

ANEXOS

Anexo 1: Cuadro de conversión. Nivel en sigma a partir de los DPMO

Rendimiento (%)	Nivel en Sigma	DPMO	Rendimiento (%)	Nivel en Sigma	DPMO
6,68	0,00	933200	94,79	3,13	52100
8,455	0,13	915450	95,99	3,25	40100
10,56	0,25	894400	96,96	3,38	30400
13,03	0,38	869700	97,73	3,50	22700
15,87	0,50	841300	98,32	3,63	16800
19,08	0,63	809200	98,78	3,75	12200
22,66	0,75	773400	99,12	3,88	8800
26,595	0,88	734050	99,38	4,00	6200
30,85	1,00	691500	99,565	4,13	4350
35,435	1,13	645650	99,7	4,25	3000
40,13	1,25	598700	99,795	4,38	2050
45,025	1,38	549750	99,87	4,50	1300
50	1,50	500000	99,91	4,63	900
54,975	1,63	450250	99,94	4,75	600
59,87	1,75	401300	99,96	4,88	400
64,565	1,88	354350	99,997	5,00	230
69,15	2,00	308500	99,982	5,13	180
73,405	2,13	265950	99,987	5,25	130
77,34	2,25	226600	99,992	5,38	80
80,92	2,38	190800	99,997	5,50	30
84,13	2,50	158700	9,999,767	5,63	23,35
86,97	2,63	130300	9,999,833	5,75	16,7
89,44	2,75	105600	99,999	5,88	10,05
91,545	2,88	84550	9,999,966	6,00	3,4
93,32	3,00	66800			

Fuente: Seis SIGMA "Hacia un nuevo paradigma en gestión. Lefcovich, M. (2009)

Anexo 2: Técnicas utilizadas en la metodología DMAIC según el enfoque Lean Six Sigma.

DEFINIR	MEDIR	ANALIZAR	IMPLEMENTAR	CONTROLAR
Análisis del campo de fuerzas Balanced Score Card Diagrama de Gantt Diagrama de flujo Encuestas Entrevistas Focus Group Investigaciones de mercado Mapeo de procesos Cliente Fantasma Modelo de Kano QFD Snakes and Ladders Técnicas de dinámica de equipo Torbellino de ideas	AMEF Analisis de capacidad Control estadístico Costos de la no calidad Definiciones operacionales Estudios R&R Formularios Lean Gráficos de control Gráficos y diagramas varios Histogramas Mediciones Six Sigma Plan de control QFD Técnicas de dinámica de equipos Torbellino de ideas Value Stream Mapping	Análisis del campo de fuerzas Definiciones operacionales Estudio R&R Mediciones Six Sigma Plan de control QFD Técnicas de dinámica de equipos Torbellino de ideas	Análisis de campo de fuerzas Análisis de capacidad ANOM ANOVA Benchmarking Control estadístico de proceso Correlación Costos de la no calidad Deficiones operacionales Diagrama de dispersión Diseño de experimentos Gráficos de control Gráficos de pareto Gráficos de torta Gráficos multivariados Gráficos y diagramas varios Histogramas Inferencia estadística Mediciones Six Sigma Plan de control QFD Regresión Series temporales Técnicas de dinámica de equipos Técnicas Lean Test de confiabilidad Test de hipótesis Torbellino de ideas Value Stream Mapping	AMEF Análisis de capacidad Auditorias Auditorias 5S Control estadístico de proceso Costos de la no calidad Definiciones operacionales Estudios R&R Gráficos de control Gráficos y diagramas varios Plan de control Sistema de acciones correctivas Test de confiabilidad Trabajo estandarizado

Fuente: El liderazgo del Lean Six Sigma. Molteni, R., Cecchi, O. (2008)

Elaboración propia

Anexo 3: Cuadro maquinarias, materias primas e insumos.

