



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

APLICACIÓN DE TECNOLOGÍA SMED EN EL PROCESO DE
TREFILADO

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA INDUSTRIAL

PRESENTA :
GEOVANNI ERNESTO BAÑOS SALINAS

NOMBRE DEL ASESOR :
DR. CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ



APIZACO, TLAX., AGOSTO 2025



Apizaco, Tlax. 04/julio/2025

Asunto: Liberación de Proyecto para Titulación Integral

ISRAEL JORGE SÁNCHEZ SÁNCHEZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
PRESENTE

Por este medio le informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la Titulación integral:

Nombre del Egresado:	GEOVANNI ERNESTO BAÑOS SALINAS
Carrera:	INGENIERÍA INDUSTRIAL
No. De control:	B16200262
Nombre del proyecto:	"APLICACIÓN DE METODOLOGÍA SMED EN EL PROCESO DE TREFILADO"
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

EXCELENCIA EN EDUCACION TECNOLÓGICA. ®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
DEPARTAMENTO DE
INGENIERÍA INDUSTRIAL


ARMANDO BARRAZA HINIESTA
JEFE DE DEPTO. INGENIERÍA INDUSTRIAL


CRISANTO TENOPALA HERNÁNDEZ
ASESOR INTERNO

c.c.p._Div. Est. Prof. (interesado)
c.c.p._Archivo



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andres Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241)
4172010 Ext. 144, e-mail: subplan@apizaco.tecnm.mx |





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **04/septiembre/2025**

GEOVANNI ERNESTO BAÑOS SALINAS
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
CON NÚMERO DE CONTROL B16200262.
P R E S E N T E.

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** y cuyo tema es: **APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA SMED EN EL PROCESO DE TREFILADO**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga la:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

Debiendo entregar **2 USB** del mismo, apropiadamente empastados, a la brevedad, para presentar su Acto de Recepción Profesional.

Sin otro particular por el momento me despido.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

ENRIQUE ACOLTZI BAUTISTA
SUBDIRECTOR ACADÉMICO



ccp. Archivo
EAB/Gsc*



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec,
Municipio de Tzompantepec, Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010
Ext. 304, e-mail: dep_titulacion@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



AGRADECIMIENTOS

Este reporte de residencia profesional que fue realizado durante mi estancia en la empresa Cogne México, fue un reto importante para mí desarrollo profesional y le agradezco a Dios por otorgarme salud y perseverancia para alcanzar esta meta, por estar conmigo durante toda mi vida y darme la oportunidad de salir adelante pese a todas las dificultades que se presentan en la formación de un estudiante.

Le agradezco a mi familia, a mi madre que, aunque ya no está aquí conmigo siempre me guio por buen camino, enseñándome la importancia del trabajo y de ser una persona responsable, a mi padre y hermanas, quienes me entregaron todo su apoyo moral y económico necesario para poder seguir adelante para cumplir con mis objetivos.

Le agradezco al Instituto Tecnológico de Apizaco, por darme la oportunidad de acceder al sistema de educación dual y poder terminar mi carrera profesional, a los directivos del departamento de industrial, quienes me apoyaron en todo momento para dar seguimiento a mi aceptación y seguimiento de residencia profesional, a mi asesor interno, quien me prestó su valioso tiempo y apoyo en las revisiones del avance de mi reporte de proyecto. Le agradezco a la empresa Cogne México, a todo su equipo de trabajo quien siempre me brindaron su apoyo, le agradezco enormemente a mi asesor externo el Ing. Serafin De La Luz De Gante, quien me proporcionó su apoyo, asesorías, guía y toda la información necesaria para realizar este proyecto.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	1
RESUMEN	2
Capítulo 1 INTRODUCCIÓN	6
1.1 Descripción de la empresa	6
1.2 Productos de la empresa	8
1.2.1 Alambrón de acero inoxidable	8
1.2.2 Barras trefiladas de acero inoxidable.....	9
1.3 Descripción del puesto de trabajo.....	15
1.3.1 Organigrama del área de desempeño.....	15
1.3.2 Actividades adicionales durante la residencia profesional:.....	16
1.4 Problemas por resolver.....	16
1.5 Objetivos	17
1.5.1 Objetivo General	17
1.5.2 Objetivos Específicos	17
1.6 Justificación	18
1.7 Delimitación	18
1.8 Necesidad.....	18
1.9 Definición del problema.....	18
CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS).....	19
2.1 Acero Inoxidable.....	19
2.1.2 Proceso de fabricación.....	20
2.1.3 Clasificación de los aceros inoxidables	20
2.1.4 Características y aplicaciones de los tipos de aceros inoxidables más comunes .	25
2.2 Lean Manufacturing.....	29
2.3 Metodología SMED (Single Minute Exchence Of Die).....	32
2.3.1 Primera Fase.....	33
2.3.2 Segunda Fase.....	33
2.3.3 Tercera Fase	34
2.3.4 Cuarta Fase.....	35
2.3.5 Efectos del SMED	37

2.4 El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficacia Global de Equipos Productivos)	39
2.5 Metodología 5S	44
2.6 Tiempos muertos.....	47
CAPITULO 3 DESARROLLO.....	50
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades	50
3.1.1 Fase Preliminar: Procesamiento de datos históricos de tiempos muertos.....	50
.....	51
.....	51
3.1.3 Tiempos muertos por problemas de herramental.....	52
3.1.4 Tiempos muertos por búsqueda de materia prima	53
3.1.5 Generación del plan de acción (PDCA)	54
1.2 Fase 1: Diagnostico, clasificación y cuantificación de las actividades y tiempos que toma el proceso de cambio de herramientas.....	55
3.2.1 Análisis del video filmado.....	55
3.2.2 Análisis y toma de tiempos del cambio de herramientas.....	56
3.2.3 Diagrama de espaguetti.....	58
3.2.4 Listado de herramientas manuales para ajuste de máquina	59
Fase 2: Identificación y separación de las actividades internas y externas que forman parte del proceso de cambio de herramental.....	61
FASE 3: Organización de las operaciones externas.....	66
Resultados de la metodología 5S	66
Fase 4: Refinar aspectos de la producción.....	77
Resultados	78
Competencias desarrolladas.....	80
Conclusiones	81
Propuestas y recomendaciones	82
Referencias	83

Índice de tablas

Tabla 1 Características del alambrón (materia prima).....	8
Tabla 2 Propiedades de los aceros inoxidables	24
Tabla 3 Principios de la metodología de las 5S.....	46
Tabla 4 Formato PDCA	54
Tabla 5 Análisis de actividades	56

Índice de figuras

Figura 1	<i>Valores de la empresa Cogne México</i>	7
Figura 2	<i>Alambrón terminado y empacado</i>	9
Figura 3	<i>Barras de acero trefiladas</i>	10
Figura 4	<i>Catalogo y composición de los aceros inoxidables para válvulas de combustión interna</i>	14
Figura 5	<i>Organigrama del área de Desempeño</i>	15
Figura 6	<i>Película pasiva presente en el acero</i>	19
Figura 7	<i>Tiempos del proceso de manufactura</i>	30
Figura 8	<i>Fases de la metodología SMED</i>	35
Figura 9	<i>Grafica de las fases del SMED</i>	36
Figura 10	<i>Formula y aplicación de la OEE</i>	39
Figura 11	<i>Captura del reporte de producción y tiempos muertos de la empresa</i>	51
Figura 12	<i>Tiempos muertos por problemas de herramental</i>	52
Figura 13	<i>Tiempos muertos por búsqueda de materia prima</i>	53
Figura 14	<i>Filmación del cambio de herramental</i>	55
Figura 15	<i>Diagrama de espaguetti</i>	58
Figura 16	<i>Estado de los herramentales</i>	59
Figura 17	<i>Reposición de la cizalla manual</i>	60
Figura 18	<i>Separación de actividades internas y externas en el trefilado</i>	61
Figura 19	<i>Programa de producción, área de trefilado de barras</i>	62
Figura 20	<i>Consumo de materia prima</i>	63
Figura 21	<i>Carburos para trefilar</i>	64
Figura 22	<i>Ruta a seguir (Diagrama de espaguetti)</i>	65
Figura 23	<i>Criterio de selección</i>	66
Figura 24	<i>Listado de las herramientas que se ocupan en la máquina de trefilado</i>	67
Figura 25	<i>Gabinete de herramentales antes de la aplicación de las 5S</i>	68
Figura 26	<i>Gabinete de herramentales después de la aplicación de las 5S</i>	69
Figura 27	<i>Marco de herramentales asignado para la máquina de trefilado antes de la aplicación de las 5S</i>	70
Figura 28	<i>Marco de herramentales asignado para la máquina de trefilado después de la aplicación de las 5S</i>	71
Figura 29	<i>Atolones para la biseladora de la máquina de trefilado (antes y después de las 5S)</i>	72
Figura 30	<i>Barras patrón antes de la metodología 5S</i>	73
Figura 31	<i>Señalización e identificación de todas las barras patrón en producción</i>	74
Figura 32	<i>Clasificación de las barras patrón por grado de acero, profundidad de defecto y diámetro</i>	75
Figura 33	<i>Elaboración de la check list para la entrega de cada turno</i>	76
Figura 34	<i>Resultados de tiempos después de la aplicación del SMED</i>	78
Figura 35	<i>Reducción de tiempo muerto por problemas de herramental</i>	79

RESUMEN

La empresa Cogne México ha tenido un crecimiento en los últimos años tanto en producción como en distribución de sus productos, motivo que genera impulso y apego a la mejora continua, analizando justamente el rendimiento, identificando oportunidades y generando cambios graduales en los procesos, los productos y el personal.

Este proyecto parte de la flexibilidad que tiene la empresa hacia el análisis de los equipos críticos en el proceso de producción para mejorar su sistema de gestión. La problemática es ocasionada por los extensos y repetitivos que son los tiempos de cambio de herramental en las maquinas, para resolver dicho problema lo primordial fue identificar los equipos críticos que operan en el sistema mediante una serie de caracteres técnicos a los que se les otorga relevancia según el impacto que tienen en el proceso. Al identificar los equipos críticos se tuvo que evaluar de manera cuantitativa, cualitativa y teniendo en cuenta los criterios por tipos de perdida que se generan debido a sus paros programados.

La información que fue recopilada mediante el análisis en producción y tiempos muertos se comparó con los planes de producción existentes, permitiendo implementar actividades adicionales y realizar modificaciones pertinentes al ejercicio de cambio de herramientas para un nuevo diámetro.

Con esta resolución se requiere disminuir los tiempos de la máquina de trefilado de barras buscando un mejor desempeño para poder producir más y generar un mayor rendimiento de activos consecuentemente. De esta manera se trabajó para buscar obtener un porcentaje de tiempo menor en cada paro de maquina por motivo de cambio de herramientas planeados principalmente. Las condiciones proporcionaron lo necesario para poder basarse en la filosofía Lean Manufacturing, permitiendo integrar un método de trabajo estandarizado basado en la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die).

Capítulo 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la empresa

Desde diciembre de 2022, como parte de Walsin Lihwa Corp., Cogne, es un fabricante líder de productos largos de acero inoxidable y aleaciones de níquel con sede en Aosta (Italia).

Su misión es especializarse en nichos de mercado, para responder de manera profesional, oportuna y colaborativa a las necesidades de los clientes, buscando siempre el equilibrio adecuado entre competitividad, producción responsable y responsabilidad social.

Cogne cuenta con la herencia de más de un siglo de experiencia en la producción cualificada de acero inoxidable. Las actividades de fabricación de Cogne cubren los cinco principales ciclos de producción de la industria del acero: fabricación de acero, fundición, laminación, forja y mecanizado. La gama de productos incluye aceros inoxidables (en forma de alambón, barras, productos semiacabados y barras de refuerzo para hormigón), aceros para válvulas, aceros especiales y aleaciones de níquel. Nuestra principal instalación de producción se encuentra en Aosta, pero también tenemos cinco sitios de producción ubicados en: Suiza, México, China, Inglaterra y Suecia. CAS gestiona la distribución de sus productos tanto en Italia como en el extranjero (Francia, Suiza, Alemania, Reino Unido, Turquía, Estados Unidos, Brasil, México, China, Corea del Sur y Singapur) a través de una red de filiales. Además, también cuenta con una red de empleados y agentes de ventas directas en varios países extranjeros.



Misión

En COGNE MEXICO tenemos un reto permanente, ocupar y mantener un lugar preferencial en el mercado de la producción y comercialización de alambIÓN y barras de acero inoxidable, así como de aceros especiales para válvulas automotrices, superando las expectativas de nuestros clientes, inversionistas e integrantes de la organización.

Visión

Consolidarnos como proveedores de clase mundial en industrias especializadas como: la automotriz, aeroespacial y médica.

Valores

Cada uno de los valores aplicados representa la ideología que define a la empresa, caracteriza y diferencia de otras empresas. Por ello, la institución se rige a través del compromiso y la importancia que el personal desarrolle estos valores.

Los valores practicados en la empresa se muestran en la siguiente figura.

Figura 1

Valores de la empresa Cogne México



Nota * Adaptación de la representación grafica de los valores en Cogne México SA DE CV

1.2 Productos de la empresa

Cogne México es una empresa sustentable, comprometida en brindar soluciones innovadoras de acero para satisfacer y superar las necesidades del cliente. Los principales productos y servicios que ofrece son trefilado de barras de acero inoxidable, alambIÓN y barra de acero inoxidable para válvula de motor de combustión interna.

1.2.1 AlambIÓN de acero inoxidable

El alambIÓN se suministra decapado o si es necesario para usos finales particulares, arenado y decapado. A petición del cliente, también se puede suministrar alambIÓN recubierto de sales para trefilado. El revestimiento de sales que se ejerce al alambIÓN sirve para proporcionar una resistencia adicional a la corrosión.

Tabla 1

Características del alambIÓN (materia prima)

Diámetro	
Redondo	5.5 mm – 31.5 mm
Dimensiones y peso de coladas	
Diámetro interno	850 mm
Diámetro externo	1300 mm
Peso	800 – 1250 kg

Nota. * información proporcionada por la empresa Cogne De Mexico SA de CV.

Los sectores que abarcan la aplicación del producto son: el trefilado de alambre automotriz, trefilado de barra, sujetadores, soldadura, ballestas, cuchillería, refractarios y aleaciones.

Empacado

Cada rollo de alambrón está unido con tres tiras de plástico y etiquetados con una identificación que deberá contener la siguiente información: Nombre del cliente, numero de pedido, calidad Cogne, denominación de grado según el cliente especificaciones o al estándar requerido, tamaño nominal, numero de colada, numero de lote, neto peso en kg. A petición del cliente el envoltorio de plástico en cada rollo está disponible.

Figura 2

Alambrón terminado y empacado



Nota * Revestido de alambrón empacado, elaboración propia.

1.2.2 Barras trefiladas de acero inoxidable

Cogne México cuenta con herramientas y máquinas automáticas de alta velocidad para el trefilado de barras de acero inoxidable. Las barras trefiladas son creadas para resistir altas temperaturas y/o ambientes muy agresivos. Esto es gracias a los parámetros que se tienen en cuenta para la corrosión, la resistencia y las características mecánicas durante el proceso.

