por mantenimiento. Además, ocasiona pérdida en la empresa por remolques inhabilitados debido a reprocesos.

Para obtener un servicio de mantenimiento óptimo en la sub área de soldadura se debe evaluar e incorporar un método de mejora continua que acompañe a la empresa en sus distintas etapas de crecimiento y se adecue automáticamente a cada área de la organización. Para ello, en este trabajo se evaluó los 4 modelos de mejora continua:

- *Capability Maturity Model Integration: CMMI*
- *Lean Management*
- *Los 7 Pasos*
- *Mejora Continua De Procesos – PMC*

Como el objetivo es disminuir los gastos de mantenimiento, reducir las mermas de materia prima, la optimización de tiempo de trabajo y reducir las unidades paradas por reprocesos en la sub área de soldadura se adoptó el modelo “Proceso de mejoramiento continuo - PMC” por basarse en una *mejora continua de procesos* logrando la disposición de tomar medidas necesarias para lograr los objetivos propuestos y obtener resultados exitosos.

MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS			
CMMI	LEAN	LOS 7 PASOS	PMC
Es un modelo para la mejora y evaluación de procesos para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.	Es una filosofía que involucra a todos los departamentos de las empresas. Está basada en la eliminación de desperdicios, con el objetivo de reducir gastos y tiempos de entrega y mejorar la calidad de los productos.	Formar equipos de trabajo para concientizarlos acerca de los problemas de calidad y productividad con el fin de buscar soluciones efectivas. A las mismas se le ha de ser un seguimiento para reforzarlas y crear así un nuevo ciclo de mejoramiento.	Es un enfoque sistemático que se puede utilizar con el fin de lograr crecientes e importantes mejoras en procesos que proveen productos y servicios a los clientes

Figura 16. Misión de los de modelos de mejora de procesos

Fuente: Elaboración propia

MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS			
CMMI	LEAN	LOS 7 PASOS	PMC
<ul style="list-style-type: none"> - Es un conjunto de mejores prácticas que cubre el ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta su entrega y mantenimiento. - Permite evaluar el progreso del desarrollo de software, así como la calidad de la administración de un proyecto. - Optimiza la transparencia en el seguimiento de proyectos y el rigor en el cumplimiento de plazos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentos de productividad - Rotaciones más ágiles de los inventarios. - Reducción de los defectos. - Disminución de los plazos de entrega. - Optimización en la gestión de los procesos de la empresa. - Reducción de costes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Se concentra el esfuerzo en ámbitos organizativos y de procedimientos puntuales. - Consiguen mejoras en un corto plazo y resultados visibles. - Si existe reducción de productos defectuosos, trae como consecuencia una reducción en los gastos, como resultado de un consumo menor de materias primas. - Incrementa la productividad y dirige a la organización hacia la competitividad, lo cual es de vital importancia para las actuales organizaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis detallado a los procesos actuales y mejorarlos. - Obtener productos con valor agregado para la satisfacción de los clientes. - Crear una ventaja competitiva.

Figura 17. Beneficios de los de modelos de mejora de procesos
Fuente: Elaboración propia

MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS			
CMMI	LEAN	LOS 7 PASOS	PMC
<ul style="list-style-type: none"> - Producir servicios y Productos de alta calidad. - Crear valor para los accionistas. - Mejorar la satisfacción del cliente. - Incrementar la participación en el mercado. - Ganar reconocimiento en la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento de la eficiencia del sistema de gestión o del modelo productivo / atención al cliente. - Reducción de los plazos de entrega. - Reducción del nivel de inventario. - Reducción de los errores. - Minimización de los desperdicios en los procesos. - Aumento de la competitividad. 	<ul style="list-style-type: none"> - Asegurar que los datos recolectados y las métricas resultantes se alineen con los objetivos de la organización - También permite a la organización priorizar y actuar en mejoras basadas en información real. 	<ul style="list-style-type: none"> - Satisfacer plenamente a los clientes y consumidores - Reducir al mínimo el tiempo de los niveles de fallas y errores - Generar mayores valores agregados al menor coste posible

Figura 18. Objetivos de los de modelos de mejora de procesos
Fuente: Elaboración Propia

MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS			
CMMI	LEAN	LOS 7 PASOS	PMC
Mejora de procesos que provee a las organizaciones de los elementos esenciales para un proceso efectivo.	La creación de flujo para poder entregar el máximo valor para los clientes, utilizando para ello los mínimos recursos necesarios: es decir ajustados	El estudio, análisis y soluciones de problemas.	Se basa en los principios de mejora continua de la calidad

Figura 19. Enfoque de los modelos de mejora de procesos
Fuente: Elaboración propia

MODELOS DE MEJORA DE PROCESOS			
CMMI	LEAN	LOS 7 PASOS	PMC
<ul style="list-style-type: none"> - Inicial. - Gestionado. - Definido. - Gestionado cuantitativamente - En optimización. 	<ul style="list-style-type: none"> - Detectar las oportunidades - Crear el modelo actual - Crear el estado futuro - Planear y dirigir el cambio 	<ul style="list-style-type: none"> - Selección de oportunidades de mejora - Cuantificación y subdivisión - Análisis de causas raíces - Nivel de desempeño requerido - Diseño y programación de soluciones - Implantación de soluciones - Establecimiento de acciones de garantía 	<ul style="list-style-type: none"> - Seleccionar - Analizar - Medir - Mejorar - Evaluar

Figura 20. Pasos para el desarrollo de los de modelos de mejora de procesos
Fuente: Elaboración Propia

3.2.2. RESTRICCIONES

Antes de continuar con el desarrollo del trabajo se debe tener en cuenta las restricciones existentes en la empresa con el fin de proponer alternativas de solución acorde con lo que se dispone.

- No se puede realizar la distribución de planta, la gerencia no tiene planificado a corto ni mediano plazo modificar la distribución de planta porque amerita un montaje o desmontaje de equipos y máquinas, los cuales incurrirán en altos gastos para la empresa.
- No se implementará de un área de control de calidad, a pesar que la gerencia sabe que es de vital importancia un área de control de calidad, en el que se pueda analizar las juntas soldadas; no tiene previsto a mediano plazo implementar esta área porque requiere de un desembolso significativo para la empresa.

3.2.3. DESARROLLO DEL MODELO PMC

A continuación se describe las actividades a detalle para el desarrollo del modelo Mejoramiento continuo del proceso – SAMME. Se expone la información referente a las actividades realizadas en cada fase.

3.2.3.1. FASE 01.- SELECCIONAR

Se seleccionó el proceso de soldado durante en el desarrollo del planteamiento del problema, la razón se debe a factores que afectan a la empresa, los cuales son:

- La pérdida total por reprocesos en los remolque durante el período 2010 – 2013 es de S/ 389 704.09, de lo cual el 79 % del total representa los reprocesos en soldadura que asciende a S/ 307 842.59.
- La pérdida por remolques inhabilitados en el período 2010 – 2013 asciende a S/ 1 566 791.00 y sólo en percances en la actividad de soldadura la pérdida asciende a S/.1 398 654.00, representando el 89 % de la pérdida total por unidades paradas.
- Durante el período 2010 – 2013 la pérdida por remolques no operativos debido a la actividad de soldadura asciende a S/ 1 309 098,00. Del cual S/ 1 108 475,00 es a causa de problemas en el proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica.
- El tiempo de trabajo estándar en el proceso de soldado en el sistema de suspensión es 26.80 hora / remolque pero actualmente el tiempo del proceso de soldado es de 31.19 hora / remolque.
- La cantidad de merma del material de aporte (electrodo) en el proceso de soldado SMAW para la reparación de los balancines y templadores en el Sistema de Suspensión Mecánica es de 4.354 kg de electrodo no depositados por remolque cuyo valor es de S/.58.78.

Es por ello que la empresa se ve en la necesidad de rediseñar el proceso de soldado con el fin de contribuir en la mejora del proceso de soldado.

3.2.3.2. FASE 02.- ANALIZAR

Los trabajos de soldadura que se realiza durante la reparación en el remolques es una actividad importante ya que con este método se recupera las unidades siniestradas y la reconstrucción de la estructura del remolque por desgaste, corrosión, fuerza, entre otros.

A. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADO ACTUAL: SMAW

La empresa ha seleccionado el proceso Shielded Metal Arc Welding (SMAW) y se caracteriza por la creación de un arco eléctrico entre una varilla metálica cubierta con el electrodo revestido y el material base a soldar.

Es un método para soldar en donde la unión del metal se produce por el calentamiento del arco eléctrico entre dicho electrodo y la pieza de trabajo. El metal del relleno se obtiene del mismo electrodo al fundirse con el material de la pieza de trabajo a soldar.

Este proceso se controla de forma manual y habitualmente se emplea para soldar en todas las posiciones. Para realizar el proceso de soldadura SMAW se utiliza lo siguiente:

- 1 Fuente de poder de Corriente alterna o Corriente directa 220 V
- 1 Pinza de trabajo y porta electrodo
- 1 Juego de cable PAS
- Electrodo E7018

Antes de iniciar el proceso de soldado, previamente se debe de identificar los siguientes los recursos a emplear ya que estos pueden afectar al producto soldado. Para ello, se detalla las características de cada uno:

a. MATERIAL BASE

Es un punto importante en el procedimiento porque se identifica el material base que se va a trabajar ya que posteriormente nos servirá para poder elegir el material de aporte adecuado, proceso de soldeo, temperatura de precalentamiento y temperatura de interfase.

Tabla 13. Información técnica del acero de bajo contenido de carbono

PROPIEDADES DEL MATERIAL BASE (Klibras/pulg ²)								
Tipo de Acero	Propiedad Química					Propiedad Mecánica		
	% C	% Mn	% Si	% P	% S	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 50mm (%)
Acero de Carbono	0.26 máx	No Espec.	0.40 máx	0.04 máx	0.05 máx	2540 (36)	4080 (58)	20

Fuente: Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural ASTM A36 / A36M

b. MATERIAL DE APORTE

Para la reparación del sistema de suspensión del remolque se utiliza como material de aporte un electrodo del tipo de bajo hidrógeno. El electrodo revestido se distinguen: una parte metálica y el revestimiento que rodea. Este revestimiento tiene, entre otras, las misiones de facilitar el encendido y dar estabilidad al arco. Además protege el metal de la oxidación y nitruración, protegiendo desde el inicio hasta su total solidificación.

- Especificación: AWS D1.1
- Clasificación: E7018 (Supercito)
- Diámetro: 1/8" – 3.25 mm
- Amperaje: 90 – 140 A
- Almacenamiento: En horno 125°C - 150° C
- Resecado: 300° C a 350°C por 2 horas

Tabla 14. Información técnica del material de aporte E7018

PROPIEDADES DEL MATERIAL DE APORTE									
Tipo de Electrodo	Propiedad Química					Propiedad Mecánica			
	% C	% Mn	% Si	% P	% S	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 50mm (%)	Energía Absorbida ISO -V [J(Ft-Lb)] [°C(F)]
E7018	0.005	1.00	0.60	Máx. 0.02	Máx. 0.02	520-610 (75400 - 88450)	Mín. 400 (58000)	Mín. 23	Mín. 70 (57) [-30 °C (-22 °F)]

Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.1

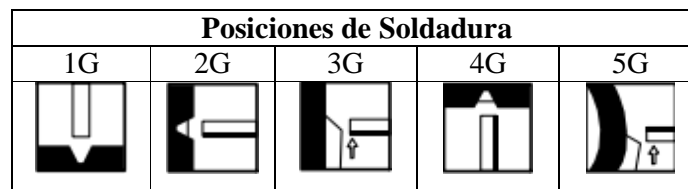
Tabla 15. Parámetro del amperaje para el proceso de soldado SMAW

Parámetros de Soldeo Recomendados

Para corriente alterna (AC) o continua (DC): Electrodo al polo positivo DCEP							
Diámetro	[mm]	1,60	2,50	3,25	4,00	5,00	6,30
	[pulgadas]	1/16	3/32	1/8	5/32	3/16	1/4
Amperaje mínimo	-	60	90	120	170	210	
Amperaje máximo	-	90	140	190	240	280	

Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág.160

Tabla 16. Posiciones de soldadura



Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.1

c. PREPARACIÓN DE JUNTA PARA REPARACIÓN

- ✓ Limpiar la base con escobilla de hierro.
- ✓ Canalizar la estructura a soldar con amoladora que dependerá al tamaño de la fisura.
- ✓ Biselar el lugar donde se soldará
- ✓ Soldar el balancín y el templador con sus respectivos componentes.

d. TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO Y ALIVIO DE TENSIONES

La temperatura de precalentamiento tiene la principal función de disminuir la velocidad de enfriamiento y en el caso del cuerpo de la suspensión mecánica se ve influenciado por el espesor. Además tendrá una influencia sobre el contenido de hidrógeno sobre el contenido de hidrógeno en la soldadura. En este caso se debe precalentar el material base a 66°C porque el acero de la estructura mide 1 pulgada ó 25.4 mm.

Tabla 17. *Pre calentamiento y temperatura entre pasos mínimos del acero*

ESPECIFICACIÓN DEL ACERO	PROCESO DE SOLDADURA	ESPESOR DE LA PARTE MÁS GRUESA AL PUNTO DE SOLDADURA		PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA ENTRE PASOS (MÍNIMA)	
		IN	MM	°F	°C
ASTM 36 *	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos con otros electrodos de diferentes a lo de bajo hidrogeno	Hasta ¾ incl.	19 incl.	Ninguna**	Ninguna*
		Arriba de ¾ - Hasta 1 ½ incl.	19 – 38 incl.	150	66
		Arriba de 1½ - Hasta 2 ½ incl.	38 - 64 incl.	225	107
		Arriba de 2 ½ incl.	64 incl.	300	150

* *Solamente electrodos de bajo hidrógeno deben ser usados cuando se sueldan aceros A 36 ó A 709 Grado 36 mayores a 1 pulgada para puentes.*

** *Cuando la temperatura del metal base está por abajo de 32 °F (0 °C), el metal base debe ser precalentado por lo menos a 70 °F (20 °C) y esta temperatura mínima debe ser mantenida durante soldadura.*

Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.1

B. DIAGRAMA DE PROCESOS Y DE FLUJOS ACTUAL DEL PROCESO DE SOLDADO


a. PROCESO DE SOLDADO: BALANCÍN

➤ **DIAGRAMAS DE PROCESOS: DOP – DAP**

En este punto se realizó los diagramas DOP y DAP para analizar el proceso actual de soldado, detallando la secuencia cronológica de todas las actividades (operaciones, inspecciones, transporte) del actual proceso de soldado en el sistema de suspensión en el remolque obteniendo como producto final: el balancín soldado del sistema de suspensión.

En el **Anexo 25. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque**





Tabla 18. *DOP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín*

ACTIVIDAD	RESULTADO	CANTIDAD
	Operación	21
	Inspección	6
	Combinada 1: operación y control	3
	Transporte	4
TOTAL		34

Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 26. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque**

Tabla 19. DAP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín

ACTIVIDAD	RESULTADO	SOLDADURA			TORNO			PROCESO COMPLETO		
		CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Operación	18,00		792,30 min	3,00		800,00 min	21,00		1 592,30 min
	Inspección	3,00		31,00 min	3,00		100,00 min	6,00		131,00 min
	Combinada 1: operación y control	3,00		52,00 min	0,00		0,00 min	3,00		52,00 min
	Transporte	1,00	3,00 m	12,00 min	3,00	45 m	30,00 min	4,00	93,00 m	42,00 min
TOTAL		25,00	3,00 m	887,30 min (14,79 h)	9,00	90 m	930,00 min (15,50 h)	34,00	93,00 m	1 817,30 min (30,29 h)

Fuente: Elaboración propia

➤ **ESTUDIO DE TIEMPO DE PROCESO: MEDICIÓN DE TRABAJO**

El trabajo se centra en el proceso de soldado. Para ello se utilizó el método “Regreso a Cero” para el registro de tiempos con el fin de obtener información referente al actual proceso de soldado del balancín en el sistema de suspensión en el remolque la cual es necesaria para determinar los gastos del proceso de soldado y determinar los problemas existentes en dicho proceso. La Eficiencia del tiempo del proceso de soldado del balancín se calculó en base a esta fórmula:

$$E = \left(\frac{\sum TE}{\sum TP} \right) * 100$$

$$TP = Top + TS$$

Donde:

E= Eficiencia

TE = Tiempo estandar

TS = Tiempo espera

TP = Tiempo estándar permitido

Top =Tiempo de las operaciones

Tabla 20. Índice de eficacia en la medición del trabajo

ELEMENTOS		A	B	C	D	E
TE	Tiempo Estandar	13,34	12,54	12,77	12,87	12,06
Top	Tiempo operación o Tiempo cronometrado	14,79	13,90	14,15	14,27	13,37
TS	Tiempo espera	1,45	1,36	1,39	1,40	1,31
TP	Tiempo Estandar permitido	16,24	15,26	15,54	15,67	14,68
E	Eficiencia	82,16	82,16	82,16	82,16	82,16

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Suplementos de tiempo en el proceso actual de soldado

SUPLEMENTOS DE TIEMPO PARA HOMBRE		VALOR DE: COMPENSACIÓN Y TOLERANCIA					
Suplementos		%	A	B	C	D	E
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5%	0,52	0,49	0,50	0,50	0,47
	Necesidades por fatiga	4%	0,41	0,39	0,40	0,40	0,37
Suplementos Variables	Trabajo de pie	2%	0,21	0,19	0,20	0,20	0,19
	Postura anormal: Incomodo	2%	0,21	0,19	0,20	0,20	0,19
	Levantamiento de peso:	5%	0,52	0,49	0,50	0,50	0,47
	Intensidad de luz: ligeramente por debajo de lo recomendador	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Calidad de aire: proximidad al sub area de pintura	5%	0,52	0,49	0,50	0,50	0,47
	Tensión visual: trabajos de precisión	2%	0,21	0,19	0,20	0,20	0,19
	Tensión auditiva: estridente y fuerte	5%	0,52	0,49	0,50	0,50	0,47
	Tensión mental: proceso bastante complejo	1%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
	Monotonía mental: proceso bastante monótono	1%	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
Monotonía física: trabajo algo aburrido	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUMA TOTAL DE SUPLEMENTOS POR MUESTRA			3,31	3,11	3,17	3,20	2,99
VALOR DE COMPENSACIÓN POR TIEMPO DE TRABAJO			0,22	0,22	0,22	0,22	0,22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Estudio de tiempo: Proceso actual de soldado del balancín

ELEMENTOS		A	B	C	D	E
Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	2,96	2,78	2,83	2,85	2,67
To	Tiempo cronometrado	14,79	13,90	14,15	14,27	13,37
V	Valoración	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
TN	Tiempo normal	10,35	9,73	9,91	9,99	9,36
TE	Tiempo Estandar	13,34	12,54	12,77	12,87	12,06

REGISTROS		A	B	C	D	E
1	Desmontar pemos del balancín	72,00	75,00	64,00	68,00	61,00
2	Ubicar gata hidraulica en el eje a reparar	38,00	32,00	33,00	28,00	30,00
3	Elevar el Sistema de Suspensión	18,00	18,00	24,00	21,00	17,00
4	Aflojar tuercas y retirar el pin del balancín	7,00	9,00	9,00	8,00	7,00
5	Cortar bocina y soporte	230,50	223,00	218,00	235,00	229,00
6	Desmontar el balancín	25,00	21,00	19,00	16,00	16,00
7	Recepción e inspección de repuestos fabricados	20,00	16,00	18,00	17,00	17,00
8	Adaptar bocinas en el balancín	140,00	131,30	128,00	135,00	118,00
9	Limpiar el material base a soldar: bocinas y porta balancín	18,00	13,00	14,00	16,00	15,00
10	Biselar el área del material base a soldar	23,00	19,00	24,00	21,00	18,00
11	Seleccionar y verificar el equipo de soldar	15,00	17,00	17,00	13,00	11,00
12	Seleccionar y verificar las herramientas para soldar	17,00	12,00	19,00	16,00	13,50
13	Ubicar equipo y herramienta	12,00	9,00	10,00	9,00	8,50

REGISTROS		A	B	C	D	E
14	Montar cable a tierra	3,00	2,50	4,00	3,00	4,00
15	Seleccionar amperaje del equipo de soldadura	1,00	0,50	0,80	1,00	0,70
16	Soldar bocinas en balancines	25,00	25,40	24,60	23,90	24,30
19	Centrar balancines en el bocinas	106,80	104,00	112,00	107,00	109,00
17	Verificación visual del producto soldado	8,00	5,00	7,00	8,00	6,00
18	Soldar porta balancín en la estructura del remolque	18,90	21,60	19,70	20,30	19,10
20	Verificación visual del producto soldado	8,00	5,00	7,00	8,00	6,00
21	Montar pines y ajustar tuercas en el balancín	21,10	19,80	23,00	22,10	20,60
22	Descender Sistema de Suspensión	15,00	9,00	12,00	11,00	10,50
23	Extraer gata hidráulica	10,00	8,00	8,00	7,00	9,00
24	Limpiar área de soldadura	20,00	16,00	16,00	17,00	15,00
25	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00	22,00	18,00	25,00	17,00
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		14,79	13,90	14,15	14,27	13,37

N° Técnicos Soldadores: 02
 Unidad de Tiempo: Horas
 Ciclo de trabajo: 01

Fuente: Elaboración propia

➤ **ANÁLISIS DE COSTOS/GASTOS DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO Y CORTE: BALANCÍN**

Son los gastos incurridos durante el proceso de soldadura en el sistema de suspensión mecánica permitiendo determinar la calidad del proceso, optimización de los recursos y mayor productividad. Este análisis de gasto también definirá las acciones que se deben llevar a cabo para corregir los desequilibrios observados en el proceso de soldadura. Se debe tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo.

Para el proceso de soldado del balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque se debe considerar lo siguiente:

✓ *Pieza a soldar: Bocina en el Balancín – Tipo de unión soldada: V Simple*

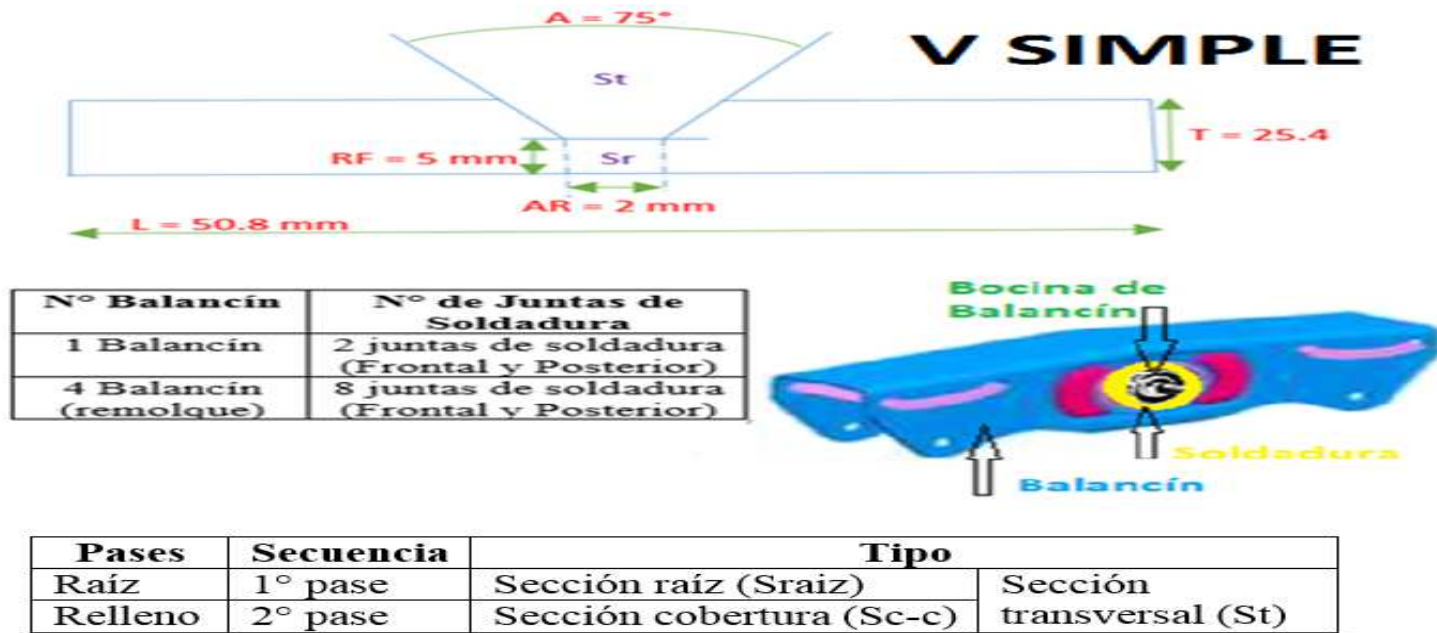


Figura 21. Medidas del área a soldar: Bocina - Balancín (En V Simple)
Fuente: Elaboración propia

Tabla 23. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 25,4 mm$	159,593 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7\,850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 2 (mm) * 5 (mm)$	$10 mm^2$
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan \left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = (25,4 mm - 5 mm)^2 * Tan \left(\frac{75}{2}\right) + (2 mm * 25,4 mm)$	$328,869 mm^2$
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 328,869 mm^2 - 10 mm^2$	$318,869 mm^2$
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,593 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	65,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines 25 s = 0.417 h)	$0,052 \frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,052 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	$7,67 \frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines 25 s = 0,417 h)	$0,052 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines = 14,79 h	$1,849 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,052 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{1,849 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	2,810%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right)$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$13,50 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	$Ed (\%)$	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	65,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 13,50 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{65,00 \%}$	$8,287 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	18,75 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,052 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	7,67 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,052 \left(\frac{h}{junta} \right)}{1,849 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	2,810%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{7,67 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,810 \%}$	34,71 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOI

VALOR MANO DE OBRA INDIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines = 14,79 h	1,849 $\frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	12,50 $\frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 1,849 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	23,11 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1,266	2,532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0,516	1,032
			VEq	3,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,052 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	7,67 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,052 \left(\frac{h}{junta} \right)}{1,849 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	2,810%
Equipos	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{7,67 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,810 \%}$	6,598 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{7,67 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,810 \%}$	34,71 $\frac{soles}{junta}$
Herramientas	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MOD} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 34,71 \frac{soles}{junta})$	1,74 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	21 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	90 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,060 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Eléctrica}$	$Potencia_{Eléctrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Eléctrica} = \frac{21 V * 90 A * 0,5 * 1 h}{1000}$	0,945 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	65,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Eléctrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energía}}{Desposición \%}$ $G_{Energía} = 0,945 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,060 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{65,00 \%}$	0,02 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Proceso actual de soldado “Bocina en el Balancín”: Resumen

PROCESO DE SOLDADURA:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	BOCINA EN EL BALANCÍN			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	N° Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				343,98
Costo de material de aporte	S/. / junta	8	8,29	66,30
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	8	34,71	277,68
Gastos S/				251,74
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	8	23,11	184,88
Gasto de equipos	S/. / junta	8	6,60	52,78
Gasto de herramientas	S/. / junta	8	1,74	13,92
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	8	0,02	0,16
Total S/				595,72

Fuente: Elaboración propia

✓ *Pieza a soldar: Porta Bocina en la Estructura - Tipo de unión soldada: Bisel Simple*

Se debe que tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo.