Categoría	Tipo Descripción	Imagen
Maquinaria	<p>Trefiladora</p> <p>Esta máquina trefiladora está compuesta por una serie de pasos (6-12) en función al modelo. Cada paso permite reducir la sección del alambre. Actualmente, se empresa cuenta con 35 trefiladoras que permiten reducir diámetros desde 10 mm hasta 1.38 mm. Cada máquina cuenta con su propio sistema de refrigeración así como succionador de laminillas que quedan en el proceso de trefilado. El 25% de la producción de alambres trefilado se destina para el proceso de galvanizado (2 500 ton/mes).</p>	
Maquinaria	<p>Claveras</p> <p>Máquinas para fabricar clavos en función del diámetro del alambre de entrada. Las RPM determinan la velocidad de la máquina. Actualmente, se cuenta con 52 máquinas claveras abasteciendo principalmente al mercado nacional</p>	
Maquinaria	<p>Alambre púas</p> <p>Estas máquinas a través de un sistema de torsión permiten elaborar alambres púas desde 200 hasta 500 metros de longitud. La distancia entre púas y el tamaño de las mismas son especificaciones evaluadas por los inspectores de calidad.</p>	
Maquinaria	<p>Maquinaria para fabricar malla electro soldada.</p> <p>Cuenta con sistema porta electrodo y alimentación de varillas. Así como un sistema de recepción y volteo de las mallas.</p>	
Equipos	<p>Montacargas</p> <p>Equipos de transporte de spyder o rollos de alambrón. Cada área (almacén, decapado, trefilado, galvanizado y despacho) cuenta con sus propios montacargas. La capacidad de carga varía en función al modelo (2-5 toneladas). Todos los montacargas utilizan sistema de combustión a gas.</p>	

Equipos	<p>Tecles Eléctricos</p> <p>Equipos para la manipulación de spyder y rollos de alambón en el transporte y almacenamiento. La capacidad de estos equipos varía entre 2 y 5 toneladas. Estos equipos se encuentran en las áreas de almacén, despacho, trefilado, decapado, galvanizado (devanado) y áreas de productos terminados (malla electrosoldada, mallas ganaderas, alambre púa y gaviones).</p>	
Equipos	<p>Devanado</p> <p>Sistemas de rodillos para permitir enhebrar el alambre a la máquina o líneas de producción. La velocidad de la máquina va a depender del sistema de recogido (línea de galvanizado) o de la máquina de producción (ejemplo: máquina para malla ganadera). Estos sistemas permiten abastecer de manera continua el alambre. Cuentan con sistemas de detector de roturas, enredos y niveladores de velocidad (capstam).</p>	<p style="text-align: center;">DEVANADO</p>
Equipos	<p>Recogedora</p> <p>Sistema de poleas y rodillos que permiten recoger el alambre trefilado o galvanizado. El función del tipo de recogedor y diámetro del alambre la velocidad de recogido puede variar entre 35 y 90 m/min. La velocidad del recido es 3 veces la del devanado. Es por ello que en el devanado utilizan, capstam, sistemas para equilibrar la velocidad.</p>	<p style="text-align: center;">RECOGEDORAS</p>
Materia Prima	<p>Alambón</p> <p>La materia prima es importada de diversos fabricantes de varias partes del mundo (México, Trinidad y Tobago, Venezuela, China, entre otros). Los diámetros varían entre 5.5 – 16 mm. El alambón se clasifica según su composición de carbono: BCC (bajo contenido de carbono) %C 0.02-0.2 y ACC (alto contenido de carbono) %C 0.3-0.9. Las inspecciones que realiza el departamento de calidad para aceptarlo son: diámetro, fuerza de trefilación, empalme, calidad superficial (defectos en la laminación: grietas en el borde y traslape; transporte y almacenamiento: daño mecánico y oxidación), pureza del acero (control de segregaciones e inclusiones) y la composición.</p>	
Insumos	<p>Barras de Zinc</p> <p>Insumo utilizado en la tina de zinc para el recubrimiento del alambre.</p>	
Insumos	<p>Barras de Aluminio</p> <p>Insumo utilizado en la tina de aluminio y zinc. Proceso de recubrimiento que permite una mejor resistencia del alambre a la oxidación.</p>	

Insumos	<p>Vermiculita</p> <p>Es un compuesto de silicato de aluminio, magnesio y hierro. Es utilizado como aislador térmico en la tina de zinc.</p>	
Insumos	<p>Flux</p> <p>Solución que permite eliminar cualquier resto de impureza (jabones,HCl,etc) y obtener una superficie de acero químicamente limpia. Además, permite recubrir con una capa que permite la adherencia del zinc al alambre.</p>	