Figura 3

Barras de acero trefiladas



Nota * Adaptado de la fábrica italiana (Fotografía), por Cogne Acciai Speciali, 2023.

Las barras de acero inoxidable son materiales comunes de construcción y acabado, se utilizan para una amplia gama de fines estructurales en toda clase de industrias y aplicaciones. Entre los miles de usos potenciales los más conocidos incluyen:

Sector automotriz: Cogne está comprometida con los exigentes estándares del sector de la Automoción, proponiendo las soluciones más innovadoras en el campo de los aceros inoxidables y las aleaciones de níquel. Atención a las necesidades del mercado que requieren el desarrollo de productos cualificados en términos de prestaciones, seguridad, fiabilidad y respeto por el medio ambiente, con enfoque en la mejora de la eficiencia del combustible.

Sector aeroespacial: Cogne opera de conformidad para la industria aeronáutica, espacial y de defensa para una amplia gama de productos largos Premium y de calidad aeronáutica. La empresa cuenta con plena capacidad y capacidades para realizar procesos especiales según estándares NADCAP. La fábrica bien equipada de Cogne, junto con nuestros centros de distribución en todo el mundo, representan una solución sostenible única para todas las necesidades de los clientes en el sector aeroespacial y de defensa.

Sector energético: Cogne ofrece una amplia gama de acero inoxidable y aleaciones de níquel para cumplir con los exigentes estándares de los productores de energía actuales, cualesquiera que sean las aplicaciones de generación de energía, Cogne tiene el acero inoxidable adecuado para el trabajo. Actualmente existen tres aplicaciones principales para el acero inoxidable y las aleaciones de níquel producidos para este sector (Componentes de turbinas).

Sector alimenticio: En la industria de alimentos y bebidas, los materiales deben ser altamente resistentes a tensiones mecánicas, químicas y térmicas. Además, se aplican altos estándares al acero inoxidable utilizado en este sector, especialmente para garantizar la máxima seguridad para el contacto y uso humano. Por esta razón, todos los aceros inoxidables aquí utilizados deben ser inertes a la corrosión, presentar una fuerte resistencia mecánica y térmica, estar libres de porosidad y de recubrimientos protectores perecederos. Para garantizar la presencia de estas características, todos los aceros producidos en Cogne y destinados a la industria alimentaria siguen estrictamente los estándares y normas internacionales que dan como resultado productos altamente calificados.

Sector salud: El uso del acero inoxidable en el sector médico debe combinar precisión, higiene y calidad extrema para garantizar su éxito en el uso de la producción de instrumentos quirúrgicos e implantes.

Aunque no es posible definir un material para implantes dentales u ortopédicos que esté completamente libre de interacciones con el cuerpo humano, la experiencia médica a largo plazo ha identificado ciertos tipos de aceros inoxidable austeníticos que tienen un alto nivel de biocompatibilidad (no toxicidad y no alergénico), que por lo tanto puede usarse para implantes quirúrgicos permanentes o semipermanentes. Dependiendo de si se trata de vástagos protésicos, placas, tornillos óseos, implantes de disco, etc., pueden existir diferentes requisitos de resistencia del acero.

Industria relojera: El acero inoxidable es conocido por su fuerza y resistencia a la corrosión. Pero aparte de eso, el acero también puede ser un gran conductor de electricidad, al mismo tiempo que proporciona una apariencia encantadora a un objeto simple pero duradero. Esta es la razón por la que el acero inoxidable también forma parte de la industria relojera, donde puede formar parte de la caja exterior, los engranajes o las correas que hacen que ese objeto sea aún más atemporal de lo esperado.

1.2.3 Aceros para válvulas para motores de combustión

La movilidad de personas y mercancías ha ganado recientemente un abanico de opciones que van desde motores de combustión interna (es decir: ICE), eléctricos de pila de combustible Vehículo (FCEV) hasta Inyección directa de Hidrógeno (H2 DI). cada una de estas soluciones requieren componentes de acero inoxidable fabricados por Procesos de forja en frío, mecanizado o estampado en caliente probados para una perfecta funcionamiento en términos de seguridad y durabilidad bajo cualquier condición extrema. condición de funcionamiento.

En la producción de componentes dedicados al sector de la Automoción, Cogne ofrece productos configurados con objetivos bien definidos. Ciclos y controles de producción. Durante elaboración del acero para válvulas se cumple un completo rigor de calidad en cada paso:

Fundición: Se combina la alta pureza, la micro limpieza, y el control en línea de la macroestructura.

Rodamiento y el tratamiento a calor: Se deberá tomar en cuenta el control de los defectos del producto y el control del tratamiento térmico.

Acabado: Se considera el tratamiento de recocido magnético y el control de características mecánicas.

Inspección final: Control laser dimensional (Magnatest), prueba de corrientes magnéticas Eddy, pruebas de EU y Certificaciones finales.

Figura 4

Catálogo y composición de los aceros inoxidable para válvulas de combustión interna

Grade	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Nb	W	N ₂	Annealed HRC	Hardened & tempered HRC	EN 10090	SAE	JIS	Others
VA34	0.28- 0.38	0.5- 1.0	1.5- 3.5	≤0.050	≤0.030	22- 24	≤0.5	7.0-9.0		≤0.5	0.25- 0.35	≤38		1.4866 X33CrNiMnN23.8	EV16		23-8N
VA61	0.48- 0.58	≤0.45	8- 10	≤0.050	≤0.030	20- 22		3.25-4.5			0.35- 0.50	≤40		1.4871 X53CrMnNiN21.9	EV8	SUH35	21-4N
VA66/2	0.5- 0.6	≤0.25	7- 10	≤0.050	≤0.030	19.5- 21.5		1.5-2.75			0.20- 0.40	≤40		1.4875 X55CrMnNiN21.9	EV12		21-2N
VA63	0.45- 0.55	≤0.45	8- 10	≤0.050	≤0.030	20- 22		3.5-5.5	1.8- 2.5	0.8- 1.5	0.40- 0.60	≤40		1.4882 X50CrMnNiNbN21.9	EV8NbW		21-4NWNb
VM09	0.45- 0.55	1.0- 2.0	≤0.60	≤0.030	≤0.030	7.5- 9.5		≤0.50				≤30	30-35	X50CrSi8.2		SUH11	
VM11	0.40- 0.50	2.7- 3.3	≤0.80	≤0.040	≤0.030	8.0- 10.0		≤0.50				≤30	30-35 / 35-43	1.4718 X45CrSi9.3	HNV3	SUH1	
VM12D/1	0.35- 0.45	2.0- 3.0	≤0.80	≤0.040	≤0.030	9.0- 11.0	0.8- 1.3					≤30	30-35	1.4731 X40CrSiMo10.2		SUH3	

Nota * Adaptado de los grados de acero y composiciones de la materia prima para válvulas,

Cogne Accial Speciali, (<https://www.cogne.com/cogne-grades-conversion-table>)

1.3 Descripción del puesto de trabajo

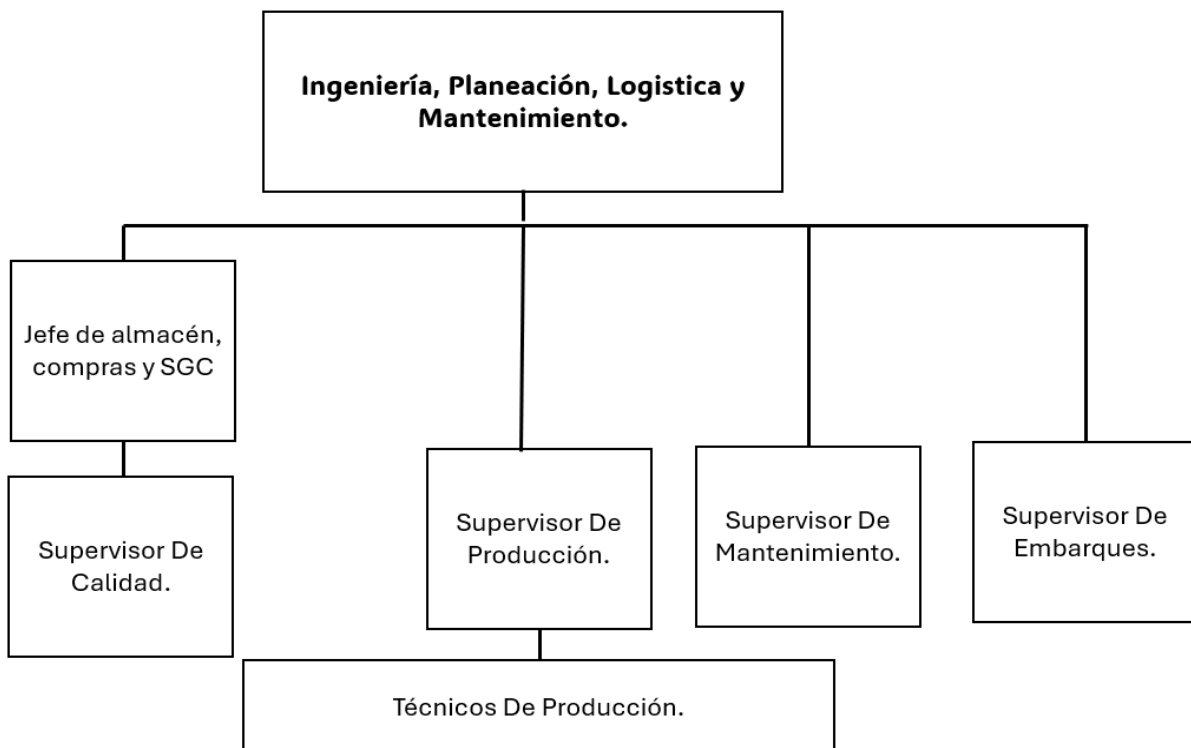
El desarrollo de este proyecto se llevó a cabo durante la estancia de residencia profesional en la empresa Cogne México, bajo la supervisión del jefe de operaciones, fue un trabajo realizado analizando los tiempos de disponibilidad en las maquinas, concretamente en la trefiladora de barras.

1.3.1 Organigrama del área de desempeño

El departamento de jefatura de operaciones lleva a su cargo 4 sectores principales de la compañía, los cuales se centran en el control y el buen funcionamiento de la empresa como se muestra en la siguiente ilustración.

Figura 5

Organigrama del área de Desempeño



Nota * Elaboración propia

1.3.2 Actividades adicionales durante la residencia profesional:

- Colaborar en la realización y llenado de diferentes reportes de producción.
- Creación de ordenes de producción para barras trefiladas y válvulas, apegándose a los requerimientos del cliente, así como también a las especificaciones de calidad solicitadas por el mismo, siendo asistido y supervisado por el jefe de operaciones.
- Asistir al manejo y planeación del programa de producción de la empresa.
- Asistir en el consumo y abastecimiento de materia prima de alambre de acero inoxidable y acero para válvulas de motores de combustión.
- Trabajar y manejar el programa Business Central (Microsoft Dynamics 365) para el área de producción.
- Monitorear la capacidad que alcanza el proceso independientemente de que la media este centrada entre los límites de especificación (CPK) para el acero para válvulas.

1.4 Problemas por resolver

1. Los periodos largos de paro programado para el cambio de herramental en la máquina de trefilado de barras
2. Desorganización en la herramienta manual para la máquina que maneja cada operador, generando desorden y extravíos.
3. Ubicación y búsqueda de materia prima para el proceso de trefilado de barras.
4. Las tareas no coordinadas de cada operador en el momento de ajuste de máquina, falta estandarización.
5. Tiempos repetitivos para cada paro programado.
6. Identificar y solicitar refacciones y herramienta correspondientes con anticipación.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Realizar la implementación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die), en la máquina trefiladora de barras, reduciendo acciones que no se deben realizar con la máquina en marcha para lograr un menor tiempo de cambio, se pretende obtener un 30% de reducción en el cambio de herramienta, obteniendo mayor productividad, preparaciones más sencillas, entregas más rápidas y la estandarización de las actividades.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Establecer el tiempo promedio actual que tarda un cambio de herramientas en la máquina de trefilado de barras en la cual se realizará el estudio.
- Determinar las actividades que hacen parte del proceso de cambio de herramientas por distinto diámetro en la trefiladora de barras y clasificar las actividades que se realizan con la máquina en marcha y las que se realizan con la máquina detenida.
- Identificar las actividades necesarias e innecesarias dentro del método actual de cambio de herramientas en la máquina de trefiladora de barras.
- Diseñar el nuevo método para el cambio de herramientas basado en la metodología SMED y documentar el nuevo procedimiento de cambio para la máquina trefiladora de barras.
- Socializar e implementar el nuevo método para el cambio de herramientas dentro de la máquina trefiladora de barras.
- Reducir en un porcentaje del **25%** el tiempo promedio de cambio de herramientas en la trefiladora de barras, tomando como base el tiempo promedio actual.
- Implementar 5" S dentro del área de trabajo de la máquina de trefilado de barras

1.6 Justificación

La empresa Cogne México Sa de CV Requiere aumentar la productividad del proceso de producción por medio de la implementación de la metodología SMED (Single Minute Exchange of Die) como herramienta de modelo de gestión enfocado a la reducción de los tiempos de cambio de productos manufacturados.

1.7 Delimitación

Revisar, inspeccionar y determinar las principales actividades durante el paro programado de la maquina critica que opera en la línea de producción para implementar cambios en la separación y reducción de estas mismas, permitiendo reducir los tiempos de paro de la máquina.

1.8 Necesidad

Se requiere reducir el tiempo de cambio de diámetro para cada nueva orden de producción de trefilado de barras, para evitar pérdidas por el tiempo muerto que se genera en cada cambio de herramental, gestionar una mejor manera de trabajo y desempeño en las actividades.

1.9 Definición del problema

La afectación hacia la efectividad ocasionada por la disponibilidad de los equipos críticos durante el proceso de producción genera una disminución en la productividad y un aumento de costos pocos favorables para la compañía.

CAPITULO 2 MARCO TEÓRICO (FUNDAMENTOS TEÓRICOS)

2.1 Acero Inoxidable

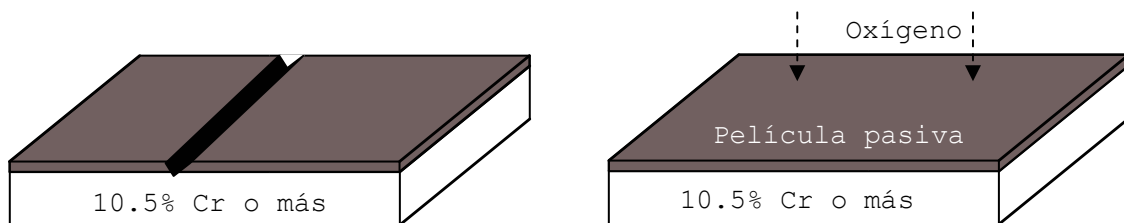
La mayoría de los metales se oxidan, por ejemplo, la plata se pone negra, el aluminio cambia a blanco, el cobre cambia a verde y ordinariamente el acero cambia a rojo. En el caso de acero, el hierro presente se combina con el oxígeno del aire para formar óxidos de hierro o “herrumbre”.