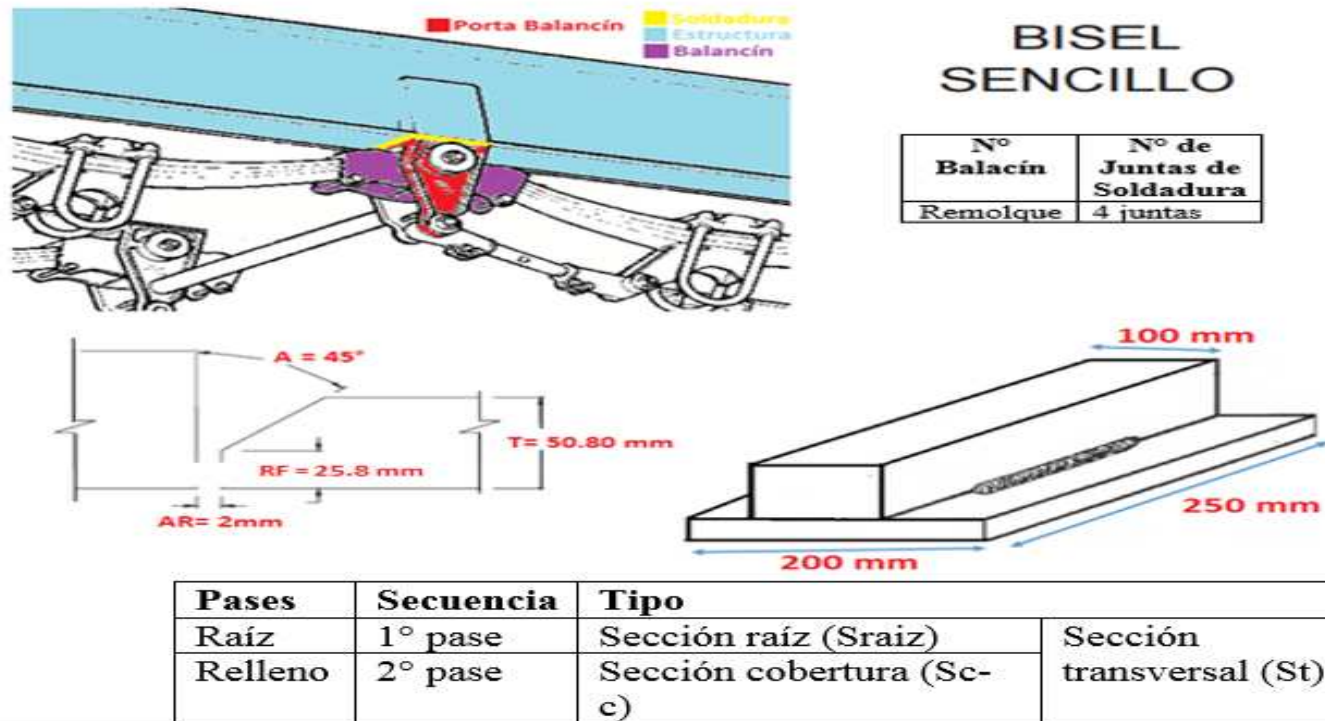


Figura 22. Medidas del área a soldar: Porta Balancín - Estructura (Bisel Simple)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Perimetro	P	$L (mm) = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$ $L(mm) = 250 + 250 + 100 + 100$	700 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7\,850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 2 (mm) * 25,80 (mm)$	51,6 mm ²
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = \frac{1}{2} (T - RF)^2 * Tan \left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = \frac{1}{2} (50,80 mm - 25,8 mm)^2 * Tan (45) + (2 mm * 50,80 mm)$	368,50 mm ²
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 368,50 mm^2 - 51,60 mm^2$	316,90 mm ²
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 700 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	1,741 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	65,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 700 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{junta}$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin: 18.9 s = 0,315 h.	$0,079 \frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,079 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	22,038 $\frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin: 18,9 s = 0,315 h.	$0,079 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin = 14.79 h	$3,698 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,079 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{3,698 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	2,136%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Costo MP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 700 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{\text{junta}}$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$13,50 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	65,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 13,5 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{65,00 \%}$	$36,159 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Costo MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 700 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$18,75 \frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,079 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	$22,038 \frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,079 \left(\frac{h}{junta} \right)}{3,698 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	2,136%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{22,038 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,136 \%}$	$69,35 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Valor MOI

VALOR MANO DE OBRA INDIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines = 14,79 h	$3,698 \frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	$12,50 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 3,698 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$46,23 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: G_{Equipo}

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	P_{md}	$P_{md} \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $P_{md} \left(\frac{kg}{junta} \right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 700 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{junta}$
Valor de Equipo	V_{eq}	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	$3,564 \frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	V_d	$V_d \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{P_{md} \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $V_d \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,079 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	$22,038 \frac{kg}{h}$
Factor Operación	f_o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,079 \left(\frac{h}{junta} \right)}{3,698 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	2,136%
Equipo	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{P_{md} \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{V_d \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{22,038 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,136 \%}$	$13,181 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: V_{Eq}

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1.266	2.532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0.516	1.032
			VEq	3.564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Proceso actual soldado “Porta Balancín - Estructura”: $G_{Herramienta}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{P_{md} \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{V_d \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{22,038 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,136 \%}$	$69,35 \frac{soles}{junta}$
Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 69,35 \frac{soles}{junta})$	$3,47 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Proceso actual de soldado “Porta Balancín - Estructura”: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	21 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	90 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	$0,024 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{21 V * 90 A * 0,5 * 1 h}{1000}$	$0,945 \frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energia}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	65,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energia}$	$G_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Electrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energia}}{Deposición \%}$ $G_{Energia} = 0,945 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,024 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{65,00 \%}$	$0,008 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Proceso actual de soldado “Porta Balancín – Estructura”: Resumen

PROCESO:		SOLDADURA SMAW		
AREA DE SOLDADURA:		PORTA BOCINA EN LA ESTRUCTURA		
POSICIÓN DE SOLDADURA:		BISEL SENCILLO		
Detalle	Und.	N° Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				422,04
Costo de material de aporte	S/. / junta	4	36,16	144,64
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	4	69,35	277,40
Gastos S/				251,56
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	4	46,23	184,92
Gasto de equipos	S/. / junta	4	13,18	52,72
Gasto de herramientas	S/. / junta	4	3,47	13,88
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	4	0,01	0,03
Total S/				673,59

Fuente: Elaboración propia

✓ *Proceso de Corte en el Soldeo de la Bocina en el Balancín*
N° de cortes: 12 **Tiempo total de corte: 3.842 horas**

Tabla 51. *Proceso de corte del balancín: Costo MP*

COSTO DE MATERIA PRIMA		
Tipo	Unidad	Total
Oxigeno	S./ m3	13,33
Gas Propano	S./ /Kg	3,50

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Gas Propano	$C_{Gas\ Propano}$	$C_{Gas\ Propano} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 3,50 \frac{soles}{kg} * 0,050\ kg$	$0,175 \frac{soles}{corte}$
Oxigeno	$C_{Oxigeno}$	$C_{Oxigeno} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 13,33 \frac{soles}{m^3} * \frac{0,020\ m^3}{1\ m^3}$	$0,267 \frac{soles}{corte}$
			$0,442 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52. *Proceso de corte del balancín: Costo MOD*

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{corte}$		$0,32 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$16,875 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,32 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$5,40 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 53. *Proceso de corte del balancín: VMOD*

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Soldador 1	S./ /H-H	0,9	9,375	8,438
Soldador 2	S./ /H-H	0,9	9,375	8,4375
			VMO Total	16,875

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. *Proceso de corte del balancín: VMOI*

VALOR MANO DE OBRA INDIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Jefe de mantto	S./ /H-H	0,3	15,625	4,688

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Proceso de corte del balancín: Gasto MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,32 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	$4,688 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Mano de Obra Directa	G_{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * VMO \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * 4,688 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$	$1,50 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Proceso de corte del balancín: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,32 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Valor de Equipos	VE	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipos	$10,00 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Equipo	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * VE \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $G_{Equipo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * 10,00 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$	$3,20 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57. Proceso de corte del balancín: VEquipos

VALOR DE EQUIPOS				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Equipo de Corte	S/. /H-M	2	5,00	10,00
			VEq	10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 58. Proceso de corte del balancín: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * VMO \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * 16,875 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$	$5,40 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$
Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}} \right) = (5\% * C_{MO})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}} \right) = (5\% * 5,40 \frac{\text{soles}}{\text{corte}})$	$0,27 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 59. Proceso de corte del balancín: *GEnergía*

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V		220 V
Intensidad del Arco	A		60 A
Factor de Potencia	P		85%
Tiempo	T	Sin Fórmula / DAP: Tiempo de Corte 230.5 s	$0,32 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Consumo de Potencia Eléctrica	$Potencia_{Eléctrica}$	$Potencia_{Eléctrica} (Kw) = \frac{V * A * FP}{1000}$ $Potencia_{Eléctrica} = \frac{220 V * 60 A * 85 \%}{1000}$	11,22 Kw
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{Kw/hor}$
Gasto de Energía	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Precio_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{kw/hora} \right) * Potencia_{Eléctrica} (Kw)$ $Gasto_{Energía} = 0,226 \left(\frac{\text{soles}}{kw/hora} \right) * 11,22 (Kw)$	$2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Energía Eléctrica	$G_{Total\ Energía}$	$G_{Total\ Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = Costo_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) * Tiempo_{corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$ $G_{Total\ Energía} = 2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$	$0,812 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60. Proceso de corte del balancín: Resumen de costos y gastos

PROCESO:	CORTE			
AREA DE SOLDADURA:	PIEZAS DEL BALANCÍN			
Detalle	Und.	N° Cortes	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				70,10
Costo de materia prima	S/. / corte	12	0,44	5,30
Costo de mano de obra directa	S/. / corte	12	5,40	64,80
Gastos S/				69,38
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / corte	12	1,50	18,00
Gasto de equipos	S/. / corte	12	3,20	38,40
Gasto de herramientas	S/. / corte	12	0,27	3,24
Gasto de energía eléctrica	S/. / corte	12	0,81	9,74
Total S/				139,49

Fuente: Elaboración propia

➤ **RESUMEN: COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO DEL BALANCÍN**

En la Tabla 61 se puede apreciar que para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado SMAW se debe realizar 2 tareas de Soldado y 1 tarea de corte, y su costo total es de S/ 1 408,80.

Tabla 61. Proceso actual de soldado del balancín: Tipo de actividad

Detalle	Total S/
PROCESO DE SOLDADO: BOCINA EN EL BALANCÍN (S/)	595,72
PROCESO DE SOLDADO: PORTA BOCINA EN LA ESTRUCTURA (S/)	673,59
PROCESO DE CORTE: BALANCÍN (S/)	139,49
PROCESO DE SOLDADO DEL BALANCÍN - TOTAL S/	1 408,80

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la Tabla 62 el detalle de los costos y gastos asumidos para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado SMAW.

Tabla 62. Proceso actual de soldado del balancín: Tipo de Costos y Gastos

Detalle	Total S/
COSTOS	836,12
Costo de material de aporte	216,24
Costo de mano de obra directa	619,88
GASTOS	572,68
Gasto de mano de obra indirecta	387,80
Gasto de equipos	143,91
Gasto de herramientas	31,04
Gasto de energía eléctrica	9,94
PROCESO DE SOLDADO DEL BALANCÍN - TOTAL S/	1 408,80

Fuente: Elaboración propia

b. PROCESO DE SOLDADO: TEMPLADOR

➤ **DIAGRAMAS DE PROCESO: DOP – DAP**

Se analizó el proceso actual de soldado, y se detallaron las actividades principales y la secuencia cronológica del actual proceso de soldado del templador en el sistema de suspensión en el remolque. Para ello se ha identificado las operaciones, inspecciones, transporte y material usado que forman parte de dicho proceso.

En el **Anexo 27. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque**




Tabla 63. DOP - Actividades en el proceso actual de soldado del templador

ACTIVIDAD	RESULTADO	CANTIDAD
	Operación	24
	Combinada 1: operación y control	3
	Inspección	6
	Transporte	4
TOTAL		37

Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 28**. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.

Tabla 64. DAP - Actividades en el proceso actual de soldado del balancín

ACTIVIDAD	RESULTADO	SOLDADURA			TORNO			PROCESO COMPLETO		TOTAL
		CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	
	Operación	21		897,10 min	3		960,00 min	24		1 857,10 min (30,95 h)
	Inspección	3		27,00 min	3		240,00 min	6		267 min (4,45 h)
	Combinada 1: operación y control	3		60,00 min	0		0,00 min	3		60 min (1 h)
	Transporte	1	3m	12,00 min	3	45 m	30,00 min	4	30 m	42 min (0,70 h)
TOTAL		28	3 m	996,10 min (16,60 h)	9	90 m	1 230,00 min (20,50 h)	37	93 m	2 226,10 min (37,10 h)

Fuente: Elaboración propia

➤ **ESTUDIO DE TIEMPO DE PROCESO: MEDICIÓN DE TRABAJO**
También se utilizó para el estudio de tiempo del proceso de soldado del templador el sistema de suspensión en el remolque el método “Regreso a Cero. La Eficiencia del tiempo del proceso de soldado del templador se calculó en base a esta fórmula:

$$E = \left(\frac{\sum TE}{\sum TP} \right) * 100$$

$$TP = T_{op} + TS$$

Donde:

E= Eficiencia

TE = Tiempo estandar

TS = Tiempo espera

TP = Tiempo estándar permitido

Top =Tiempo de las operaciones

Tabla 65. Índice de eficacia en la medición del trabajo

ELEMENTOS		A	B	C	D	E
TE	Tiempo Estandar	13,46	13,64	14,39	13,76	14,49
Top	Tiempo operación o Tiempo cronometrado	16,40	15,70	15,96	15,83	16,07
TS	Tiempo espera	2,94	2,05	1,56	2,07	1,58
TP	Tiempo Estandar permitido	19,34	17,75	17,52	17,90	17,65
E	Eficiencia	69,59	76,85	82,16	76,85	82,09

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Suplementos de tiempo en el proceso actual de soldado actual

SUPLEMENTOS DE TIEMPO PARA HOMBRE		VALOR DE: COMPENSACIÓN Y TOLERANCIA					
Suplementos		%	A	B	C	D	E
Suplementos Constantes	Necesidades personales	5%	0,53	0,53	0,56	0,54	1,00
	Necesidades por fatiga	4%	0,43	0,43	0,45	0,43	0,44
Suplementos Variables	Trabajo de pie	2%	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
	Postura anormal: Incomodo	2%	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
	Levantamiento de peso:	5%	0,53	0,53	0,56	0,54	0,55
	Intensidad de luz: ligeramente por debajo de lo recomendador	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Calidad de aire: proximidad al sub area de pintura	5%	0,53	0,53	0,56	0,54	0,55
	Tensión visual: trabajos de precisión	2%	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22
	Tensión auditiva: estridente y fuerte	5%	0,53	0,53	0,56	0,54	0,55
	Tensión mental: proceso bastante complejo	1%	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
	Monotomía mental: proceso bastante monótono	1%	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
Monotmía física: trabajo algo aburrido	0%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SUMA TOTAL DE SUPLEMENTOS POR MUESTRA			3,41	3,42	3,57	3,44	3,95
VALOR DE COMPENSACIÓN POR TIEMPO DE TRABAJO			0,21	0,22	0,22	0,22	0,25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 67. Estudio de tiempo: Proceso actual de soldado del templador del SSM

ELEMENTOS		A	B	C	D	E
Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	3,28	3,14	3,19	3,17	3,21
To	Tiempo cronometrado	16,40	15,70	15,96	15,83	16,07
V	Valoración	65,00	68,00	70,00	68,00	68,00
TN	Tiempo normal	10,66	10,67	11,17	10,76	10,93
TE	Tiempo Estandar	13,46	13,64	14,39	13,76	14,49

REGISTROS						
N°	Actividad / MUESTRA	A	B	C	D	E
1	Desmontar piezas del SSM	72,00	69,00	66,00	67,00	65,00
2	Ubicar gata hidraulica en el SSM	38,00	30,00	30,50	31,00	31,00
3	Eleva el Sistema de Suspensión	18,00	17,00	16,50	19,00	18,00
4	Desmontar los neumáticos	40,00	42,00	38,00	37,00	40,00
5	Alojar tuercas y retirar el pin templador	28,00	25,00	21,00	26,00	27,00
6	Recepción e inspección de repuestos fabricados	28,0	26,4	27,6	27,3	26,9
7	Cortar bocina de soporte templador	115,00	108,00	116,00	117,00	120,50
8	Desmontar bocina del brazo templador	76,00	78,00	78,90	75,00	75,00
9	Desmontar el templador	24,50	25,30	26,10	25,70	25,60
10	Montar bocina y brazo templador al soporte	36,00	35,20	36,10	35,40	34,30
11	Limpiar el material base a soldar	18,00	14,00	16,00	15,00	16,00
12	Biselar el área del material base a soldar	23,00	21,00	21,00	22,00	21,00
13	Seleccionar y verificar el equipo de soldar	15,00	16,00	14,00	15,00	16,00
14	Seleccionar y verificar las herramientas de soldar	17,00	15,00	15,80	16,00	13,00

REGISTROS						
N°	Actividad / MUESTRA	A	B	C	D	E
15	Ubicar equipo y herramienta	12,00	11,00	9,00	10,00	12,00
16	Montar cable a tierra	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00
17	Seleccionar amperaje del equipo de soldadura	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
18	Soldar brazo del templador a soporte	53,90	55,10	56,50	54,60	54,10
19	Verificación visual del producto soldado	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00
20	Alinear los ejes	180,00	172,00	181,00	173,00	177,00
21	Soldar bocina a brazo templador	64,60	65,90	66,30	64,70	65,30
22	Verificación visual del producto soldado	7,00	5,00	5,00	6,00	8,00
23	Montar los pines y ajustar las tuercas	21,1	19,8	23,0	22,1	20,6
24	Montar neumáticos	40,00	42,00	38,00	37,00	43,00
25	Descender Sistema de Suspensión	15,00	14,00	13,00	13,00	16,00
26	Extraer gata hidráulica	10,00	10,00	8,00	7,00	9,00
27	Limpiar área de soldadura	20,00	15,00	22,00	18,00	16,00
28	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00	14,00	12,00	17,00	18,00
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		16,60	15,88	16,11	16,00	16,27

N° Técnicos soldadores: 02
 Unidad de Tiempo: Horas
 Ciclo de trabajo: 01

Fuente: Elaboración propia

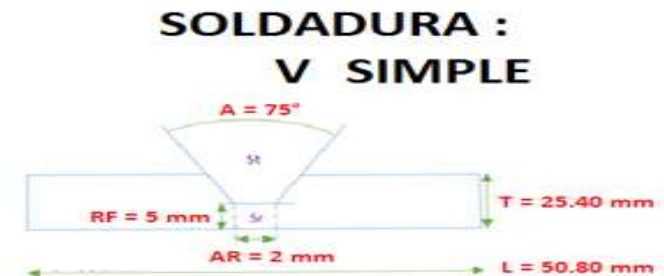
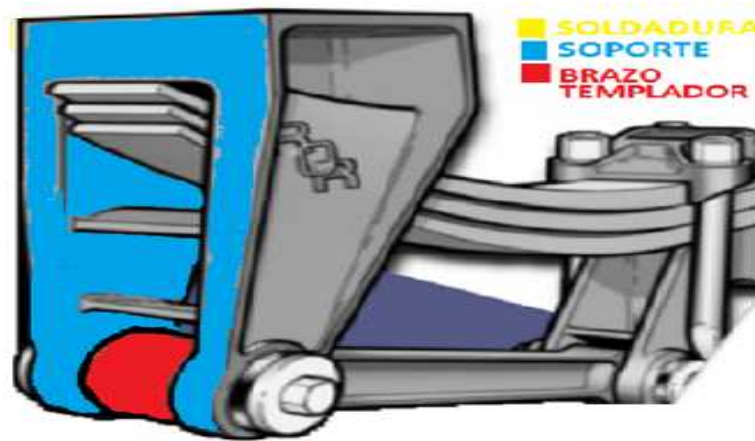
➤ **ANÁLISIS DE COSTOS/GASTOS DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO Y CORTE: TEMPLADOR**

El análisis de gasto estará en función de la junta soldada (S./Junta).

✓ *Pieza a soldar: Bocina en el Brazo Templador – Tipo de unión soldada: V Simple*

Para el proceso de soldado del balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque se debe considerar lo siguiente:

- Material Base: Acero A36 – Tubo cuadrado 2"
- Material de Aporte: Electrodo E7018



Nº Templadores	Nº de Juntas de Soldadura
1 Templador	4 juntas de soldadura (Frontal y Posterior)
6 Templador (remolque)	24 juntas de soldadura (Frontal y Posterior)

Pases	Secuencia	Tipo	
		Sección raíz (Sraiz)	Sección transversal (St)
Relleno	2º pase	Sección cobertura (Sc-c)	

Figura 23. Medidas del área a soldar: Bocina – Brazo del Templador SSM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 25,4 mm$	159,593 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7 850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	S_r	$S_r (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $S_r (mm^2) = 2 (mm) * 5 (mm)$	10 mm ²
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	S_t	$S_t (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan\left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $S_t (mm^2) = (25,4 mm - 5 mm)^2 * Tan\left(\frac{75}{2}\right) + (2 mm * 25,4 mm)$	328,869 mm ²
Area Cobertura	S_c	$S_{cc} (mm^2) = S_t - S_r$ $S_{cc} (mm^2) = 328,869 mm^2 - 10 mm^2$	318,869 mm ²
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,593 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas de soldadura de bocinas en templadores 64,60 s = 1,077 h)	0,045 $\frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,045 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	8,867 $\frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 70. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	60,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 71. Proceso de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas de soldadura de bocinas en templadores 64,60 s = 1,077 h)	0,045 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 16.60 h	0,692 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,045 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{0,692 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	6,503%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 72. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Costo MP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	P_{md}	$P_{md} \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $P_{md} \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{\text{junta}}\right)$
Valor de Electrodo	V_e	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	13,50 $\frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	E_d (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	60,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{P_{md} \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * V_e \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{E_d (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 13,50 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{60,00 \%}$	8,978 $\frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 73. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Valor MOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Costo MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$18,75 \frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,045 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	$8,867 \frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,045 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,692 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	6,503%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{8,867 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 6,503 \%}$	$12,97 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 75. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Valor MOI

VALOR MANO DE OBRA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 76. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 16.60 h	$0,692 \frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$12,50 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 0,692 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$8,65 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 77. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,045 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	8,867 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,045 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,692 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	6,503%
Equipo	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{8,867 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 6,503 \%}$	2,466 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 78. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1,266	2,532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0,516	1,032
			VEq	3,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{8,867 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 6,503 \%}$	12,97 $\frac{soles}{junta}$
Herramienta	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 12,97 \frac{soles}{junta})$	0,65 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	21 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	90 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,049 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{21 V * 90 A * 0.5 * 1 h}{1000}$	0,945 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energia}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	60,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energia}$	$G_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Electrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energia}}{Desposición \%}$ $G_{Energia} = 0,945 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,049 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{60,00 \%}$	0,017 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

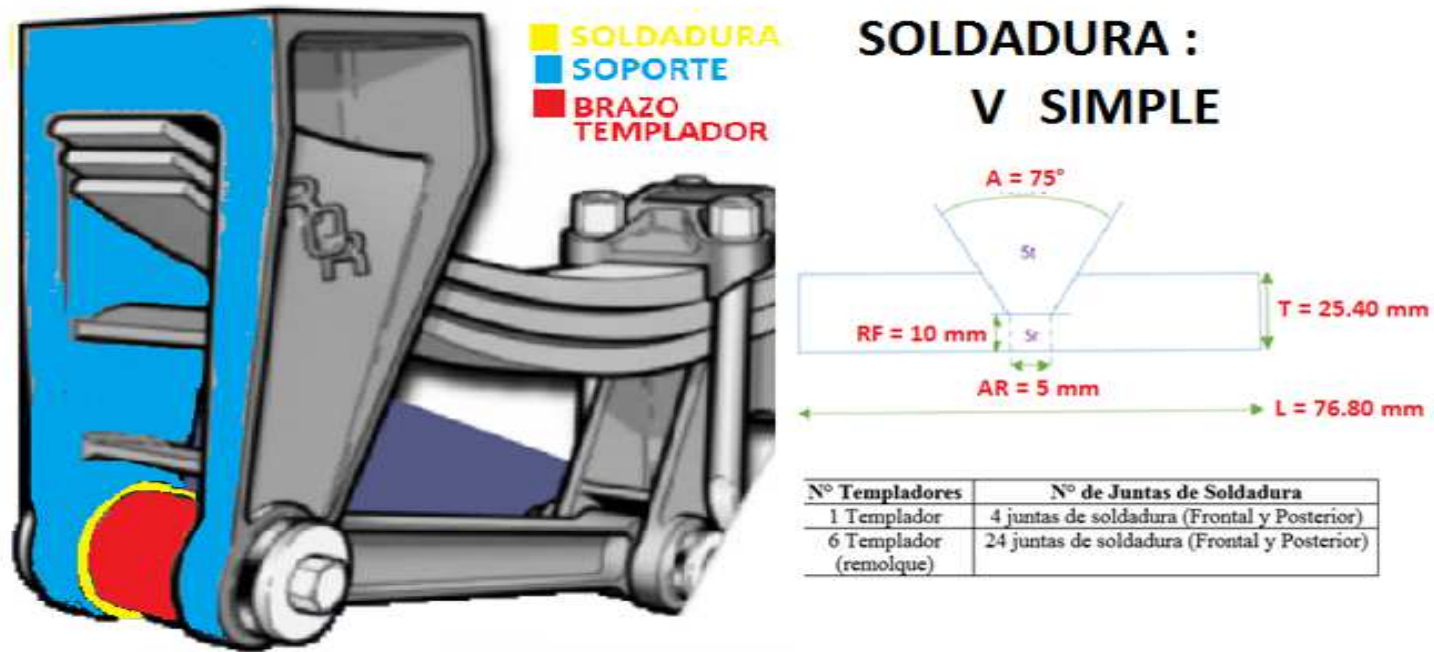
Fuente: Elaboración propia

Tabla 81. Proceso actual de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Resumen

PROCESO DE SOLDADURA:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	BOCINA EN EL BRAZO TEMPLADOR			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	N° Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				526,75
Costo de material de aporte	S/. / junta	24	8,98	215,47
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	24	12,97	311,28
Gastos S/				282,79
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	24	8,65	207,60
Gasto de equipos	S/. / junta	24	2,47	59,18
Gasto de herramientas	S/. / junta	24	0,65	15,60
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	24	0,02	0,41
Total S/				809,54

Fuente: Elaboración propia

✓ Pieza a Soldar: Brazo Templador en el Soporte - Tipo de unión soldada: V Simple



Pases	Secuencia	Tipo	
		Raíz	1º pase
Relleno	2º pase	Sección cobertura (Sc-c)	

Figura 24. Medidas del área a soldar: Brazo del templador – Soporte del SSM
Fuente: Elaboración propia

Tabla 82. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 38,40 mm$	241,27 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7 850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 10 (mm) * 5 (mm)$	$50 mm^2$
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan\left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = (25,4 mm - 10 mm)^2 * Tan\left(\frac{75}{2}\right) + (5 mm * 25,4 mm)$	$285,465 mm^2$
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 285,465 mm^2 - 50 mm^2$	$235,465 mm^2$
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 83. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	60,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 84. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas en el brazo del templadores 53,90 s = 0,898 h)	$0,037 \frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,037 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	$12,054 \frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 85. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas en el brazo del templadores 53,90 s = 0,898 h)	$0,037 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura d bocinas de templadores = 16,60 h	$0,692 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,037 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{0,692 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	5,347%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 86. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Costo MP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right)$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$13,50 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	60,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 13,50 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{60,00 \%}$	$10,035 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 87. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Valor MOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Costo MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,446 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	18,75 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,037 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	12,054 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,037 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,692 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	5,347%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{12,054 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,347 \%}$	12,98 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 89. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura d bocinas de templadores = 16,60 h	0,692 $\frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	12,50 $\frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 0,692 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	8,65 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 90. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Valor MOI

VALOR MANO DE OBRA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 91. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,446 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,037 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	12,054 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,037 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,692 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	5,347%
Equipo	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{12,054 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,347 \%}$	2,466 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 92. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1,266	2,532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0,516	1,032
			VEq	3,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{12,054 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,347 \%}$	12,98 $\frac{soles}{junta}$
Herramienta	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 12,98 \frac{soles}{junta})$	0,649 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	21 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	90 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,50
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,040 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Eléctrica}$	$Potencia_{Eléctrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Eléctrica} = \frac{21 V * 90 A * 0.5 * 1 h}{1000}$	0,945 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	60,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Eléctrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energía}}{Desposición \%}$ $G_{Energía} = 0,945 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,040 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{60.00 \%}$	0,014 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95. Proceso actual de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Resumen

PROCESO:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	BRAZO TEMPLADOR EN EL SOPORTE			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	Nº Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				552,36
Costo de material de aporte	S/. / junta	24	10,04	240,84
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	24	12,98	311,52
Gastos S/				282,70
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	24	8,65	207,60
Gasto de equipos	S/. / junta	24	2,47	59,18
Gasto de herramientas	S/. / junta	24	0,65	15,58
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	24	0,01	0,34
Total S/				835,06

Fuente: Elaboración propia

- ✓ *Proceso de Corte en el Soldeo de la Bocina en el Templador*
N° de cortes: 24 **Tiempo Total de corte: 1.92 horas**

Tabla 96. *Proceso de corte del templador: Costo MP*

COSTO DE MATERIALES			
Tipo	Unidad	Total	
Oxígeno	S./ m3	13,33	
Gas Propano	S./ /Kg	3,50	

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Gas Propano	$C_{Gas\ Propano}$	$C_{Gas\ Propano} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 3.50 \frac{soles}{kg} * 0.050\ kg$	$0.175 \frac{soles}{corte}$
Oxígeno	$C_{Oxigeno}$	$C_{Oxigeno} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 13.33 \frac{soles}{m^3} * \frac{0.020\ m^3}{1\ m^3}$	$0.267 \frac{soles}{corte}$
			$0.442 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97. *Proceso de corte del templador: VMOD*

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Soldador 1	S./ /H-H	0,9	9,375	8,438
Soldador 2	S./ /H-H	0,9	9,375	8,4375
			VMO Total	16,875

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98. *Proceso de corte del templador: Costo MOD*

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO		$16,875 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$1,35 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 99. *Proceso de corte del templador: VMOI*

Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Jefe de mantto	S./ /H-H	0,3	15,625	4,688
			VMO Total	4,688

Fuente: Elaboración propia

Tabla 100. Proceso de corte del templador: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO		$4.688 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G_{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 4.688 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$0.375 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 101. Proceso de corte del templador: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor de Equipos	VE		$10,00 \frac{soles}{hra}$
Equipo	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VE \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 10,00 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$0,80 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 102. Proceso de corte del templador: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO
Equipo de Corte	S/. /H-M	2	5,00	10,00
			VEq	10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 103. Proceso de corte del templador: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$1,35 \frac{soles}{corte}$
Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 1,35 \frac{soles}{corte})$	$0,068 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 104. Proceso de corte del templador: Gasto energía

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V		220 V
Intensidad del Arco	A		60 A
Factor de Potencia	P		85%
Tiempo	T	Sin Fórmula / DAP: Tiempo de Corte 115 s	$0,08 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Consumo de Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica} (Kw) = \frac{V * A * FP}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{220 V * 60 A * 85 \%}{1000}$	11,22 Kw
Precio de Energía	$Precio_{Energia}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Gasto de Energía	$G_{Energia}$	$G_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $= Precio_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{kw/hora}} \right) * Potencia_{Electrica} (Kw)$ $Gasto_{Energia} = 0,226 \left(\frac{\text{soles}}{\text{kw/hora}} \right) * 11,22 (Kw)$	$2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Gasto Total de Energía	$G_{Total\ Energia}$	$G_{Total\ Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right)$ $= Costo_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) * Tiempo_{Corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$ $G_{Total\ Energia} = 2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 0,08 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$	$0,203 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 105. Proceso de corte del templador: Resumen

PROCESO:	CORTE			
AREA DE SOLDADURA:	PIEZAS DEL TEMPLADOR			
Detalle	Und.	N° Cortes	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				43,01
Costo de materia prima	S/. / corte	24	0,44	10,61
Costo de mano de obra directa	S/. / corte	24	1,35	32,40
Gastos S/				34,70
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / corte	24	0,38	9,00
Gasto de equipos	S/. / corte	24	0,80	19,20
Gasto de herramientas	S/. / corte	24	0,07	1,63
Gasto de energía eléctrica	S/. / corte	24	0,20	4,87
Total S/				77,71

Fuente: Elaboración propia

➤ **RESUMEN: COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO ACTUAL DE SOLDADO DEL TEMPLADOR**

En la Tabla 106 se puede apreciar que para el mantenimiento del templador de un remolque a través del proceso de soldado SMAW se debe realizar 2 tareas de Soldado y 1 tarea de corte, y su costo total es de S/ 1 722,31

Tabla 106. *Proceso actual de soldado del templador: Tipo de actividad*

Detalle	Total S/
PROCESO DE SOLDADO: BOCINA EN EL BRAZO TEMPLADOR (S/)	809,54
PROCESO DE SOLDADO: BRAZO TEMPLADOR EN EL SOPORTE (S/)	835,06
PROCESO DE CORTE: TEMPLADOR (S/)	77,71
PROCESO DE SOLDADO DEL TEMPLADOR - TOTAL S/	1 722,31

Fuente: *Elaboración propia*

Se aprecia en la Tabla 107 el detalle de los costos y gastos asumidos para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado SMAW.