Fuente: La empresa
Elaboración propia

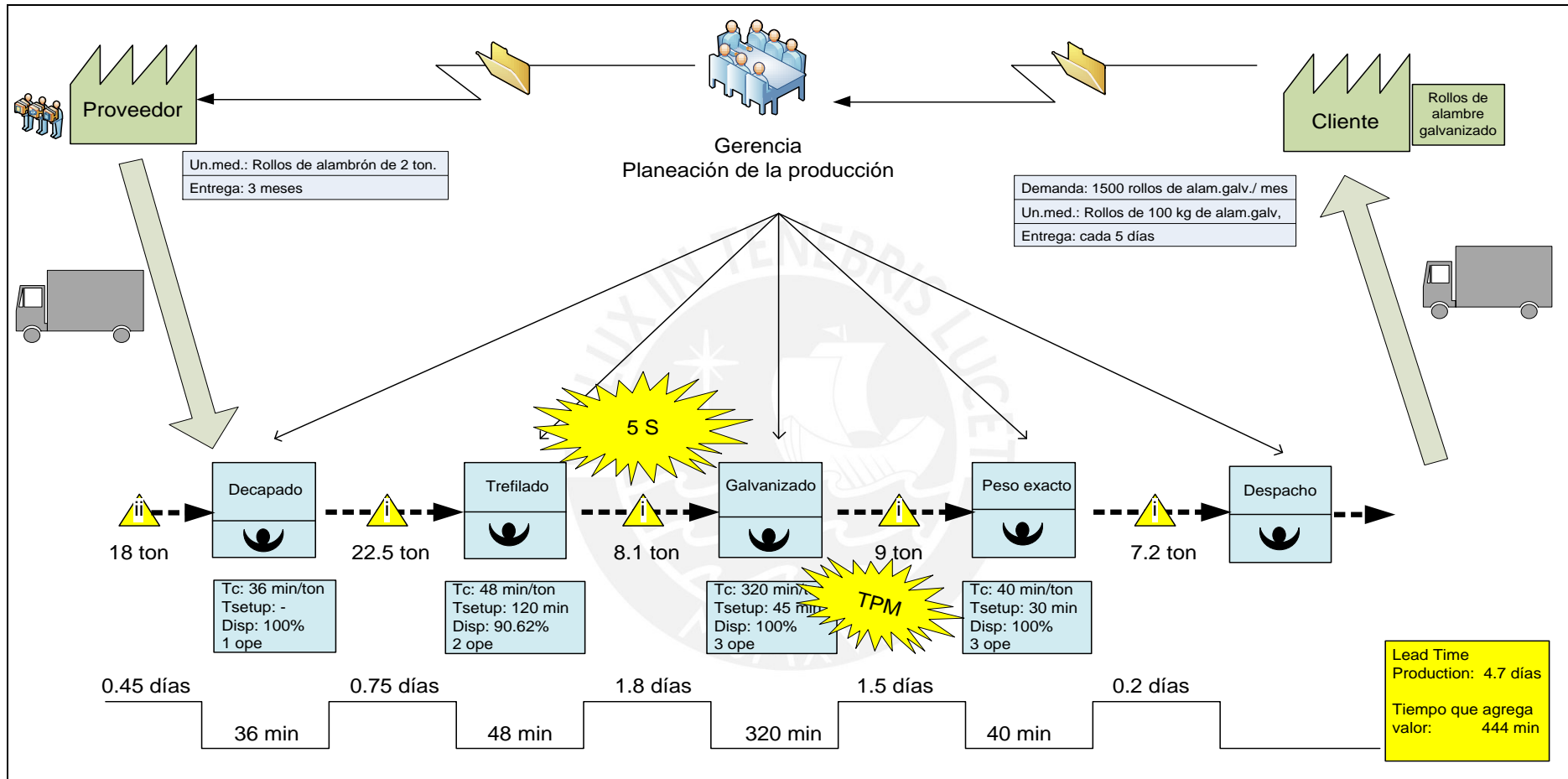


Anexo 4: Principales productos de la empresa.