A principios del siglo XX algunos metalurgistas descubrieron que adicionando poco más de 10% de cromo al acero, éste no presentaba herrumbre bajo condiciones normales; la razón de ello es que el cromo suele unirse primeramente con el oxígeno del aire para formar una delgada película transparente de óxido de cromo sobre la superficie del acero y excluye la oxidación adicional del acero inoxidable. Esta película se llama capa pasiva. En el caso de que ocurra daño mecánico o químico, esta película es auto reparable en presencia de oxígeno.

Si se rompe la película pasiva, al entrar en contacto el cromo del acero inoxidable con el oxígeno, se regenera la película.

Figura 6

Película pasiva presente en el acero



Nota * BARSON, J., ROLFE, S. (1986). Fracture and Fatigue Control in Structures. Editorial Prentice Hall, Estados Unidos de América.

El acero inoxidable es esencialmente un acero de bajo carbono, el cual contiene como mínimo un aproximado 10.5% de cromo en peso, lo que le hace un material resistente a la corrosión.

2.1.2 Proceso de fabricación

Inicia con la fusión de hierro, chatarra y ferroaleaciones de acuerdo con el grado de acero inoxidable a preparar; continúa con la refinación del acero para eliminar impurezas y reducir el contenido de carbono; posteriormente el acero líquido se cuela en continuo, se corta en planchones y se forman los rollos rolados en caliente. El proceso termina con el molino de laminación en frío, recocido y limpieza.

2.1.3 Clasificación de los aceros inoxidables

El acero inoxidable puede ser clasificado en cinco familias diferentes; cuatro de ellas corresponden a las particulares estructuras cristalinas formadas en la aleación: austenita, ferrita, martensita y dúplex (austenita más ferrita); mientras que la quinta son las aleaciones endurecidas por precipitación, que están basadas más en el tipo de tratamiento térmico usado que en la estructura cristalina.

ACEROS INOXIDABLES MARTENSÍTICOS

Son la primera rama de los aceros inoxidable simplemente al cromo. Representan una porción de la serie 400, sus características son:

Moderada resistencia a la corrosión

Endurecibles por tratamiento térmico y por lo tanto se pueden desarrollar altos niveles de resistencia mecánica y dureza

Son magnéticos

Debido al alto contenido de carbono y a la naturaleza de su dureza, es de pobre soldabilidad

Los Martensíticos son esencialmente aleaciones de cromo y carbono. El contenido de cromo es generalmente de 10.5 a 18% y el de carbono es alto, alcanzando valores de hasta 1.2%.

ACEROS INOXIDABLES FERRÍTICOS

Estos aceros inoxidable de la serie 400 AISI (American Iron & Steel Institute) mantienen una estructura ferrítica estable desde la temperatura ambiente hasta el punto de fusión, sus características son:

Resistencia a la corrosión de moderada a buena, la cual se incrementa con el contenido de cromo y algunas aleaciones de molibdeno

Endurecidos moderadamente por trabajo en frío: no pueden ser endurecidos por tratamiento térmico

Son magnéticos

Su soldabilidad es pobre por lo que generalmente se eliminan las uniones por soldadura a calibres delgados

Usualmente se les aplica un tratamiento de recocido con lo que obtienen mayor suavidad, ductilidad y resistencia a la corrosión

Debido a su pobre dureza, el uso se limita generalmente a procesos de formado en frío

Los Ferríticos son esencialmente aleaciones con cromo. El contenido de cromo es usualmente de 10.5 a 30%, pero contenidos limitados de carbono del orden de 0.08%. Algunos grados pueden contener molibdeno, silicio, aluminio, titanio y niobio que promueven diferentes características.

ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS

Los aceros inoxidable austeníticos constituyen la familia con el mayor número de aleaciones disponibles, integra las series 200 y 300 AISI. Su popularidad se debe a su excelente formalidad y superior resistencia a la corrosión. Sus características son las siguientes

- Excelente resistencia a la corrosión
- Endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico
- Excelente soldabilidad
- Excelente factor de higiene y limpieza
- Formado sencillo y de fácil transformación
- Tienen la habilidad de ser funcionales en temperaturas extremas Son no magnéticos

Los Austeníticos se obtienen adicionando elementos formadores de austenita, tales como níquel, manganeso y nitrógeno. El contenido de cromo generalmente varía del 16 al 26% y su contenido de carbono es del rango de 0.03 al 0.08%.

El cromo proporciona una resistencia a la oxidación en temperaturas aproximadas de 650° C en una variedad de ambientes.

Esta familia se divide en dos categorías:

SERIE 300 AISI. - Aleaciones cromo-níquel

SERIE 200 AISI. - Aleaciones cromo-manganeso-nitrógeno

SERIE 300 AISI

Es la más extensa, mantiene alto contenido de níquel y hasta 2% de manganeso. También puede contener molibdeno, cobre, silicio, aluminio, titanio y niobio, elementos que son adicionados para conferir ciertas características. En ciertos tipos se usa azufre o selenio para mejorar su habilidad de ser maquinados.

SERIE 200 AISI

Contiene menor cantidad de níquel. El contenido de manganeso es de 5 a 20%. La adición de nitrógeno incrementa la resistencia mecánica.

Aceros inoxidables dúplex

Son aleaciones cromo-níquel-molibdeno, sus características son las siguientes:

Son magnéticos

No pueden ser endurecidos por tratamientos térmicos

Buena soldabilidad

La estructura dúplex mejora la resistencia a la corrosión de fractura bajo tensión en ambientes con iones de cloruro.

Los dúplex tienen un contenido de cromo de entre 18 y 26% y de níquel de 4.5 a 6.5%. La adición de elementos de nitrógeno, molibdeno, cobre, silicio y tungsteno imparten ciertas características de resistencia a la corrosión.

Aceros inoxidables endurecibles por precipitación

Esta familia ofrece una alternativa a los aceros inoxidables austeníticos cuando se desea asociar elevadas características mecánicas y de maquinabilidad. Son aleaciones hierro-cromo-níquel que se caracterizan por la resistencia mecánica obtenida a partir del endurecimiento por tratamiento térmico de envejecimiento. Los aceros endurecibles por precipitación están patentados y frecuentemente se les designa con las siglas de la empresa productora.

Tabla 2

Propiedades de los aceros inoxidables

PROPIEDADES GENERALES DE LOS ACEROS INOXIDABLES					
Tipo	Resistencia a la corrosión	Dureza	Magnéticos	Endurecibles por tratamiento térmico (Temple)	Soldabilidad
Martensíticos	Baja	Alta	SI	SI	Pobre
Ferríticos	Buena	Media baja	SI	NO	Limitada
Austeníticos	Excelente	Alta*	NO**	NO	Excelente

*: Adquieren mayor dureza al ser trabajados en frío.

** : Adquieren cierto magnetismo al ser trabajados en frío.

Nota * Fuente DE CICCIO, H., BOZZANO, P., GRIBAUDO, L., OVEJERO GARCIA, J. (2000).

Estudio del Envejecimiento de un acero resistente a alta Temperatura. Centro Atómico

Constituyentes (CAC)– Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina.

2.1.4 Características y aplicaciones de los tipos de aceros inoxidables más comunes

Martensíticos

403.- Es primariamente empleado en partes críticas de maquinaria sometida a altos esfuerzos y donde se requiere, además buena resistencia al calor, corrosión, desgaste abrasivo o erosión.

410.- Es de propósito general y el tipo más usado de la familia martensítica debido a sus atractivas características y su bajo costo. Se emplea en tuercas, tornillos, cubiertos, herramientas de cocina, partes de horno a bajas temperaturas, equipo para refinación de petróleo, vajillas, partes para turbinas a gas o vapor, etc. Tiene un coeficiente de expansión poco menor que el del acero al carbono, mientras que la conductividad térmica es casi la mitad correspondiente al valor para el acero al carbono. Puede desarrollar una excelente combinación de resistencia mecánica y dureza mediante adecuado tratamiento térmico. En la condición de recocido, es dúctil y es una buena opción para formado y otras operaciones de transformación donde el uso final está destinado a ambientes moderadamente corrosivos.

416.- Otra versión del tipo 410, donde el azufre o el selenio son adicionados para producir las mejores características de maquinabilidad de la clase martensítica, tiene menor desempeño en ductilidad y formabilidad que el 410. Se utiliza en conectores, cerraduras, cabezas de palos de golf, partes de bombas, flechas, partes para válvulas, etc.

420.- Es una modificación del 410, con alto contenido de carbono, que le permite alcanzar mayor dureza y resistencia al desgaste, aunque menor resistencia a la corrosión. Se utiliza para instrumentos dentales y quirúrgicos, hojas de cuchillos, moldes, herramientas, etc.

422.- Diseñado para el servicio a temperaturas de hasta 650° C, combinando resistencia mecánica. Presenta maquinabilidad de mediana a baja.

431.- Diseñado para obtener altas propiedades mecánicas mediante tratamiento térmico junto con buena resistencia al impacto. Empleado para fabricar conectores, cerraduras, partes para transportadores, equipo marino, flechas de propelas, flechas de bombas, resoles, etc.

440.- Utilizados en donde se requiere una alta y extremada dureza, resistencia a la abrasión y buena resistencia a la corrosión. De baja maquinabilidad. Sus principales aplicaciones son: cuchillería, partes resistentes al secado, equipo quirúrgico, inyectoros, etc.

Ferríticos

405.- Conocido como un grado soldable del tipo 410 se utiliza en partes resistentes al calor, equipo para refinación de calor, racks para templado de acero.

409.- Es un acero estructural de uso general, es utilizado en aplicaciones que no requieren alta calidad de apariencia. Se usa para fabricar silenciadores y convertidores catalíticos para automóviles, cajas de trailer, tanques de fertilizantes, contenedores. 430.- Es el más popular de los aceros inoxidables simplemente al cromo. Es un acero de propósito general, es dúctil y tiene buenas características de formabilidad, tiene buena resistencia a la corrosión. Es ideal para muebles y decoración interior. Se utiliza para adornos y molduras automotrices, materiales de construcción, equipo químico de proceso, cremalleras, partes para quemadores, adornos interiores arquitectónicos y paneles, adornos y equipos de cocina, equipo para proceso de ácido nítrico, aparatos científicos, etc.

434.- Es una variación del tipo 430 que contiene molibdeno y niobio que incrementan la resistencia a la corrosión, es particularmente ventajosa para usos automotrices exteriores.

446.- Contiene el máximo contenido de cromo de toda la familia ferrítica, por lo que tiene la mayor resistencia a la corrosión de su clase, se recomienda para uso en atmósferas de comportamiento azufroso a altas temperaturas (1000° C). No debe ser utilizado en aplicaciones en donde se requiera alta resistencia mecánica. Se utiliza para la fabricación de bases para tubos de rayos X, partes de quemadores, tubos para pirómetros, válvulas y conectores, etc.

AUSTENÍTICOS

301.- Menor resistencia a la corrosión que otros aceros de la serie 300. Puede ser fácilmente formado y ofrece buenas propiedades de soldabilidad. Utilizado en partes de aviones, adornos arquitectónicos, cajas de ferrocarril y de tráiler, cubiertas de rines, equipos para procesamiento de alimentos.

303.- Especial para propósitos de maquinado, buena resistencia a la oxidación en ambientes de hasta 900° C. Se emplea para cortes pesados. Se usa para la fabricación de partes para bombas, bushings, partes maquinadas y flechas.

304.- Todo propósito, tiene propiedades adecuadas para gran cantidad de aplicaciones. Se recomienda para construcciones ligeras soldadas que requieran buena resistencia a la corrosión. Tiene buen desempeño en temperaturas elevadas (800 a 900° C) y buenas propiedades mecánicas. Es recomendable cuando se requiera soldar altos espesores de material. Algunas aplicaciones son equipo químico de proceso, accesorios para aviones, remaches, equipo para hospitales, etc.

309.- Poseen alta resistencia mecánica, tenacidad y excelente resistencia a la oxidación en temperaturas de hasta 1000° C. Calentadores de aire, equipo químico de proceso, partes de quemadores de turbinas de gas e intercambiadores de calor son algunas de las aplicaciones más comunes fabricadas con este tipo de acero.

310.- Es frecuentemente usado en servicios de alta temperatura. Se utiliza para fabricar calentadores de aire, equipo para tratamiento térmico de aceros, equipo químico de procesos, etc.

316.- Resistente a la corrosión frente a diversos químicos agresivos, ácidos y atmósfera salina. Se utiliza para adornos arquitectónicos, equipo para el procesamiento de alimentos, farmacéutico, fotográfico, textil, etc.

321.- Es similar al 304, pero contiene una adición de titanio equivalente a cinco veces el contenido de carbono. Las principales aplicaciones de este acero son recipientes a presión y almacenamiento, partes de motores de jet, equipo químico de proceso, etc.

2.2 Lean Manufacturing

Actualmente las empresas industriales se enfrentan al reto de buscar e implantar nuevas técnicas organizativas y de producción que les permita competir en un mercado global. El modelo de fabricación ajustada, conocido como Lean Manufacturing constituye una alternativa consolidada, su aplicación y potencial deben ser tomados en consideración por toda empresa que pretenda ser competitiva.

Lean Manufacturing tiene su origen en el sistema de producción Just in Time (JIT) desarrollado en los años 50 por la empresa automovilística Toyota. Con la extensión del sistema a otros sectores y países, se ha ido configurando un modelo que se ha convertido en el paradigma de los sistemas de mejora de la productividad, asociada a la excelencia industrial. De manera muy resumida se puede definir como una nueva filosofía de gestión que busca dos objetivos principales:

- Reducir/eliminar despilfarro en procesos y actividades

- Generar valor para el cliente.