Tabla 107. *Proceso actual de soldado del templador: Tipo de Costos y Gastos*

Detalle	Total S/
COSTOS	1 122,12
Costo de material de aporte	466,92
Costo de mano de obra directa	655,20
GASTOS	600,19
Gasto de mano de obra indirecta	424,20
Gasto de equipos	137,57
Gasto de herramientas	32,81
Gasto de energía eléctrica	5,62
PROCESO DE SOLDADO DEL TEMPLADOR - TOTAL S/	1 722,31

Fuente: *Elaboración propia*

3.2.3.3. FASE 03.- MEDIR

Para la evaluación de la mejora del proceso se consideró necesario los siguientes indicadores:

Tabla 108. *Indicadores de Administración del mantenimiento*

INDICADORES: ADMINISTRACION DEL MANTENIMIENTO		
TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA
Productividad de los trabajadores por proceso de soldado del SSM	$PT_{M.O.}$	$\frac{\text{Horas estandar}}{\text{Horas Totales Trabajadas}} * 100$
Utilización de los Trabajadores	UT.	$\frac{\text{Horas consumidas en el trabajo productivo}}{\text{Horas Totales Programadas por Trabajo}} * 100$
Indice de Productividad	CPI	$\frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Cantidad de Recurso Empleado}}$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon pág. 291*

Tabla 109. Indicadores de Eficacia del mantenimiento

INDICADORES DE EFICACIA		
TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA
Disponibilidad	A	$\frac{\text{Tiempo de Producción Planeado} - \text{Tiempo Muerto no Planeado}}{\text{Tiempo de Producción Planeado}} * 100$
Velocidad	S	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción}}{\text{Cantidad Planeada de Producción}} * 100$
Calidad	Q	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción} - \text{Cantidad no Aceptada}}{\text{Cantidad Real de Producción}}$
Eficiencia Física	Ef	$\frac{\text{Salida Util de Materia Prima}}{\text{Entrada de Materia Prima}} * 100$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon* pág. 293

Tabla 110. Indicadores de Gasto del mantenimiento

INDICADORES DE GASTO		
TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA
Por Unidad de Producción	UP	$\frac{\text{Gasto Total de Mantenimiento SSM}}{\text{Unidades Totales Producidas SSM}}$
Gasto de Hora de Mantenimiento	$Gasto_{H-H}$	$\frac{\text{Gasto Total de Mantenimiento}}{\text{Horas} - \text{Hombres Totales Trabajadas}}$
Componente de la Mano de Obra en el Gasto de Mantenimiento	MO/GM	$\frac{\text{Gasto Total en Mano de Obra}}{\text{Gasto Total de Mantenimiento SSM}} * 100$

Fuente: *Planning and control of maintenance systems. J. Dixon* pág. 295

En esta fase se obtuvo los datos cuantitativos que nos muestren la situación actual del proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica del remolque. Cabe mencionar que estos datos fueron obtenidos por el análisis realizado en el año 2013, los mismos están indicados en los puntos anteriores.

Tabla 111. Indicadores de Administración del mantenimiento 2013

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Productividad de los trabajadores por proceso de soldado del SSM	$PT_{M.O.}$	$\frac{\text{Horas estandar}}{\text{Horas Totales Trabajadas}} * 100$ $\frac{13,34 \frac{h}{b} + 13,46 \frac{h}{t}}{14,79 \frac{h}{b} + 16,60 \frac{h}{t}} * 100$	85,4%
Utilización de los Trabajadores	UT.	$\frac{\text{Horas consumidas en el trabajo productivo}}{\text{Horas Totales Programadas por Trabajo}} * 100$ $\frac{14,79 \frac{h}{b} + 16,60 \frac{h}{t}}{12,72 \frac{h}{b} + 13,95 \frac{h}{t}} * 100$	117,0%
Productividad de Recursos	CPI	$\frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Cantidad de Recurso Empleado}}$ $\frac{100 \text{ SSM Soldados}}{1\ 408,80 \frac{S}{b} \text{ balancín} + 1\ 722,31 \frac{S}{t} \text{ templador}}$	0,32

Fuente: *Elaboración propia*

Tabla 112. Indicadores de la eficacia del mantenimiento – 2013

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Disponibilidad	A	$\frac{\text{Tiempo de Producción Planeado} - \text{Tiempo Muerto no Planeado}}{\text{Tiempo de Producción Planeado}} * 100$ $\frac{(12,72 \text{ h}/_b + 13,95 \text{ h}/_t) - (2,07 \text{ h}/_b + 2,65 \text{ h}/_t)}{(12,72 \text{ h}/_b + 13,95 \text{ h}/_t)} * 100$	82,3%
Velocidad	S	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción}}{\text{Cantidad Planeada de Producción}} * 100$ $\frac{100 \text{ b} + 100 \text{ t}}{121 \text{ b} + 121 \text{ t}} * 100$	82,7%
Calidad	Q	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción} - \text{Cantidad no Aceptada}}{\text{Cantidad Real de Producción}}$ $\frac{(100 \text{ b} + 100 \text{ t}) - (24 \text{ b} + 21 \text{ t})}{100 \text{ b} + 100 \text{ t}}$	77,5%
Eficiencia Física	Ef	$\frac{\text{Salida Util de Materia Prima}}{\text{Entrada de Materia Prima}} * 100$ $\frac{10,156 \text{ kg}/_b + 20,28 \text{ kg}/_t}{11,607 \text{ kg}/_b + 23,177 \text{ kg}/_t} * 100$	87,5%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113. Indicadores de gastos del mantenimiento - 2013

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Por Unidad de Producción	UP	$\frac{\text{Costo Total} + \text{Gasto Total (Mantenimiento SSM)}}{\text{Unidades Totales Producidas SSM}}$ $\frac{1\ 408,80 \text{ S}/\text{balancín} + 1\ 722,31 \text{ S}/\text{templador}}{100 \text{ SSM}}$	S/. 31,31
Gasto de Hora de Mantenimiento	Gasto _{H-H}	$\frac{\text{Costo Total} + \text{Gasto Total (Mantenimiento SSM)}}{\text{Horas} - \text{Hombres Totales Trabajadas}}$ $\frac{1\ 408,80 \text{ S}/\text{balancín} + 1\ 722,31 \text{ S}/\text{templador}}{14,79 \text{ h} - \text{h}/_b + 16,60 \text{ h} - \text{h}/_t}$	S/. 99,75
Componente de la Mano de Obra en el Gasto de Mantenimiento	MO/GM (Proporción)	$\frac{\text{Costo Total} + \text{Gasto Total de Mano de Obra}}{\text{Costo Total} + \text{Gasto Total de Mantenimiento SSM}}$ $\frac{1\ 007,68 \text{ S}/\text{balancín} + 1\ 079,40 \text{ S}/\text{templador}}{1\ 408,80 \text{ S}/\text{balancín} + 1\ 722,31 \text{ S}/\text{templador}}$	0,67

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, después de revisar a detalle el proceso actual de soldado del sistema de suspensión mecánica podemos determinar los siguientes problemas:

- Actualmente el tiempo de trabajo del proceso de soldado en el sistema de suspensión mecánica del remolque es de 30,09 hora / remolque y el tiempo estándar esperado es de 26,66 hora / remolque. La diferencia de ambos es de 3,42 hora / remolque, éste tiempo adicional es improductivo y genera pérdidas a la empresa por incrementar los costos y gastos en el proceso de soldado.

Tabla 114. Tiempo de trabajo adicional en el proceso de soldado SSM 2013

Proceso de Soldado	Tiempo Promedio cronometrado	Tiempo Promedio normal	Tiempo Promedio estandar	Diferencia Cronometrado / Normal	Diferencia Cronometrado / Estandar
	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque
Balancin	14,096	9,868	12,716	4,228	1,380
Templador	15,992	10,800	13,948	5,192	2,044
Tiempo total * remolque	30,088	20,668	26,664	9,420	3,424

Fuente: Elaboración propia

- Debido al tiempo de demora en el proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica se obtiene S/ 10 700,00 como pérdida de mano de obra improductiva en el año 2013.

Tabla 115. Pérdida por mano de obra adicional SSM – 2013

Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM (Año 2013)	Δ Tiempo promedio: Cronometrado / Estandar (Año 2013)	Pérdida por remolque: Mano de obra adicional (S/.31.25 por hora)	Pérdida Total: Mano de obra adicional (Año 2013)
Unidad	Nº remolques	hora / remolque	sol / remolque	sol / año
Balancin	100,00	1,380	43,13	4 312,50
Templador	100,00	2,044	63,88	6 387,50
TOTAL		3,424	107,00	10 700,00

Fuente: Elaboración propia

- En el año 2013, la empresa obtuvo S/ 75 156,80 como pérdida por remolques no operativos a causa de la demora en el proceso de soldado en el sistema de suspensión mecánica.

Tabla 116. Pérdida por remolques no operativos SSM – 2013

Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM (Año 2013)	Δ Tiempo promedio: Cronometrado / Estandar (Año 2013)	Pérdida por remolque no operativos (219.50 soles/hora)	Pérdida Total: Remolques no operativos (Año 2013)
	Nº remolques	hora / remolque	sol / remolque	sol / año
Balancin	100,00	1,380	302,91	30 291,00
Templador	100,00	2,044	448,66	44 865,80
TOTAL		3,424	751,57	75 156,80

Fuente: Elaboración propia

- ✓ El proceso de soldado SMAW tiene como desventaja la existencia de merma – electrodo, es decir que por cada electrodo utilizado se obtendrá como merma la 1/8 parte de ello. No obstante, al analizar el año 2013 se tiene una pérdida por merma del electrodo de S/ 5 136,90 durante el proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica del remolque.
*Considerar: Precio del electrodo: 13.50 soles/kilo.

Tabla 117. Balancín: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque

Detalle	Peso de metal depositado	Juntas Soldadas	Total de electrodo depositado
Bocina en el balancín	0,399 $\frac{kg}{junta}$	8 $\frac{junta}{remolque}$	3,192 $\frac{kg}{remolque}$
Porta balancín en la estructura	1,741 $\frac{kg}{junta}$	4 $\frac{junta}{remolque}$	6,964 $\frac{kg}{remolque}$
BALANCIN: Cantidad de electrodo por remolque			10,156 $\frac{kg}{remolque}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 118. Templador: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque

Detalle	Peso de metal depositado	Juntas Soldadas	Total de electrodo depositado
Bocina en el balancín	0,399 ($\frac{kg}{junta}$)	24 $\frac{junta}{remolque}$	9,576 $\frac{kg}{remolque}$
Porta balancín en la estructura	0,446 ($\frac{kg}{junta}$)	24 $\frac{junta}{remolque}$	10,704 $\frac{kg}{remolque}$
TEMPLADOR: Cantidad de electrodo por remolque			20, 28 $\frac{kg}{remolque}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 119. Pérdida por merma de materia prima 2013

Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM (Año 2013)	Materia prima solicitada	Materia prima utilizada	Merma de materia prima	Pérdida Total: Merma (Electrodo 13,50 sol/kg)
	Nº remolques	kg / remolque	kg / remolque	kg / remolque	sol / año
Balancin	100,00	11,43	10,16	1,27	1 713,83
Templador	100,00	22,82	20,28	2,54	3 422,25
TOTAL		34,24	30,44	3,80	5 136,08

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.4. FASE 04.- MEJORAR

Después de realizar el análisis del proceso actual y determinar sus deficiencias, se debe determinar las misión, visión y política del área

A. MISIÓN

El propósito es garantizar el óptimo funcionamiento de las unidades mediante programas de prevención y corrección de fallas, reparación de daños y mejoramiento continuo de sus condiciones operativas con la política de cero defectos.

B. VISIÓN

Ser el área capaz de cumplir con las exigencias de la calidad total bajo el cumplimiento de los procedimientos y planes de mantenimiento de manera oportuna y eficiente, para lo cual se contará con un equipo de técnicos capacitados y recursos modernos.

C. *OBJETIVOS PRINCIPAL*

Lograr un incremento de 85 % de la productividad de la sub área de soldadura, compatible con la exigencia de las certificaciones de calidad que cuenta la empresa, al mínimo gasto, con el mayor nivel de seguridad dentro del área y conservación ambiental.

D. *OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Eliminar las paradas imprevistas de producción aumentando al 90 % la Disponibilidad
- Incrementar la eficiencia de los recursos del proceso de soldado al 95 %
- Optimizar los gastos de recursos disponibles para el mantenimiento.
- Elaborar planes de mejoras del proceso de mantenimiento, mejorando el rendimiento del remolque (Calidad).

E. *POLÍTICA DE MANTENIMIENTO*

Trucks and Motors del Perú SAC tiene como actividad principal brindar servicios de transporte de carga pesada y con el afán de brindar un buen servicio a sus clientes teniendo bajo enfoque el ISO 9001, tiene como objetivo mantener su flota operativa para su disponibilidad inmediata, para ello cuenta con su propia Área de Mantenimiento cuyo objetivo es de evaluar, controlar y mejorar continuamente los programas de mantenimiento preventivos y correctivos tanto de los remolques como los semirremolques con la finalidad de incrementar el cumplimiento de los requisitos de calidad y la mejora continua de la eficiencia de su gestión.

F. *PROPUESTA DE NUEVO PROCESO DE SOLDADO*

a. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE SOLDADO ACTUAL: GMAW

El proceso seleccionado es el GAS METAL ARC WELDING (GMAW) por transferencia por corto circuito. Se caracteriza por depositar el material de aporte en forma continua y depende de la protección abastecida por el Gas Argón, el cual además de proteger a la soldadura del aire y sus componentes, ayuda a la desoxidación y estabilidad del arco.

Entre el material de aporte y la pieza de trabajo se establece un arco eléctrico y se forma un cordón de soldadura que al enfriarse se solidifica y permite la unión de los metales de forma permanente. El suministro del micro alambre se hace a través de una antorcha de manera constante por medio de un sistema electromecánica de alimentación. Utiliza una máquina de voltajes constante y se caracteriza por la capacidad de generar cordones de soldadura sin paros y reinicios constantes.

Antes de iniciar el proceso de soldado, previamente se debe de identificar los siguientes los recursos a emplear ya que estos pueden afectar al producto soldado. Para ello, se detalla las características de cada uno:

➤ *MATERIAL BASE*

El material base con el que se va a trabajar es el mismo al proceso actual.

Tabla 120. Acero de bajo contenido de carbono

PROPIEDADES DEL MATERIAL BASE (Klibras/pulg2)								
Tipo de Acero	Propiedad Química					Propiedad Mecánica		
	% C	% Mn	% Si	% P	% S	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 50mm (%)
Acero de Carbono	0.26 máx	No específica	0.40 máx	0.04 máx	0.05 máx	2540 (36)	4080 (58)	20

Fuente: Especificación Normalizada para Acero al Carbono Estructural ASTM - A36M

➤ **MATERIAL DE APORTE**

De acuerdo a la Norma AWS A5.20, se tiene como material base un acero de baja aleación se debe utilizar el electrodo ER70S-6. Este tipo de electrodo es un alambre tubular para aplicarse en toda posición, diseñado para trabajar con gas protector. Además este alambre presenta mejor apariencia y la remoción de escoria es simple.

Especificación: AWS A5.18 Clasificación: ER70S-6
 Diámetro: 1.20 mm Amperaje: 140 A - 320 A
 Flujo de Gas: 15 l/min -25 l/min Voltaje: 22 V -35 V

Tabla 121. Información técnica del material de aporte ER70S-6

PROPIEDADES DEL MATERIAL DE APORTE									
Tipo de Electrodo	Propiedad Química					Propiedad Mecánica			
	% C	% Mn	% Si	% P	% S	Resistencia a la tracción [MPa (psi)]	Límite de Fluencia [MPa (psi)]	Elongación en 2" (%)	Energía Absorbida ISO -V (-20°C) [J]
ER70S-6	0.06 0.12	1.40 1.60	0.8 1.15	Máx. 0.025	Máx. 0.025	500-640 (72500-92800)	Min 420 (60900)	Min 22	Min 81

Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.1

Tabla 122. Parámetro del amperaje para el proceso de soldado GMAW

Diámetro [mm (pulg.)]	0,80 (0,030)		1,00 (0,040)		1,20 (0,047)	
Polaridad	Corriente continua electrodo al negativo (DCEP)					
Gas protector	100%CO ₂ ó Mezcla Ar+CO ₂ (80%/20% - 75%/25%)					
Posición de soldadura	Amp. [A]	Volt. [V]	Amp. [A]	Volt. [V]	Amp. [A]	Volt. [V]
Plana, Filete Horizontal (T. Spray)	170 - 200	24 - 27	180 - 250	27 - 32	180 - 270	29 - 35
Horizontal (T.C. Circuito)	90 - 130	17 - 20	110 - 180	18 - 23	120 - 180	20 - 26
Vertical Ascendente (T. C. Circuito)	110 - 160	15 - 19	110 - 170	17 - 22	120 - 190	19 - 22
Sobrecabeza (T. C. Circuito)	100 - 150	15 - 19	100 - 180	17 - 21	110 - 180	18 - 22

Fuente: 7ma Edición Manual de Soldadura Soldexa- Oerlikon pág.213

Tabla 123. Posiciones de soldadura

Posiciones de Soldadura				
1G	2G	3G	4G	5G

Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.13

- **PREPARACIÓN DE JUNTA PARA REPARACIÓN**
 - ✓ Limpiar la base con escobilla de hierro.
 - ✓ Canalizar la estructura a soldar con amoladora.
 - ✓ Biselar el lugar donde se soldará
 - ✓ Soldar el balancín y el templador con sus respectivos componentes.

- **TEMPERATURA DE PRECALENTAMIENTO Y ALIVIO DE TENSIONES**

Tabla 124. Pre calentamiento y temperatura entre pasos mínimos del Acero

ESPECIFICACIÓN DEL ACERO	PROCESO DE SOLDADURA	ESPESESOR DE LA PARTE MÁS GRUESA AL PUNTO DE SOLDADURA		PRECALENTAMIENTO Y TEMPERATURA ENTRE PASOS (MÍNIMA)	
		IN	MM	°F	°C
ASTM 36 *	Soldadura de arco metálico por electrodos revestidos con otros electrodos de diferentes a lo de bajo hidrogeno	Hasta ¾ incl.	19 incl.	Ninguna**	Ninguna*
		Arriba de ¾ - Hasta 1 ½ incl.	19 – 38 incl.	150	66
		Arriba de 1½ - Hasta 2 ½ incl.	38 - 64 incl.	225	107
		Arriba de 2 ½ incl.	64 incl.	300	150

* Solamente electrodos de bajo hidrógeno deben ser usados cuando se sueldan aceros A 36 ó A 709 Grado 36 mayores a 1 pulgada para puentes.

*** Cuando la temperatura del metal base está por abajo de 32 °F (0 °C), el metal base debe ser precalentado por lo menos a 70 °F (20 °C) y esta temperatura mínima debe ser mantenida durante soldadura.

Fuente: American Welding Society Structural Welding Code AWS D1.1

b. DIAGRAMA DE PROCESOS Y DE FLUJOS ACTUAL DEL PROCESO DE SOLDADO

- **PROCESO DE SOLDADO: BALANCÍN DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

❖ **DIAGRAMAS DE PROCESO: DOP – DAP**

En el **Anexo 29. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.**

Tabla 125. DOP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del balancín

ACTIVIDAD	RESULTADO	CANTIDAD
	Operación	20
	Inspección	4
	Combinada 1: operación y control	5
	Transporte	4
TOTAL		33

Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 30. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.**

Tabla 126. DAP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del balancín

ACTIVIDAD	RESULTADO	SOLDADURA			TORNO			PROCESO COMPLETO		
		CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO	CANTIDAD	DISTANCIA	TIEMPO
	Operación	17		681,1 min	3		800,00 min	20		1 481,10 min
	Inspección	1		15,00 min	3		100,00 min	4		115,00 min
	Combinada 1: operación y control	5		72,20 min	0		0,00 min	5		72,20 min
	Transporte	1	3 m	8,00 min	3	45 m	30,00 min	4	93 m	38,00 min
TOTAL		24	3 m	776,30 min (12.94 h)	9	90 m	930,00 min (15.50 h)	33	93 m	1 706,30 min (28,44 h)

Fuente: Elaboración propia

❖ **ESTUDIO DE TIEMPO DE PROCESO: MEDICIÓN DE TRABAJO**

La Eficiencia del tiempo del proceso de soldado del balancín se calculó en base a esta fórmula:

$$E = \left(\frac{\sum TE}{\sum TP} \right) * 100$$

$$TP = T_{op} + TS$$

Donde:

E= Eficiencia

TE = Tiempo estandar

TS = Tiempo espera

TP = Tiempo estándar permitido

Top =Tiempo de las operaciones

Tabla 127. Índice de Eficacia en la medición del trabajo

ELEMENTOS		A
TE	Tiempo Estandar	12,44
Top	Tiempo operación o Tiempo cronometrado	12,94
TS	Tiempo espera	0,50
TP	Tiempo Estandar permitido	13,44
E	Eficiencia	92,59


Fuente: Elaboración propia

Tabla 128. Suplementos de tiempo en el proceso propuesto de soldado

SUPLEMENTOS DE TIEMPO PARA HOMBRE		VALOR DE: COMPENSACIÓN Y TOLERANCIA	
Suplementos		%	A
Suplementos Constantes	Necesidades personales	3%	0,31
	Necesidades por fatiga	1%	0,10
Suplementos Variables	Trabajo de pie	1%	0,10
	Postura anormal: Incomodo	1%	0,10
	Levantamiento de peso:	3%	0,31
	Intensidad de luz: ligeramente por debajo de lo recomendador	0%	0,00
	Calidad de aire: proximidad al sub area de pintura	5%	0,52
	Tensión visual: trabajos de precisión	1%	0,10
	Tensión auditiva: estridente y fuerte	4%	0,41
	Tensión mental: proceso bastante complejo	1%	0,10
	Monotomía mental: proceso bastante monótono	1%	0,10
Monotomía física: trabajo algo aburrido	0%	0,00	
SUMA TOTAL DE SUPLEMENTOS POR MUESTRA			2,17
VALOR DE COMPENSACIÓN POR TIEMPO DE TRABAJO			0,17

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129. Estudio de tiempo: Proceso propuesto de soldado del balancín

		ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO PROPUESTO DE SOLDADO EN EL BALANCIN DEL SISTEMA DE SUSPENSION EN EL REMOLQUE	Página 1																																													
<p>N° Técnicos Soldadores: 02 Unidad de Tiempo: Horas Ciclo de trabajo: 01</p>																																																
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tco</td> <td>Tiempo del ciclo observado promedio</td> <td style="text-align: center;">12,94</td> </tr> <tr> <td>To</td> <td>Tiempo cronometrado</td> <td style="text-align: center;">12,94</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Valoración</td> <td style="text-align: center;">80,00</td> </tr> <tr> <td>TN</td> <td>Tiempo normal</td> <td style="text-align: center;">10,35</td> </tr> <tr> <td>TE</td> <td>Tiempo Estandar</td> <td style="text-align: center;">12,44</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS		A	Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	12,94	To	Tiempo cronometrado	12,94	V	Valoración	80,00	TN	Tiempo normal	10,35	TE	Tiempo Estandar	12,44																											
ELEMENTOS		A																																														
Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	12,94																																														
To	Tiempo cronometrado	12,94																																														
V	Valoración	80,00																																														
TN	Tiempo normal	10,35																																														
TE	Tiempo Estandar	12,44																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">REGISTROS</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Actividad / MUESTRA</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Desmontar pernos del balancín</td><td style="text-align: center;">64,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>Ubicar gata hidraulica en el eje a reparar</td><td style="text-align: center;">32,00</td></tr> <tr><td>3</td><td>Elevar el Sistema de Suspensión</td><td style="text-align: center;">18,00</td></tr> <tr><td>4</td><td>Aflojar tuercas y retirar el pin del balancín</td><td style="text-align: center;">8,00</td></tr> <tr><td>5</td><td>Cortar bocina y soporte</td><td style="text-align: center;">227,10</td></tr> <tr><td>6</td><td>Desmontar el balancín</td><td style="text-align: center;">16,00</td></tr> <tr><td>7</td><td>Recepción e inspección de repuestos fabricados</td><td style="text-align: center;">15,20</td></tr> <tr><td>8</td><td>Adaptar bocinas en el balancín</td><td style="text-align: center;">120,00</td></tr> <tr><td>9</td><td>Limpiar el material base a soldar: bocinas y porta balancín</td><td style="text-align: center;">14,00</td></tr> <tr><td>10</td><td>Biselar el área del material base a soldar</td><td style="text-align: center;">18,00</td></tr> <tr><td>11</td><td>Selecciona y verifica el equipo de soldar</td><td style="text-align: center;">12,00</td></tr> <tr><td>12</td><td>Seleccionar y verificar las herramientas para soldar</td><td style="text-align: center;">12,00</td></tr> <tr><td>13</td><td>Ubicar equipo y herramienta</td><td style="text-align: center;">8,00</td></tr> </tbody> </table>				REGISTROS			N°	Actividad / MUESTRA	A	1	Desmontar pernos del balancín	64,00	2	Ubicar gata hidraulica en el eje a reparar	32,00	3	Elevar el Sistema de Suspensión	18,00	4	Aflojar tuercas y retirar el pin del balancín	8,00	5	Cortar bocina y soporte	227,10	6	Desmontar el balancín	16,00	7	Recepción e inspección de repuestos fabricados	15,20	8	Adaptar bocinas en el balancín	120,00	9	Limpiar el material base a soldar: bocinas y porta balancín	14,00	10	Biselar el área del material base a soldar	18,00	11	Selecciona y verifica el equipo de soldar	12,00	12	Seleccionar y verificar las herramientas para soldar	12,00	13	Ubicar equipo y herramienta	8,00
REGISTROS																																																
N°	Actividad / MUESTRA	A																																														
1	Desmontar pernos del balancín	64,00																																														
2	Ubicar gata hidraulica en el eje a reparar	32,00																																														
3	Elevar el Sistema de Suspensión	18,00																																														
4	Aflojar tuercas y retirar el pin del balancín	8,00																																														
5	Cortar bocina y soporte	227,10																																														
6	Desmontar el balancín	16,00																																														
7	Recepción e inspección de repuestos fabricados	15,20																																														
8	Adaptar bocinas en el balancín	120,00																																														
9	Limpiar el material base a soldar: bocinas y porta balancín	14,00																																														
10	Biselar el área del material base a soldar	18,00																																														
11	Selecciona y verifica el equipo de soldar	12,00																																														
12	Seleccionar y verificar las herramientas para soldar	12,00																																														
13	Ubicar equipo y herramienta	8,00																																														
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">REGISTROS</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Actividad / MUESTRA</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>14</td><td>Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura</td><td style="text-align: center;">1,00</td></tr> <tr><td>15</td><td>Calibrar el flujo de gas de protección de marcha</td><td style="text-align: center;">1,00</td></tr> <tr><td>16</td><td>Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha</td><td style="text-align: center;">3,00</td></tr> <tr><td>19</td><td>Soldar bocinas en balancín</td><td style="text-align: center;">18,80</td></tr> <tr><td>17</td><td>Centrar balancines en el bocinas</td><td style="text-align: center;">104,00</td></tr> <tr><td>18</td><td>Soldar porta balancín en la estructura del remolque</td><td style="text-align: center;">14,20</td></tr> <tr><td>20</td><td>Montar pines y ajustar tuercas en el balancin</td><td style="text-align: center;">20,00</td></tr> <tr><td>21</td><td>Descender Sistema de Suspensión</td><td style="text-align: center;">12,00</td></tr> <tr><td>22</td><td>Extraer gata hidráulica</td><td style="text-align: center;">8,00</td></tr> <tr><td>23</td><td>Limpiar área de soldadura</td><td style="text-align: center;">15,00</td></tr> <tr><td>24</td><td>Inspección final - Jefe de Mantenimiento</td><td style="text-align: center;">15,00</td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)</td> <td style="text-align: center;">12,94</td> </tr> </tbody> </table>				REGISTROS			N°	Actividad / MUESTRA	A	14	Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura	1,00	15	Calibrar el flujo de gas de protección de marcha	1,00	16	Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha	3,00	19	Soldar bocinas en balancín	18,80	17	Centrar balancines en el bocinas	104,00	18	Soldar porta balancín en la estructura del remolque	14,20	20	Montar pines y ajustar tuercas en el balancin	20,00	21	Descender Sistema de Suspensión	12,00	22	Extraer gata hidráulica	8,00	23	Limpiar área de soldadura	15,00	24	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		12,94			
REGISTROS																																																
N°	Actividad / MUESTRA	A																																														
14	Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura	1,00																																														
15	Calibrar el flujo de gas de protección de marcha	1,00																																														
16	Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha	3,00																																														
19	Soldar bocinas en balancín	18,80																																														
17	Centrar balancines en el bocinas	104,00																																														
18	Soldar porta balancín en la estructura del remolque	14,20																																														
20	Montar pines y ajustar tuercas en el balancin	20,00																																														
21	Descender Sistema de Suspensión	12,00																																														
22	Extraer gata hidráulica	8,00																																														
23	Limpiar área de soldadura	15,00																																														
24	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00																																														
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		12,94																																														

Fuente: Elaboración propia

❖ **ANÁLISIS DE COSTOS / GASTOS DEL PROCESO PROPUESTO DE SOLDADO Y CORTE: BALANCÍN**

A continuación se realizó el cálculo de las fórmulas de análisis de gastos del proceso de soldado. Las medidas del área a soldar son:

✓ *Pieza a soldar: Bocina en el Balancín – Tipo de unión soldada: V Simple*

Se debe que tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo ER70S-6C.