Categoría	Tipo	Uso	Producto
Alambres	Alambres Galvanizado	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones agrícolas e industriales. • Aplicaciones domésticas. • Amarres de cercas y gaviones. • Aplicaciones en ambientes corrosivos. 	
Alambres	Alambres Recocido	En la construcción se usa para amarrar, sujetar armaduras, armados de losas, zapatas, cerramientos, vigas, columnas, emparrillados y traslapes.	
Alambres	Alambres Plastificado	En el sector industrial se fabrican todo tipo de mallas para cercas y gaviones. También es utilizado en la fabricación de accesorios como organizadores de CDs y secadores de vajilla, entre otros. En el área de mercadeo y publicidad se usa para la fabricación de exhibidores y dispensadores.	
Alambres	Alambres de Púas	<ul style="list-style-type: none"> • Cercar y proteger haciendas y predios agrícolas. • Delimitar terrenos y plantaciones. 	
Clavos	Clavos multiusos, especiales	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones generales en la construcción. • Carpintería y mueblería en general (clavos delgados). 	
Mallas	Malla Electrosoldada	<ul style="list-style-type: none"> • Control de fisuras y agrietamientos en los procesos de retracción de fraguado y cambios térmicos del hormigón • Elementos estructurales rígidos 	
Mallas	Malla Ganadera	<ul style="list-style-type: none"> • Cercas y criaderos de animales, corrales vacunos, equinos, potreros y pastizales. • Delimita y protege a las plantaciones de los animales. • Puede ser utilizada como un cerramiento temporal en construcciones. 	
Gaviones	Gavión triple torsión	<ul style="list-style-type: none"> • Obras hidráulicas como diques y protección de riberas. • Revestimiento de canales • Obras asentadas en suelos suaves o deformables. • Muelles, sistemas de riego y drenaje. • Protección para pilas y estribos de puentes. Muros de contención. 	