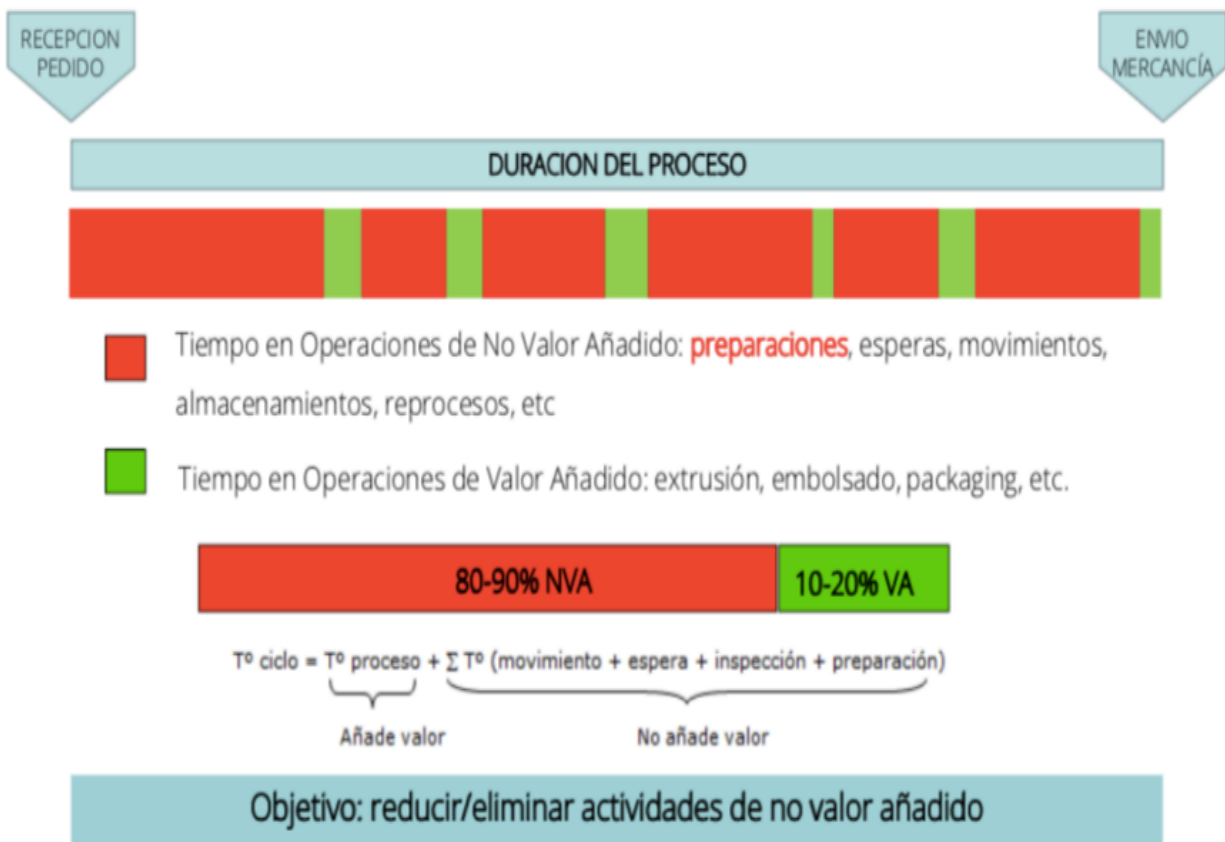
Y es que el éxito de la aplicación de las técnicas logístico-productivas de las empresas consideradas "World-Class Manufacturing" radica fundamentalmente en el análisis, evaluación y erradicación de actividades de no valor añadido y constituyen la esencia de la fabricación Lean Manufacturing.

Se consideran actividades de no valor añadido a todas aquellas actuaciones que se hacen en la empresa que consumen recursos y no proporcionan valor a ojos del cliente.

Esta forma de ver las acciones nos exigirá una nueva forma de organizar y explotar de forma eficiente los recursos y medios de producción. En la figura nos ayuda de manera gráfica a poder analizar todos nuestros procesos productivos desde una óptica Lean, siempre pensando si la operación me añade valor o no y como la puedo reducir/eliminar todo aquello que no me aporta valor y que solo me consume recursos.

Figura 7

Tiempos del proceso de manufactura



Nota * Andrade, A. M., A. Del Río, C. & Alvear, D. L. (2019). Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. Información tecnológica, 30(3), 83-94. (<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642019000300083>)

Lean Manufacturing se sustenta en 7 pilares básicos que son:

- La creación de valor añadido.
- La eliminación del despilfarro.
- La fiabilidad del equipo.
- Flujo continuo.
- Fabricación tipo arrastre.
- Mejora continua.
- Implicación del operario.

Para poder implementar un sistema Lean disponemos de unas herramientas que nos permiten ser lo más eficientes posibles, algunas de estas técnicas son el TPM, el SMED, las 5's, trabajo estandarizado, AMFE, etc,

Por lo tanto, de manera más profunda observamos que el Lean Manufacturing no es un concepto estático, que se pueda definir de forma directa, ni tampoco una filosofía radical que rompe con todo lo conocido. Su novedad consiste en la combinación de distintos elementos, técnicas y aplicaciones surgidas del estudio a pie de máquina y apoyadas por la dirección en el pleno convencimiento de su necesidad. El pensamiento Lean evoluciona permanentemente como consecuencia del aprendizaje, que se va adquiriendo sobre la implementación y adaptación de las diferentes técnicas a los distintos entornos industriales, e incluso, de servicios.

Una empresa de trayectoria exitosa en métodos de racionalización de la producción se encuentra en una excelente posición para experimentar con el método Lean adoptando nuevos enfoques, seleccionando aquellas técnicas específicas que mejor se adapten a su sistema productivo, producto y equipo humano.

El trabajo que nos ocupa se centra en una de estas herramientas Lean: el SMED.

2.3 Metodología SMED (Single Minute Exchange Of Die)

Definición

En síntesis, el SMED es una herramienta fundamental Lean Manufacturing que se basa en obtener ventajas competitivas fundamentales mediante la reducción de los tiempos de preparación que nos permitan trabajar con lotes más reducidos, es decir, tiempos de fabricación más cortos, lo cual redunda en una mejora sustancial de tiempos de entrega y costos operativos.

Porque si trabajamos con lotes de fabricación cortos y podemos reducir el tiempo de cambio de forma significativa, podemos ajustar nuestra fabricación a la cantidad demandada, además de que nos aporta una mayor flexibilidad y una mejor capacidad de respuesta. Además, el SMED surge de una necesidad de mejorar la eficacia del equipo (OEE) para mejorar la disponibilidad del equipo, incrementar su capacidad y reducir los costes operativos del mismo.

Los métodos rápidos, simples y estandarizados de cambio reducen la posibilidad de cometer errores, mejoran la formación y adiestramiento de nuevos operarios y reducen los defectos y la necesidad de inspecciones. Tener un proceso bien estandarizado nos permite eliminar o reducir diferencias entre equipos de trabajo y operarios. Esto es fundamental, ya que no podemos depender de la experiencia de un trabajador para ser competitivos.

La metodología SMED está compuesta por un plan de acción que consta de 4 fases diferenciadas.

2.3.1 Primera Fase

La primera fase es la de identificar y separar las operaciones internas de las externas. Esta primera fase implica diferenciar entre la preparación con la máquina parada (operaciones internas) y la preparación con la máquina en funcionamiento (operaciones externas).

El objetivo es identificar aquellas actividades que pueden ser externalizadas, de forma que podamos reconvertir al máximo las actividades internas en externas para reducir el tiempo total de cambio.

En esta primera parte es muy importante poder observar atentamente la actividad de cada participante. ¿Qué acciones ocurren?, ¿Cuánto dura cada acción?, ¿En qué orden sucedieron?, ¿Qué herramientas han sido usadas?, ¿Por qué sucedieron las acciones cuando ellos lo decidieron?

2.3.2 Segunda Fase

La segunda fase es la de intentar convertir el máximo número de acciones internas en externas. Es claro que esta actividad debe efectuarse siempre y cuando sea posible. Sin embargo, la conversión de actividades internas en externas no se limita de ninguna manera a efectuar actividades de preparación sobre la máquina cuando esta se encuentra operando, puesto que existen un sin número de actividades que constituyen una conversión de actividades internas en externas sin compromisos de seguridad ni pérdidas de operatividad, como, por ejemplo, la búsqueda y preparación de la próxima materia prima con la que se va a trabajar. Sólo con este primer paso se suelen conseguir importantes reducciones en el tiempo de cambio, con una inversión mínima. No obstante, para que esta mejora se consolide, se debe pasar al siguiente paso. Por lo tanto, en esta fase es fundamental identificar todas aquellas operaciones con potencial de externalizarse. Para poder llevarlo a cabo, es importante mejorar el entorno de trabajo a través un 5's y el apoyo de operarios multifuncionales, como un Team Leader.

2.3.3 Tercera Fase

La tercera fase es la de la organización de las fases externas. Esta fase se basa en la disposición de todas las herramientas y materiales (matrices, elementos de fijación, etc.) que soportan las operaciones externas. Estos elementos deben estar dispuestos al lado de la máquina tras haberse realizado toda reparación de los componentes que deben entrar. Se busca la automatización y facilitar el trabajo a los operarios que se encargan de todas aquellas operaciones que se hacen con la máquina en marcha que permiten mantener la máquina parada el menor tiempo posible. Esta fase no supone una disminución directa del tiempo de cambio, o un ahorro directo de los costes productivos, pero si influye en el apoyo a los operarios por ejemplo un Team leader pierde mucho tiempo en desplazamientos o en búsqueda de herramientas, no será capaz de apoyar correctamente a máquina, provocando tiempos de paro más largos de lo planificado.

Si organizamos las operaciones externas, Los operadores multifuncionales podrán realizar el mismo trabajo en menos tiempo y así optimizaremos el recurso. Por lo tanto, en esta fase será importante una planificación de las actuaciones y una coordinación con producción, mejoras logísticas, pasillos despejados y limpios, uso de controles visuales, etc.

Algunas preguntas que nos podemos hacer para mejorar en esta fase son las siguientes ¿Qué preparaciones necesitan ser hechas de antemano?, ¿Qué herramientas y piezas necesitan estar a mano?, ¿Dónde deben colocarse las herramientas y piezas?, ¿Están las herramientas y piezas en buenas condiciones?, ¿Dónde deben colocarse las matrices después de desmontarse?, ¿Cómo serán transportadas las herramientas y piezas?

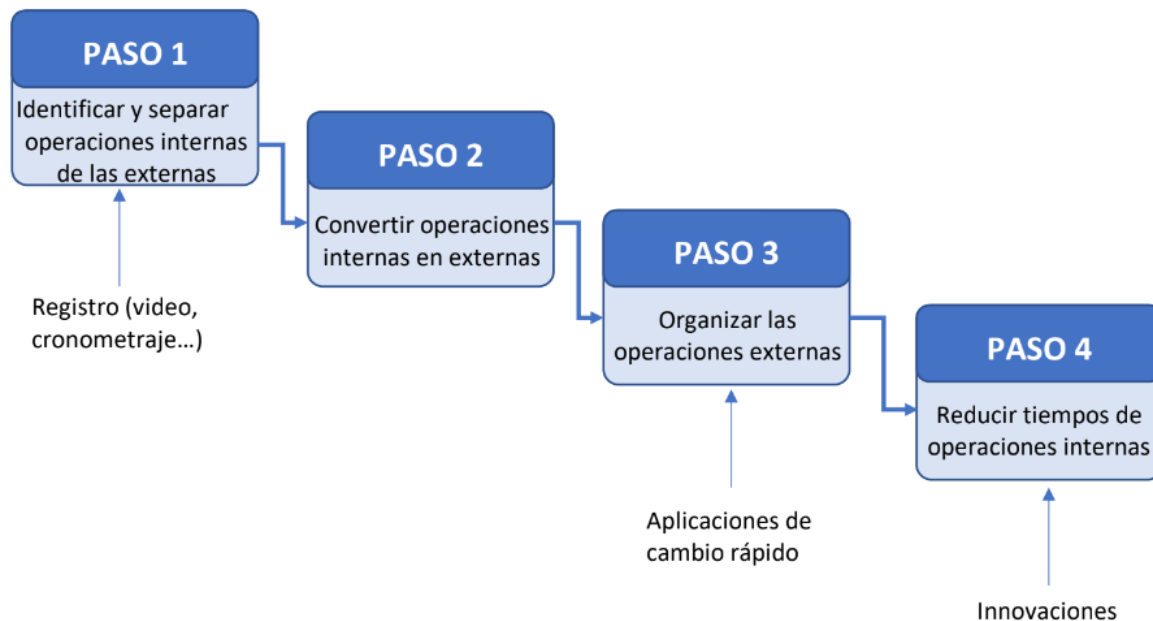
2.3.4 Cuarta Fase

La cuarta y última fase es la de reducir el tiempo de las actividades internas.

Esta fase consiste básicamente en reducir al mínimo los procesos de ajuste. Se considera que este tipo de procesos constituye entre el 50% y el 70% de las operaciones de preparación interna. Uno de los mejores métodos de reducción corresponde a la estandarización de las características de los sistemas de sujeción de los elementos móviles de las máquinas o la estandarización en el diseño y fabricación de matrices (salida de chatarra estandarizada, alturas, topes, etc.). Este tipo de mejoras suele suponer una mayor inversión económica, ya que, suelen ser mejoras técnicas y muchas de ellas suelen ser mejoras de última tecnología que suelen tener un coste mayor.

Figura 8

Fases de la metodología SMED



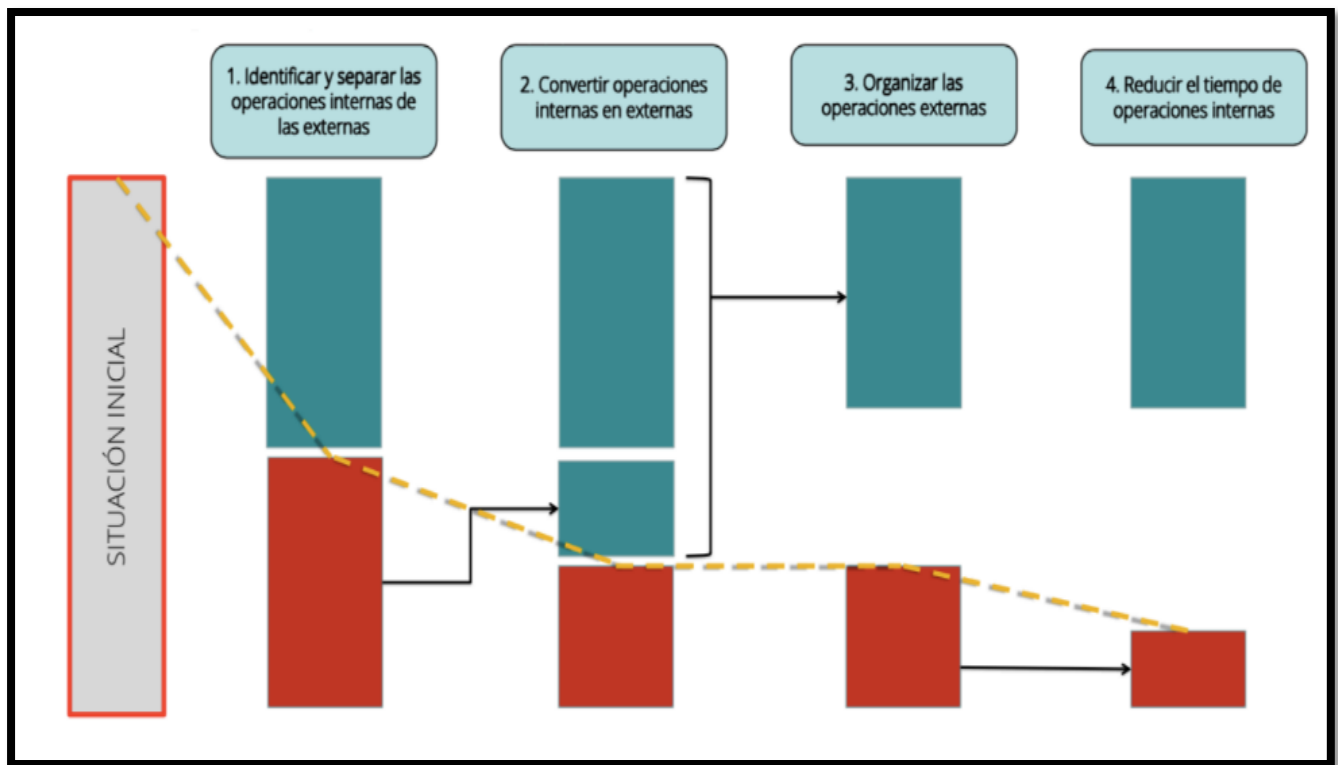
Nota * Rajadell Carreras M, Sanchez García L (2010). Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad. Madrid: Diaz de Santos. 259 p. ISBN: 978-84-7978-967-1.