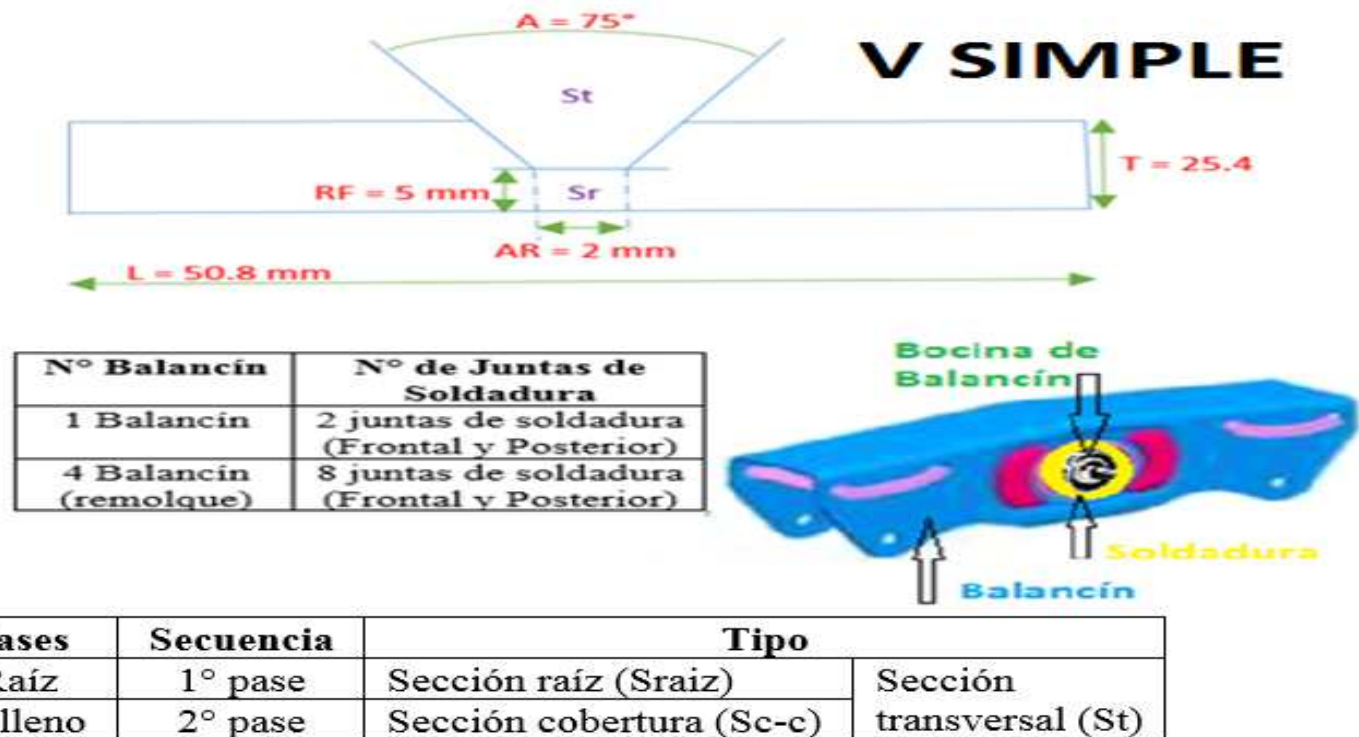


Figura 25. Medidas del área a soldar: Balancín – Bocina (V Simple)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 130. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 25,4 mm$	159,59 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7\,850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 2 (mm) * 5 (mm)$	$10 mm^2$
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan \left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = (25,4 mm - 5 mm)^2 * Tan \left(\frac{75}{2}\right) + (2 mm * 25,4 mm)$	$328,869 mm^2$
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 328,869 mm^2 - 10 mm^2$	$318,869 mm^2$
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,593 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 132. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines 18.8' = 0.313h)	$0,039 \frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,039 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	$10,23 \frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines 18,8 s = 0,313 h)	$0,039 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines = 12,94 h	$1,618 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,039 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{1,618 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	2,410%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 134. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MP

Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) * 25,00 \left(\frac{\text{soles}}{\text{kg}}\right)}{90,00 \%}$	11,083 $\frac{\text{soles}}{\text{junta}}$
-----------------------------	-----------------	--	--

Fuente: Elaboración propia

Tabla 135. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Costo MOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{\text{mm}^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{\text{mm}}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) = 318,869 \left(\frac{\text{mm}^2}{\text{junta}}\right) * 159,59 \left(\frac{\text{mm}}{\text{junta}}\right) * 7850 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$18,75 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}$ $Vd \left(\frac{\text{kg}}{\text{h}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right)}{0,039 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}$	$10,23 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,039 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{1,618 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	2,410%
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) * VMO \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}}\right)}{Vd \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{\text{kg}}{\text{junta}}\right) * 18,75 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}}{10,23 \left(\frac{\text{kg}}{\text{hora}}\right) * 2,410\%}$	30,345 $\frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 136. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOD

VALOR MANO DE OBRA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Valor MOI

VALOR MANO DE OBRA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 138. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 8 juntas de soldadura de bocinas en balancines = 12,94 h	1,618 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	12,50 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Mano de Obra Indirecta	G_{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}} \right) = \text{Tiempo}_{\text{junta}} \left(\frac{\text{hora}}{\text{junta}} \right) * \text{VMO} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}} \right) = 1,618 \left(\frac{\text{hora}}{\text{junta}} \right) * 12,50 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$	20,225 $\frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 139. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1.266	2.532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0.516	1.032
			VEq	3.564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 140. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: *G*Equipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318.869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,039 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	10,23 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,039 \left(\frac{h}{junta} \right)}{1,618 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	2,410%
Equipos	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{10,23 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,410 \%}$	5,768 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 141. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: *G*Herramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{10,23 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 2,410 \%}$	30,345 $\frac{soles}{junta}$
Herramientas	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 30,345 \frac{soles}{junta})$	1,517 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 142. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Gasto energía

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	35 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	140 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,017 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Eléctrica}$	$Potencia_{Eléctrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Eléctrica} = \frac{35 V * 140 A * 0.5 * 1 h}{1000}$	2,45 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - MIG	90,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Eléctrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energía}}{Desposición \%}$ $G_{Energía} = 2,45 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,017 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{90,00 \%}$	0,011 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

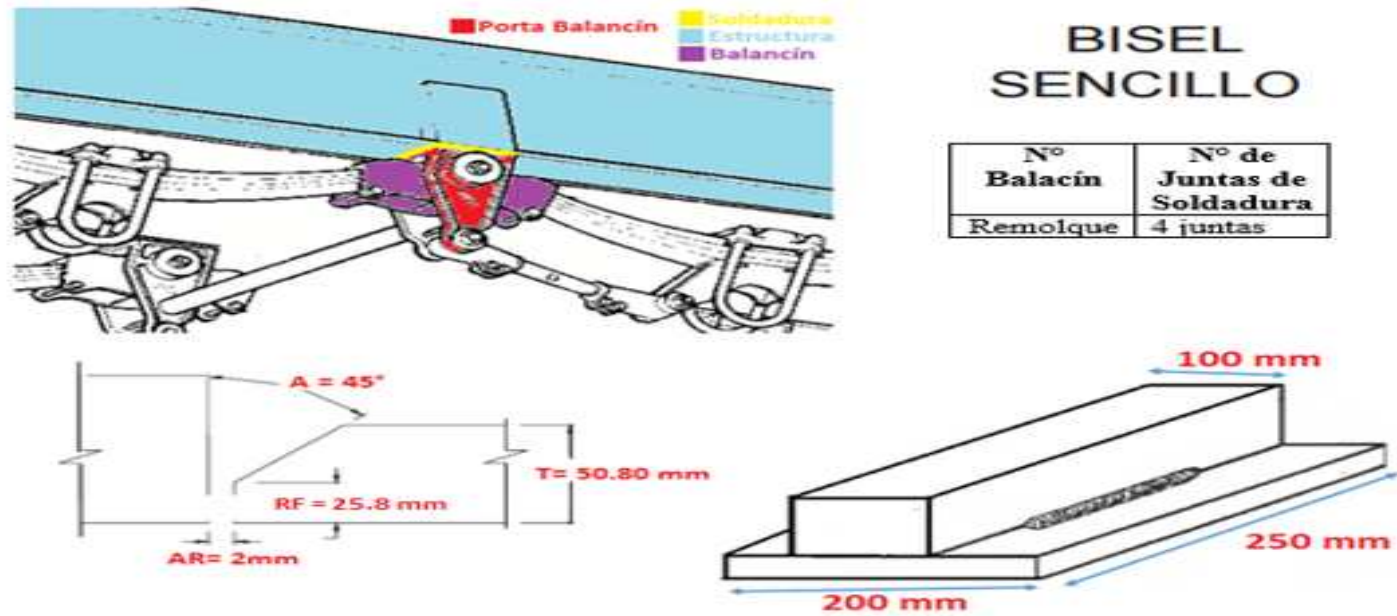
Tabla 143. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Resumen

PROCESO DE SOLDADURA:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	BOCINA EN EL BALANCÍN			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	Nº Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				331,42
Costo de material de aporte	S/. / junta	8	11,08	88,66
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	8	30,35	242,76
Gastos S/				220,17
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	8	20,23	161,80
Gasto de equipos	S/. / junta	8	5,77	46,14
Gasto de herramientas	S/. / junta	8	1,52	12,14
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	8	0,01	0,09
Total S/				551,59

Fuente: Elaboración propia

✓ *Porta Bocina en la Estructura - Tipo de unión soldada: Bisel Simple*

Se debe que tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo ER70S-6C.



Pases	Secuencia	Tipo	
		Raíz	1º pase
Relleno	2º pase	Sección cobertura (Sc-c)	

Figura 26. Medidas del área a soldar: Estructura– Porta Balancín (Bisel Simple)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 144. Proceso propuesto de soldado “Bocina en el Balancín”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Perimetro	P	$L (mm) = l_1 + l_2 + l_3 + l_4$ $L(mm) = 250 + 250 + 100 + 100$	700 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7\,850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 2 (mm) * 25.80 (mm)$	51,6 mm ²
Area Transversal - En V Simple en	St	$St (mm^2) = \frac{1}{2}(T - RF)^2 * Tan\left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = \frac{1}{2}(50,80 mm - 25,80 mm)^2 * Tan(45) + (2mm * 50,80 mm)$	368,50 mm ²
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 368,50 mm^2 - 51,60 mm^2$	316,90 mm ²
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 700 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	1,741 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 145. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 146. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 700 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{junta}$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin: 14,2 s = 0,237 h	$0,059 \frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,059 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	29,501 $\frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 147. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin: 14,2 s = 0,237 h	$0,059 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin = 12,94 h	$3,235 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,059 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{3,235 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	1,824%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 148. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: CMP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 700 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{\text{junta}}$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$25,00 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 25,00 \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right)}{90,00 \%}$	$48.361 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 149. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VMOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 150. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: CMOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 700 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	$1,741 \frac{kg}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$18,75 \frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,059 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	$29,501 \frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,059 \left(\frac{h}{junta} \right)}{3,235 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	1,824%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{29,501 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 1,824 \%}$	$60,665 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 151. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VMOI

VALOR MANO DE OBRA INDIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 152. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GMOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 4 juntas de soldadura del balancin = 12,94 h	$3,235 \frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	$12,50 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 3,235 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$40,438 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 153. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1.266	2.532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0.516	1.032
			VEq	3.564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 154. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 316,90 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 700 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	1,741 $\frac{kg}{junta}$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,059 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	29,501 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,059 \left(\frac{h}{junta} \right)}{3,235 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	1,824%
Equipos	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{29,501 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 1,824 \%}$	11,531 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 155. Proceso propuesto de soldado Porta Balancín – Estructura: GH

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{1,741 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{29,501 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 1,824 \%}$	60,665 $\frac{soles}{junta}$
Herramienta	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{Mo} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 60,665 \frac{soles}{junta})$	3,033 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 156. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín - Estructura”: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	35 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	140 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	$0,08 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{35 V * 140 A * 0,5 * 1 h}{1000}$	$2,45 \frac{kw}{hora}$
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{Kw/hora}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	90,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Electrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energía}}{Deposición \%}$ $G_{Energía} = 2,45 \frac{kw}{hora} * 0,08 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{Kw/hora}}{90,00 \%}$	$0,049 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 157. Proceso propuesto de soldado “Porta Balancín – Estructura”: Resumen

PROCESO:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	PORTA BOCINA EN LA ESTRUCTURA			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	BISEL SENCILLO			
Detalle	Und.	N° Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				436,10
Costo de material de aporte	S/. / junta	4	48,36	193,44
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	4	60,67	242,66
Gastos S/				220,20
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	4	40,44	161,75
Gasto de equipos	S/. / junta	4	11,53	46,12
Gasto de herramientas	S/. / junta	4	3,03	12,13
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	4	0,05	0,20
Total S/				656,31

Fuente: Elaboración propia

✓ *Proceso de Corte en el Soldeo de la Bocina en el Balancín*
N° de cortes: 12 **Tiempo Total de corte: 3.842 horas**

Tabla 158. *Proceso de corte del balancín: Costo MP*

COSTO DE MATERIALES			
Tipo	Unidad	Total	
Oxigeno	S/. / m3	13.33	
Gas Propano	S/. /Kg	3.50	

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Gas Propano	$C_{Gas\ Propano}$	$C_{Gas\ Propano} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 1 \text{ corte} * 3,50 \frac{\text{soles}}{\text{kg}} * 0,050 \text{ kg}$	$0,175 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$
Oxigeno	$C_{Oxigeno}$	$C_{Oxigeno} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 1 \text{ corte} * 13,33 \frac{\text{soles}}{\text{m}^3} * \frac{0,020 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$	$0,267 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$
			$0,442 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 159. *Proceso de corte del balancín: Valor MOD*

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Soldador 1	S/. /H-H	0,9	8,4375	7,594
Soldador 2	S/. /H-H	0,9	8,4375	7,59375
			VMO Total	15,188

Fuente: Elaboración propia

Tabla 160. *Proceso de corte del balancín: Costo MOD*

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,32 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	$16,875 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * VMO \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right) = 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right) * 16,875 \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$	$5,40 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 161. *Proceso de corte del balancín: Valor MOI*

VALOR MANO DE OBRA INDIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,3	15,625	4,688

Fuente: Elaboración propia

Tabla 162. Proceso de corte del balancín: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,32 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	$4,688 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G_{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,32 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 4,688 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$1,50 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 163. Proceso de corte del balancín: VEquipo

VALOR DE EQUIPOS				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO
Equipo de Corte	S/. /H-M	2	5,00	10,00
			VEq	10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 164. Proceso de corte del balancín: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{Corte}$		$0,32 \frac{hora}{corte}$
Valor de Equipos	VE	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipos	$10,00 \frac{soles}{hora}$
Equipo	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VE \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,32 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 10,00 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$3,20 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 165. Proceso de corte del balancín: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{Corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,32 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$5,40 \frac{soles}{corte}$
Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 5,40 \frac{soles}{corte})$	$0,27 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 166. Proceso de corte del balancín: Gasto energía

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V		220 V
Intensidad del Arco	A		60 A
Factor de Potencia	P		85%
Tiempo	T	Sin Fórmula / DAP: Tiempo de Corte 230.5'	$0,32 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Consumo de Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica} (Kw) = \frac{V * A * FP}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{220 V * 60 A * 85 \%}{1000}$	11,22 Kw
Precio de Energía	$Precio_{Energia}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{Kw/hora}$
Gasto de Energía	$G_{Energia}$	$G_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $= Precio_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{Kw/hora} \right) * Potencia_{Electrica} (Kw)$ $Gasto_{Energia} = 0,226 \left(\frac{\text{soles}}{Kw/hora} \right) * 11,22 (Kw)$	$2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Energía Eléctrica	$G_{Total} Energia$	$G_{Total} Energia \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right)$ $= Costo_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) * Tiempo_{corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$ $G_{Total} Energia = 2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 0,32 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$	$0,812 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 167. Proceso de corte del balancín: Resumen

PROCESO:	CORTE			
AREA DE SOLDADURA:	PIEZAS DEL BALANCÍN			
Detalle	Und.	N° Cortes	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				70,10
Costo de materia prima	S/. / corte	12	0,44	5,30
Costo de mano de obra directa	S/. / corte	12	5,40	64,80
Gastos S/				69,38
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / corte	12	1,50	18,00
Gasto de equipos	S/. / corte	12	3,20	38,40
Gasto de herramientas	S/. / corte	12	0,27	3,24
Gasto de energía eléctrica	S/. / corte	12	0,81	9,74
Total S/				139,49

Fuente: Elaboración propia

❖ **RESUMEN: COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO PROPUESTO DE SOLDADO DEL BALANCÍN**

En la Tabla 166 se puede apreciar que para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado GMAW se debe realizar 2 tareas de Soldado y 1 tarea de corte, y su costo total es de S/ 1 347,39

Tabla 168. Proceso propuesto de soldado del balancín: Tipo de actividad

Detalle	Total S/
PROCESO DE SOLDADO: BOCINA EN EL BALANCÍN (S/)	551,59
PROCESO DE SOLDADO: PORTA BOCINA EN LA ESTRUCTURA (S/)	656,31
PROCESO DE CORTE: BALANCÍN (S/)	139,49
PROCESO DE SOLDADO DEL BALANCÍN - TOTAL S/	1 347,39

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la Tabla 167 el detalle de los costos y gastos asumidos para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado GMAW.

Tabla 169. Proceso propuesto de soldado del balancín: Tipo de Costos y Gastos

Detalle	Total S/
COSTOS	837,63
Costo de material de aporte	287,41
Costo de mano de obra directa	550,22
GASTOS	509,76
Gasto de mano de obra indirecta	341,55
Gasto de equipos	130,67
Gasto de herramientas	27,51
Gasto de energía eléctrica	10,03
PROCESO DE SOLDADO DEL BALANCÍN - TOTAL S/	1 347,39

Fuente: Elaboración propia

➤ **PROCESO DE SOLDADO: TEMPLADOR DEL SISTEMA DE SUSPENSIÓN**

❖ **DIAGRAMAS DE PROCESO: DOP – DAP**

A continuación se detallará las actividades principales y la secuencia cronológica del proceso propuesto de soldado del templador en el sistema de suspensión en el remolque.

En el **Anexo 31. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque**


ACTIVIDAD	RESULTADO	CANTIDAD
	Operación	23
	Combinada 1: operación y control	5
	Inspección	4
	Transporte	4
TOTAL		36

Figura 27. DOP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del templador
Fuente: Elaboración propia

En el **Anexo 32. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso propuesto de soldado del templador en el sistema de suspensión mecánica del remolque**





ACTIVIDAD		SOLDADURA			TORNO			PROCESO		TOTAL
		CANT	DIST	TIEMPO	CANT	DIST	TIEMPO	CANT.	DIST	
	Operación	20		717,00 min	3		960,00 min	23		1 857,10 min (30,95 h)
	Inspección	1		15,00 min	3		240,00 min	4		265,00 min (4,42h)
	Combinada 1: operación y control	5		140,70 min	0		0,00 min	5		140,7 min (2,35 h)
	Transporte	1	3m	8,00 min	3	45 m	30,00 min	4	30 m	38,00 min (0,63 h)
TOTAL		27	3 m	880,70 min (14,68 h)	9	90 m	1 230,00 min (20,50 h)	36	93 m	2 110,70 min (35,18 h)

Figura 28. DAP - Actividades en el proceso propuesto de soldado del templador
Fuente: Elaboración propia

❖ *ESTUDIO DE TIEMPO DE PROCESO: MEDICIÓN DE TRABAJO*

También se utilizó para el estudio de tiempo del proceso de soldado del templador el sistema de suspensión en el remolque el método “Regreso a Cero.

La Eficiencia del tiempo del proceso de soldado del templador se calculó en base a esta fórmula:

$$E = \left(\frac{\sum TE}{\sum TP} \right) * 100$$

$$TP = T_{op} + TS$$

Donde:

E= Eficiencia

TE = Tiempo estandar

TS = Tiempo espera

TP = Tiempo estándar permitido

Top =Tiempo de las operaciones

Tabla 170. Índice de Eficacia en la medición del trabajo

ELEMENTOS		A
TE	Tiempo Estandar	14,14
Top	Tiempo operación o Tiempo cronometrado	14,55
TS	Tiempo espera	0,41
TP	Tiempo Estandar permitido	14,95
E	Eficiencia	94,58


Fuente: Elaboración propia

Tabla 171. Suplementos de tiempo en el proceso propuesto de soldado

SUPLEMENTOS DE TIEMPO PARA HOMBRE		VALOR DE: COMPENSACIÓN Y TOLERANCIA	
Suplementos		%	A
Suplementos Constantes	Necesidades personales	3%	0,35
	Necesidades por fatiga	1%	0,12
Suplementos Variables	Trabajo de pie	1%	0,12
	Postura anormal: Incomodo	1%	0,12
	Levantamiento de peso:	3%	0,35
	Intensidad de luz: ligeramente por debajo de lo recomendador	0%	0,00
	Calidad de aire: proximidad al sub area de pintura	5%	0,59
	Tensión visual: trabajos de precisión	1%	0,12
	Tensión auditiva: estridente y fuerte	4%	0,47
	Tensión mental: proceso bastante complejo	1%	0,12
	Monotomía mental: proceso bastante monótono	1%	0,12
	Monotmía física: trabajo algo aburrido	0%	0,00
SUMA TOTAL DE SUPLEMENTOS POR MUESTRA		2,47	
VALOR DE COMPENSACIÓN POR TIEMPO DE TRABAJO		0,17	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 172. Estudio de tiempo: Proceso propuesto de soldado del templador

		ESTUDIO DE TIEMPO DEL PROCESO PROPUESTO DE SOLDADO DEL TEMPLADOR EN EL SISTEMA DE SUSPENSIÓN EN EL REMOLQUE	Página 1																																																
<table border="1" style="width: 45%; margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2">ELEMENTOS</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tco</td> <td>Tiempo del ciclo observado promedio</td> <td>14,55</td> </tr> <tr> <td>To</td> <td>Tiempo cronometrado</td> <td>14,68</td> </tr> <tr> <td>V</td> <td>Valoración</td> <td>80,00</td> </tr> <tr> <td>TN</td> <td>Tiempo normal</td> <td>11,74</td> </tr> <tr> <td>TE</td> <td>Tiempo Estandar</td> <td>14,14</td> </tr> </tbody> </table>				ELEMENTOS		A	Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	14,55	To	Tiempo cronometrado	14,68	V	Valoración	80,00	TN	Tiempo normal	11,74	TE	Tiempo Estandar	14,14																														
ELEMENTOS		A																																																	
Tco	Tiempo del ciclo observado promedio	14,55																																																	
To	Tiempo cronometrado	14,68																																																	
V	Valoración	80,00																																																	
TN	Tiempo normal	11,74																																																	
TE	Tiempo Estandar	14,14																																																	
<p>N° Técnicos soldadores: 02 Unidad de Tiempo: Horas Ciclo de trabajo: 01</p>																																																			
<table border="1" style="width: 45%; margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">REGISTROS</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Actividad / MUESTRA</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Desmontar piezas del SSM</td><td>64,00</td></tr> <tr><td>2</td><td>Ubicar gata hidraulica en el SSM</td><td>32,00</td></tr> <tr><td>3</td><td>Elevar el Sistema de Suspensión</td><td>18,00</td></tr> <tr><td>4</td><td>Desmontar los neumáticos</td><td>36,00</td></tr> <tr><td>5</td><td>Aflojar tuercas y retirar el pin templador</td><td>20,00</td></tr> <tr><td>6</td><td>Recepción e inspección de repuestos fabricados</td><td>26,0</td></tr> <tr><td>7</td><td>Cortar bocina de soporte templador</td><td>115,00</td></tr> <tr><td>8</td><td>Desmontar bocina del brazo templador</td><td>70,00</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desmontar el templador</td><td>24,00</td></tr> <tr><td>10</td><td>Montar bocina y brazo templador al soporte</td><td>32,00</td></tr> <tr><td>11</td><td>Limpiar el material base a soldar</td><td>14,00</td></tr> <tr><td>12</td><td>Biselar el área del material base a soldar</td><td>20,00</td></tr> <tr><td>13</td><td>Seleccionar y verificar el equipo de soldar</td><td>12,00</td></tr> <tr><td>14</td><td>Seleccionar y verificar las herramientas de soldar</td><td>12,00</td></tr> </tbody> </table>				REGISTROS			N°	Actividad / MUESTRA	A	1	Desmontar piezas del SSM	64,00	2	Ubicar gata hidraulica en el SSM	32,00	3	Elevar el Sistema de Suspensión	18,00	4	Desmontar los neumáticos	36,00	5	Aflojar tuercas y retirar el pin templador	20,00	6	Recepción e inspección de repuestos fabricados	26,0	7	Cortar bocina de soporte templador	115,00	8	Desmontar bocina del brazo templador	70,00	9	Desmontar el templador	24,00	10	Montar bocina y brazo templador al soporte	32,00	11	Limpiar el material base a soldar	14,00	12	Biselar el área del material base a soldar	20,00	13	Seleccionar y verificar el equipo de soldar	12,00	14	Seleccionar y verificar las herramientas de soldar	12,00
REGISTROS																																																			
N°	Actividad / MUESTRA	A																																																	
1	Desmontar piezas del SSM	64,00																																																	
2	Ubicar gata hidraulica en el SSM	32,00																																																	
3	Elevar el Sistema de Suspensión	18,00																																																	
4	Desmontar los neumáticos	36,00																																																	
5	Aflojar tuercas y retirar el pin templador	20,00																																																	
6	Recepción e inspección de repuestos fabricados	26,0																																																	
7	Cortar bocina de soporte templador	115,00																																																	
8	Desmontar bocina del brazo templador	70,00																																																	
9	Desmontar el templador	24,00																																																	
10	Montar bocina y brazo templador al soporte	32,00																																																	
11	Limpiar el material base a soldar	14,00																																																	
12	Biselar el área del material base a soldar	20,00																																																	
13	Seleccionar y verificar el equipo de soldar	12,00																																																	
14	Seleccionar y verificar las herramientas de soldar	12,00																																																	
<table border="1" style="width: 45%; margin: 0 auto;"> <thead> <tr> <th colspan="3">REGISTROS</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>Actividad / MUESTRA</th> <th>A</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>15</td><td>Ubicar equipo y herramienta</td><td>8,00</td></tr> <tr><td>16</td><td>Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>17</td><td>Calibrar el flujo de gas de protección de marcha</td><td>1,00</td></tr> <tr><td>18</td><td>Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha</td><td>3,00</td></tr> <tr><td>19</td><td>Soldar brazo del templador a soporte</td><td>41,50</td></tr> <tr><td>20</td><td>Alinear los ejes</td><td>174,00</td></tr> <tr><td>21</td><td>Soldar bocina a brazo templador</td><td>49,20</td></tr> <tr><td>22</td><td>Montar los pines y ajustar las tuercas</td><td>18,0</td></tr> <tr><td>23</td><td>Montar neumáticos</td><td>40,00</td></tr> <tr><td>24</td><td>Descender Sistema de Suspensión</td><td>12,00</td></tr> <tr><td>25</td><td>Extraer gata hidráulica</td><td>8,00</td></tr> <tr><td>26</td><td>Limpiar área de soldadura</td><td>15,00</td></tr> <tr><td>27</td><td>Inspección final - Jefe de Mantenimiento</td><td>15,00</td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)</td> <td style="text-align: center;">14,68</td> </tr> </tbody> </table>				REGISTROS			N°	Actividad / MUESTRA	A	15	Ubicar equipo y herramienta	8,00	16	Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura	1,00	17	Calibrar el flujo de gas de protección de marcha	1,00	18	Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha	3,00	19	Soldar brazo del templador a soporte	41,50	20	Alinear los ejes	174,00	21	Soldar bocina a brazo templador	49,20	22	Montar los pines y ajustar las tuercas	18,0	23	Montar neumáticos	40,00	24	Descender Sistema de Suspensión	12,00	25	Extraer gata hidráulica	8,00	26	Limpiar área de soldadura	15,00	27	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00	TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		14,68
REGISTROS																																																			
N°	Actividad / MUESTRA	A																																																	
15	Ubicar equipo y herramienta	8,00																																																	
16	Seleccionar amperaje y voltaje del equipo de soldadura	1,00																																																	
17	Calibrar el flujo de gas de protección de marcha	1,00																																																	
18	Probar la alimentación del micro alambre por la antorcha	3,00																																																	
19	Soldar brazo del templador a soporte	41,50																																																	
20	Alinear los ejes	174,00																																																	
21	Soldar bocina a brazo templador	49,20																																																	
22	Montar los pines y ajustar las tuercas	18,0																																																	
23	Montar neumáticos	40,00																																																	
24	Descender Sistema de Suspensión	12,00																																																	
25	Extraer gata hidráulica	8,00																																																	
26	Limpiar área de soldadura	15,00																																																	
27	Inspección final - Jefe de Mantenimiento	15,00																																																	
TIEMPO TOTAL DE TRABAJO (HORAS)		14,68																																																	

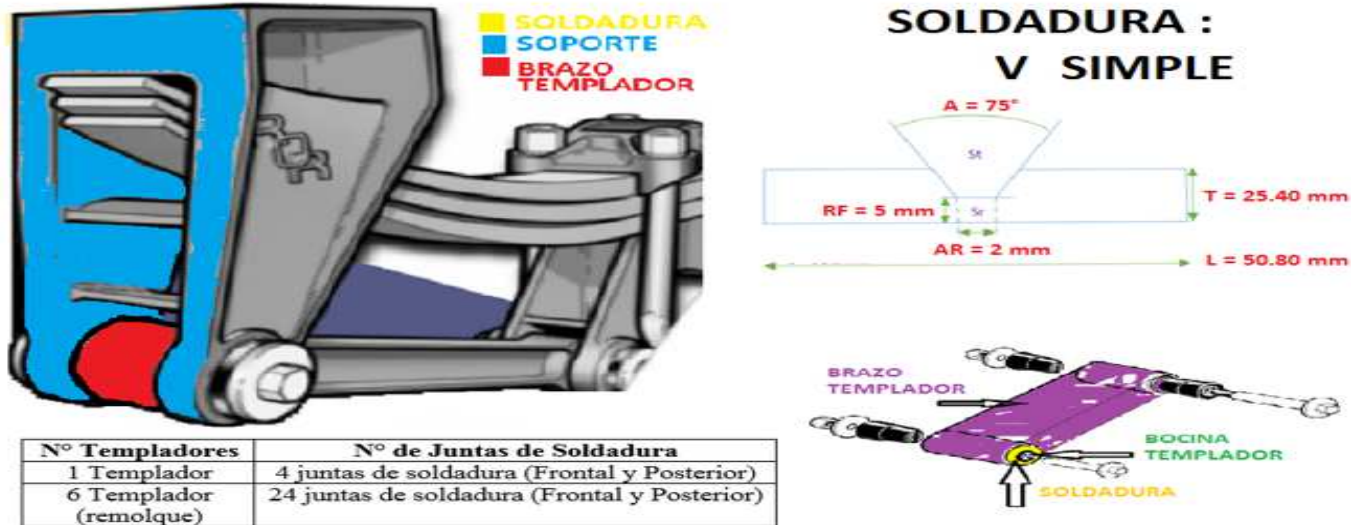
Fuente: Elaboración propia

❖ ANÁLISIS DE GASTOS DEL PROCESO DE SOLDADO Y CORTE EN EL TEMPLADOR

✓ *Pieza a soldar: Bocina en el Brazo Templador – Tipo de unión soldada: V Simple*

Se tiene que tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo ER70S-6C. Para el proceso de soldado del balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque se debe considerar lo siguiente:

- Material Base: Acero A36 – Tubo cuadrado 2"
- Material de Aporte: Electrodo ER70S-6C



Pases	Secuencia	Tipo	
Raíz	1º pase	Sección raíz (Sraiz)	Sección transversal (St)
Relleno	2º pase	Sección cobertura (Sc-c)	

Figura 29. Medidas del área a soldar: Bocina – Brazo del Templador del SSM
Fuente: Elaboración propia