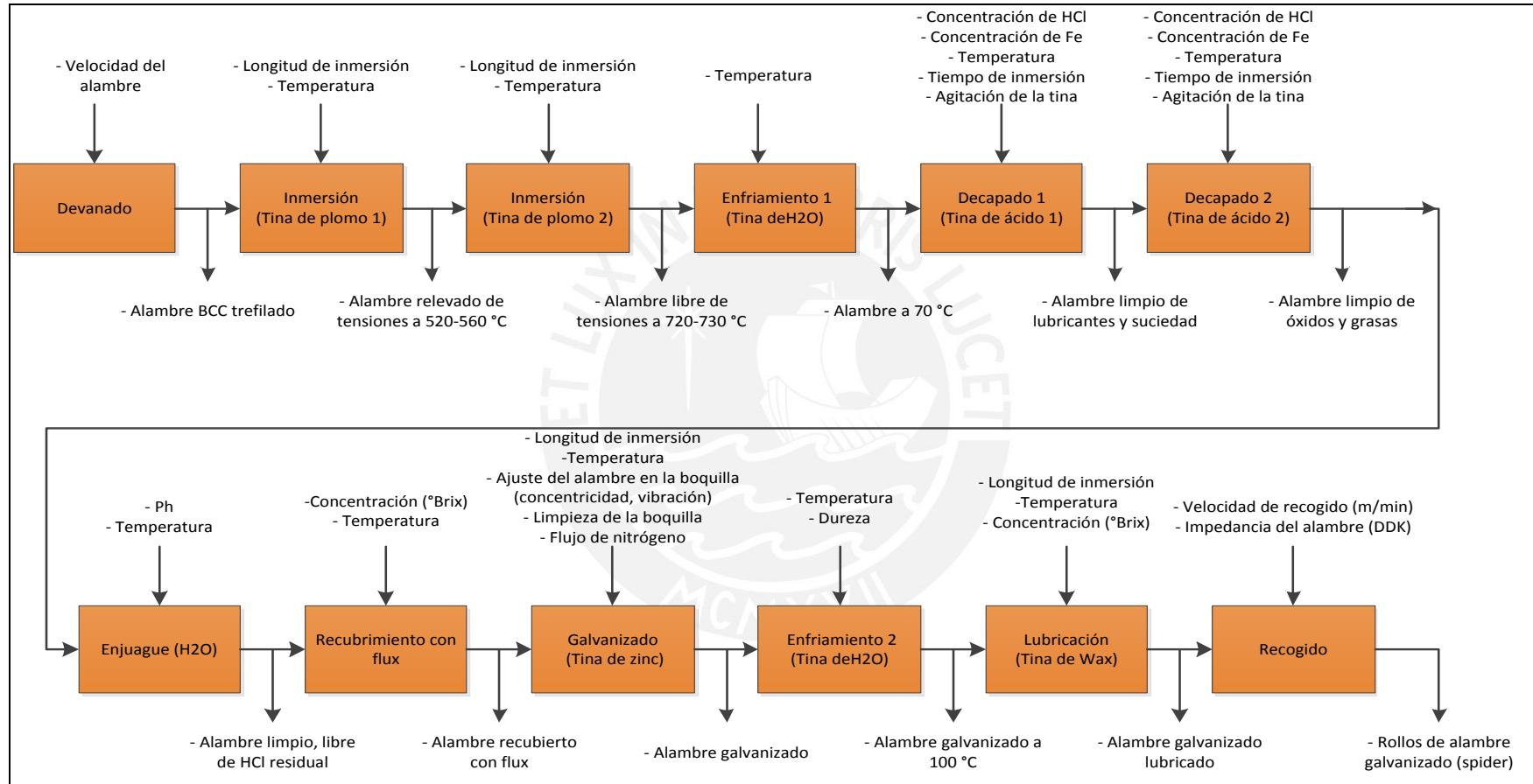
Fuente: La empresa
Elaboración propia

Anexo 5: Mapa de flujo de valor actual de la empresa



Fuente: La empresa
Elaboración propia

Anexo 6: Gráfico de las entradas y salidas en los diferentes procesos del área de Galvanizado



Fuente: La empresa
Elaboración propia

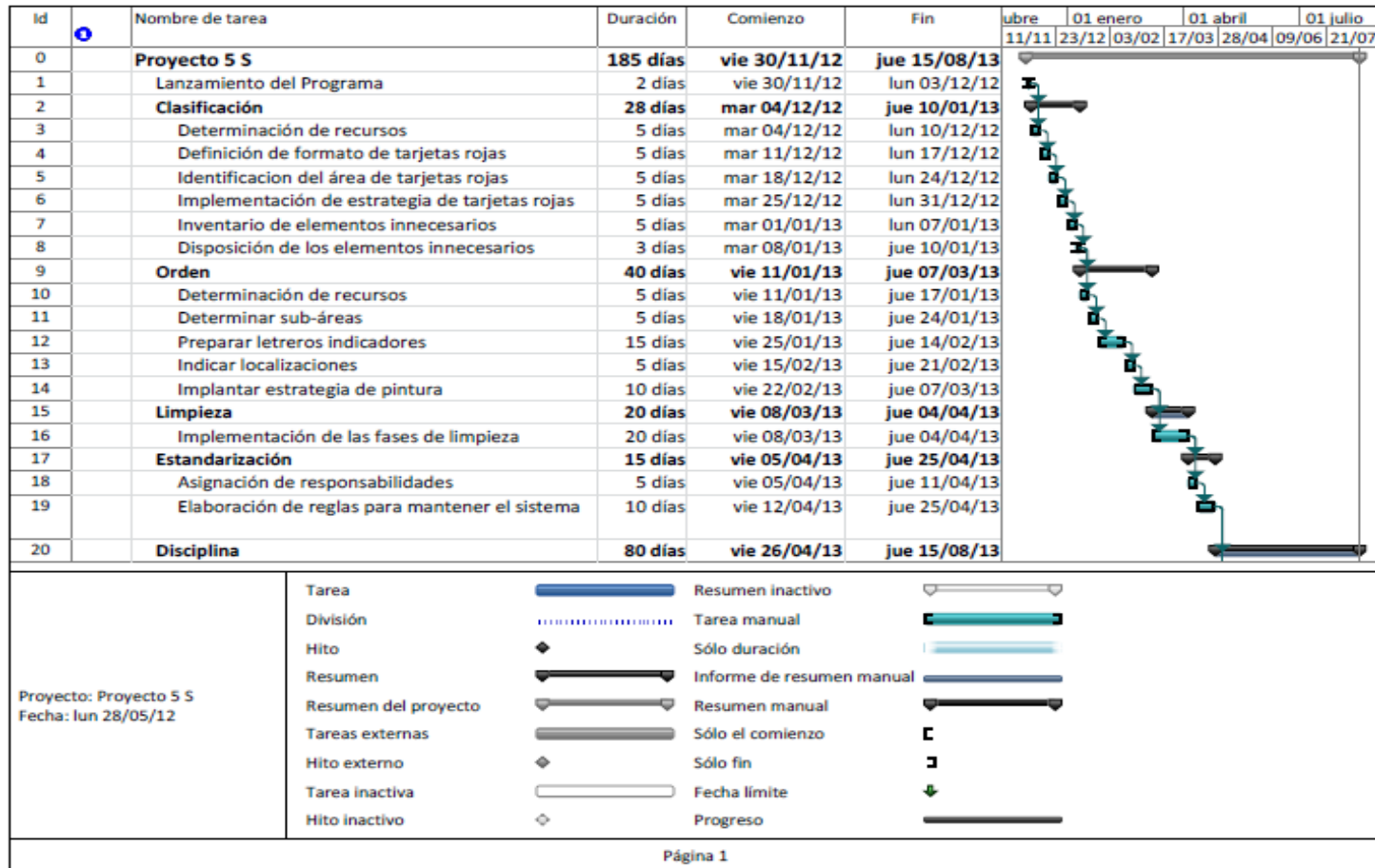
Anexo 7: Lista de chequeo para la implementación de la limpieza en la línea de galvanizado