Una vez finalizado la implantación de las fases de SMED aún tenemos acciones importantes para poder mantener todas las mejoras obtenidas. Es importante Documentar el nuevo proceso mejorado a través de un procedimiento robusto, videos formativos para nuevos operarios, elementos y materiales a utilizar, etc. Además, lo más importante es poder darle Sostenibilidad y que las mejoras perduren en el tiempo, porque si no, el trabajo habrá sido en vano.

Estandarización del nuevo proceso mejorado, intentando independizar el método y tiempo obtenido del equipo de trabajo que lo realiza. Y también es importante poder extender la experiencia a otros equipos en otras prensas y crear una cultura de mejora continua.

Figura 9

Grafica de las fases del SMED



Nota * Shingo S (2003). Una revolución en la producción: el sistema SMED. 4ª edición. Madrid: Tecnologías de Gerencia y Produccion. 432 p. ISBN: 978-84- 87022-02-9.

2.3.5 Efectos del SMED

El SMED tiene efectos muy positivos tanto a nivel de producción como a nivel de equipo de trabajo.

A nivel de producción los efectos que puede ocasionar el SMED es la capacidad de fabricar en pequeñas series y alta diversidad, uso más eficiente de la planta de fabricación, facilita la multifuncionalidad del operario y el incremento de la productividad.

En nuestro equipo de trabajo puede ocasionar reducción de errores, simplificación y estandarización de tareas y áreas de trabajo, un incremento en la flexibilidad de producción, una mejora del nivel de entrenamiento y capacitación de los operarios, una mejora de la organización del entorno de trabajo y mejora de la actitud de los trabajadores.

Los beneficios Del método SMED para los trabajadores:

División de trabajo: La división del trabajo hace referencia al número de tareas distintas en que se distribuye el trabajo necesario para la producción de un bien o servicio, tareas que han de ser realizadas por distintos trabajadores especializados en cada una de ellas. La división del trabajo tiene varias características que permiten aumentar la producción de la en general, al aprovechar todas las capacidades del trabajador y los recursos disponibles.

Diferencia de capacidades: Cada persona posee características propias que le permiten ser mejor en algunas actividades que en otras. La división del trabajo permite que las personas se ocupen de aquella actividad en la cual son buenos y no pierdan tiempo y esfuerzo realizando también otras actividades que otras personas podrían hacer mejor.

Aprendizaje por medio de la experiencia: En caso de existir dos personas con las mismas capacidades, el dedicar a una persona a realizar una actividad hace que ésta se vuelva especialista en llevarla a cabo, pues al ocuparse en una sola tarea le permite desarrollar destrezas y descubrir mejores técnicas que simplifiquen el trabajo, lo que no ocurre si la persona se ocupa también de otras actividades.

- **Ahorro de tiempo:** Cuando el trabajador está dedicado permanentemente a una sola tarea evita la pérdida de tiempo por el paso de un trabajo a otro. La división del trabajo se hace cada vez más indispensable dado que las economías modernas se enfocan cada vez más en el aumento de la producción a través de la eficiencia y para lograr esto, se debe lograr la especialización de las actividades.

Sin embargo, llevar una división del trabajo al exceso también puede resultar perjudicial, ya que el hecho de que una persona realice una sola tarea en su trabajo puede hacer que éste se convierta en algo monótono y aburrido y pierda sentido, además la especialización excesiva no permite el desarrollo de la persona.

Debido a esta situación actualmente la empresa está promoviendo programas de rotación periódica de labores, generando de esta manera mayor flexibilidad y participación de los trabajadores en sus actividades.

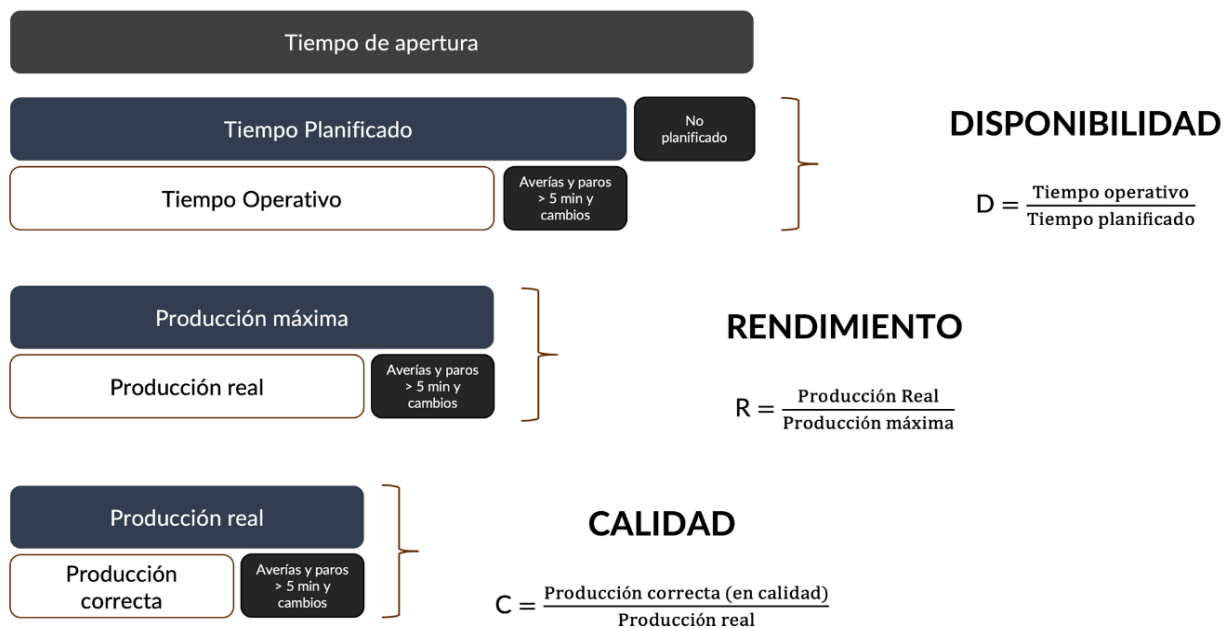
2.4 El OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficacia Global de Equipos Productivos)

Definición

Es una razón porcentual que permite medir la eficiencia productiva de la maquinaria industrial, la ventaja de este métrico respecto a otras razones es que logra medir, en un único indicador, todos los parámetros fundamentales en la producción industrial: la disponibilidad, la eficiencia y la calidad.

Figura 10

Formula y aplicación de la OEE



$$OEE = D \times R \times C = \text{DISPONIBILIDAD} \times \text{RENDIMIENTO} \times \text{CALIDAD}$$

Nota * Bañegil TM (1993). El sistema just in time y la flexibilidad de la producción. Madrid:

Pirámide. 262 p. ISBN: 978-84-368-0731-6.

Del análisis de las tres razones que forman el OEE, es posible conocer si lo que resta para alcanzar el 100% se debe a falta de disponibilidad (las máquinas estuvieron paradas cierto tiempo), eficiencia (las máquinas estuvieron funcionando a menos de su capacidad total o nominal) o calidad (se produjeron unidades defectuosas). El OEE es la mejor métrica disponible para optimizar los procesos de fabricación y está relacionada directamente con los costes de operación. El indicador OEE informa sobre las pérdidas y cuellos de botella del proceso y enlaza la toma de decisiones financieras y el rendimiento de las operaciones de planta, ya que permite justificar cualquier decisión sobre nuevas inversiones.

Además, las previsiones anuales de mejora del índice OEE permiten estimar las necesidades de personal, materiales, equipos, servicios, etc. de la planificación anual. Finalmente, esta métrica es necesaria para complementar los requerimientos de calidad y de mejora continua exigidos por la certificación ISO 9000:2000.

El OEE considera 6 grandes pérdidas:

1. Paradas/Averías.
2. Configuración y Ajustes.
3. Pequeñas Paradas.
4. Reducción de velocidad.
5. Rechazos por Puesta en Marcha.
6. Rechazos de Producción.

Las dos primeras, Paradas/Averías y Ajustes, afectan a la Disponibilidad. Las dos siguientes, Pequeñas Paradas y Reducción de velocidad, afectan al Rendimiento y las dos últimas, Rechazos por puesta en marcha y Rechazos de producción afectan a la Calidad

Cálculo del OEE

El OEE resulta de multiplicar tres razones porcentuales: la Disponibilidad, la Eficiencia y la **Calidad.**

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

Disponibilidad

Es un valor entre 0 y 1 que suele ser expresado porcentualmente. Incluye:

- Pérdidas de Tiempo Productivo por Paradas.

Es el resultado de dividir el tiempo que la máquina ha estado produciendo o Tiempo de Operación: TO por el tiempo que la máquina podría haber estado produciendo. El tiempo que la máquina podría haber estado produciendo o Tiempo Planificado de Producción: TPO es el tiempo de producción total menos los periodos en los que no estaba planificado producir por paradas planificadas, es decir, mantenimientos programados, espacios para las comidas, días festivos.

$$\text{Disponibilidad} = (\text{TO} / \text{TPO}) \times 100$$

$$\text{TPO} = \text{Tiempo Total de trabajo} - \text{Tiempo de Paradas Planificadas}$$

$$\text{TO} = \text{TPO} - \text{Paradas y/o Averías}$$

Rendimiento

Esta razón porcentual incluye:

- Pérdidas de velocidad por pequeñas paradas.
- Pérdidas de velocidad por reducción de velocidad.

El Rendimiento es el resultado de dividir la cantidad de piezas realmente producidas entre la cantidad de piezas que se podrían haber producido.

La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción nominal de la máquina.

Tales como:

Capacidad Nominal (Machine Capacity, Nameplate Capacity, Ideal Run Rate, Theoretical Rate):

Es la capacidad de la máquina o línea declarada en la especificación (DIN 8743). Se denomina también Velocidad Máxima u Óptima equivalente a Rendimiento Ideal (Máximo / Óptimo) de la máquina o línea.

Se mide en Número de Unidades / Hora, en lugar de utilizar la Capacidad Nominal se puede utilizar el Tiempo de Ciclo Ideal.

Tiempo de Ciclo Ideal (Ideal Cycle Time, Theoretical Cycle Time):

Es el mínimo tiempo de un ciclo en el que se espera que el proceso transcurra en circunstancias óptimas.

Tiempo de Ciclo Ideal = 1 / Capacidad Nominal

La Capacidad Nominal o tiempo de Ciclo Ideal, es lo primero que debe ser establecido y generalmente es proporcionada por el fabricante, aunque suele ser una aproximación, ya que puede variar considerablemente según las condiciones en que se opera la máquina o línea. La capacidad nominal debe ser determinada para cada producto (incluyendo formato y presentación). Esta razón tiene en cuenta todas las pérdidas de velocidad (breakdowns). Se mide en tanto por uno o tanto por ciento del ciclo o capacidad reales con respecto a la ideal.

Rendimiento = Tiempo de Ciclo Ideal / (Tiempo de Operación / N.º Total Unidades)

O

Rendimiento = N.º Total Unidades / (Tiempo de Operación x Velocidad Máxima)

El Rendimiento es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

CALIDAD

Esta razón incluye:

- Pérdidas por Calidad.

Disminuye la pérdida de velocidad. El tiempo empleado para fabricar productos defectuosos debe ser estimado y sumado al tiempo de Paradas (Downtime), ya que durante ese tiempo no se fabrican productos conformes. Por tanto, la pérdida de calidad implica dos tipos de pérdidas

- Pérdidas de Calidad = Número de unidades mal fabricadas.
- Pérdidas de Tiempo Productivo = Tiempo empleado en fabricar las unidades defectuosas.

Y adicionalmente, en función de si las unidades son o no válidas para ser reprocesadas, incluyen: Tiempo de reprocesado y Coste de tirar, reciclar, etc. las unidades defectuosas.

Se tiene en cuenta todas las pérdidas de calidad del producto. Se mide en tanto por uno o tanto por ciento de unidades no conformes con respecto al número total de unidades fabricadas.

N.º de unidades Conformes Calidad (Q) =

N.º de unidades Conformes/N.º unidades Totales

En ocasiones, las unidades fabricadas No Conformes pueden ser reprocesadas y pasar a ser unidades Conformes. La OEE sólo considera como Buenas las que salen conformes la primera vez, no las reprocesadas. Por tanto, las unidades que posteriormente son reprocesadas deben considerarse Rechazos, es decir, malas.

Por tanto, la Calidad resulta de dividir las piezas buenas producidas por el total de piezas producidas incluyendo piezas retrabajadas o desechadas.

La Calidad es un valor entre 0 y 1 por lo que se suele expresar porcentualmente.

2.5 Metodología 5S

La metodología 5S surge en Japón, su nombre viene designado por la primera letra del nombre de sus cinco etapas, y se inicia con Toyota en los años 60 para conseguir lugares de trabajo más limpios, ordenados y organizados. Surgió tras la segunda guerra mundial por la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros con el objetivo de mejorar la calidad y eliminar obstáculos a la producción eficiente. En un principio se aplicó al montaje de automóviles, pero en la actualidad tiene aplicación a muchos más sectores, empresas y puestos de trabajo. Varios estudios estadísticos demuestran que aplicar las primeras 3S da lugar a resultados tan interesantes como el crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallos, el crecimiento del 10% en fiabilidad del equipo, la reducción del 70% del número de accidentes y una reducción del 40% en costos de mantenimiento.

Concepto

De acuerdo con el Manual para la implementación sostenible de las 5S, el autor menciona que el concepto: Se denominan como las “5S”, por estar basadas en la aplicación de cinco (5) conceptos o principios de acción, cuyos términos originales en el idioma japonés comienzan con la letra S. Estos principios, una vez aplicados al ambiente de trabajo, generan transformaciones físicas que impactan positivamente la productividad de las operaciones que se ejecutan el mismo.

Objetivos

- Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo.
- A través de un entorno de trabajo ordenado y limpio, se crean condiciones de seguridad, de motivación y de eficiencia.
- Eliminar los despilfarros o desperdicios de la organización.
- Mejorar la calidad de la organización.

Ventajas

1. La implementación 5S se basa en trabajo en equipo:

Permite incluir a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento en el puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen, se valora sus aportaciones y conocimiento; la mejora continua se hace una tarea de todos.

2. Manteniendo y mejorando el nivel de 5S se consigue una mayor productividad:

- Menos productos defectuosos.
- Menos averías. Menos accidentes.
- Menor nivel de existencia o inventarios.
- Menor movimiento y traslados inútiles.
- Menor tiempo para el cambio de herramientas.