Tabla 173. Proceso propuesto de soldado Bocina – Brazo Templador: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 25,4 mm$	159,593 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	7 850 $\frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 2 (mm) * 5 (mm)$	10 mm ²
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan \left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = (25,4 mm - 5 mm)^2 * Tan \left(\frac{75}{2}\right) + (2 mm * 25,4 mm)$	328,869 mm ²
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 328,869 mm^2 - 10 mm^2$	318,869 mm ²
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,593 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 174. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 175. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7 850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 bocinas en templadores 49,20 s = 0,82 h)	0,034 $\frac{hora}{junta}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,034 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	11,735 $\frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 176. Proceso de propuesto “Bocina – Brazo Templador”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas de soldadura de bocinas en templadores 49,20 s = 0,82 h)	$0,034 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 14,68 h	$0,612 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,034 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{0,612 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	5,560%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 177. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 159,59 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,399 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right)$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$25,00 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 25,00 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{90,00 \%}$	$11,08 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 178. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VMOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 179. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	18,75 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,034 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	11,735 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,034 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,612 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	5,560%
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{11,735 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,56 \%}$	11,466 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 180. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: CMOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 14,68 h	0,612 $\frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	12,50 $\frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 0,612 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	7,65 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 181. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VMOI

VALOR MANO DE OBRA INIDRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de mantto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 182. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 318,869 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 159,59 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7.850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,,399 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	Ve _q	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	3,564 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,034 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	11,735 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,034 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,612 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	5,560%
Equipos	G _{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{11,735 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,560 \%}$	2,179 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 183. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1,266	2,532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0,516	1,032
			VEq	3,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 184. Proceso propuesto de soldado Bocina – Brazo Templador: GH

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C _{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,399 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{11,735 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 5,56 \%}$	11,466 $\frac{soles}{junta}$
Herramienta	G _{Herramienta}	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{Mo} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 11,466 \frac{soles}{junta})$	0.573 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 185. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: G Energía

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	35 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	140 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,034 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{Eléctrica}$	$Potencia_{Eléctrica} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{Eléctrica} = \frac{35 V * 140 A * 0,5 * 1 h}{1000}$	2,45 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{Energía}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Deposición		Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Eletrodo Manual	90,00%
Energía Eléctrica	$G_{Energía}$	$G_{Energía} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{Eléctrica} * Tiempo * \frac{Precio_{Energía}}{Deposición \%}$ $G_{Energía} = 2,45 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,034 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{90,00 \%}$	0,021 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

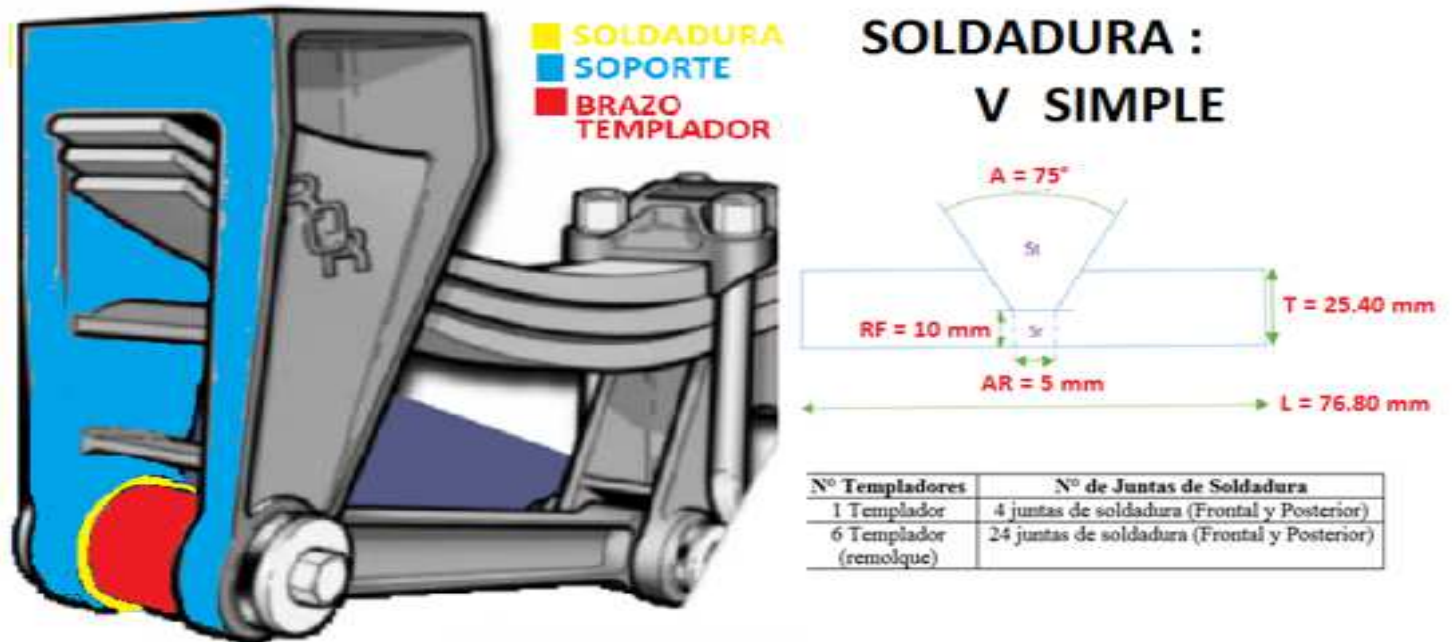
Tabla 186. Proceso propuesto de soldado “Bocina – Brazo Templador”: Resumen

PROCESO DE SOLDADURA:	SOLDADURA SMAW			
ÁREA DE SOLDADURA:	BOCINA EN EL BRAZO TEMPLADOR			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	N° Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				541,10
Costo de material de aporte	S/. / junta	24	11,08	265,92
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	24	11,47	275,18
Gastos S/				250,15
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	24	7,65	183,60
Gasto de equipos	S/. / junta	24	2,18	52,30
Gasto de herramientas	S/. / junta	24	0,57	13,75
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	24	0,02	0,50
Total S/				791,26

Fuente: Elaboración propia

✓ *Pieza a soldar: Brazo Templador en el Soporte - Tipo de unión soldada: V Simple*

Se tiene que tener en cuenta que la junta soldada se realiza en 2 pases, donde el 1er pase es de raíz y la 2da es de relleno ambos con el electrodo ER70S-6C.



Pases	Secuencia	Tipo	
Raiz	1º pase	Sección raíz (S _{raiz})	Sección transversal (S _t)
Relleno	2º pase	Sección cobertura (S _{c-c})	

Figura 30. Medidas del área a soldar: Brazo del templador - Soporte del SSM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 187. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Pmd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Longitud	L	$L (mm) = 2\pi r$ $L (mm) = 2\pi * 38,40 \text{ mm}$	241,27 mm
Peso específico	Y_a	$Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right) = Masa (kg) * Volúmen (m^3)$ (Según Norma ASTM36: Acero)	$7\,850 \frac{kg}{m^3}$
Area raíz	Sr	$Sr (mm^2) = b (mm) * h (mm)$ $Sr (mm^2) = 10 (mm) * 5 (mm)$	50 mm^2
Area Transversal - En V Simple en Soldadura	St	$St (mm^2) = (T - RF)^2 * Tan\left(\frac{A}{2}\right) + (AR * T)$ $St (mm^2) = (25,4 \text{ mm} - 10 \text{ mm})^2 * Tan\left(\frac{75}{2}\right) + (5 \text{ mm} * 25,4 \text{ mm})$	$285,465 \text{ mm}^2$
Area Cobertura	Sc	$Sc (mm^2) = St - Sr$ $Sc (mm^2) = 285,465 \text{ mm}^2 - 50 \text{ mm}^2$	$235,465 \text{ mm}^2$
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 188. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Ed

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 189. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Vd

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * L \left(\frac{mm}{junta}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta}\right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)$
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas en el brazo del templadores 41,50 s = 0,692h)	$0,029 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta}\right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta}\right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h}\right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)}{0,029 \left(\frac{h}{junta}\right)}$	$15,379 \frac{kg}{h}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 190. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Fo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco prendido	T_{ap}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo de soldeo de 24 juntas en el brazo del templadores 41,50 s = 0,692h)	$0,029 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Tiempo arco pagado	T_{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 14,68 h	$0,612 \frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Factor Operación	f_o	$f_o(\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{T_a \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$ $f_o(\%) = \frac{0,029 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)}{0,612 \left(\frac{h}{\text{junta}}\right)} * 100$	4,739%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 191. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: CMP

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = S_c \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * L \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3}\right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{\text{junta}}\right) * 241,274 \left(\frac{mm}{\text{junta}}\right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3}\right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right)$
Valor de Electrodo	Ve	Sin Fórmula // El costo del kilo de electrodo	$25,00 \frac{\text{soles}}{kg}$
Eficiencia de Deposición	Ed (%)	Sin Fórmula // Valor de Eficiencia de Deposición en Soldadura	90,00%
Materia Prima: Electrodo	$C_{electrodo}$	$C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * Ve \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right)}{Ed (\%)}$ $C_{electrodo} \left(\frac{\text{soles}}{\text{junta}}\right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{\text{junta}}\right) * 25,00 \left(\frac{\text{soles}}{kg}\right)}{90,00 \%}$	$12,389 \frac{\text{soles}}{\text{junta}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 192. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VMOD

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Soldador 1	S/. /H-H	1	9,375	9,38
Soldador 2	S/. /H-H	1	9,375	9,38
				18,75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 193. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: CMOD

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7\,850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	0,446 $\left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Directa	18,75 $\frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,029 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	15,379 $\frac{kg}{h}$
Factor Operación	f _o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,029 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,612 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	4,739%
Mano de Obra Directa	G _{MO}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{15,379 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 4,739 \%}$	11,474 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 194. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: GMOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo arco pagado	T _{pagado}	Sin Fórmula // Según DAP: Tiempo total de reparación de 24 juntas de soldadura de bocinas de templadores = 14,68 h	0,612 $\frac{hora}{junta}$
Valor Mano de Obra	VMO	Sin Fórmula // Tabla de Valor Mano Obra Indirecta	12,50 $\frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G _{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = Tiempo_{junta} \left(\frac{hora}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{junta} \right) = 0,612 \left(\frac{hora}{junta} \right) * 12,50 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	7,65 $\frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 195. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: VMOI

VALOR MANO DE OBRA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de	Costo S/.	VMO
Jefe de manto	S/. /H-H	0,8	15,625	12,50
				12,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 196. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: G_{Equipo}

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Peso de metal depositado	Pmd	$Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = S_c \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * L \left(\frac{mm}{junta} \right) * Y_a \left(\frac{kg}{m^3} \right)$ $Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) = 235,465 \left(\frac{mm^2}{junta} \right) * 241,274 \left(\frac{mm}{junta} \right) * 7850 \left(\frac{kg}{m^3} \right) * 10^{-9}$	$0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right)$
Valor de Equipo	VEq	Sin Fórmula // Tabla de Valor de Equipo	$3,564 \frac{soles}{hora}$
Velocidad de Deposición	Vd	$Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right)}{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}$ $Vd \left(\frac{kg}{h} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right)}{0,029 \left(\frac{h}{junta} \right)}$	$15,379 \frac{kg}{h}$
Factor Operación	f_o	$f_o (\%) = \frac{T_{ap} \left(\frac{h}{junta} \right)}{T_a \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$ $f_o (\%) = \frac{0,029 \left(\frac{h}{junta} \right)}{0,612 \left(\frac{h}{junta} \right)} * 100$	4,739%
EquipoS	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 3,564 \frac{soles}{hora}}{15,379 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 4,739 \%}$	$2,181 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 197. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: V_{Equipo}

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO Parcial
Máquina de Soldar	S/. /H-M	2	1,266	2,532
Gata Hidráulica	S/. /H-M	2	0,516	1,032
			VEq	3,564

Fuente: Elaboración propia

Tabla 198. Proceso propuesto de soldado Brazo Templador – Soporte: G_H

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{Pmd \left(\frac{kg}{junta} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)}{Vd \left(\frac{kg}{hora} \right) * f_o (\%)}$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{junta} \right) = \frac{0,446 \left(\frac{kg}{junta} \right) * 18,75 \frac{soles}{hora}}{15,379 \left(\frac{kg}{hora} \right) * 4,739 \%}$	$11,474 \frac{soles}{junta}$
Gasto de Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO} \frac{soles}{junta})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 11,474 \frac{soles}{junta})$	$0,574 \frac{soles}{junta}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 199. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Genergía

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V	Sin Fórmula	35 V
Intensidad del Arco	A	Sin Fórmula	140 A
Factor de Potencia	P	Sin Fórmula // Tabla de Valores de Factor de Potencia: Centro Estático Monofásico de soldadura por arco	0,5
Tiempo	T	Unidad de medida de tiempo que se realiza el cálculo del costo de energía: tiempo del uso de equipo en el proceso de soldeo	0,031 $\frac{\text{hora}}{\text{junta}}$
Consumo de Energía o Potencia Eléctrica	$Potencia_{\text{Eléctrica}}$	$Potencia_{\text{Eléctrica}} = \frac{V * A * FP * T}{1000}$ $Potencia_{\text{Eléctrica}} = \frac{35 V * 140 A * 0,5 * 1 h}{1000}$	2,45 $\frac{\text{kw}}{\text{hora}}$
Precio de Energía	$Precio_{\text{Energía}}$	Según Recibo Ensa	0,226 $\frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Deposición		Sin Fórmula // Tabla de Valores de Eficiencia de Deposición - Electrodo Manual	90,00%
Energía Eléctrica	$G_{\text{Energía}}$	$G_{\text{Energía}} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) = Potencia_{\text{Eléctrica}} * Tiempo * \frac{Precio_{\text{Energía}}}{Deposición \%}$ $G_{\text{Energía}} = 2,45 \frac{\text{kw}}{\text{hora}} * 0,031 \frac{\text{hora}}{\text{junta}} * \frac{0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}}{90,00 \%}$	0,019 $\frac{\text{soles}}{\text{hora}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 200. Proceso propuesto de soldado “Brazo Templador - Soporte”: Resumen

PROCESO:	SOLDADURA SMAW			
AREA DE SOLDADURA:	BRAZO TEMPLADOR EN EL SOPORTE			
POSICIÓN DE SOLDADURA:	V SIMPLE			
Detalle	Und.	Nº Juntas	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				572,71
Costo de material de aporte	S/. / junta	24	12,39	297,34
Costo de mano de obra directa	S/. / junta	24	11,47	275,38
Gastos S/				250,13
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / junta	24	7,65	183,60
Gasto de equipos	S/. / junta	24	2,18	52,30
Gasto de herramientas	S/. / junta	24	0,57	13,78
Gasto de energía eléctrica	S/. / junta	24	0,02	0,46
Total S/				822,84

Fuente: Elaboración propia

✓ *Proceso de Corte en el Soldeo de la Bocina en el Templador*
 N° de cortes: 24 Tiempo Total de corte: 1.92 horas

Tabla 201. *Proceso de corte del templador: Costo MP*

COSTO DE MATERIALES			
Tipo	Unidad	Total	
Oxígeno	S./ m3	13,33	
Gas Propano	S./ Kg	3,50	

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Gas Propano	$C_{Gas\ Propano}$	$C_{Gas\ Propano} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 3.50 \frac{soles}{kg} * 0.050\ kg$	$0.175 \frac{soles}{corte}$
Oxígeno	$C_{Oxigeno}$	$C_{Oxigeno} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 1\ corte * 13.33 \frac{soles}{m^3} * \frac{0.020\ m^3}{1\ m^3}$	$0.267 \frac{soles}{corte}$
			$0.442 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 202. *Proceso de corte del templador: Valor MOD*

VALOR MANO DE OBRA DIRECTA				
Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Soldador 1	S./ /H-H	0,9	9,375	8,438
Soldador 2	S./ /H-H	0,9	9,375	8,4375
			VMO Total	16,875

Fuente: Elaboración propia

Tabla 203. *Proceso de corte del templador: Costo MOD*

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO		$16,875 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$1,35 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 204. *Proceso de corte del templador: Valor MOI*

Mano de Obra	Unidad	Factor de Participación	Costo S/.	VMO Parcial
Jefe de mantto	S./ /H-H	0,3	15,625	4,688
			VMO Total	4,688

Fuente: Elaboración propia

Tabla 205. Proceso de corte del templador: Gasto MOI

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor Mano de Obra	VMO		$4,688 \frac{soles}{hora}$
Mano de Obra Indirecta	G_{MOI}	$G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{MOI} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 4,688 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$0,375 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 206. Proceso de corte del templador: VEquipo

VALOR DE EQUIPO				
Equipo	Unidad	Cantidad	Costo S/.	VMO
Equipo de Corte	S/. /H-M	2	5,00	10,00
			VEq	10,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 207. Proceso de corte del templador: GEquipo

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Tiempo de Corte	$Tiempo_{corte}$		$0,08 \frac{hora}{corte}$
Valor de Equipos	VE		$10,00 \frac{soles}{hra}$
Equipo	G_{Equipo}	$G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VE \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $G_{Equipo} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 10,00 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$0,80 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 208. Proceso de corte del templador: GHerramienta

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Mano de Obra Directa	C_{MOD}	$C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = Tiempo_{corte} \left(\frac{hora}{corte} \right) * VMO \left(\frac{soles}{hora} \right)$ $C_{MOD} \left(\frac{soles}{corte} \right) = 0,08 \left(\frac{hora}{corte} \right) * 16,875 \left(\frac{soles}{hora} \right)$	$1,35 \frac{soles}{corte}$
Herramienta	$G_{Herramienta}$	$G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * C_{MO})$ $G_{Herramienta} \left(\frac{soles}{junta} \right) = (5\% * 1,35 \frac{soles}{corte})$	$0,068 \frac{soles}{corte}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 209. Proceso de corte del templador: $G_{Energía}$

Variable	Simb	Fórmula	Resultado
Voltaje	V		220 V
Intensidad del Arco	A		60 A
Factor de Potencia	P		85%
Tiempo	T	Sin Fórmula / DAP: Tiempo de Corte 115 s	$0,08 \frac{\text{hora}}{\text{corte}}$
Consumo de Potencia Eléctrica	$Potencia_{Electrica}$	$Potencia_{Electrica}(Kw) = \frac{V * A * FP}{1000}$ $Potencia_{Electrica} = \frac{220 V * 60 A * 85 \%}{1000}$	11,22 Kw
Precio de Energía	$Precio_{Energia}$	Según Recibo Ensa	$0,226 \frac{\text{soles}}{\text{Kw/hora}}$
Gasto de Energía	$G_{Energia}$	$G_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right)$ $= Precio_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{kw/hora}} \right) * Potencia_{Electrica}(Kw)$ $Gasto_{Energia} = 0,226 \left(\frac{\text{soles}}{\text{kw/hora}} \right) * 11,22 (Kw)$	$2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}}$
Gasto Total de Energía	$G_{Total\ Energia}$	$G_{Total\ Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{corte}} \right)$ $= Costo_{Energia} \left(\frac{\text{soles}}{\text{hora}} \right) * Tiempo_{corte} \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$ $G_{Total\ Energia} = 2,536 \frac{\text{soles}}{\text{hora}} * 0,08 \left(\frac{\text{hora}}{\text{corte}} \right)$	$0,203 \frac{\text{soles}}{\text{corte}}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 210. Proceso de corte del templador: Resumen

PROCESO:	CORTE			
AREA DE SOLDADURA:	PIEZAS DEL TEMPLADOR			
Detalle	Und.	N° Cortes	V.U. S/.	V.T. S/.
Costos S/				43,01
Costo de materia prima	S/. / corte	24	0,44	10,61
Costo de mano de obra directa	S/. / corte	24	1,35	32,40
Gastos S/				34,70
Gasto de mano de obra indirecta	S/. / corte	24	0,38	9,00
Gasto de equipos	S/. / corte	24	0,80	19,20
Gasto de herramientas	S/. / corte	24	0,07	1,63
Gasto de energía eléctrica	S/. / corte	24	0,20	4,87
Total S/				77,71

Fuente: Elaboración propia

❖ **RESUMEN: COSTOS Y GASTOS DEL PROCESO PROPUESTO DE SOLDADO DEL TEMPLADOR**

En la Tabla 209 se puede apreciar que para el mantenimiento del templador de un remolque a través del proceso de soldado SMAW se debe realizar 2 tareas de Soldado y 1 tarea de corte, y su costo total es de S/ 1 691,81

Tabla 211. *Proceso propuesto de soldado del templador: Tipo de actividad*

Detalle	Total S/
PROCESO DE SOLDADO: BOCINA EN EL BRAZO TEMPLADOR (S/)	791,26
PROCESO DE SOLDADO: BRAZO TEMPLADOR EN EL SOPORTE (S/)	822,84
PROCESO DE CORTE: TEMPLADOR (S/)	77,71
PROCESO DE SOLDADO DEL TEMPLADOR - TOTAL S/	1 691,81

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia en la Tabla 210 el detalle de los costos y gastos asumidos para el mantenimiento del balancín de un remolque a través del proceso de soldado SMAW.

Tabla 212. *Proceso propuesto de soldado del templador: Tipo de Costos y Gastos*

Detalle	Total S/
COSTOS	1 156,82
Costo de material de aporte	573,86
Costo de mano de obra directa	582,96
GASTOS	534,98
Gasto de mano de obra indirecta	376,20
Gasto de equipos	123,79
Gasto de herramientas	29,16
Gasto de energía eléctrica	5,83
PROCESO DE SOLDADO DEL BALANCÍN - TOTAL S/	1 691,81

Fuente: Elaboración propia

3.2.3.5. FASE 05.- EVALUAR

El rediseño del proceso de soldado aprovechará el uso de tecnología para optimizar el tiempo de ejecución y aumento de la productividad.

En esta fase del modelo SAMME se tiene como objetivo evaluar la eficacia de los cambios que se realizaron e identificar las oportunidades para cumplir con los objetivos propuestos

A. Indicadores

Se determinó que en los siguientes años se repararan el 95% de la flota, cuya cantidad es de 115 remolques

Tabla 213. Indicadores de Administración del mantenimiento: Proceso propuesto

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Productividad de los trabajadores por proceso de soldado del SSM	$PT_{M.O.}$	$\frac{\text{Horas estandar}}{\text{Horas Totales Trabajadas}} * 100$ $\frac{12,44 \frac{h}{b} + 14,14 \frac{h}{t}}{12,94 \frac{h}{b} + 14,68 \frac{h}{t}} * 100$	96,2%
Utilización de los Trabajadores	UT.	$\frac{\text{Horas consumidas en el trabajo productivo}}{\text{Horas Totales Programadas por Trabajo}} * 100$ $\frac{12,94 \frac{h}{b} + 14,68 \frac{h}{t}}{12,44 \frac{h}{b} + 14,14 \frac{h}{t}} * 100$	103,9%
Productividad de Recursos	CPI	$\frac{\text{Producción Obtenida}}{\text{Cantidad de Recurso Empleado}}$ $\frac{115 \text{ SSM Soldados}}{1\ 347,39 \frac{S}{b} / \text{balancín} + 1\ 691,81 \frac{S}{t} / \text{templador}}$	0,38

Fuente: Elaboración propia

Tabla 214. Indicadores de eficacia del mantenimiento: Proceso propuesto

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Disponibilidad	A	$\frac{\text{Tiempo de Producción Planeado} - \text{Tiempo Muerto no Planeado}}{\text{Tiempo de Producción Planeado}} * 100$ $\frac{(12,44 \frac{h}{b} + 14,14 \frac{h}{t}) - (0,5 \frac{h}{b} + 0,54 \frac{h}{t})}{(12,44 \frac{h}{b} + 14,14 \frac{h}{t})} * 100$	96,1%
Velocidad	S	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción}}{\text{Cantidad Planeada de Producción}} * 100$ $\frac{115 b + 115 t}{121 b + 121 t} * 100$	95,0%
Calidad	Q	$\frac{\text{Cantidad Real de Producción} - \text{Cantidad no Aceptada}}{\text{Cantidad Real de Producción}}$ $\frac{(115 b + 115 t) - (6 b + 6 t)}{(115 b + 115 t)}$	0,9%
Eficiencia Física	Ef	$\frac{\text{Salida Util de Materia Prima}}{\text{Entrada de Materia Prima}} * 100$ $\frac{10,156 \frac{kg}{b} + 20,28 \frac{kg}{t}}{10,363 \frac{kg}{b} + 20,694 \frac{kg}{t}} * 100$	98,0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 215. Indicadores de gastos del mantenimiento: Proceso propuesto

TIPO	SIMBOLO	FÓRMULA	RESULTADO
Por Unidad de Producción	UP	$\frac{\text{Gasto Total de Mantenimiento SSM}}{\text{Unidades Totales Producidas SSM}}$ $\frac{1\,347.39 \text{ S//balancín} + 1\,691.81 \text{ S//templador}}{115 \text{ SSM}}$	S/. 26,43
Gasto de Hora de Mantenimiento	$Gasto_{H-H}$	$\frac{\text{Gasto Total de Mantenimiento}}{\text{Horas – Hombres Totales Trabajadas}}$ $\frac{1\,347.39 \text{ S//balancín} + 1\,691.81 \text{ S//templador}}{12,94 \text{ h/b} + 14,68 \text{ h/t}}$	S/. 110,04
Componente de la Mano de Obra en el Gasto de Mantenimiento	MO/GM (Proporción)	$\frac{\text{Gasto Total en Mano de Obra}}{\text{Gasto Total de Mantenimiento SSM}} * 100$ $\frac{891.77 \text{ S//balancín} + 959.16 \text{ S//templador}}{1\,347.39 \text{ S//balancín} + 1\,691.81 \text{ S//templador}} * 100$	0,61

Fuente: Elaboración propia

Los resultados que se tendría al implementar el proceso de soldado GMAW para el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque son los siguientes:

- El tiempo de trabajo del proceso de soldado del sistema de suspensión mecánica será de 27,62 h / remolque y la diferencia con el tiempo estándar es de 1,04 h / remolque.

Tabla 216. Tiempo de trabajo adicional en el proceso de soldado en el SSM

Proceso de Soldado	Tiempo Promedio cronometrado	Tiempo Promedio normal	Tiempo Promedio estandar	Diferencia Cronometrado / Normal	Diferencia Cronometrado / Estandar
	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque	hora/ remolque
Balancin	12.94	10.35	12.44	2.59	0.50
Templador	14.68	11.74	14.14	2.94	0.54
Tiempo total * remolque	27.62	22.09	26.58	5.53	1.04

Fuente: Elaboración propia

- Con el nuevo de proceso de soldado se logra minimizar la diferencia entre el tiempo estándar y el tiempo cronometrado y consecuentemente reducir la pérdida por mano de obra improductiva en un 65% con respecto al año 2013. Por ende, al implementar un nuevo proceso de soldado la pérdida será de S/ 3 737,50 por año.

Tabla 217. *Tiempo de trabajo adicional: Pérdida por mano de obra adicional*

Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM	Δ Tiempo promedio: Cronometrado / Estandar	Pérdida por remolque: Mano de obra adicional (S/.31.25 por hora)	Pérdida Total: Mano de obra adicional
Unidad	Nº remolques	hora / remolque	sol / remolque	sol / año
Balancin	115,00	0,50	15,63	1 796,88
Templador	115,00	0,54	16,88	1 940,63
TOTAL		1,04	32,50	3 737,50

Fuente: *Elaboración propia*

- La pérdida por remolques no operativos a causa de la demora en el proceso de soldado en el sistema de suspensión mecánica será de S/ 26 252,20, en comparación al año 2013 que asciende a S/ 75 156,80.

Tabla 218. *Tiempo de trabajo adicional: Pérdida por remolques no operativos*

Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM	Δ Tiempo promedio: Cronometrado / Estandar	Pérdida por remolque no operativos (219.50 soles/hora)	Pérdida Total: Remolques no operativos
	Nº remolques	hora / remolque	sol / remolque	sol / año
Balancin	115,00	0,50	109,75	12 621,25
Templador	115,00	0,54	118,53	13 630,95
TOTAL		1,04	228,28	26 252,20

Fuente: *Elaboración propia*

- En el proceso de soldado GMAW se tiene una merma del 2% de la materia prima requerida para el mantenimiento del SSM, que equivale a una pérdida de /.1 750,07 por año.

Tabla 219. Balancín: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque

Detalle	Peso de metal depositado	Juntas Soldadas	Total de electrodo depositado
Bocina en el balancín	$0,399 \frac{kg}{junta}$	$8 \frac{junta}{remolque}$	$3,192 \frac{kg}{remolque}$
Porta balancín en la estructura	$1,741 \frac{kg}{junta}$	$4 \frac{junta}{remolque}$	$6,964 \frac{kg}{remolque}$
BALANCIN: Cantidad de electrodo por remolque			$10,156 \frac{kg}{remolque}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 220. Templador: Cantidad de material de aporte utilizada por remolque

Detalle	Peso de metal depositado	Juntas Soldadas	Total de electrodo depositado
Bocina en el balancín	$0,399 \left(\frac{kg}{junta}\right)$	$24 \frac{junta}{remolque}$	$9,576 \frac{kg}{remolque}$
Porta balancín en la estructura	$0,446 \left(\frac{kg}{junta}\right)$	$24 \frac{junta}{remolque}$	$10,704 \frac{kg}{remolque}$
TEMPLADOR: Cantidad de electrodo por remolque			$20,28 \frac{kg}{remolque}$

Fuente: Elaboración propia

Tabla 221. Pérdida por merma de electrodo


Proceso de Soldado SSM	Mantenimiento del SSM	Materia prima solicitada	Materia prima utilizada	Merma de materia prima	Pérdida en merma * remolque (\$/25,00 kg / electrodo)
	Unidades	kg / remolque	kg / remolque	kg / remolque	sol / año
Balancin	115,00	10,36	10,16	0,20	583,97
Templador	115,00	20,69	20,28	0,41	1166,1
TOTAL		31,05	30,44	0,61	1750,07

Fuente: Elaboración propia

3.2.4. PLAN DE ACCIÓN


En lo que respecta a las propuestas desarrolladas en esta investigación se ha elaborado un plan de acción para cada actividad relevante que se realizará, designado un responsable, cronograma, recursos y los resultados respectivos.