CHECKLIST DE IMPLEMENTACION DE LIMPIEZA

Nombre	Fecha	Área			
		Equipos	Estado		
N°	Actividades a evaluar	Aceptable	No aceptable	Comentarios	
1	¿ha eliminado la suciedad de las áreas colindantes al equipo?				
2	¿ha retirado los desechos debajo del equipo?				
3	¿ha retirado la suciedad y polvo que se acumula encima del equipo?				
4	¿ha eliminado la suciedad del interior de cubiertas y tapas del equipo?				
5	¿ha eliminado la suciedad, polvo y aceite de los cables electricos?				
6	¿ha eliminado la suciedad y polvo de los instrumentos de medida?				
7	¿ha eliminado la suciedad y polvo de las herramientas?				
		Espacios	Estado		
N°	Actividades a evaluar	Aceptable	No aceptable	Comentarios	
1	¿las lamparas se encuentran limpias y alineadas?				
2	¿ha quitado la arena, polvo, suciedad y desechos de suelos y pasillos?				
3	¿los pasillos se encuentran libres?				
4	¿ha quitado el polvo y suciedad de paredes y ventanas?				
5	¿ha eliminado polvo y suciedad de estantes y mesas de trabajo?				
6	¿ha eliminado polvo y suciedad de pasamanos y escaleras?				
7	¿se encuentran los accesorios y elementos del área ordenados?				
8	¿se encuentra el área libre de material obsoleto?				
9	¿se encuentran las cajas de herramientas en orden?				
10	¿se encuentran las salidas de emergencia despejados?				
Firma					

Elaboración propia

Anexo 8 : Cronograma de implementación para las 5 S



Elaboración propia

Anexo 9 : Lista de chequeo de las actividades de limpieza y lubricación para el mantenimiento autónomo

Actividades de mantenimiento autónomo												
Área:			Equipo:			Efectivo hasta:						
						Fecha de emisión:						
Limpieza	N°	Localización	Criterio	Método		Herramienta	Tiempo	Intervalo			Persona responsable	
								Diario	Semanal	Manual		
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
7												
Lubricación	N°	Localización	Criterio	Método	Tipo lubricante	Herramienta	Tiempo	Intervalo			Persona responsable	
								Diario	Semanal	Manual		
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
13												
14												