3. Mediante la organización, el orden y la limpieza, se logra un mejor lugar de trabajo para todos, pues se consigue:

- Más espacio
- Satisfacción por el lugar en que se trabaja.
- Mejor imagen ante los clientes.
- Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.
- Mayor cooperación y trabajo en equipo.
- Mayor conocimiento del puesto de trabajo.

Tabla 3

Principios de la metodología de las 5S

“S”	Definición
SEIRI	Separar claramente las cosas necesarias e innecesarias y abandonar estas últimas: para practicar el seiri, se utilizan las etiquetas rojas rectangulares para que dentro de la fábrica solo permanezcan las cosas necesarias.
SEITON	Disponer ordenadamente e identificas las cosas para su fácil utilización: en el contexto de las cinco S, significa ordenar los materiales de forma que todo el mundo pueda encontrarlos con rapidez.
SEISO	Limpiar a fondo y mantener el orden y la limpieza: Este es un proceso de limpieza a fondo en la cual se barre con una escoba una zona y luego se limpia con un paño.
SEIKETSU	Mantener constantemente las 3s antes mencionadas: mantener un lugar de trabajo limpio, sin desechos, ni fugas de aceite es la actividad de seiketsu.
SHITSUKE	Hacer que los trabajadores adquieran la costumbre de ajustarse siempre a las reglas: el shitsuke es la disciplina más importante de las 5s. Por tanto, la persona que enseña a otras debe mostrar en primer lugar un comportamiento ejemplar.

Nota * Fuente: Senlle, A. (1994). Enciclopedia de Excelencia y Calidad Total. España: Gestion 2000.

Las 5S tiene por objetivo realizar cambios ágiles y rápidos en una visión a largo plazo en la que participan activamente todas las personas de la organización para idear e implementar sus mejoras. Es determinante la implicación y participación de todos los niveles de la organización, sobre todo de la dirección y gerencia. Las 5S aumentan el control visual de nuestros recursos y estandarizan nuestros estados óptimos de trabajo. Con ellas, logramos minimizar nuestros despilfarros y elementos innecesarios, mejorando así, la generación de valor en nuestros productos y servicios. Las 5s ayudan a conseguir la obtención de certificaciones (ISO, OSHAS, SQAS...) siendo valoradas positivamente en sus auditorías.

2.6 Tiempos muertos

Los tiempos muertos son procesos lentos, costosos en términos de inventario que se debe mover, contar almacenar o recuperar. Los tiempos muertos bajos en un proceso reducen los costos de operación y el inventario u obsolescencia al mismo. Reducir los tiempos muertos de un proceso y la variación presente en el tiempo que toma completar un proceso es tan importante como mejorar la calidad de un producto o un servicio.

Los tiempos muertos son el periodo en el que se no se está realizando un trabajo útil. Es muy importante, por ejemplo, en el caso de tareas que no pueden empezarse hasta que se terminan otras. Los recursos humanos o materiales están inactivos hasta que finalizan las tareas precedentes. Esto supone un costo e ineficacia del proceso productivo.

También se producen tiempos muertos por causas consideradas inevitables, por ejemplo, por avería de una máquina. Es importante medir su duración y su frecuencia, muchos tiempos muertos breves son perjudiciales como un tiempo muerto largo.

Durante un tiempo muerto, un operador no puede realizar su trabajo, por consiguiente, no puede completar su carga de trabajo de manera correspondiente. Todo esto se traduce en costo para la empresa y retraso en la entrega de producto. Los tiempos muertos dan lugar al incumplimiento de los plazos de entrega, defectos en el producto, gastos en reparación y disminución de la productividad y la calidad. Si los tiempos muertos se vuelven frecuentes, se genera una necesidad de crear un stock de seguridad y lotes más grandes que crean un incremento de costos de almacenaje, gestión y además necesitan más espacio.

Origen de los tiempos muertos

El origen principal de que existan los tiempos de muertos o tiempos ociosos son:

Una línea de producción con mal diseño; averías frecuentes en las maquinas, transporte lento de las unidades producidas; unidades defectuosas frecuentes; tomar inventario; tiempos de preparación o ajuste a los equipos; puesta en marcha de máquinas sin conocimiento previo de estas; perdida velocidad por mal funcionamiento; falta de materia prima; material defectuoso; ordenes de trabajo equivocado o mal gestionado; mala capacitación a operadores; malas decisiones de los operadores.

Que los tiempos ociosos afectan diariamente al trabajador, algunas consecuencias son:

Los operadores no cumplen con su tarea diaria; por lo que no pueden salir temprano; mayor estrés para el operador, pues la carga de trabajo aumenta; descontento del operador por no poder acabar su trabajo cuando puede no ser su culpa. Para lograr lo anterior, se necesita que los operadores están perfectamente capacitados en el funcionamiento interno de la maquina y estén atentos con todos sus sentidos en irregularidades con la máquina. De igual manera describe que los tiempos muertos en los procesos productivos es uno de los desperdicios más frecuentes dentro de las organizaciones, y aunque existen herramientas para su reducción, las organizaciones generalmente no las usan por desconocimiento o por resistencia al cambio. Los tiempos muertos generan altos costos dentro de la operación y provoca que la productividad no sea la esperada, ya que puede crear perdidas de calidad en el producto final o pérdidas económicas para la empresa.

Causas de tiempos muertos

Causas exógenas: Están relacionadas con factores vinculados al proceso de producción (averías, reparaciones, etc.), que no son imputables al trabajador, y que suponen un costo para la empresa pues siguen devengándose los salarios y las cargas sociales.

Causas externas: Están relacionadas con el trabajador, bien sean de manera voluntaria, como la disminución del rendimiento por falta de motivación, o involuntarias, como el menos rendimiento por falta de conocimientos sobre la labor a desarrollar.

Los tiempos muertos se deben a la falta de planeación estratégica de las actividades que tengan que realizar los trabajadores, en los cuales muchas veces se encuentran físicamente, pero sin realizar actividad alguna; esos tiempos muertos también pueden darse en costosas máquinas, equipo de transporte o de oficina, que solo tienen una ocupación parcial. Así mismo afirma que tristemente en nuestro medio los tiempos muertos representan la causa más grande de improductividad, y son característica de las empresas ubicadas normalmente en países subdesarrolladas.

CAPITULO 3 DESARROLLO

3.1 Procedimiento y descripción de las actividades

3.1.1 Fase Preliminar: Procesamiento de datos históricos de tiempos muertos

Cogne México cuenta con un registro producción y tiempos muertos dentro de su planta de producción, el cual tiene diferentes indicadores, este formato se va llenando de manera diaria por cada orden lanzada durante los dos turnos que esta activa la máquina de trefilado.

Dicho formato nos sirve como un registro histórico ya que cuenta con los tiempos de disponibilidad de la maquina presente en todas las ordenes de producción lanzadas, el llenado de este formato lo hacen los operarios y es supervisado para su correcta transcripción por el supervisor a cargo.

Justo en este formato se puede apreciar con anterioridad todos los paros de maquina por diferentes situaciones, cambio de orden, situaciones mecánicas, eléctricas, materiales, etc.

Dentro del registro existe nuestro interés de enfocarse en el histórico de tres meses del año en curso, tomando como muestra el mes de abril, mayo y junio tal como se puede apreciar en la figura 10. Es preciso sacar el promedio generado en este lapso el cual nos arroja como resultado un promedio total de **109 minutos con 79 segundos (1.81 hrs)**, a esto debe recalcarce que para la realización de un cambio de herramental dentro de este registro histórico se cuenta con el apoyo del operador y el auxiliar.

Captura del reporte de producción y tiempos muertos de la empresa

Tpo de tiempo Perdido					
Fecha	Sobran	Cambio de Diametro (Minutos)	Explique claramente la causa/ Diametro	Mecánico (Minutos)	Explique
20/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
21/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
22/06/2024		40	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
22/06/2024		20	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
22/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
26/06/2024		30	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
26/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
27/06/2024		150	Cambio de Orden y ajuste de máquina, arranque de linea		
27/06/2024		30	Cambio de Orden y ajuste de máquina	120	Ajustes generales por problema
27/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
28/06/2024		120	Cambio de Orden y ajuste de máquina		
109.7916667					

Nota * Adaptado del reporte de producción y tiempos muertos de la empresa Cogne Mexico

3.1.3 Tiempos muertos por problemas de herramental

El análisis de esta información resalta la falta de organización de la herramienta manual que se les brinda a cada operador, así como también un mal habito haciendo que en varias ocasiones no se reporta situaciones de mal funcionamiento o extravío a su jefe directo, haciendo que se trabaje con mayor esfuerzo o demorando más en la realización de cada tarea.

Figura 12

Tiempos muertos por problemas de herramental

 Tipo de tiempo Perdido								
Fecha			Cambio de Diametro		Mecánico (Minutos)		Eléctrico (Minutos)	
(dia/mes/año)	Co	Sobran	(Minuto)	Explique claramente la causa/ Diametro		Explique claramente la causa/Mecánico		
10/04/2024			120	Cambio de Orden y ajuste de máquina, arranque de línea	150	Acciones y ajustes fortuitos en la biseladora		
12/04/2024			30	Cambio de Orden y ajuste de máquina	50	Acciones y ajustes fortuitos en la biseladora		
13/04/2024			30	Arranque de línea	120	Acciones y ajustes fortuitos en la granalladora		
15/04/2024					40	Fallo en la cizalla de la maquina		
16/04/2024			60	Se atora material desde la cortadora	60	Acciones y ajustes fortuitos en la biseladora		
22/04/2024			30	comida de operador	40	Ajustes generales por problemas en producto		
25/04/2024			30	Comida de operador	50	Ajustes generales por problemas en producto		
03/05/2024			30	Arranque de línea	30	falla constante de cizalla, no realiza el corte		
18/05/2024			30	Arranque de línea	120	Acciones y ajustes fortuitos en la granalladora		
24/05/2024					40	Falla en flejadora de atados		
17/06/2024			150	Cambio de Orden y ajuste de máquinaCambio de Orden y ajuste de máquina	50	Acciones y ajustes fortuitos en la biseladora		
19/06/2024					30	Ajustes generales por problemas en producto		
27/06/2024			30	Cambio de Orden y ajuste de máquinaCambio de Orden y ajuste de máquina	120	Ajustes generales por problemas en producto		
27/06/2024					60	Ajustes generales por problemas en producto		

Nota * Adaptado del reporte de producción y tiempos muertos de la empresa Cogne México.

3.1.4 Tiempos muertos por búsqueda de materia prima.

Este análisis nos resalta que el tiempo promedio requerido para la búsqueda de materia prima (alambrón) al momento de abastecer una nueva orden de producción donde justamente en la mayoría de las veces se realiza el cambio de herramental en la maquina de trefilado, es de 56 minutos con 25 segundos.

Figura 13

Tiempos muertos por búsqueda de materia prima

AI1388				=PROMEDIO(AH843:AH1047)			
	A	AG	AH	AI			
1							
2							
3							
4							
	Fecha	Material					
5	(dia/mes/año)	Explique claramente la causa/Eléctrico		Explique claramente la causa/Material			
986	29/05/2024			60	Busqueda e ingreso de materia prima		
995	03/06/2024			40	Busqueda e ingreso de materia prima		
004	05/06/2024			40	Busqueda e ingreso de materia prima		
008	06/06/2024			40	Busqueda e ingreso de materia prima		
009	06/06/2024			50	Busqueda e ingreso de materia prima		
013	08/06/2024			40	Busqueda e ingreso de materia prima		
022	12/06/2024			50	Busqueda e ingreso de materia prima		
039	17/06/2024			50	Busqueda e ingreso de materia prima		
042	18/06/2024			30	Busqueda e ingreso de materia prima		
047	19/06/2024			40	Busqueda e ingreso de materia prima		
387							
388					56.25		

Nota * Adaptado del reporte de producción y tiempos muertos de la empresa Cogne México.

3.1.5 Generación del plan de acción (PDCA)

Otra acción importante antes de iniciar el proyecto es la creación de un Plan de acciones (PDCA) donde se pueda realizar un seguimiento de la metodología. En el cual se determinarán acciones, fecha prevista de implementación de la acción, fecha real de finalización de la acción, responsable y resultado.

Tabla 4

Formato PDCA

PRIORIZACION TAREA	% AVANCE	FECHA APUNTE	REFERENCIA O MAQUINA	CONCEPTO	PLAN DE ACCIONES (PDCA)
2	100%	03/09/2024	General	Adaptación	Alcance del proyecto, número de actividades a incorporar al SMED
2	100%	03/09/2024	Trefiladora de barras	Equipo de Smed	Se decide que en esta máquina el SMED se realice con el operario y su auxiliar
2	100%	03/09/2024	Trefiladora de barras	Procedimiento	No existe procedimiento definido del SMED
3	68%	04/10/2024	Trefiladora de barras	Establecer STD	Empezar a establecer tiempos de STD en cada actividad
2	50%	03/09/2024	Trefiladora de barras	Equipo SMED	No disponemos de equipo montador con dos personas en la maquina
2	100%	03/09/2024	General	KPIS	No existen claramente definidos los KPIS SMED (Definir Reunión)
2	100%	04/10/2024	Trefiladora de barras	KPIS	Inicio de seguimiento de cumplimiento del SMED, reuniones SMED de forma semanal

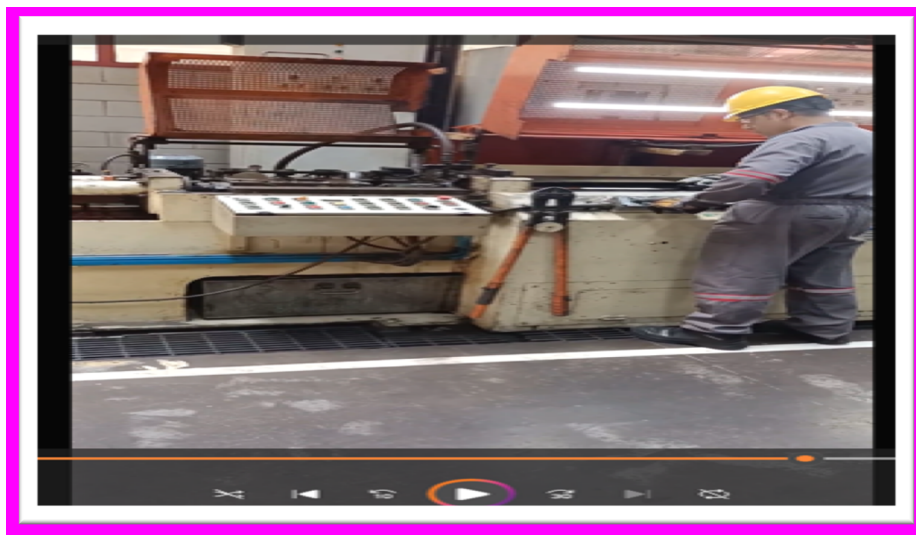
1.2 Fase 1: Diagnostico, clasificación y cuantificación de las actividades y tiempos que toma el proceso de cambio de herramientas.