Tabla 222. Plan de acción para mejora del proceso de soldado (1/2)

		PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE SOLDADO							Página 1 de 2
AREA DE MANTENIMIENTO // SUB ÁREA DE SOLDADURA									
Actividad	Responsable	Cronograma				Recursos			Observaciones
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Humanos	Material	Equipos	
Diseñar el nuevo plan de mejora del proceso de soldadura	Jefe de planta	■				X	X		Se identificará los problemas actuales y sus alternativas de solución.
Implantar el modelo de mejora de procesos "PMC" en la sub area de soldadura	Jefe de planta		■			X	X		Se define las pautas del modelo de mejora
Establecer el nuevo proceso de soldado - GMA W	Jefe de planta		■			X	X		Se optimizará el uso de recurso y la reducción del tiempo de trabajo
Definir el nuevo perfil y funciones del Jefe de mantenimiento	Jefe de planta		■			X	X		Con el fin de realizar un mejor control del programa de mantenimiento
Capacitación al Jefe de Mantenimiento	Recursos Humanos		■			X	X		Se debe entrenar al jefe para que realice una mejor gestión de mantto.
Definir el nuevo perfil y funciones de los técnicos soldadores	Jefe de planta		■			X	X		Estará basado al nuevo proceso de soldado y a las buenas prácticas de soldadura.
Capacitación al personal de soldadura	Recursos Humanos		■			X	X		Deben ser perfilados, evaluados, entrenados, puestos en operación para ser incorporados al equipo de trabajo.
Definir e Implantar el sistema de evaluación de la sub área de soldadura	Jefe de Mantto			■		X	X		Todo técnico debe ser entrenado, supervisado y reentrenados para cumplir con los objetivos

Fuente: Elaboración propia

Tabla 223. Plan de acción para mejora del proceso de soldado (2/2)

		PLAN DE ACCIÓN DE MEJORA PARA EL PROCESO DE SOLDADO							Página 2 de 2
AREA DE MANTENIMIENTO // SUB ÁREA DE SOLDADURA									
Actividad	Responsable	Cronograma				Recursos			Observaciones
		Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Humanos	Material	Equipos	
Implantar el control y seguimiento del proceso de soldadura	Jefe de Mantto			■		X	X		Se define los indicadores de control para la sub area de soldadura
Cotizar y regularizar las licencias del suministro de energía Trifásica	Jefe de Logística			■		X	X	X	-
Cotizar y comprar los equipos GMAW y transformador trifásico	Jefe de Logística			■		X	X	X	-
Planear la instalación del transformador trifásico	Jefe de planta				■	X	X		Será de acuerdo a las normas vigentes.
Seleccionar al personal para reordenar sub area de soldadura	Jefe de Mantto				■	X	X		Este personal ayudará a la instalación de los nuevos equipos en el área de soldadura
Desmontar y retirar equipos SMAW	Jefe de Mantto				■	X	X	X	Se retira los equipos que no se utilizarán
Implementación de equipos GMAW	Jefe de Mantto				■	X	X	X	Un área bien distribuida y con el equipos que necesita es armoniosa a la vista y segura en su operación.
Realizar la prueba del montaje de equipos	Técnicos soldadores				■	X	X	X	Se realizará en forma secuencial de todos los componentes de la sub área
Iniciar la producción de juntas soldadas	Técnicos soldadores				■	X	X	X	Después de realizar la coordinación general de trabajo y ensayos previos, se decide alcanzar el nivel de producción propuesto.

Fuente: Elaboración propia

3.2.5. ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS PROCESO DE SOLDADO

Se analiza individualmente los procesos de soldado SMAW y GMAW en el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque, y posteriormente se compara los resultados obtenidos.

Al evaluar la situación actual del área de mantenimiento, se identificó que no cuentan con planes a largo plazo. No obstante, con el fin de lograr un alto desempeño se establecieron la misión, visión, objetivos y políticas del área orientada a aumentar la productividad optimizando los recursos al gasto mínimo.

Tabla 224. Evaluación de los factores cualitativos : SMAW - GMAW

Area	Factor	Actual	Propuesto	Resultado
Mantenimiento	Misión	No	Si	Permite alcanzar la excelencia y el cumplimiento de los objetivos.
	Visión	No	Si	
	Objetivos	No	Si	Garantizan la disponibilidad de las unidades en el momento oportuno, optimizando su uso y minimizando el deterioro
	Política de Mantenimiento	No	Si	Garantiza el máximo nivel de calidad del mantenimiento con el gasto mínimo y asegura el funcionamiento de los remolques

Fuente: Elaboración propia

El proceso soldado vigente para el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica es “SMAW”.

Al analizar el año 2013, se observó que realizó 100 mantenimientos al sistema de suspensión mecánica del remolque, el tiempo de trabajo es de 30,09 h / remolque teniendo un tiempo improductivo de 3,43 h / remolque, y como consecuencia la empresa tiene una pérdida por mano de obra improductiva de S/ 10 700,00 y S/ 75 156,80 como pérdida por remolques no operativos.

Adicionalmente, en el proceso SMAW se obtiene una merma del material de aporte que asciende a S/ 5 136,08 y el costo total del mantenimiento del SSM es de S/ 3 131,11.

Finalmente, el índice de productividad de actividad es de 31,9 %, la velocidad de la producción es 82,7 %, 77,5 % por la calidad de la junta soldada y 87,5% por la eficiencia del material prima (electrodo).

Por ello, como parte del Proceso de Mejoramiento Continuo (PMC) se propone y se simula el proceso de soldado “GMAW”. Con este nuevo proceso de soldado la producción aumenta a 115 remolques por año y el tiempo de trabajo se reduce a 27,49 h logrando reducir en un 65 % las pérdidas por mano de obra improductiva y por remolques no operativos.

Además, se logra disminuir la pérdida por merma de materia prima en S/ 1 750,07. Sin embargo, el costo de la materia de aporte y el gasto de la energía eléctrica aumentan en 26,1 % y 1,9 % respectivamente.

Con respecto a los índices de mantenimiento, el índice de productividad de actividad se incrementó en un 18,5 %; la velocidad de la producción es de 95,0 %; y se obtuvo 98,0 % por la calidad de la junta soldada y la eficiencia del material prima (electrodo).

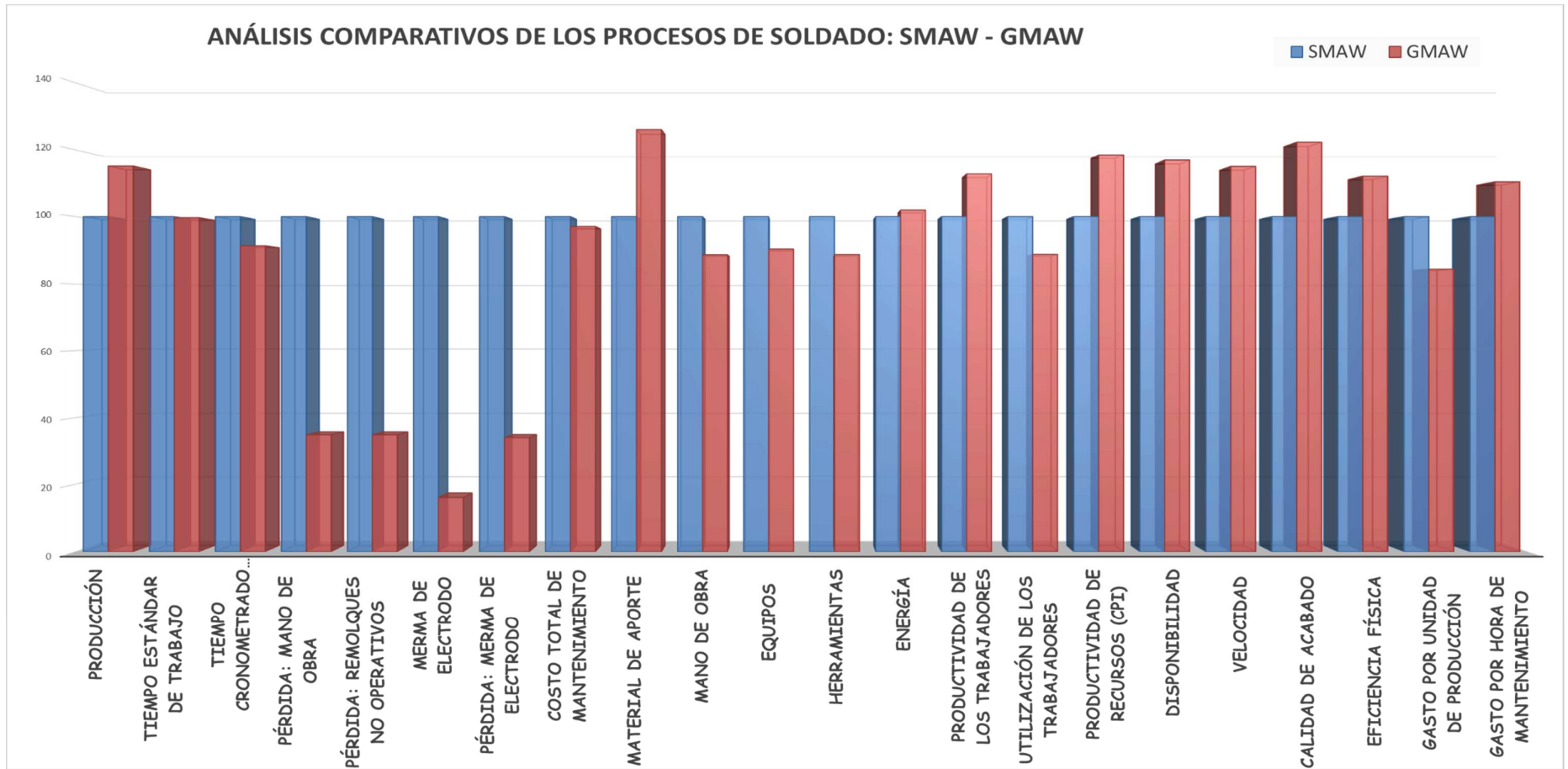
En cuanto al cumplimiento del Plan de Mantenimiento del Sistema de Suspensión Mecánica en el Remolque se mejoró según el requerimiento del proveedor.

Tabla 225. Evaluación de los factores cuantitativos del proceso de soldado

INDICADOR	ACTUAL (Año 2013)	PROPUESTO
Proceso de soldado	SMAW	GMAW
Producción (remolques)	100	115
Tiempo Estándar de trabajo (hora/ suspensión)	26,66	26,58
Tiempo Cronometrado trabajo (hora/ suspensión)	30,09	27,49
Pérdida: mano de obra por tiempo de trabajo adicional (soles/ año)	10 700,00	3 737,50
Pérdida: remolques no operativos por tiempo de trabajo adicional (soles/ año)	75 156,80	26 252,20
Merma de electrodo (kg/ suspensión)	3,80	0,61
Pérdida: merma de electrodo (soles/ suspensión)	5 136,08	1 750,07
Costo Total de Mantenimiento (soles/ remolque)	3 131,11	3 039,20
Material de Aporte (soles/ suspensión)	683,16	861,27
Mano de Obra (soles/ suspensión)	2 087,08	1 850,93
Equipos (soles/ suspensión)	281,48	254,46
Herramientas (soles/ suspensión)	63,85	56,67
Energía (soles/ suspensión)	15,56	15,86
Productividad de los trabajadores (%)	85,40	96,20
Utilización de los trabajadores (%)	117,00	103,90
Productividad de recursos (CPI)	0,32	0,38
Disponibilidad (%)	82,3	96,1
Velocidad (%)	82,7	95,0
Calidad de acabado (%)	77,5	94,8
Eficiencia física (%)	87,5	98,0
Gasto por unidad de producción (soles/ junta)	31,3	26,4
Gasto por hora de mantenimiento (soles/ hora)	99,8	110,0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 226. Comparación de los factores cuantitativos del proceso de soldado



Fuente: Elaboración propia

3.3. EVALUAR EL COSTO - BENEFICIO DEL PMC

3.3.1. INVERSIONES

Para implementar el Proceso de Soldado GMAW se debe adquirir equipos y EPT valorizado en S/.18,921.00.

Tabla 227. Equipos para el proceso MIG

Equipos	Cantidad (und)	Gasto Unitario (S/.)	Gasto Total (S/.)
Kit equipo MIG: Marca: Bauker / Modelo: MIG-105 / Voltaje: 220V / Amperaje: 35 -90 A / Origen: China / Frecuencia: 50hz	03	1576,60	4 728,00
Regulador con flujómetro para gas inerte: Marca: Morris / Modelo: 100-FL / Regulador de uso dual: CO2- Argón / Presión establecida de 3.5 bar / 50PSI	03	225,00	675,00
TOTAL S/.			5 403,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 228. Implementos de Seguridad para el proceso MIG

Equipo de Protección	Cantidad	Gasto Unitario (S/.)	Gasto Total (S/.)
Guantes de protección Mig	36 und/año	33.90	1 220,40
Respirador	36 und/año	99.90	3 596,40
Mascara bauker	36 und/año	189.90	6 836,40
Lentes de seguridad Steelpro	36 und/año	26.90	968,40
Peto antisalpicaduras	36 und/año	24.90	896,40
TOTAL S/.			13 518,00

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. FINANCIAMIENTO

El financiamiento será a través de un préstamo, para lo cual se simuló en las Entidades Financieras “Edpyme Alternativa”, “Caja Sipan” y el “Banco de Crédito del Perú”. Sin embargo, la “Edpyme Alternativa” ofrece menor tasa de interés.

Tabla 229. Comparación del Interés de la Entidades Financieras

Comparación de Interés en Entidades Financieras			
Entidades	Interés %	Interés S/.	Pago Total S/.
Edpyme Alternativa	45,5	5 263,35	24 234,20
Caja Sipan	47	5 387,16	24 406,33
BCP	60	7 219,26	26 274,00

Fuente: Elaboración propia



Tipo de Crédito:	PYME	Pago Único:	NO
Seguro Desgravamen:	0.0003	Gracia:	0
Capital:	18921	Tipo de Gracia:	NO
Moneda:	SOLES	Fecha Desembolso:	2015-01-05
Número de Cuotas:	15	Día de Pago:	5
Periodo de Pago:	MENSUAL		

N°	Saldo	Capital	Interés	Desgra.	Cuota	ITF	Total
Cuota 1	18,921.00	989.05	620.95	5.70	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 2	17,931.95	1,021.80	588.50	5.40	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 3	16,910.15	1,073.85	536.75	5.10	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 4	15,836.30	1,057.10	553.85	4.75	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 5	14,779.20	1,173.85	437.40	4.45	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 6	13,605.35	1,165.10	446.50	4.10	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 7	12,440.25	1,190.30	421.65	3.75	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 8	11,249.95	1,279.35	332.95	3.40	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 9	9,970.60	1,296.20	316.50	3.00	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 10	8,674.40	1,337.75	275.35	2.60	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 11	7,336.65	1,372.75	240.75	2.20	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 12	5,963.90	1,424.60	189.30	1.80	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 13	4,539.30	1,455.55	158.75	1.40	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 14	3,083.75	1,520.20	94.55	0.95	1,615.70	0.05	1,615.75
Cuota 15	1,563.55	1,563.55	49.60	0.50	1,613.65	0.05	1,613.70
	TOTAL	18,921.00	5,263.35	49.10	24,233.45	0.75	24,234.20

TEA: 45.5%
TCEA: 47.057%

Figura 31. Simulador de Crédito – Cronograma de pagos de Edpyme Alternativa
Fuente: Edpyme Alternativa

SIMULACION DE CREDITO

I. Datos del Préstamo

Nombre de Producto: 171 - PYMES - CUOTA DIA FIJO
Tipo de Credito: Préstamo cuota día fin de mes - Interés Vencido - Soles
Tasa efectiva anual: 47 %
Monto del Préstamo: 18921 S/. **Periodo de Pago:** 30 Día(s) **Número de Cuotas:** 15

II. Plan de Reembolsos

Nro. Cuota	Capital	Interés	Cuota	Seg. Desg.	ITF.	Total
1	998.53	617.32	1615.85	11.31	0.05	1627.21
2	1011.89	604.56	1616.45	10.71	0.05	1627.21
3	1065.32	551.73	1617.05	10.11	0.05	1627.21
4	1083.20	534.49	1617.69	9.47	0.05	1627.21
5	1136.71	481.63	1618.34	8.82	0.05	1627.21
6	1159.41	459.61	1619.02	8.14	0.05	1627.21
7	1199.21	420.50	1619.71	7.45	0.05	1627.21
8	1277.72	342.71	1620.43	6.73	0.05	1627.21
9	1284.24	336.95	1621.19	5.97	0.05	1627.21
10	1337.96	284.00	1621.96	5.20	0.05	1627.21
11	1374.26	248.50	1622.76	4.40	0.05	1627.21
12	1428.07	195.51	1623.58	3.58	0.05	1627.21
13	1470.46	153.97	1624.43	2.73	0.05	1627.21
14	1520.94	104.37	1625.31	1.85	0.05	1627.21
15	1573.08	51.32	1624.40	0.94	0.05	1625.39
Total:	18921.00	5387.16	24308.17	97.41	0.75	24406.33
TCEA = Tasa de Costo Efectivo Anual (%) :						48.02 %

Figura 32. Simulador de Crédito – Cronograma de pagos de Caja Sipan SA
 Fuente: Caja Municipal Sipan SA

Cronograma

NOTA: Todo crédito se encuentra sujeto a la evaluación crediticia del Banco, quien determina el monto y plazo a otorgar. Este documento ha sido emitido en base a la información proporcionada por el cliente y tiene carácter referencial.

Tasa de Interés Efectiva Anual (en base a 360 día) 60.00%
Tasa de Costo Efectivo Anual (en base a 360 día) 68.09%
Cantidad Total a Pagar: S/. 26,423.95

	Interés	Seguro Desg	Seguro Inmueble	Amortización	Cuota	Envío Físico de Estado de Cuenta	Cuota
Totales a pagar	7,219	134	-	18,921	26,274	150	26,424

#	Saldo	Interés	Seguro Desg	Seguro Inmueble	Amortización	Cuota	Envío Físico de Estado de Cuenta	Cuota
	18,921.00							
1	18,324.07	1,133.67	20.99	0.00	596.93	1,751.60	10.00	1,761.60
2	17,342.82	756.34	14.01	0.00	981.25	1,751.60	10.00	1,761.60
3	16,296.79	692.74	12.83	0.00	1,046.02	1,751.60	10.00	1,761.60
4	15,230.31	672.66	12.46	0.00	1,066.48	1,751.60	10.00	1,761.60
5	14,119.00	628.64	11.64	0.00	1,111.31	1,751.60	10.00	1,761.60
6	12,941.82	563.97	10.44	0.00	1,177.18	1,751.60	10.00	1,761.60
7	11,734.29	534.18	9.89	0.00	1,207.52	1,751.60	10.00	1,761.60
8	10,460.09	468.72	8.68	0.00	1,274.20	1,751.60	10.00	1,761.60
9	9,148.24	431.75	8.00	0.00	1,311.85	1,751.60	10.00	1,761.60
10	7,781.23	377.60	6.99	0.00	1,367.00	1,751.60	10.00	1,761.60
11	6,335.66	300.45	5.56	0.00	1,445.58	1,751.60	10.00	1,761.60
12	4,850.41	261.51	4.84	0.00	1,485.25	1,751.60	10.00	1,761.60
13	3,296.15	193.75	3.59	0.00	1,554.26	1,751.60	10.00	1,761.60
14	1,683.12	136.05	2.52	0.00	1,613.03	1,751.60	10.00	1,761.60
15	0.00	67.23	1.25	0.00	1,683.12	1,751.60	10.00	1,761.60

Figura 33. Simulador de Crédito – Cronograma de pagos del Banco de Crédito
 Fuente: Banco de Crédito del Perú

3.3.3. EVALUACIÓN ECONÓMICA

3.3.3.1. INGRESOS

La suma de todas las reducciones que se obtendrá con el Proceso Propuesto “GMAW” se considerará en el presente proyecto como ingresos.

Tabla 230. Ingresos: Reducción de gasto en el proceso propuesto

Factores/Diferencias	Unidad	Proceso Actual 2013	Proceso Propuesto	Diferencia
Remolques parados por falla	Remolque / año	21,00	6,00	15,00
Tiempo no productivo por demoras	hora / remolque	3,424	1,040	2,384
Pérdida por remolques no operativos por demoras (219,50 sol / hora)	sol / remolque	751,57	228,28	523,29
Costo y Gasto por mantenimiento del SSM	sol / remolque	3 131,11	3 039,20	91,91
Cantidad de merma	kg/ remolque	3,80	0,61	3,19
Pérdida por merma	sol / remolque	51,30	15,25	36,05

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.2. EGRESOS

Los egresos serán la suma del gasto de mantenimiento y los incurridos por reprocesos correspondiente al sistema de suspensión con el nuevo proceso GMAW. Además del interés que nos cobrará la Edpyme Alternativa por el préstamo solicitado.

Tabla 231. Egresos: Gastos por mantenimiento del proceso propuesto de soldado

Detalle	Unidad	Total
Costos del mantenimiento del SSM - GMAW	sol / remolque	3039,20
Tiempo no productivo por demoras (hora* remolque)	hora / remolque	1,04
Pérdida por tiempo no productivo por demoras	sol / remolque	228,28

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.3. ESTADO DE RESULTADOS

En el Estado de Resultados se observa que en el año cero la utilidad es cero por lo que comienza a ganar a partir del primer año que se ha implementado la mejora del proceso de soldado. En los 3 años siguientes tenemos una Utilidad Acumulada de S/ 31 084,23

Entonces, el gasto de la implementación del Proceso GMAW se recuperaría en el segundo año de la inversión.

Tabla 232. Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS					
Rubro	SSM	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Remolques Reparadas			115	115	115
INGRESOS		18 921,00	424 401,52	424 401,52	424 401,52
Préstamos		18 921,00			
Reducción: Pérdida por remolques no operativos por demoras	523,29		60 178,12	60 178,12	60 178,12
Reducción: Costos y Gastos para mantenimiento SSM	91,91		10 569,65	10 569,65	10 569,65
Reducción: Pérdida por merma	36,05		4 145,75	4 145,75	4 145,75
Capital de trabajo para el mantenimiento del SSM	3 039,20		349 508,00	349 508,00	349 508,00
EGRESO		18 921,00	397 723,73	386 451,58	379 995,48
Remolques Reparadas			115	115	115
Remolques No Operativos			6	6	6
Compra de Equipos MIG		5 403,00			
Compra de Implementos de Seguridad		13 518,00			
Cuotas del Préstamo (Total S/.18,921.00)			12 957,10	5 963,90	0,00
Interes del Préstamo (Total S/.,5,263.35)			4 771,15	492,20	0,00
Gastos Administrativos			1 500,00	1 500,00	1 500,00
Desembolso para el mantenimiento del SSM	3 039,20		349 508,00	349 508,00	349 508,00
Pérdida por reprocesos - Proceso de soldado GMAW	455,88		2 735,28	2 735,28	2 735,28
Pérdida: Demora en el tiempo de trabajo	228,28		26 252,20	26 252,20	26 252,20
UTILIDAD BRUTA S/.		0,00	26 677,79	37 949,94	44 406,04
Impuesto a la renta (30%)			8 003,34	11 384,98	13 321,81
UTILIDAD NETA S/.		0,00	18 674,45	26 564,96	31 084,23

Fuente: Elaboración propia

3.3.3.4. FLUJO DE CAJA

Se visualiza que en el primer año de funcionamiento del proyecto se obtiene un saldo de caja positiva.

Tabla 233. Flujo de Caja

FLUJO DE CAJA ACUMULADA				
Rubro	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
Ingresos	18 921,00	424 401,52	424 401,52	424 401,52
Egresos	18 921,00	397 723,73	386 451,58	379 995,48
Saldo de Caja	0,00	26 677,79	37 949,94	44 406,04
Caja Acumulada	0,00	26 677,79	64 627,73	109 033,77

Fuente: Elaboración propia

3.3.4. ANÁLISIS DEL COSTO / BENEFICIO

En la evaluación económica del proyecto como egresos los gastos y pérdidas que tendría la empresa al implementar el proceso de soldado GMAW. Por lo que, el análisis del Beneficio - Costo estará basado en lo antes mencionado.

La relación Beneficio - Costo tiene como resultado 1,13 soles lo que demuestra la viabilidad del proyecto. Además, que la inversión inicial se recuperará satisfactoriamente y además se obtendrá una ganancia de S/ 0,13 por cada sol invertido.

B/C > 1 = Indica que los ingresos son mayores a los egresos por lo tanto el proyecto es aconsejable y viable.

Para el cálculo de la relación Beneficio - Costo se considerará lo siguiente:

- ✓ Positivos: Ingresos
 - Reducción del gasto de mano de obra
 - Reducción del gasto en el mantenimiento de suspensión
 - Reducción del merma
 - Reducción de pérdida por unidades paradas

- ✓ Negativos: Egresos
 - Interés del Préstamo
 - Gastos Administrativos
 - Gastos por reprocesos – GMAW
 - Pérdida por Unidades Paradas

Tabla 234. Relación Beneficio - Costo del Proceso de Soldadura GMAW

RELACIÓN COSTO - BENEFICIO	
Formúla	Resultado
$\frac{\text{Beneficios (Positivos - Negativos)}}{\text{Costos}}$	$\frac{74\ 893,52 - 48\ 215,73}{18,921.00} = 1,41$

Fuente: Elaboración propia

IV. CONCLUSIONES

- Al evaluar la situación actual del mantenimiento de los remolques se observó que el plan de mantenimiento no está basado según la recomendación del proveedor y se realiza una vez al año el mantenimiento general al remolque. Además, la falta de un software de control ocasiona el incumplimiento del programa anual de mantenimiento, como resultado en el año 2013 se atendió a 100 remolques fuera de fecha programada.
- El actual proceso de soldado en el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque es “Arco Eléctrico SMAW”. En el diagnóstico del año 2013, se determinó que la empresa tiene una pérdida por mano de obra improductiva de S/ 10 700,00 y S/ 75 156,80 como pérdida por remolques no operativos por demoras en el proceso de soldado y reprocesos.
- El modelo de mejora de proceso planteado para el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque es el “Proceso de mejoramiento continuo – PMC”. La aplicación de esta metodología logra aumentar la producción de mantenimiento de 100 a 115 remolques por año y el tiempo de trabajo se reduce de 30,09 h a 27,49 h ya que se identificaron y eliminaron las tareas innecesarias en el proceso de soldado, además de reducir en un 65 % la pérdida por mano de obra improductiva y por remolques no operativos lo que equivale a S/ 55 867,10.
- Se simuló el proceso de soldado GMAW en el mantenimiento del sistema de suspensión mecánica del remolque obteniendo una junta soldada con mejor acabado y durabilidad debido al uso del micro alambre y la deposición permanente por un equipo de soldadura. Se obtuvo con el nuevo proceso de soldado la minimización de los gastos de mantenimiento del SSM de S/ 1 172,88 a S/ 1 044,74 y reducción de la pérdida por merma de materia prima de S/ 5 136,08 a S/ 1 750,07.
- Se realizó la comparación de ambos procesos de soldado, en donde el índice de productividad por recursos empleado incrementó de 0,32 a 0,38. La velocidad de la producción en un año aumentó de 82,7 % a 95,0 %. La disponibilidad en las actividades de soldadura 82,3 % a 96,1% debido a la eliminación de tiempo ocioso. La calidad de acabado se incrementó de 77,5 % a 94,8% a causa de la reducción de reprocesos de juntas soldadas. La eficiencia de la materia prima aumentó de 87,5% a 98,0 debido a que el nuevo proceso de soldado desperdicia menor cantidad de electrodo en el proceso de soldado.
- Se realizó la evaluación económica de la mejora de proceso a implantar y se determinó que la inversión se recuperaría en el segundo año de la implementación y según el resultado del análisis Beneficio - Costo cuyo valor es de 1.41 se determina que el proyecto a ejecutar es viable.

V. RECOMENDACIONES

- A la empresa se le recomienda implementar el modelo de mejora de procesos “Mejoramiento continuo de procesos” a todo nivel de la organización, ya que permite identificar y eliminar actividades o procesos que no agreguen valor y aumentan el gasto.
- Realizar continuamente la implementación de equipos y herramientas en el Área de Mantenimiento para mejorar el trabajo de los técnicos y optimizar el tiempo de mantenimiento, entrega y atención.
- Deberá establecer e implementar un Plan de Mantenimiento Preventivo del Remolque en base al kilometraje recorrido para la cual las revisiones y reparaciones serán en intervalos programados y en lapsos inferiores a los que los remolques normalmente fallan, asegurando el funcionamiento óptimo, aprovechamiento máximo y preservación de los remolques.
- Se sugiere adaptar en remolque un sistema de medición de kilometraje “Hubodometro”, la cual deberá ser ubicada en la banda del rodaje del neumático de los remolques, viabilizando un programa de mantenimiento más confiable de la flota, además de aportar información precisa referente a los problemas de funcionamiento que se presenta cada remolque.
- Implementar un software para el control del Plan de Mantenimiento Preventivo del Remolque para ello se utilizará con información básica el número de placa y el kilometraje que marcará el dispositivo “Hubodometro”. Además, se deberá programar una alerta vía correo cuando los remolques no hayan sido atendidos por mantenimiento con el fin de reducir las degradaciones que sufre la estructura y aumentar su vida útil de las unidades.
- Se recomienda evaluar a los conductores cada cierto tiempo ya que la manera de conducir es una de las variables que puede perjudicar el buen funcionamiento del remolque. Esta evaluación deberá contener preguntas de conocimiento técnicos del vehículo e identificación de repuestos.
- Para el control del proceso de soldado será necesario implantar de manera paralela un Plan de Seguimiento de los Mantenimientos de los Remolques con el fin de objetivo detectar las posibles fallas en el funcionamiento y la frecuencia en que se producen. Por tal razón, se debe de comprar equipos o contratar servicios de inspección como control de fisuras, inspección visual, medición de temperatura, medición de vibraciones y control de corrosión con el fin de detectar anomalías en las juntas soldadas del remolque.