Elaboración propia

Anexo 10 : Ficha de información de maquinaria

Ficha de maquinaria			
Código	Descripción	Modelo	
		Serie	
Datos del fabricante			
Fabricante			
Representante comercial			
Dirección		Telefono	
Costo de la maquinaria			
Datos de la instalación			
Fecha		Instalada por	
Costo de la instalación			
Características de la maquinaria			
Voltaje		RPM	
Potencia		Fases	
Tiempo de vida		Otros	
Especificaciones de mantenimiento			
Lubricación			
Recomendaciones de uso			
Datos de repuestos			
Observaciones			

Elaboración propia

Anexo 11 : Ficha de historial de fallas

Historial de fallos					
código de máquina				Nombre	
Fecha	Trabajo realizado	Duración		Materiales y repuestos utilizados	Costo de materiales utilizados
		hrs	min		

Elaboración propia

Anexo 12 : Ficha de control de paradas

Control de paradas								
Código de máquina			Nombre de la máquina					
Fecha	Hora	Motivo	Duración de la parada		Nombre del operario	Firma del operario	Aprobación jefe de mantenimiento (Si/No)	Observaciones
			hrs	min				

Elaboración propia

Anexo 13 : Ficha de chequeo para inspección del grupo 2 y 3

GRUPO 2:		Fecha :					
Frecuencia: semanal		lubricación	limpieza	chequeo de niveles	necesita reparación	necesita cambio	está en buenas condiciones
Rodillos							
Desengrase							
Desoxidación							
Enjuague							
Cojinetes de rodillos							
Desengrase							
Desoxidación							
Enjuague							
Flux							
Cadenas							
Transmisión	De rodillos						
	Transportadoras						
Calderas							
Fulton							

GRUPO 3:		Fecha :					
Frecuencia: quincenal		lubricación	limpieza	chequeo de niveles	necesita reparación	necesita cambio	está en buenas condiciones
Engranajes							
De rodillos							
De transportadoras							
De guías							
Rodillos de Flux							
Rodillos							
Cojinetes de transportadora							
Cojinetes							

Elaboración propia

Anexo 14 : Ficha de chequeo para inspección del grupo 4 y 5

GRUPO 4:	Fecha :					
Frecuencia: mensual						
	lubricación	limpieza	chequeo de niveles	necesita reparación	necesita cambio	está en buenas condiciones
Motores electricos						
De rodillos						
De transportadoras						
Extractores						
Enfriadores						
Cajas reductoras						
Transportadoras						
Rodillos						
Termocoplas						
De zinc						
De plomo						
Extractor						
Tuberías						

GRUPO 5:	Fecha :					
Frecuencia: trimestral						
	lubricación	limpieza	chequeo de niveles	necesita reparación	necesita cambio	está en buenas condiciones
Tuberías						
De vapor						
Ventilador						
Ductos						

Elaboración propia

Anexo 15 : Ficha de control de órdenes de trabajo

Control de órdenes de trabajo					
Orden N°	Máquina o equipo		Fecha	Trabajo realizado	Observaciones
	código	nombre			

Elaboración propia

Anexo 16 : Ficha de reposición de materiales

Reposición de materiales						
Proveedor					Fecha de emisión	
Fecha requerida de entrega			Día	Mes	Año	
Cantidad	Unidades	Descripción			Precio Unitario	Precio total
Total						

crédito
contado

Solicitado por: _____ Fecha de recepción: _____ <div style="text-align: center; font-size: small;"> Día Mes Año </div>	Aprobado por: _____ Fecha de recepción: _____ <div style="text-align: center; font-size: small;"> Día Mes Año </div>
--	--

Elaboración propia

Anexo 17 : Ficha de reporte mensual

Reporte mensual						
Mantenimiento		Parada de máquina		Causas	Solución	Costo de reparación
Programado	Averías / no programado	Si	No			