3.2.1 Análisis del video filmado.

En esta fase se observó el proceso de cambio de herramental en la máquina trefiladora de barras, durante en turno de la mañana y de la tarde, a fin de analizar el método empleado por cada uno de los grupos que se conforman en cada rotación que maneja la planta, estos se componen de operador y auxiliar cada uno, esta fase permitió determinar que durante un cambio de diámetro cada grupo tenía formas diferentes de realizar el trabajo y que a pesar de que las actividades eran las mismas, la forma de distribuir las entre el operario y el auxiliar era diferente, al igual que el orden de ejecución. Se realizó la filmación del cambio de herramientas en los diferentes grupos del cuadro de rotación como soporte a las observaciones realizadas, con base en las filmaciones se realizó el análisis del proceso actual.

Figura 14

Filmación del cambio de herramental



Nota * Material de elaboración propia

3.2.2 Análisis y toma de tiempos del cambio de herramientas.

Se identificaron las actividades necesarias para realizar el cambio y se clasificaron los desplazamientos de éstas entre los que generan y los que no generan valor al proceso. Se obtuvo como resultado la siguiente lista de actividades junto con los tiempos en cada una en base a las observaciones del cambio de herramental:

Tabla 5

Análisis de actividades

Operación	Subtarea	Momento de Inicio	Momento de finalización	Duración (min)
Paro de maquina		0	6.15	3.05
	Retiro del último atado	0	3.1	3.1
	Anotaciones finales y revisión de nueva OP	3.1	4.58	1.48
	Desprogramar MAC	4.58	5.47	0.89
	Preparar orden de trabajo	5.47	6.15	0.68
Preparar MP		6.15	31.15	20.79
	Bajar mástil y separar rollo de MP	6.15	10.36	4.21
	Ir por la flejadora al punto de trefilado de barras	10.36	11.37	1.01
	Flejar el rollo a desmontar	11.37	14.1	2.73
	Dejar la flejadora en el punto de barras	14.1	15.54	1.44
	Retiro de dado	15.54	17.22	1.68
	Ajustar banco de tiro	17.22	17.48	0.26
	Aflojar rodillos	17.48	19.3	1.82
	Pulir rodillos del Skin Pass	19.3	24.56	5.26
	Buscar la OP para revisar tolerancias de longitud	24.56	25.27	0.71
	Indicar N. de biseles en el panel	25.27	28	2.73
	Ajustar el artalon del skin pass	28	29.48	1.48
	Dejar herramental	29.48	30.44	0.96
	Aflojar rodillos de entrada	30.44	31.15	0.71
Retirar rollo de MP		31.15	37.07	1.60
	Anotar datos de consumo de MP (sobrante)	31.15	35.47	4.32
	Acercarse al punto de barras	35.47	37.07	1.60
Colocar nuevo rollo de MP		37.07	44.43	5.37

Montar rollo y retirar y desechar flejes	37.07	39.06	1.99
Anotar el registro del rollo de MP en el entregador	39.06	40.36	1.30
Enderezar entregador	40.36	41.26	0.90
Sacar punta y pulir alambrón	41.26	44.43	3.17
Ajuste de maquina	44.43	80.31	31.96
Introducir el alambrón a los rodillos de pre enderezado	44.43	48.35	3.92
Prueba de corrida	48.35	49.43	1.08
Cambiar dados en el Almacén	49.43	55.06	5.63
Cierre de puertas de entregador	55.06	56.2	1.14
Colocar y ajustar dado	56.2	57.45	1.25
Ajustar velocidad	57.45	58.12	0.67
Prueba y ajuste en el banco de tiro	58.12	64.27	6.15
Ajuste de rodillos	64.27	66.24	1.97
Elección de barras patrón	66.24	67.17	0.93
Ajustar Parámetros del MAC	67.17	70.23	3.06
Ajustar Rodillos Horizontales	70.23	71.3	1.07
Corrida de prueba final	71.3	74.24	2.94
Ajustar máquina de acuerdo con las primeras barras de salida	74.24	77.47	3.23
Aseguramiento del skin Pass	77.47	78.46	0.99
Ir al punto de trefilado de barras	78.46	79.35	0.89
Reajustar parámetros en el entregador	79.35	79.52	0.17
Sacar primera barra	79.52	80.31	0.79
Asegurar requerimientos de la orden	80.31	106.07	25.03
(llevar muestra a liberar) ir por carpeta de calidad	80.31	81.04	0.73
Medir diámetro de la barra con el micrómetro	81.04	81.22	0.18
Anotar las medidas en la hoja para calidad	81.22	82.26	1.04
Cortar muestras	82.26	83.41	1.15
Anotaciones finales	83.41	85.11	1.70
Ir a dejar la orden al laboratorio de calidad	85.11	86.28	1.17
Bajar guardas de seguridad y preparar maquina	86.28	88.47	2.19
Ajuste en entregador	88.47	91.02	2.55
medición de longitud final de la barra	91.02	91.41	0.39
Liberación de orden	91.41	106.07	14.66

Nota * Elaboración propia

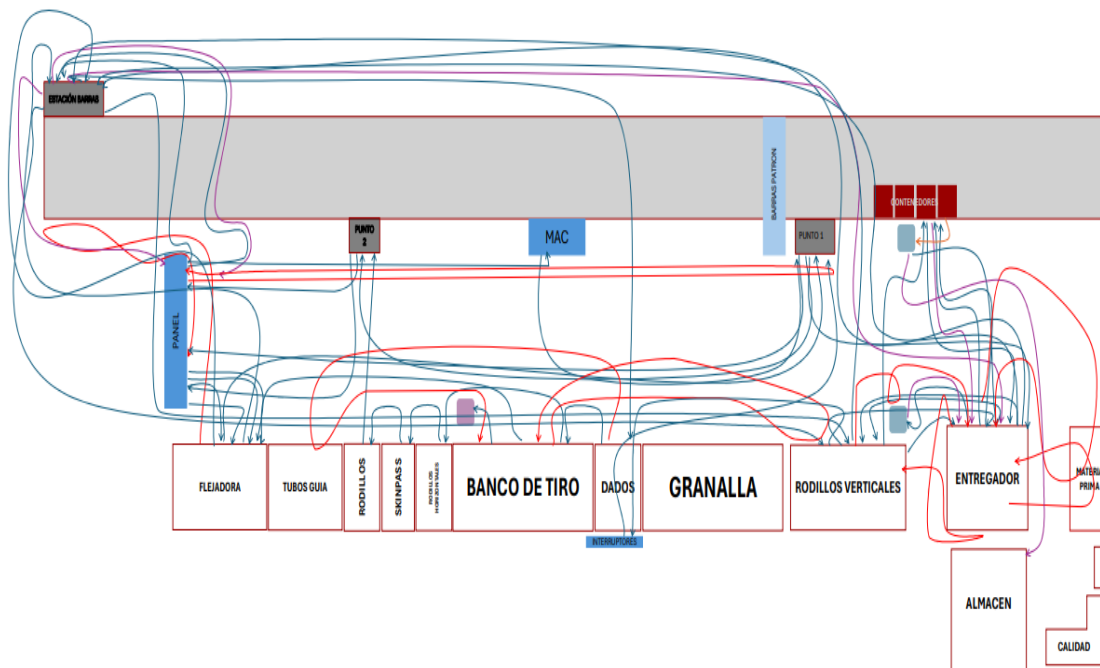
3.2.3 Diagrama de espaguete

Para la clasificación de los desplazamientos entre los que aportan y no aportan valor, se realizó un diagrama de espaguete trazando cada movimiento que realizaban los operarios durante el cambio de herramientas.

Se identificó y depuraron los movimientos que no aportaban, trazando únicamente los que eran necesarios de realizar al momento de generar el cambio obteniendo el siguiente resultado:

Figura 15

Diagrama de espaguete



Nota * Elaboración propia haciendo referencia al video de filmación

3.2.4 Listado de herramientas manuales para ajuste de máquina.

Así mismo se identificó el herramental manual que manejan los operadores para el ajuste de la máquina, resaltando cierto desgaste y/o extravió en algunos casos, perjudicando directamente la producción ya que esta situación demora más tiempo poder ejercer su correcta labor al momento del cambio de diámetro.

Figura 16

Estado de los herramientas

		Herramientas para el cambio de diametro en la trefiladora de barras		
Departamento: Produccion		Fecha:		Mejora
Area: Trefilado de Barras		Hecho por: Geovanni Ernesto Baños Salinas		
	Nombre	Si	No	Observaciones
1	Cizalla	X		Equipo con bastante desgaste, requiere mayor esfuerzo para cortar diametros gruesos
2	Juego de llaves allen		X	Juego milimetrico incompleto por perdidas
3	Dos llaves españolas de 24 mm	X		
4	2 llaves españolas de 36 mm	X		
5	Llave española de 30 mm	X		
6	Maneral con dado de 30 mm	X		
7	Llave española de 19 mm	X		
8	Llave de matraca de 13 mm	X		
9	Llave allen 14 mm y 12 mm	X		
10	Martillo de bronce	X		
11	Llave Stilson		X	Equipo de producccion solicita prestamo a mantenimiento cada vez que se ocupa
12	Pinzas Extensibles	X		
13	Pinzas de presion	X		
14	Smeril para sacar punta de alambren y otro para pulir rodillo	X		El smeril para dacar punta del alambren presenta desgaste, generando mas tiempo el llevar a cabo el proceso de entrada de MP
15	Cortador hidraulico	X		Falla al cortar

Nota * Listado de elaboración propia

Se solicitó el apoyo de mantenimiento para el aceite que le hacía falta al cortador hidráulico para que este ejerciera bien su función, así mismo se reemplazó la cizalla que manejan en la trefiladora para que el uso sea el adecuado y no se pierda tiempo en el cambio de orden. En cuanto a las herramientas faltantes se ejerció un alta para su pedido y estarán a la espera a que estas lleguen en su debido momento.

Figura 17

Reposición de la cizalla manual



Nota * Adaptado de la maquina de trefilado de barras en Cogne México (Fotografía) Elaboración propia

Fase 2: Identificación y separación de las actividades internas y externas que forman parte del proceso de cambio de herramental

En esta fase se realizó la separación de las actividades, las “Actividades Internas” son aquellas que debían realizarse con la máquina detenida y las “Actividades Externas” son aquellas que se realizan con la máquina en marcha. Este análisis conlleva a la repartición de actividades que deberá tener el operador y su auxiliar estimando un ahorro de tiempo de **00:15:36** minutos con la separación de actividades sumando un total de **00:22:88** por la repartición de actividades que tendrá que hacer el auxiliar.

Figura 18

Separación de actividades internas y externas en el trefilado

		SEPARACIÓN DE ACTIVIDADES (TREFILADORA DE BARRAS)				PLAN SMED	
N	Acciones del operador	I/E	T. Real			Acciones del auxiliar	I/E
			Parcial	Acomulado	Ahorro		
1	Anotaciones finales y revision de la nueva OP	Externa	00:01:48	00:01:48	00:01:48	Retiro del ultimo atado	Interna
2	Desprogramar MAC	Interna	00:01:01	00:02:49	00:02:49	Preparar la flejadora	Externa
3	Preparar orden de trabajo	Externa	00:02:12	00:05:01	00:05:01	Dejar la flejadora	Interna
4	Bajar mastil y separar rollo	Interna	N/A	N/A	N/A	Retirar rollo de MP	Interna
5	Flejar el rollo a desmontar	Interna	N/A	N/A	N/A	Colocar rollo de MP	Interna
6	Retirar Dado	Interna	00:04:32	00:09:33	00:09:33	Anotar datos de MP sobrante	Externa
7	Ajustar banco de tiro	Interna	N/A	N/A	N/A	Ajustar artalon	Interna
8	Aflojar rodillos	Interna	N/A	N/A	N/A	Dejar herramental	Interna
9	Pulir rodillos del skin pass	Interna	N/A	N/A	N/A	Sacar punta al alambren	Interna
10	Revisar tolerancias de longitud	Interna	N/A	N/A	N/A	Introducir punta de MP	Interna
11	Indicar N. de biseles en panel	Interna	N/A	N/A	N/A	Asegurar entregador	Interna
12	Aflojar rodillos de entrada	Interna	N/A	N/A	N/A	Seleccionar barras patron	Interna
13	Montar rollo de MP	Interna	N/A	N/A	N/A	Ajustar rodillos horizontales	Interna
14	Enderezar entregador	Interna	N/A	N/A	N/A	Aseguramiento del skin pass	Interna
15	Prueba de corrida	Interna	N/A	N/A	N/A	Anotar medidas para calidad	Interna
16	Cambiar dados en almacen	Externa	00:06:03	00:15:36	00:15:36	Ir a dejar la orden a calidad	Interna
17	Colocar y ajustar dado	Interna	N/A	N/A	N/A	Anticipar liberacion por calidad	Interna
18	Ajustar velocidad	Interna	N/A	N/A	N/A		
19	Prueba y ajuste del banco de tiro	Interna	N/A	N/A	N/A		
20	Ajuste de rodillos	Interna	N/A	N/A	N/A		
21	Ajustar parametros del MAC	Interna	N/A	N/A	N/A		
22	Corrida de prueba final	Interna	N/A	N/A	N/A		
23	Ajustar maquina de acuerdo a las primeras salidas	Interna	N/A	N/A	N/A		
24	Reajustar parametros del entregador	Interna	N/A	N/A	N/A		
25	Sacar la primera muestra	Interna	N/A	N/A	N/A		
26	Cortar primeras muestras	Interna	N/A	N/A	N/A		
27	Bajar guardas de seguridad	Interna	N/A	N/A	N/A		
28	Ajuste final en el entregador	Interna	N/A	N/A	N/A		
29	Medicion de las tolerancias	Interna	N/A	N/A	N/A		

Nota * Modificación del nuevo estándar en base a la filmación, elaboración propia.

“Preparar orden de trabajo”

Esta primera actividad se tendrá que mover hacia las operaciones externas, es decir mientras que la maquina esté en funcionamiento. Gracias al programa de producción que se realiza en el área de planeación, los operadores podrán reconocer que orden es la siguiente, generando un anticipo para preparar los herramentales mientras que la maquina aun este activa, de esta actividad podría encargarse el auxiliar del operador y/o el mismo. Así mismo de manera continua el operador al contemplar la orden de producción siguiente también contemplará las tolerancias que tendrá que ir preparando en el cambio de herramentales.