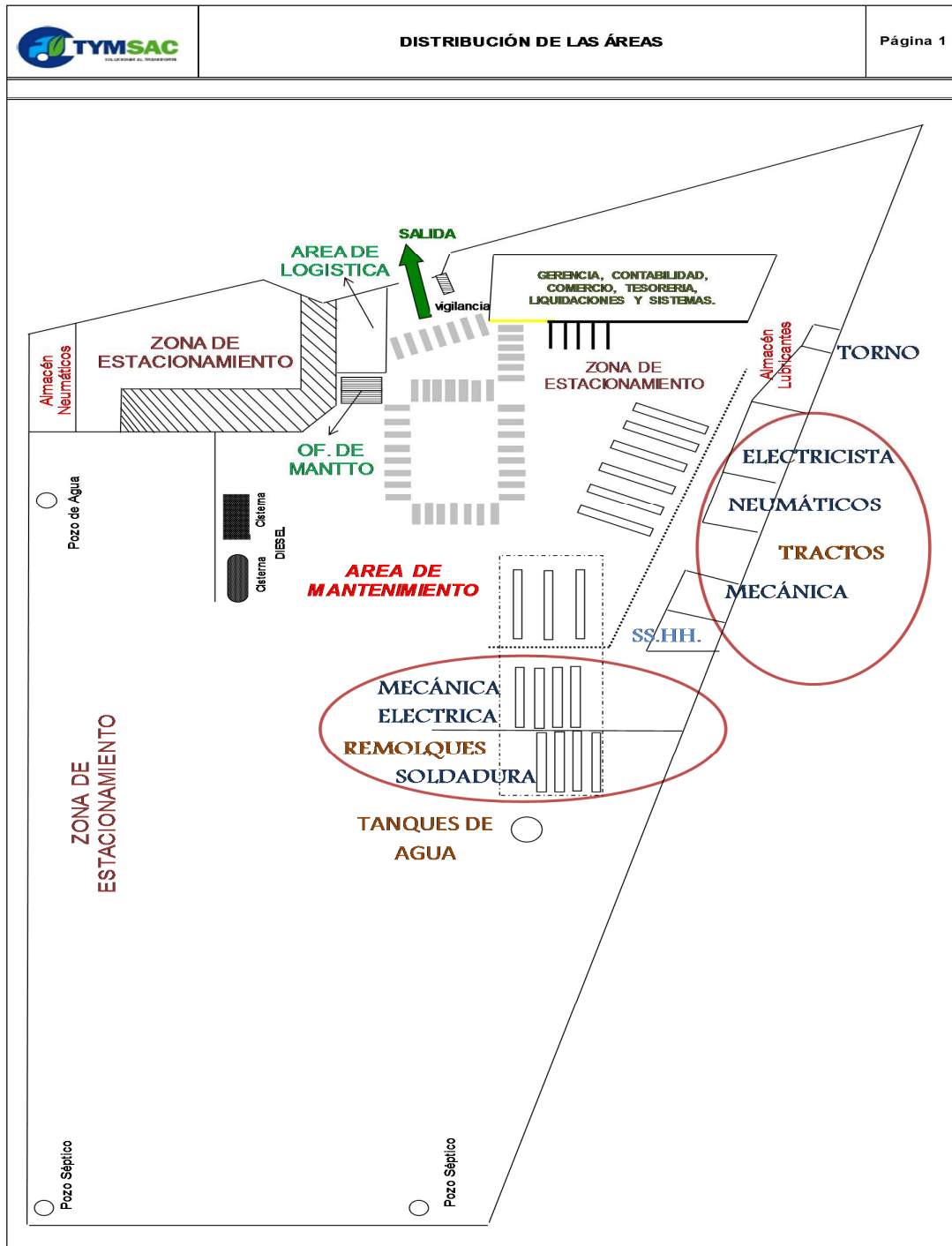
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

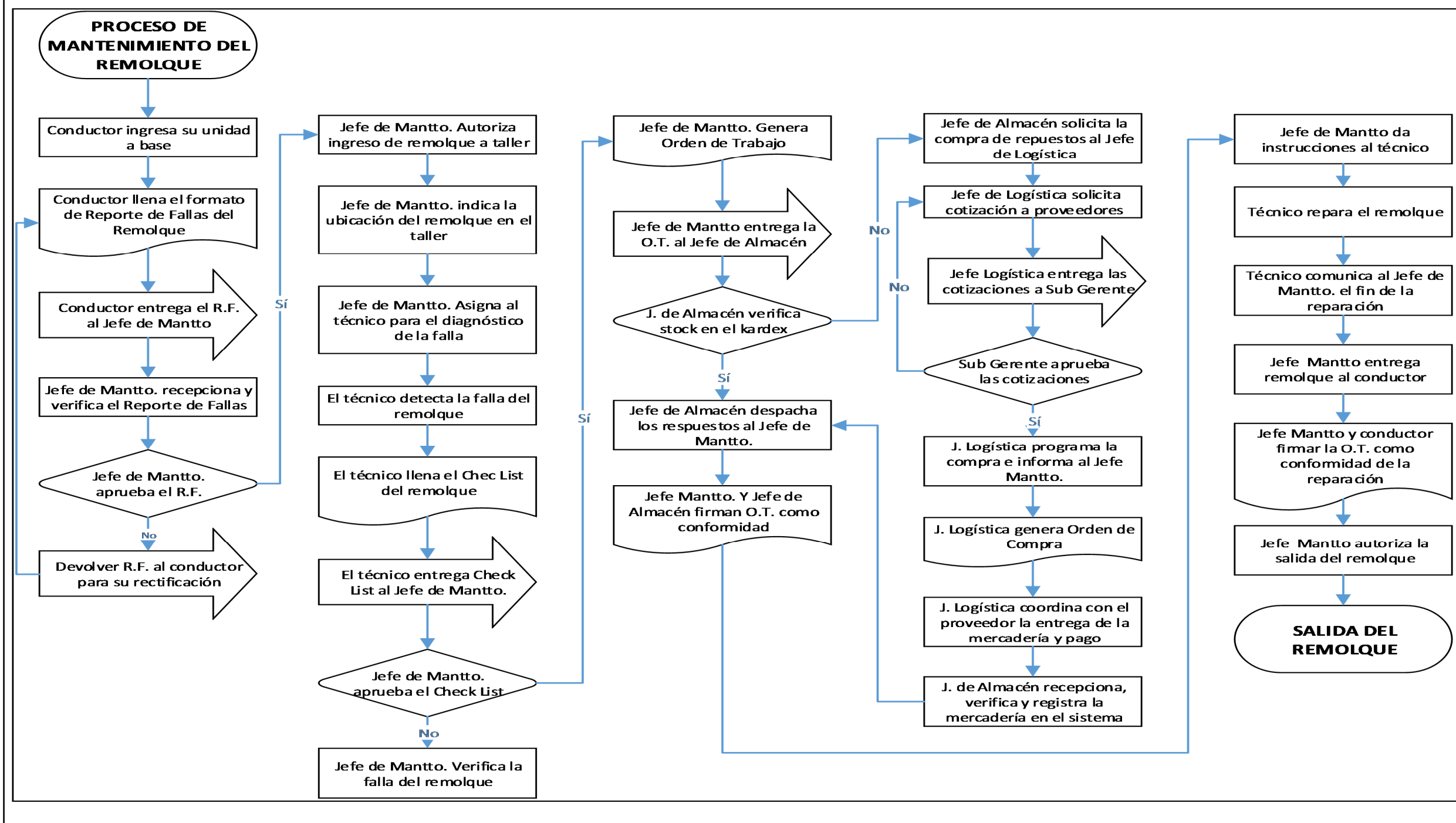
- Alfredo C. Neira. 2006. Técnicas de medición de trabajo – 2da edición. España.
- Carlos Boero. 2012. – Mantenimiento Industrial – Colección de Gestión Industrial.
- Carlos Rincon S. y Fernando Villareal V. (2010) en Costos, Decisiones Empresariales 1ra Edición. Bogotá.
- Carmenza Luna y Adriana Mendoza. 2014. “Metodología para mejorar la ingeniería de producto/proceso basada en ingeniería concurrente” – Revista científica Universidad del Norte N° 16. Disponible en web: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/2345/1530>
- Duffa Raouf Dixon. 2010. Planning and Control of Maintenance Systems.
- Enrique Villamil G. y Miguel García H. 2003. Introducción al proyecto de ingeniería. Argentina
- Fameca. 2013. Manual de partes y mantenimiento del Remolque 03 ejes. Trujillo – Perú
- Heriberto Maury, Enrique Niebles y Jaime Torres. 2009. Diseño para la fabricación y ensamble de productos soldados – Un enfoque metodológico y tecnológico. Colombia.
- INATEC – Manual Soldador de Estructuras Liviana. 2009.
- Indura. 2007. Manual de sistemas y materiales de soldadura. Disponible en web: http://www.indura.com.pe/file/file_2616_manual%20de%20procesos%20y%20productos%20de%20soldadura%20indura.pdf
- Indura. 2010. Manual de mantenimiento. Disponible en web: http://www.indura.com.pe/file/file_2616_manual%20de%20electrodos%20de%20mantenimiento%20indura.pdf
- INFRA. 2014. Videros tutorial de soldadura. Disponible en web: <http://www.infra.com.mx/index.php/videos/>
- Jhon Dixon. 2010. Planning and control of maintenance systems – Modeling and analysis. New York
- Joseph W. Giachino y William Weeks. 2009. Welding skills and practices – 50th Edition. Chicago.

- Leonard Koellhoffer, August F. Manz y Eugene G. Hornberger. 2010. Manual de Soldadura. México.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2009. Decreto Supremo N° 016-2009 – MTC “Reglamento Nacional de Tránsito”. Perú. Disponible en web: <http://www.mtc.gob.pe/portal/DS%20016-09-MTC%20Actualizado%20con%20modificaciones.pdf>
- M. Rios, C. Perez, A. Martínez. 2003. “Mejoramiento de la línea de producción de colado salado de industria de alimentos” -Revista científica e ingeniería Vol. 24 N° 3. Disponible en web: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/viewFile/379/388>
- Norma ASME SFA 5.1 “ Specification for mild steel electrodes for electric arc welding”
- Norma AWS A5.1 “Specification for carbon steel electrodes for shielded metal arc welding “
- Norma AWS D1.1 “Structural Welding Code Steel”
- OERLIKON. 2013. Manual de Soldadura & Catálogos de Productos – 7ma edición. Perú. Disponible en web: <http://www.serchtemuco.cl/soldaduras/Manual%20de%20Soldadura%20Oerlicon.pdf>
- Richard Y. Chang. 2011. Mejora Continua de Procesos – Guía práctica para mejorar procesos y lograr resultados medibles. Argentina
- R. L. Timings. 2005. Tecnología de la fabricación – Soldadura, fundición y metalmecánica – 3ra Parte de la Versión español. México.
- Yaimi Trujillo, Ailyn Febles, Giraldo León. Setiembre 2014. “Modelo para valorar la mejora de procesos de software” – Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería Vol. 22 N° 3. Disponible en web: http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052014000300011&script=sci_arttext

VII. ANEXOS

ANEXO 1. Distribución de las áreas en la empresa Trucks and Motors del Perú





ANEXO 4. Plan de Mantenimiento Anual del Remolque

PLAN DE MANTENIMIENTO GENERAL DEL REMOLQUE	
---	---

PLACA:

CONDUCTOR:

**FECHA DEL ÚLTIMO
MANTENIMIENTO:**

FECHA ACTUAL:

Item	Tipo	Actividad	Repuesto / Suministro
1	Mecánico	Revisión y cambio de estado de grasa rodajes.	
2	Mecánico	Cambio de estado de grasa chasis.	
3	Mecánico	Revisión y cambio de Rachets.	
4	Mecánico	Revisión y cambio de Tambores y Frenos.	
5	Mecánico	Cambio de bloques de zapatas.	
6	Mecánico	Revisión sistema de aire.	
7	Mecánico	Revisión de alineamiento de ejes.	
8	Soldadura	Revisión de balancines, bocinas, templadores.	
10	Soldadura	Revisión estado de estructura del remolque.	
11	Soldadura	Revisión de puertas, parantes, durmientes.	
12	Electrico	Revisión sistema eléctrico.	

FRECUENCIA: Anualmente

OBSERVACIONES:

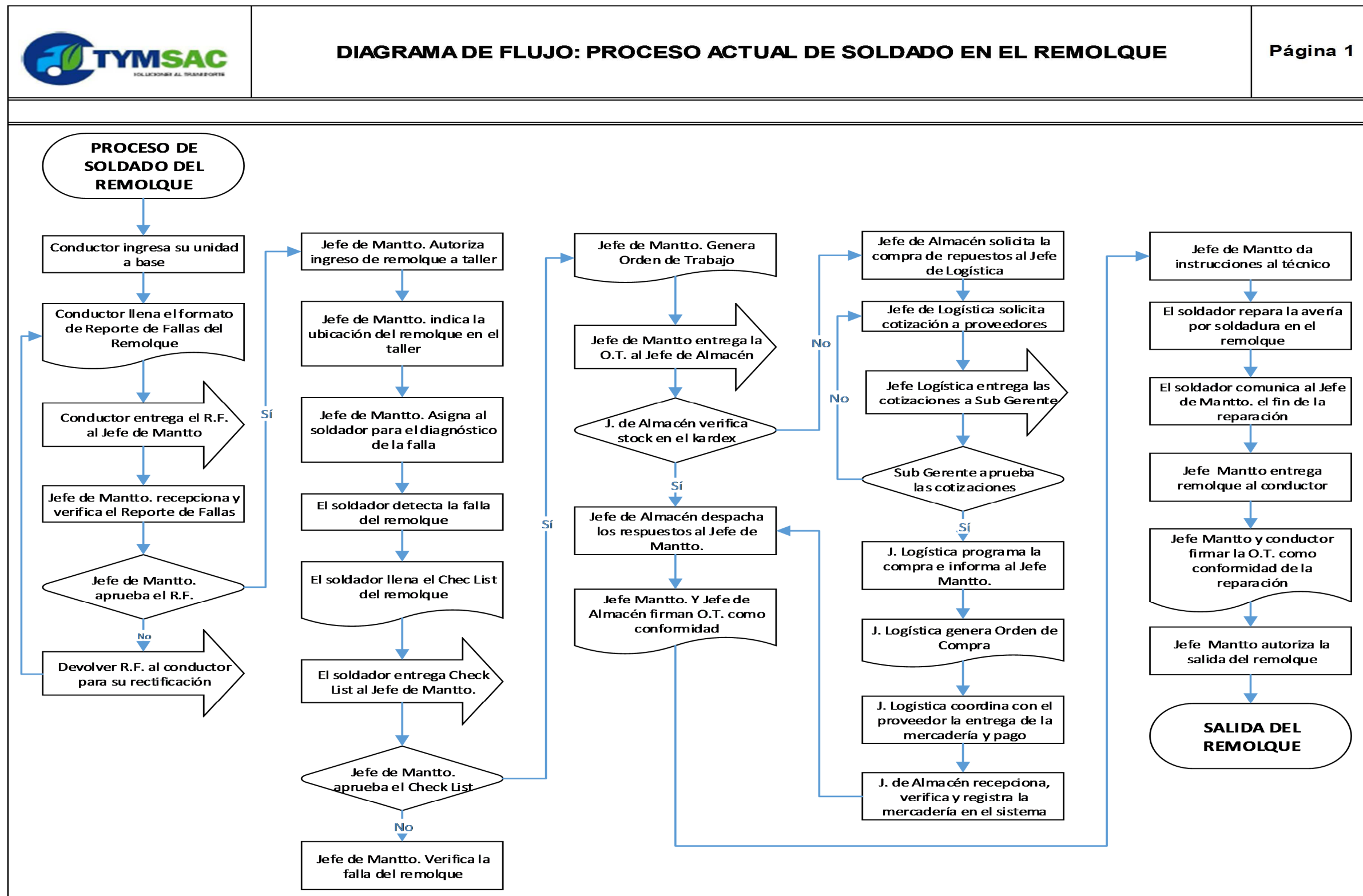
ELABORADO POR:		SUPERVISADO POR:		APROBADO POR:	
FECHA:		FECHA:		FECHA:	

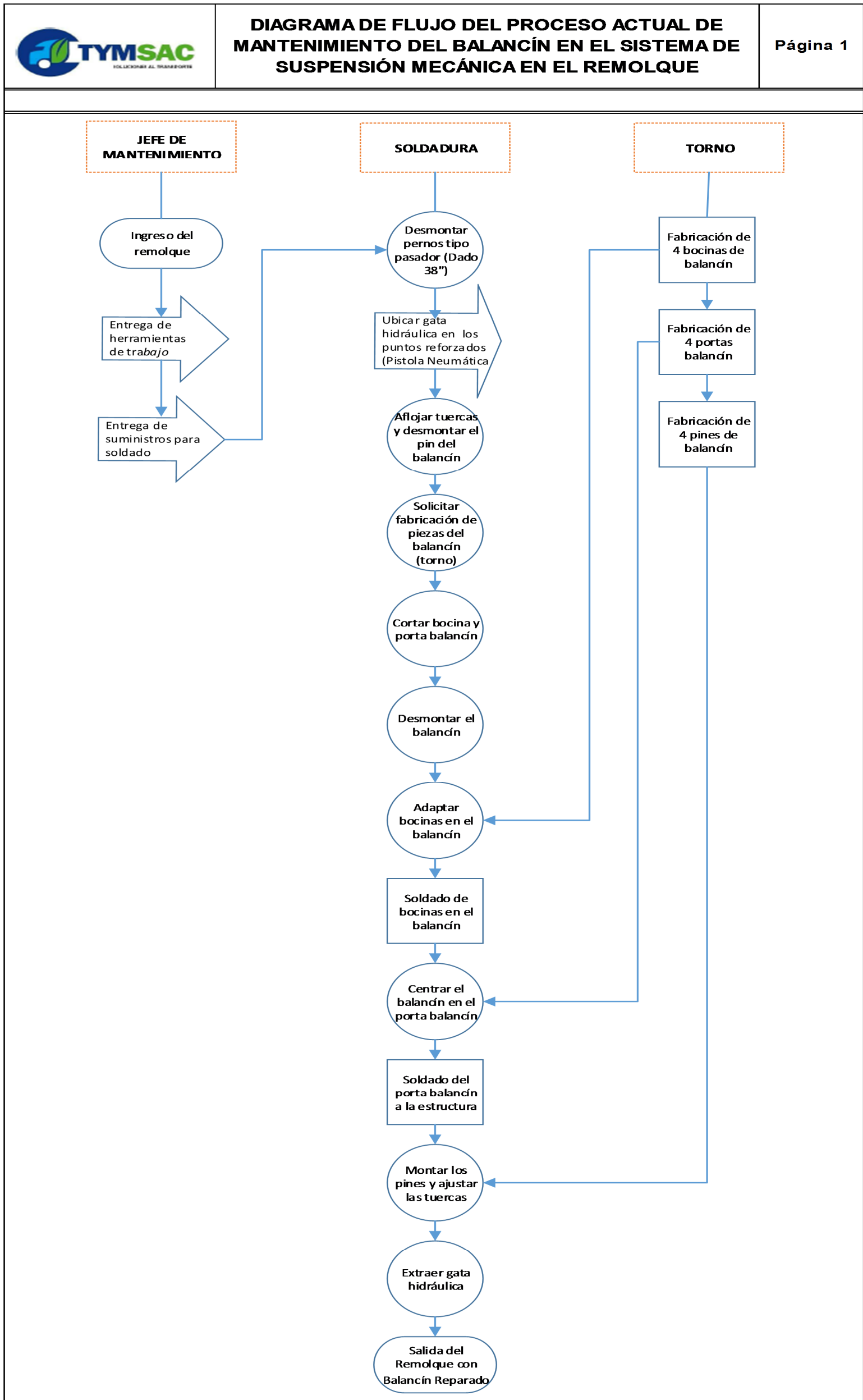
ANEXO 9. *Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2010*

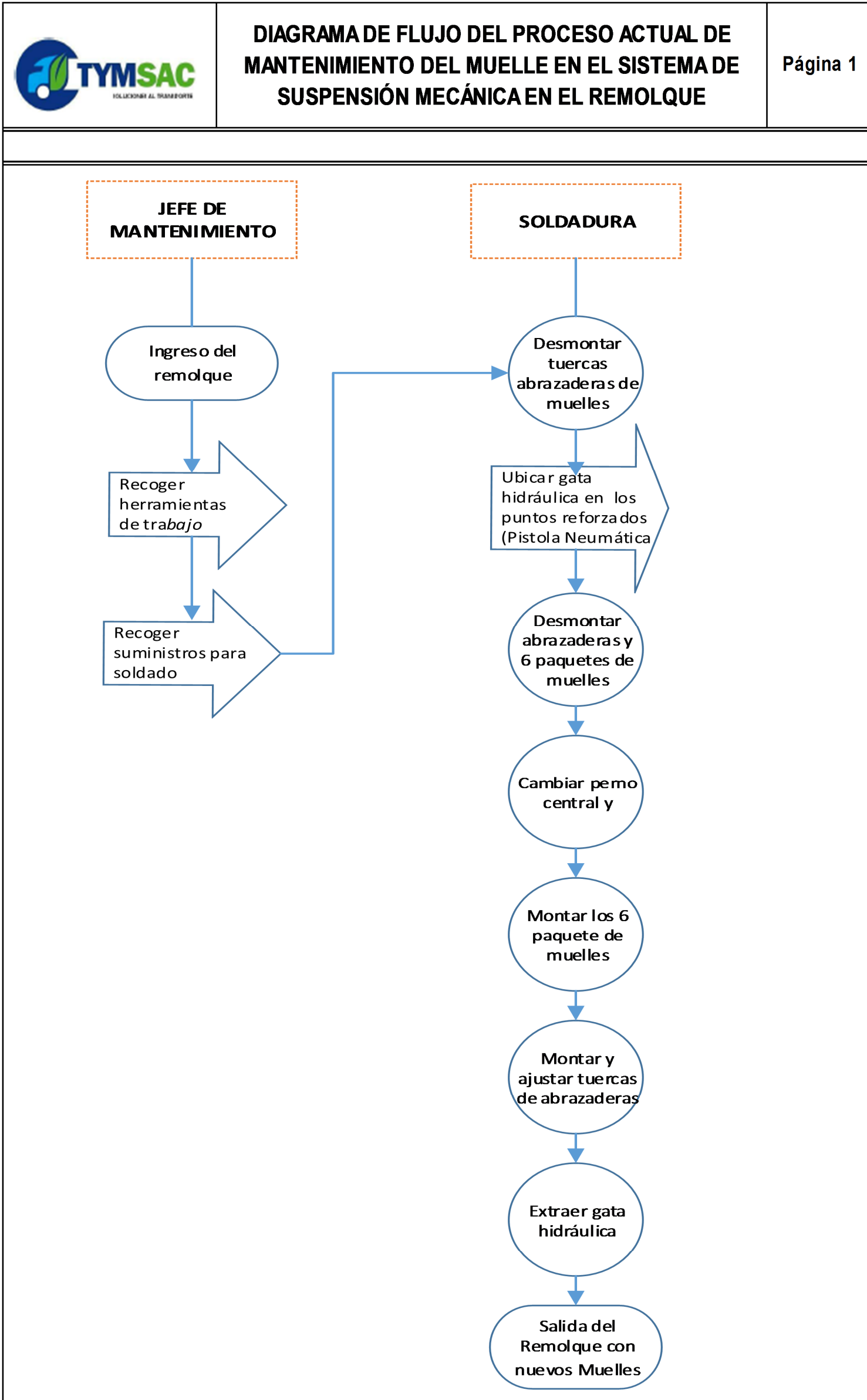
REMOLQUE			REPROCESOS EJECUTADOS EN EL REMOLQUE									REPROCESOS EJECUTADOS												TOTAL REPAR
ITEM	PLACA ANTIGUA	PLACA NUEVA	MECÁNICA			ELÉCTRICA			SOLDADURA			AÑO 2010												
			RODAJES	CHASIS	RATCHES	FRENOS	ZAPATAS	SIST. AIRE	SIST ELECT	SIST SUSPENS	ESTRUCT.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	ZC1208	M1V985																						
2	ZC1225	M1V983																						
3	ZC1248	M1V987				1				1			1								1			2
4	ZC1259	M1D970								1					1									1
5	ZC1284	M1V992																						0
6	ZC1287	M1V993																						0
7	ZC1312	M1V989																						0
8	ZC1363	ZC1363																						0
9	ZC1393	M1D971		1						1						1			1					2
10	ZC1379	M1V988																						0
11	ZC1392	M1V980		1						1		1									1			2
12	ZC1510	M1V981																						0
13	ZC1637	M1V982							1								1							1
14	ZC1658	M1V984								1				1										1
15	ZC1659	M1V990																					1	1
16	ZC1667	M1V991									1													0
17	ZC1702	M1V978																						0
18	ZC1703	M1V994						1							1									1
19	ZC1710	M1V976									1							1						1
20	ZC1716	M1V975									1								1					1
21	ZC1717	M1W977							1													1		1
22	ZC1724	M1W997																						0
23	ZC1725	M1W983	1							1											1	1		2
24	ZC1742	M1V984								1													1	1
25	ZC1743	M1V979																		1				1
26	ZC1744	M1W975					1																	0
27	ZC1750	M1V998																						0
28	ZC1751	M1V997																						0
29	ZC1752	M1V995							1	1			1		1									2
30	ZC1753	M1V996								1											1			1
31	ZC1754	M1W982																						0
32	ZC1806	M1W976		1																			1	1
33	ZC1808	M1W977																						0
34	ZC1810	M1W978			1						1											1	1	2
35	ZC1811	M1W979																						0
36	ZC1814	M1W980																						0
37	ZC1815	M1W981																						0
38	ZC1816	M1W974																						0
39	ZC1817	M1W990		1												1								1
40	ZC1818	M1W973	1							1													2	2
41	ZC1819	M1W972				1	1											1	1					2
42	ZC1820	M1W971									1										1			1
43	ZC1822	M1W970								1													2	2
44	ZC1823	M1W999									1													0
45	ZC1824	M1W994																						0
46	ZC1825	M1W995																						0
47	ZD3150	T5S986																						0
48	ZD3394	T5S976		1						1											2			2
49	ZD3396	T5S974									1												1	1
50	ZD3407	T5S985																						0
51	ZD3413	T5S986																						0
52	ZD4344	T5S972			1					1												1	1	2
53	ZD5045	T5S994							1														1	1
54	ZD5046	T5S995							1															1
55	ZD5047	T5S996																						0
56	ZD5048	T5S997								1				1										1
57	ZD5049	T6K996								1				1										1
58	ZD5050	T6K999		1				1												1	1			2
59	ZD5051	T6L970		1																	1			1
60	ZD5052	T6L971																						0
61	ZD5053	T6L972		1																			2	2
62	ZD5054	T6L973									1												1	1
63	ZD5121	T6L974																						0
64	ZD5123	T6L975									1												1	1
65	ZD5124	T6L976			1																		1	1
66	T1V976	T1V976								1							1							1
67	ZD5126	T6L977									1													1
68	ZD5127	T6L978									1						1							1
69	ZD5128	T6L979									1													0
70	ZD5131	T6L980							1		1											1	1	2
71	ZD5132	T6L981	1								1			1				1						2
72	ZD5134	T6L982									1												1	1
73	Z15991	Z15991									1		1											1
74	Z15999	Z15999									1		1											1
75	ZD5895	ZD5895	1																				1	1
76	ZD5896	T5R992																						0
77	ZD5900	T5R984																						0
78	ZD5901	T5R991																						0
79	ZD5902	T5R975																						0
80	ZD5903	ZD5903								1													1	1
81	ZD6008	T5R985	1							1													2	2
83	ZD6010	T5R982				1				1								1						2
84	ZD6012	T5S983								1				1										1
85	ZD6013	T5S984																						0
86	ZD6014	T5S980							1															1
87	ZD6121	ZD6121																						0
88	ZD6122	T5S971							1														1	1
89	ZD6123	T5R981	1							1		1												2
90	ZD6124	T1V977																						1
91	ZD6194	T5S970	1																				1	2
92	ZD6195	ZD6195		1							1										1			2
93	ZD6196	T5S982																						0
94	ZD6197	T5S987																						0
95	ZD6292	ZD6292		1						1			1										1	2
96	ZD6289	T5R979																						0
97	ZD6290	T5R989		1						1					1									

ANEXO 10. *Reprocesos: Tipo actividad en el mantenimiento - 2011*

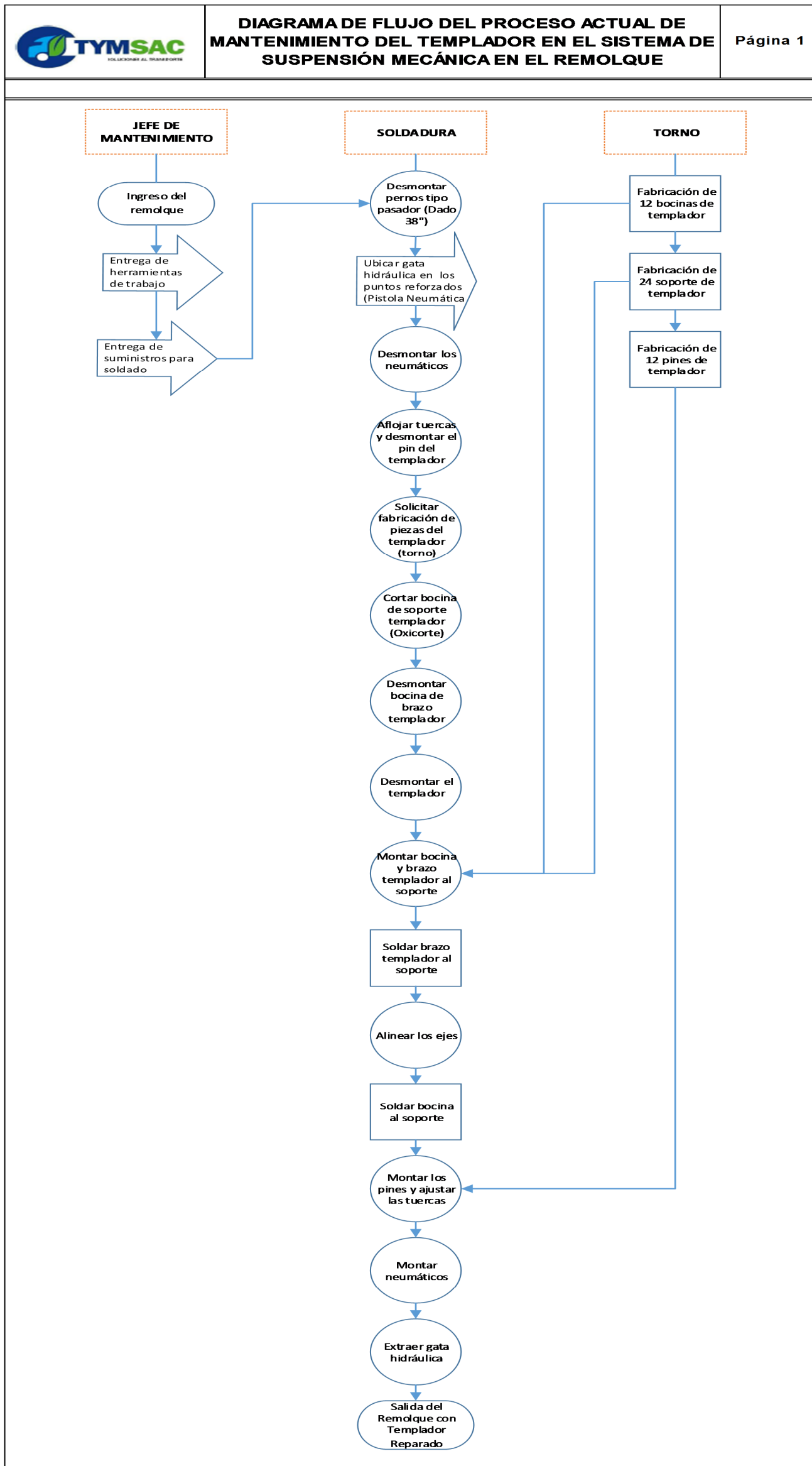
REMOLQUE			REPROCESOS EJECUTADOS EN EL REMOLQUE									REPROCESOS EJECUTADOS												TOTAL REPAR
ITEM	ANTIGUA	NUEVA	MECÁNICA					ELÉCTRICA	SOLDADURA		AÑO 2011													
			RODAJES	CHASIS	RATCHES	FRENOS	ZAPATAS	SIST. AIRE	SIST ELECT	SIST SUSPENS	ESTRUCT.	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	ZC1208	M1V985																						0
2	ZC1225	M1V983																						0
3	ZC1248	M1V987		1																			1	2
4	ZC1259	M1D970																						0
5	ZC1284	M1V992																						0
6	ZC1287	M1V993																						0
7	ZC1312	M1V989																						0
8	ZC1363	ZC1363				1																	1	2
9	ZC1393	M1D971																						0
10	ZC1379	M1V988																						0
11	ZC1392	M1V980																						0
12	ZC1510	M1V981																						0
13	ZC1637	M1V982																						0
14	ZC1658	M1V984		1																			1	2
15	ZC1659	M1V990																					1	2
16	ZC1667	M1V991																					1	2
17	ZC1702	M1V978																						1
18	ZC1703	M1V994	1																				1	2
19	ZC1710	M1V976																					1	1
20	ZC1716	M1V975																						2
21	ZC1717	M1W977		1																			1	2
22	ZC1724	M1W997																						2
23	ZC1725	M1W983																						2
24	ZC1742	M1V984				1																		2
25	ZC1743	M1V979																						0
26	ZC1744	M1W975																						2
27	ZC1750	M1V998																						1
28	ZC1751	M1V997	1																					1
29	ZC1752	M1V995																						1
30	ZC1753	M1V996		1																				1
31	ZC1754	M1W982																						1
32	ZC1806	M1W976																						1
33	ZC1808	M1W977																						1
34	ZC1810	M1W978					1																	1
35	ZC1811	M1W979		1																				2
36	ZC1814	M1W980																						1
37	ZC1815	M1W981																						1
38	ZC1816	M1W974				1																		1
39	ZC1817	M1W990																						1
40	ZC1818	M1W973																						1
41	ZC1819	M1W972				1																		1
42	ZC1820	M1W971																						1
43	ZC1822	M1W970						1																1
44	ZC1823	M1W999																						1
45	ZC1824	M1W994																						1
46	ZC1825	M1W995		1																				2
47	ZD3150	T5S986																						2
48	ZD3394	T5S976					1																	1
49	ZD3396	T5S974																						1
50	ZD3407	T5S985					1																	1
51	ZD3413	T5S986																						2
52	ZD4344	T5S972																						1
53	ZD5045	T5S994																						1
54	ZD5046	T5S995		1																				1
55	ZD5047	T5S996		1																				1
56	ZD5048	T5S997		1																				2
57	ZD5049	T6K996																						1
58	ZD5050	T6K999																						1
59	ZD5051	T6L970				1																		1
60	ZD5052	T6L971																						1
61	ZD5053	T6L972																						1
62	ZD5054	T6L973																						1
63	ZD5121	T6L974	1																					1
64	ZD5123	T6L975																						1
65	ZD5124	T6L976		1																				1
66	T1V976	T1V976																						1
67	ZD5126	T6L977					1																	1
68	ZD5127	T6L978																						1
69	ZD5128	T6L979	1																					1
70	ZD5131	T6L980																						0
71	ZD5132	T6L981	1																					2
72	ZD5134	T6L982																						2
73	ZI5991	ZI5991					1																	1
74	ZI5999	ZI5999																						1
75	ZD5895	ZD5895																						1
76	ZD5896	T5R992					1																	1
77	ZD5900	T5R984																						1
78	ZD5901	T5R991																						0
79	ZD5902	T5R975						1																2
80	ZD5903	ZD5903		1																				1
81	ZD6008	T5R985																						1
82	ZD6009	T5R990																						0
83	ZD6010	T5R982	1																					1
84	ZD6012	T5S983																						1
85	ZD6013	T5S984																						0
86	ZD6014	T5S980																						1
87	ZD6121	ZD6121				1																		1
88	ZD6122	T5S971					1																	1
89	ZD6123	T5R981																						0
90	ZD6124	T1V977																						1
91	ZD6194	T5S970	1																					1
92	ZD6195	ZD6195																						1
93	ZD6196	T5S982																						1
94	ZD6197	T5S987		1																				2
95	ZD6292	ZD6292																						1
96	ZD6289	T5R979																						1
97	ZD6290	T5R989					1																	1
98	ZC1933	M1G987																						