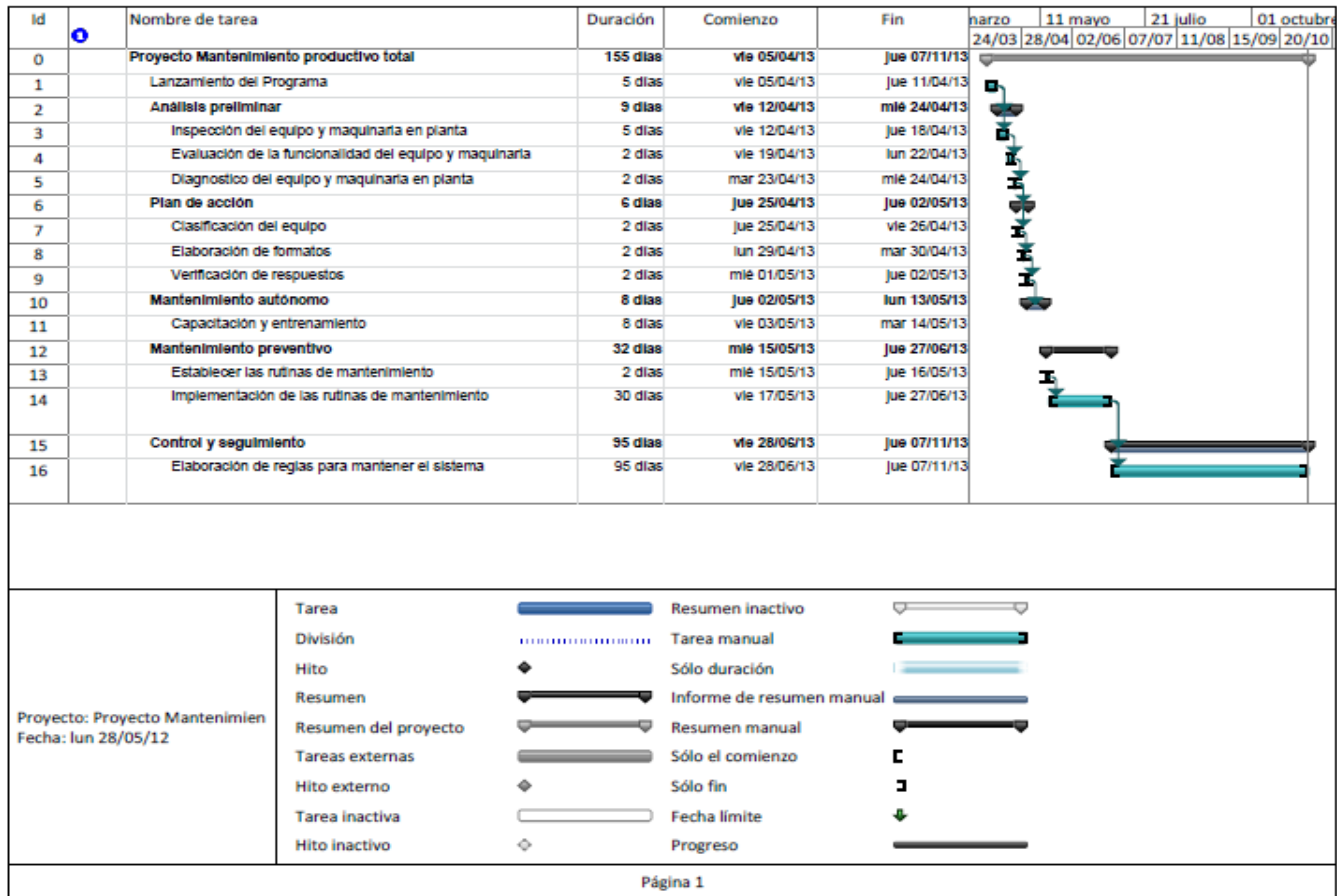
Elaboración propia

Anexo 18 : Programa de rutinas del mantenimiento preventivo

CRONOGRAMA	24/09	25/09	26/09	27/09	28/09	01/10	02/10	03/10	04/10	05/10	08/10	09/10	10/10	11/10	12/10	15/10	16/10	17/10	18/10	19/10	22/10	23/10	24/10	25/10
	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J
Capacitación a todo el personal	■	■	■	■	■																			
Rutinas de mantenimiento																								
Grupo 1						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Grupo 2						■					■					■					■			
Grupo 3						■										■								
Grupo 4						■																		
Grupo 5																								

Elaboración propia

Anexo 19: Cronograma para la implementación del mantenimiento preventivo



Elaboración propia