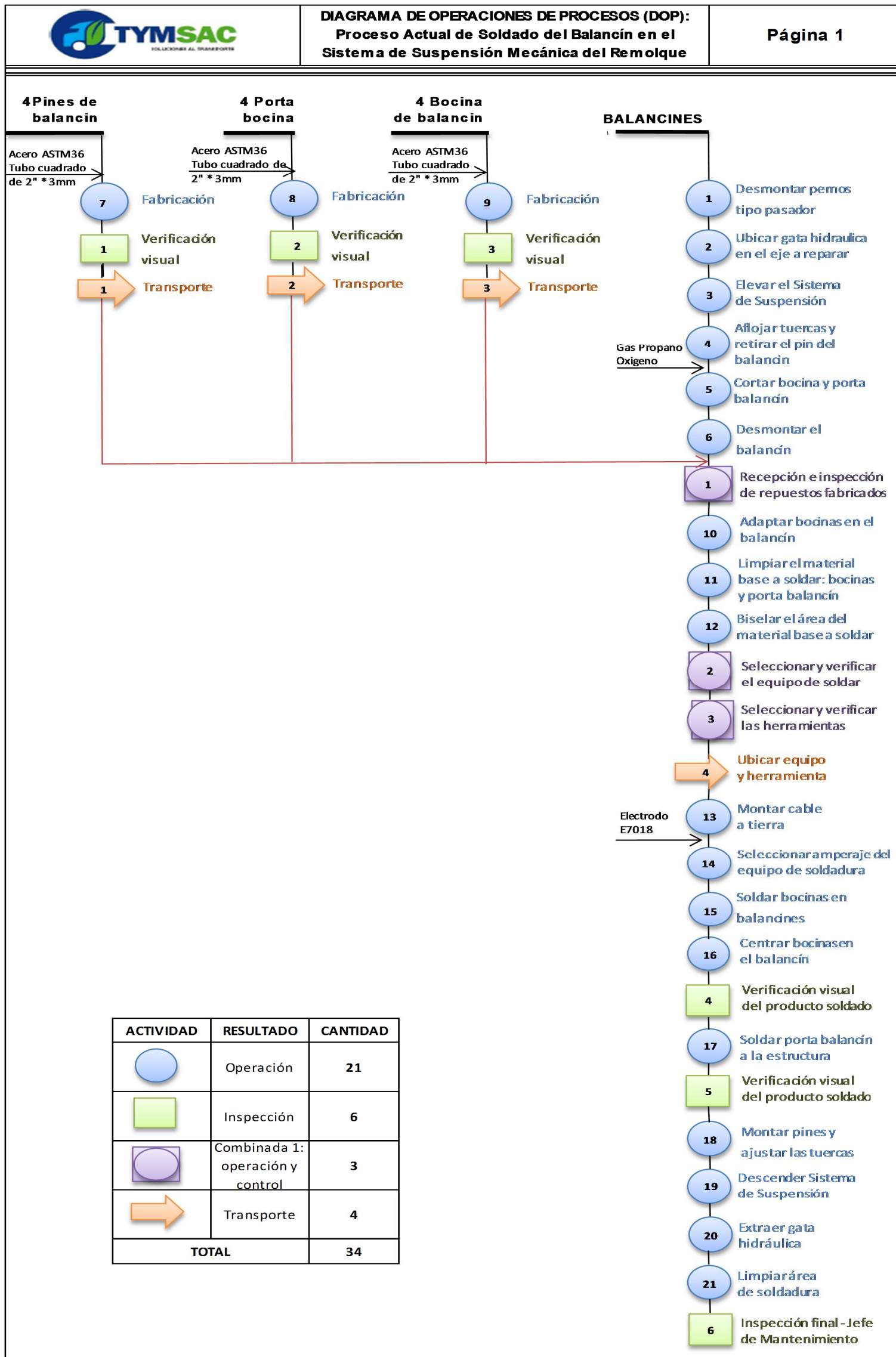




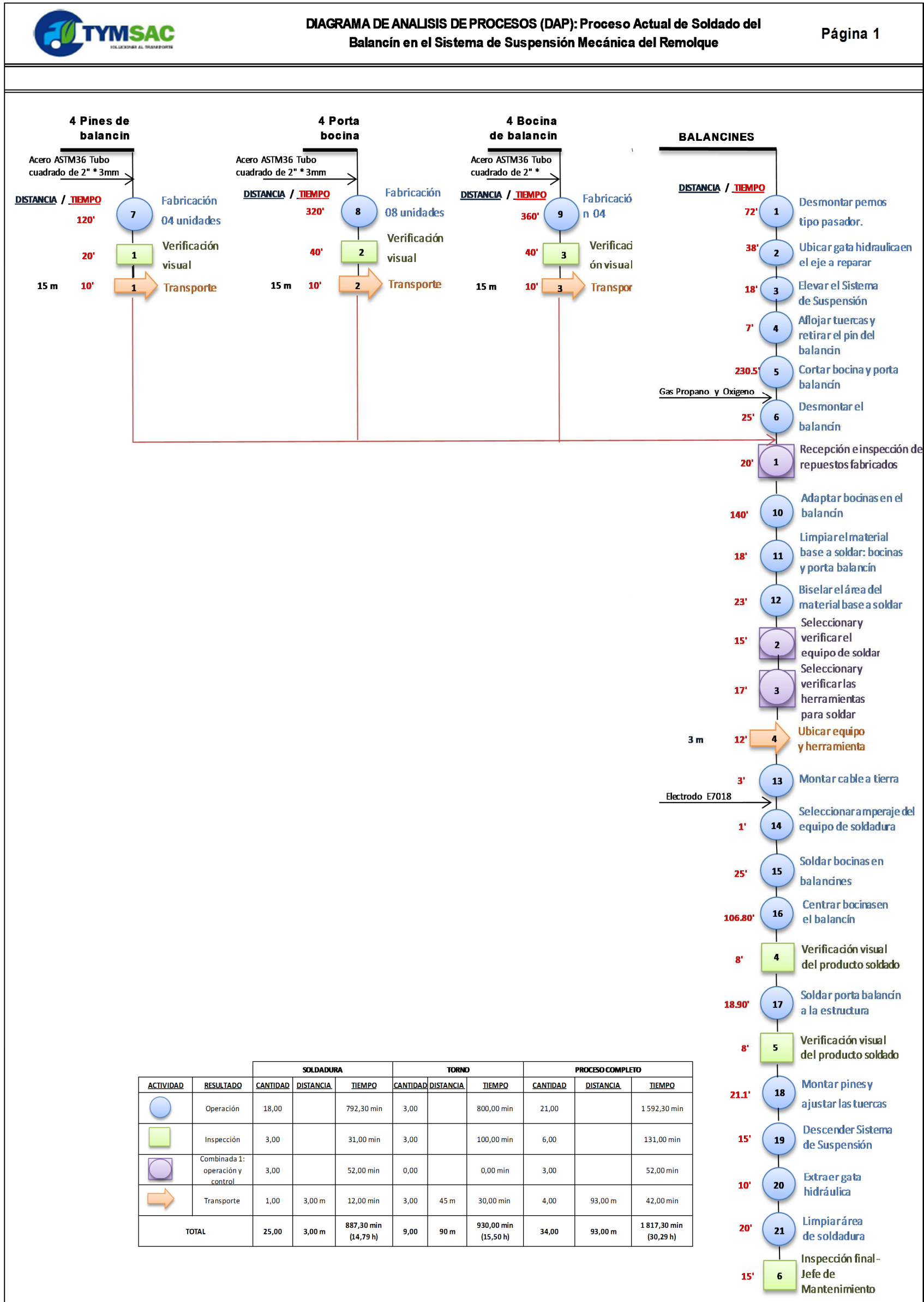
ANEXO 24. *Proceso Actual de Mantenimiento del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica en el Remolque.*



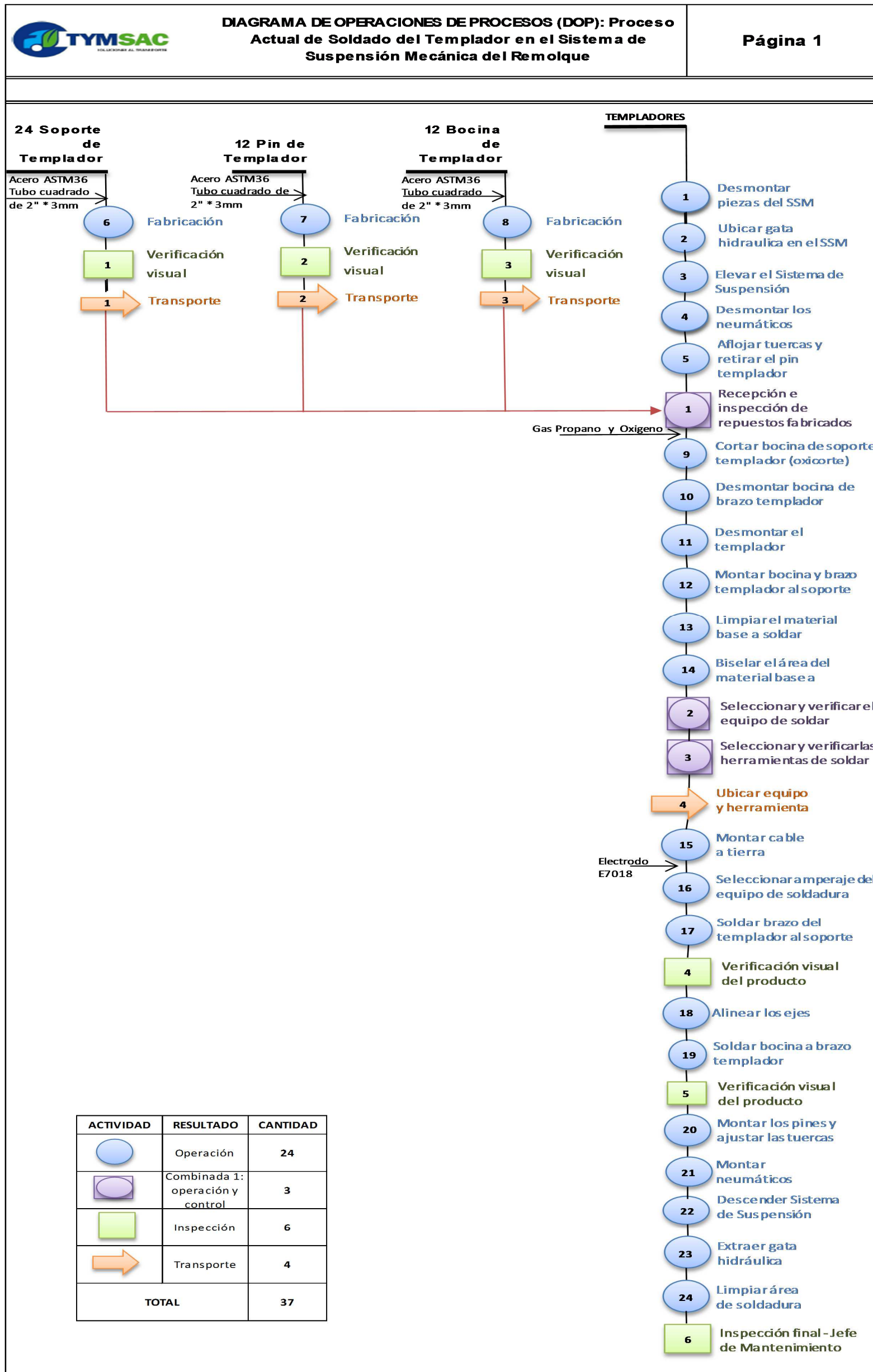
ANEXO 25. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque



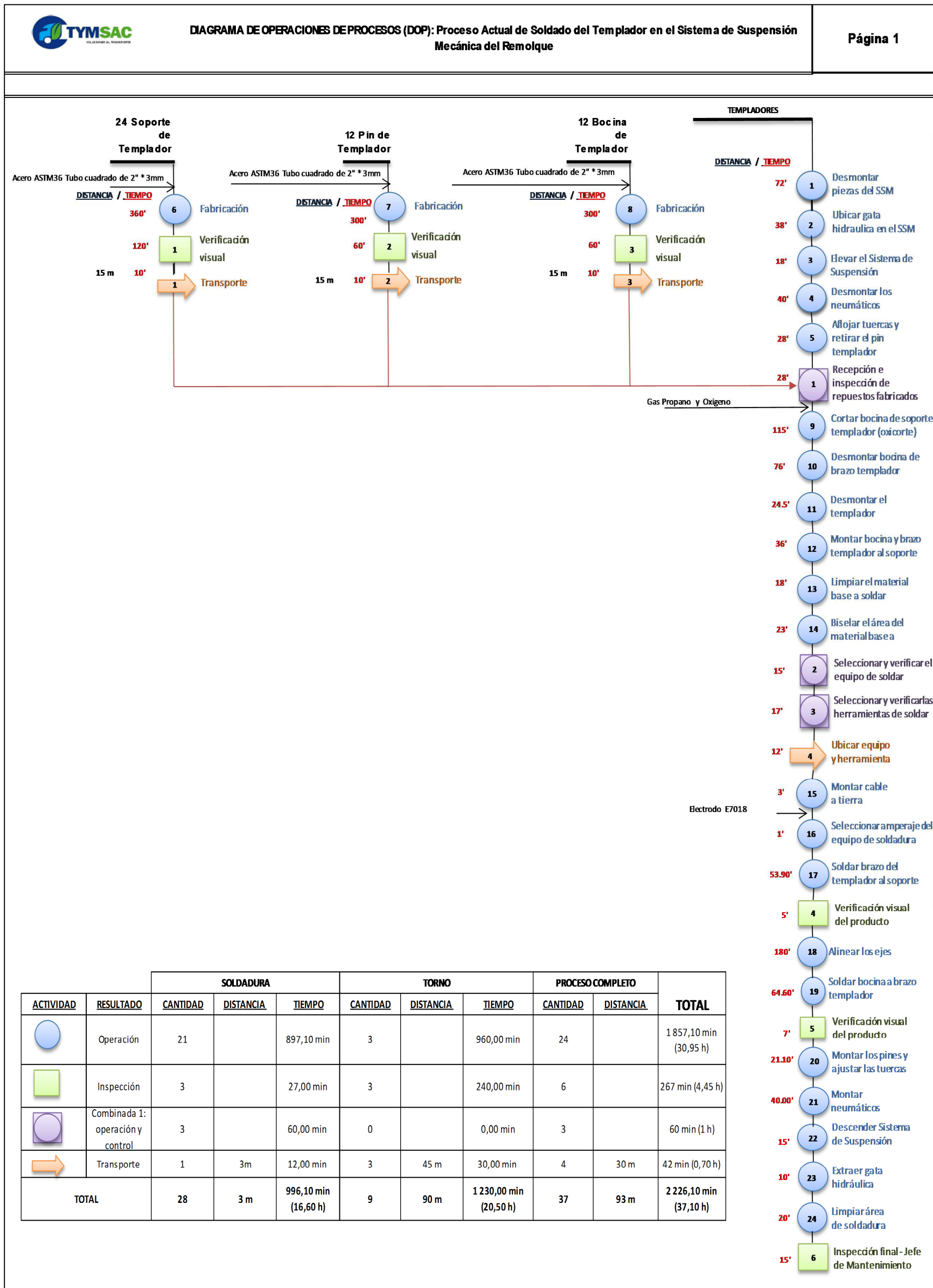
ANEXO 26. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque



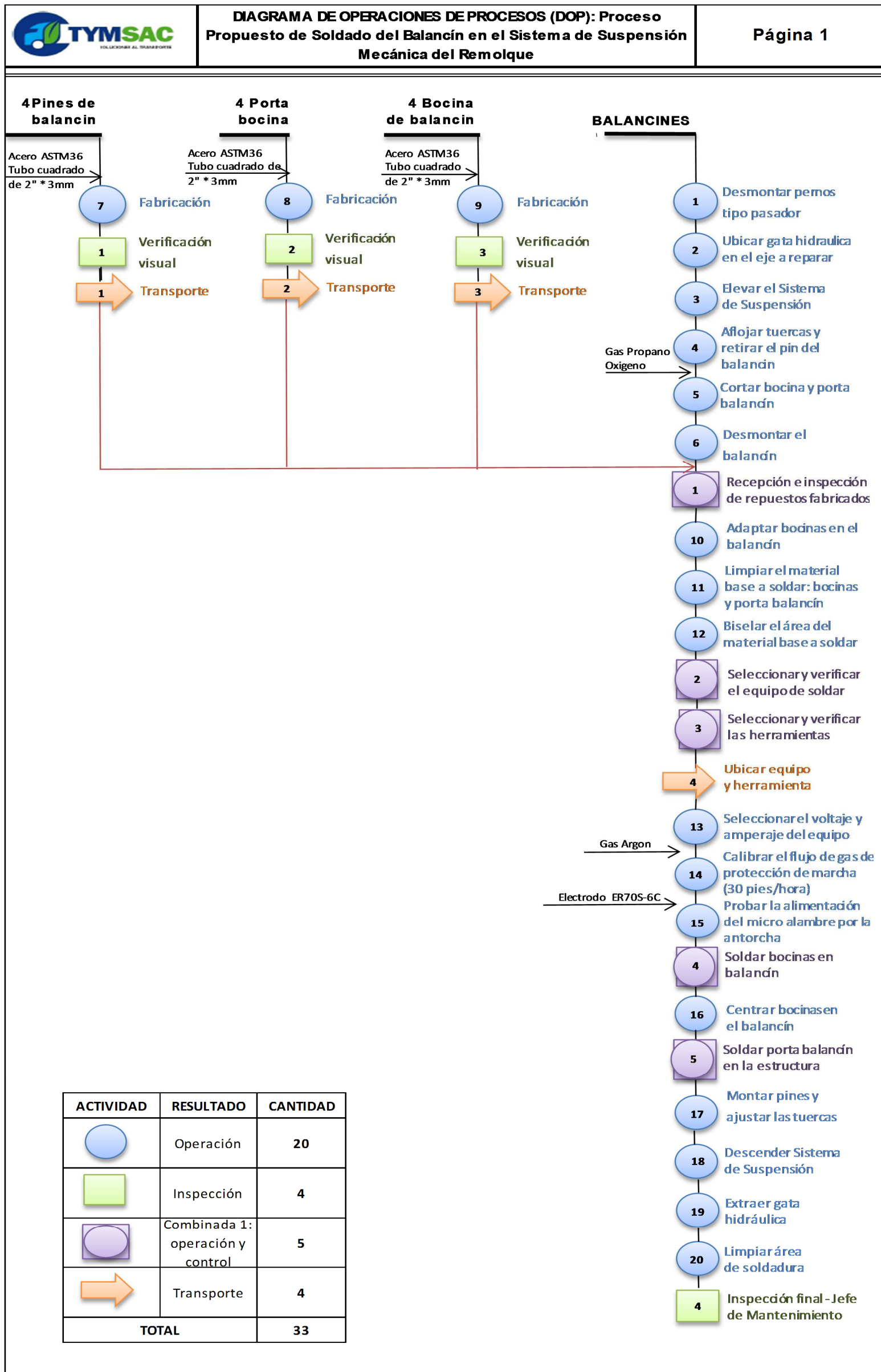
ANEXO 27. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque



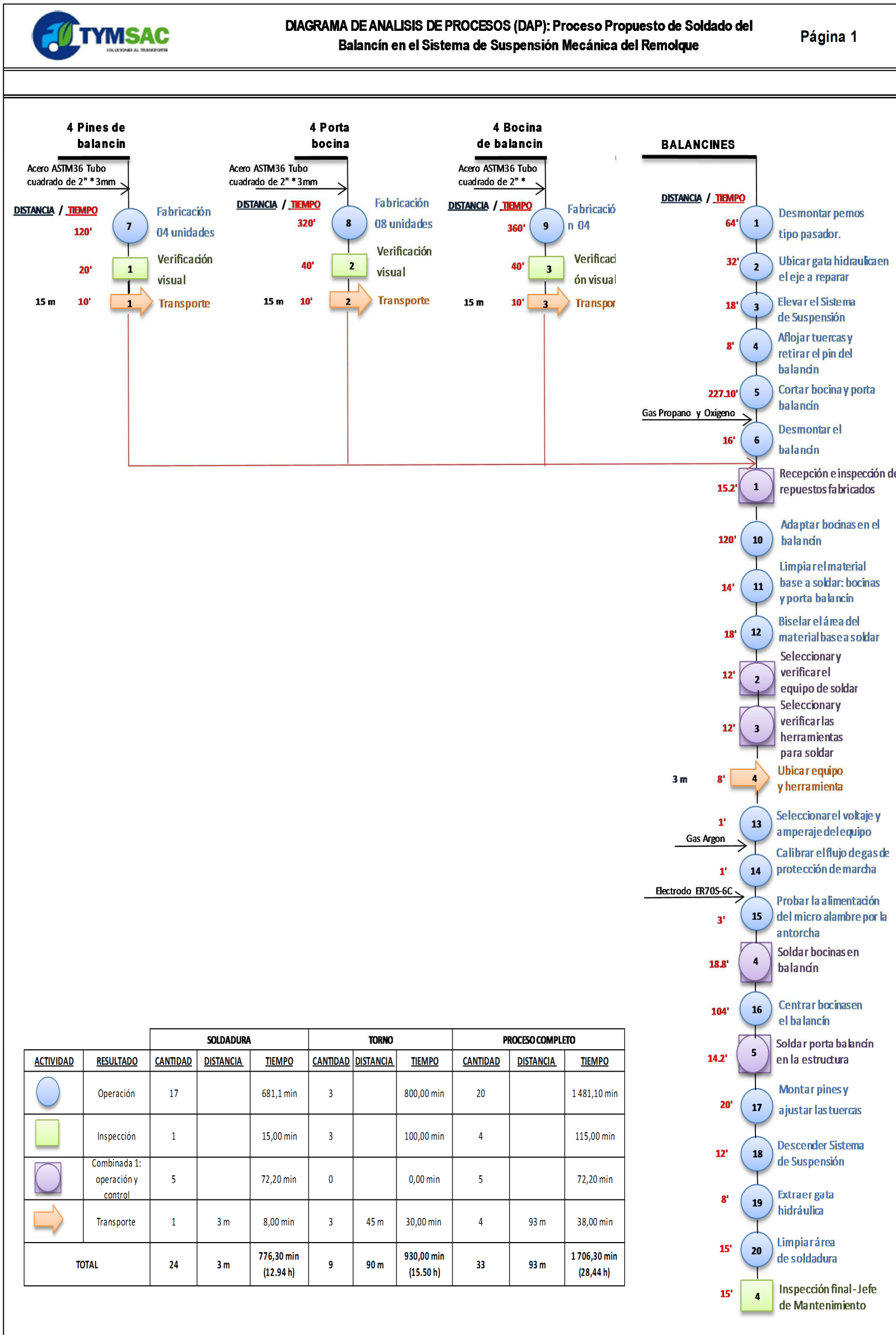
ANEXO 28. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Actual de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.



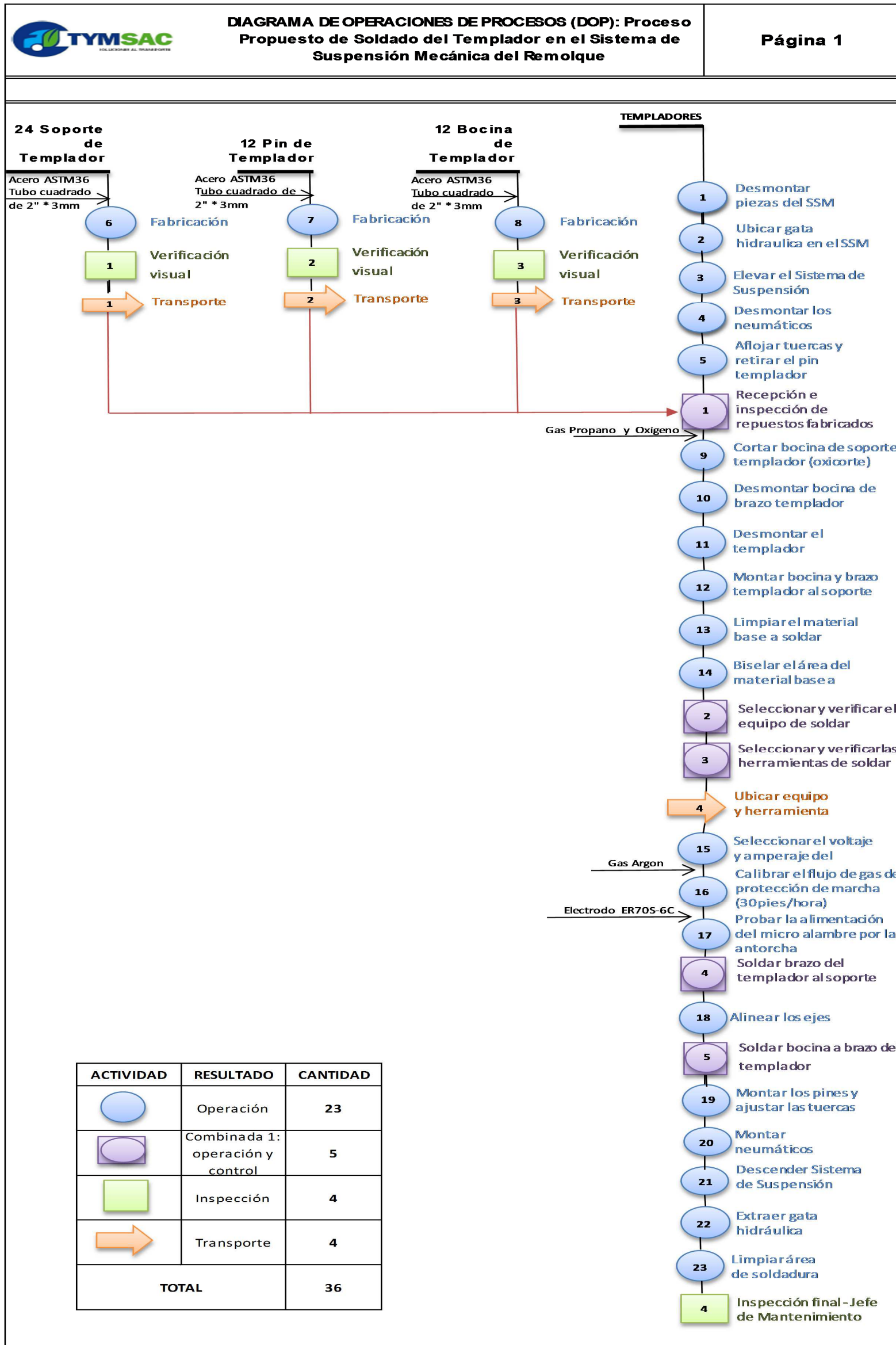
ANEXO 29. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.



ANEXO 30. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso Propuesto de Soldado del Balancín en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque.



ANEXO 31. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP): Proceso Propuesto de Soldado del Templador en el Sistema de Suspensión Mecánica del Remolque



ANEXO 32. Diagrama de Análisis de Proceso (DAP): Proceso propuesto de soldado del templador en el sistema de suspensión mecánica del remolque