Figura 19

Programa de producción, área de trefilado de barras

PROGRAMA DE PRODUCCION MAQUINA DE BARRAS 2024							
Orden de producción	Orden de Venta	Descripción	Diametro Alambros mm	Diametro final en Pulgada	Diametro final en mm	No. Artículo	No. Colada
OP000798	820	BARRA-0.5100-303-R	14.00	0.5100	12.95	M00242	C473199
OP000800	788	BARRA-0.3125-416-R	9.00	0.3125	7.94	M00021	C473591
OP000803	519	BARRA-0.5708-329-R	15.30	0.5708	14.50	M00250	C473612
OP000804	724	BARRA-0.3740-303-R	10.00	0.3740	9.50	M00256	C473696
OP000805	737	BARRA-0.3750-303-R	10.00	0.3750	9.53	M00168	C473696
OP000806	762	BARRA-0.3750-303-R	10.00	0.3750	9.53	M00168	C473696
OP000807	822	BARRA-0.3180-416-R	9.00	0.3180	8.08	M00464	C473591
OP000808	822	BARRA-0.3180-416-R	9.00	0.3180	8.08	M00464	C473591
OP000796	789	BARRA-0.3295-416-R	9.00	0.3295	8.37	M00508	C473591
OP000797	789	BARRA-0.3430-416-4	9.00	0.3430	8.71	M00509	C473591
OP000815	790	BARRA-0.2570-303-R	7.50	0.2570	6.53	M00241	C372116
OP000816	815	BARRA-0.5625-304L-R	15.30	0.5625	14.29	M00048	C473363
OP000817	812	BARRA-0.2730-304L-4	7.50	0.2730	6.93	M00229	C480237

Nota * Adaptación del programa Excel, elaborado por la empresa Cogne de México Sa De CV.

“Caminar por la flejadora al punto de trefilado de barras”

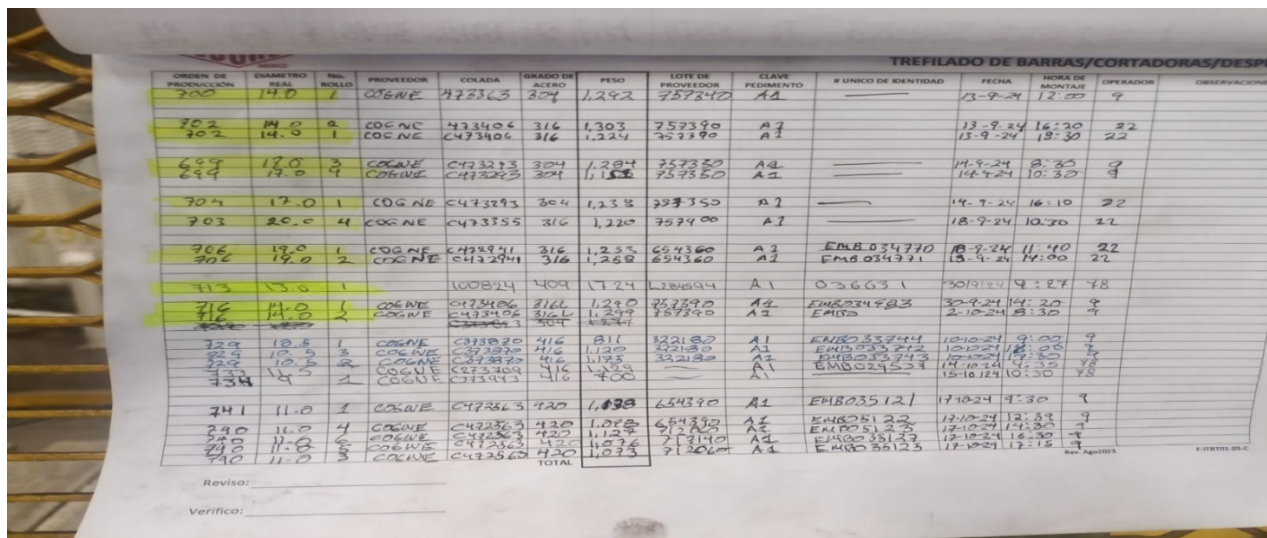
Esta actividad se tuvo que reducir debido a que necesariamente tiene que realizarse cuando la maquina este apagada, ya que la fregadora ayudara a sostener y a manipular el rollo de materia prima del alambrrón, para así poder retirar el sobrante de la orden de producción. Lo que servirá para reducir el tiempo será contar con la mayor aproximación hacia esta herramienta, colocándola a un lado del entregador de alambrrón evitando el trayecto innecesario que realiza el operador.

“Anotar y registrar los datos de consumo y sobrante de materia prima”

Existe la obligación para los operadores de registrar y/o anotar los datos del rollo de materia prima que está entrando para cada orden de producción, así también como cuando existe un sobrante de alambrrón para el correcto manejo e inventario de que manejan la empresa en cuanto producto terminado, esta actividad cuenta como externa pero bien podría cambiar a una acción externa para reducir el tiempo de cambio.

Figura 20

Consumo de materia prima



ORDEN DE PRODUCCIÓN	DIAMETRO REAL	ROLLO	PROVEEDOR	COLADA	GRADO DE ACERO	PESO	LOTE DE PROVEEDOR	CLAVE PEDIMENTO	# UNICO DE IDENTIDAD	FECHA	HORA DE MONTAJE	OPERADOR	OBSERVACIONES
200	14.0	1	COGNE	423363	304	1,242	757310	A1		13-9-24	12:00	9	
202	14.0	2	COGNE	423406	316	1,303	757390	A2		13-9-24	16:30	22	
202	14.0	1	COGNE	423406	316	1,224	757390	A2		13-9-24	18:30	22	
659	13.0	3	COGNE	423233	304	1,284	757350	A2		14-9-24	8:30	9	
659	13.0	2	COGNE	423233	304	1,188	757350	A2		14-9-24	10:30	9	
704	12.0	1	COGNE	423293	304	1,238	757350	A2		14-9-24	16:10	22	
703	20.0	4	COGNE	423355	316	1,220	757400	A1		18-9-24	10:30	22	
706	18.0	1	COGNE	423294	316	1,235	654360	A2	EMB034770	18-9-24	11:40	22	
706	18.0	2	COGNE	423294	316	1,268	654360	A2	EMB034771	18-9-24	14:00	22	
713	15.0	1		100814	409	1,124	130694	A1	036631	30-9-24	9:27	18	
715	14.0	1	COGNE	423406	316	1,290	757390	A2	EMB034783	30-9-24	14:30	9	
715	14.0	1	COGNE	423406	316	1,249	757390	A2	EMB034783	30-9-24	14:30	9	
729	10.5	1	COGNE	423302	416	1,111	32180	A1	EMB033744	10-10-24	9:00	9	
729	10.5	2	COGNE	423302	416	1,128	32180	A1	EMB033744	10-10-24	12:00	9	
729	10.5	2	COGNE	423302	416	1,128	32180	A1	EMB033744	10-10-24	14:30	9	
734	14.5	2	COGNE	423409	416	1,333	71306	A1	EMB033744	10-10-24	10:30	22	
734	14.5	2	COGNE	423409	416	1,333	71306	A1	EMB033744	10-10-24	10:30	22	
741	11.0	1	COGNE	423363	420	1,098	654390	A2	EMB035121	17-10-24	9:30	9	
740	11.0	4	COGNE	423363	420	1,098	654390	A2	EMB035122	17-10-24	12:30	9	
740	11.0	2	COGNE	423363	420	1,128	71310	A2	EMB035123	17-10-24	14:30	9	
740	11.0	3	COGNE	423363	420	1,098	71306	A2	EMB035123	17-10-24	12:30	9	
740	11.0	3	COGNE	423363	420	1,098	71306	A2	EMB035123	17-10-24	12:30	9	

Nota Adaptación de la hoja de consumo en piso de producción (fotografía), empresa Cogne México

“Cambiar dados en el almacén”

Cada nueva orden por lo regular requiere el cambio de dado o carburo para realizar de manera correcta la acción del trefilado dependiendo del diámetro solicitado por el cliente, para retirar el dado de la maquina e ingresar el requerido únicamente se logra cuando la maquina no está trabajando, más sin embargo el repuesto se puede lograr ubicar e identificar para tenerlo a la mano cuando sea necesario, esto será posible con la planeación del programa de producción, ya que el operador deberá identificar que diámetro es el que se necesita para la siguiente orden para poder así asistir al almacén y buscarlo cuando la maquina este trabajando, permitiendo una reducción notable de minutos para esta actividad.

Figura 21

Carburos para trefilar

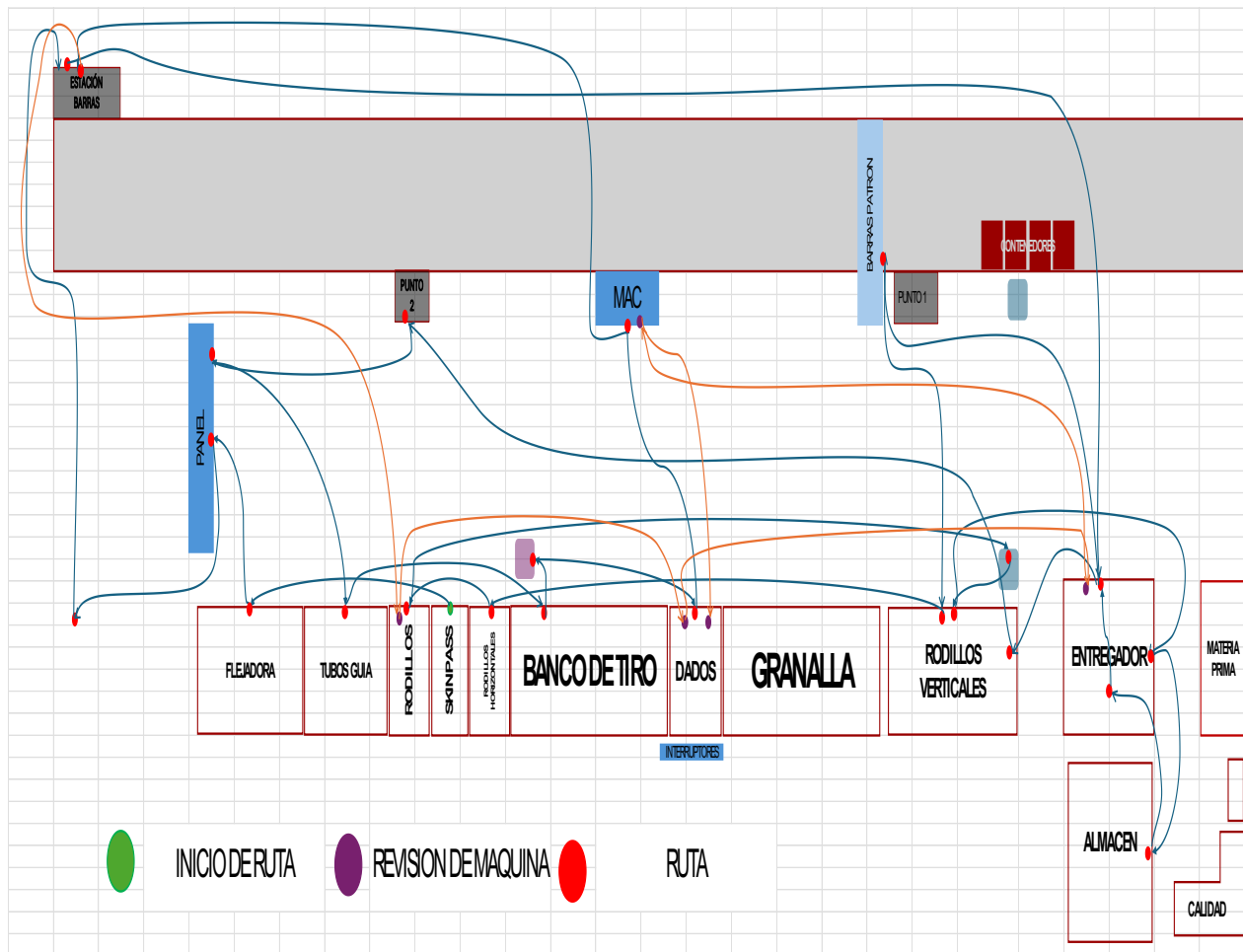


Diagrama de espagueti (Ruta que seguir)

Se genero una propuesta para poder eliminar los trayectos innecesarios del operador en el cambio de herramental

Figura 22

Ruta a seguir (Diagrama de espagueti)



Nota * Adaptación del estándar de la ruta a seguir para el cambio de herramental, elaboración propia

FASE 3: Organización de las operaciones externas

Resultados de la metodología 5S

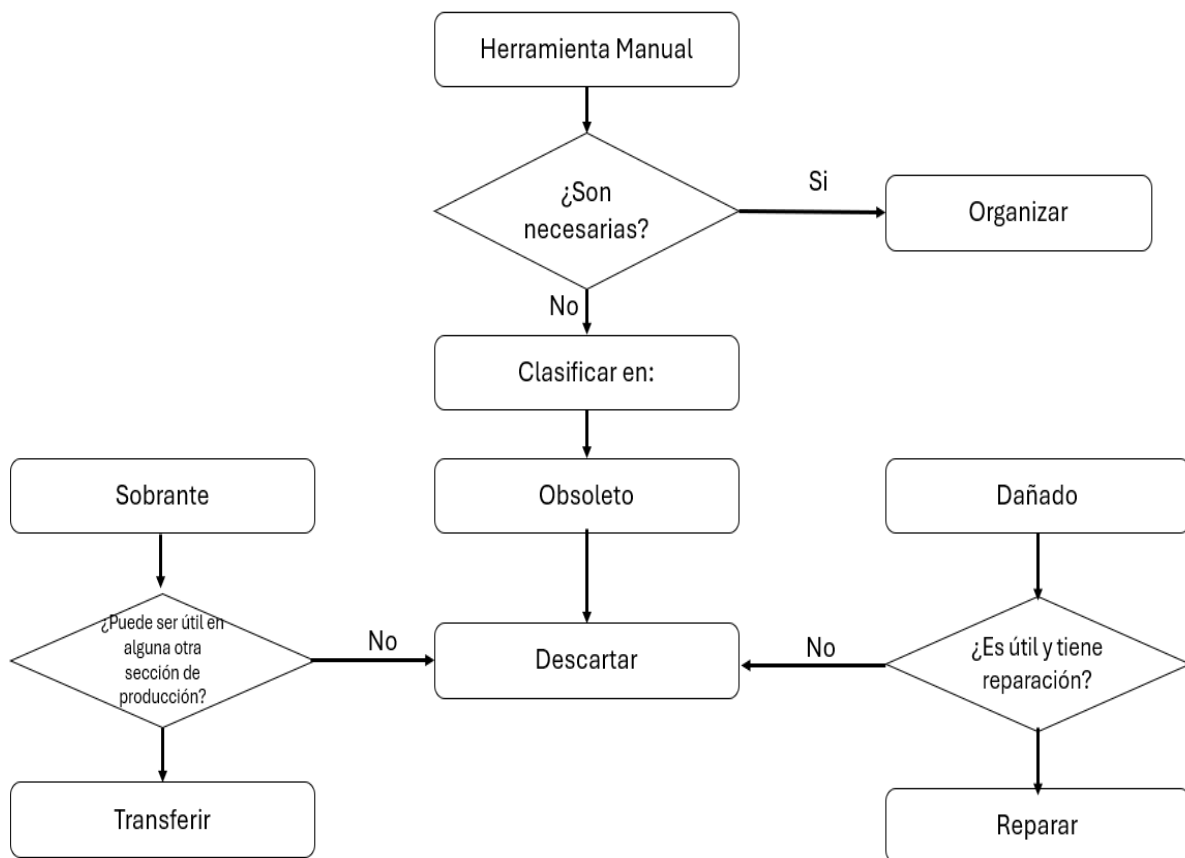
Una vez realizado el análisis de los resultados obtenidos se realizó la aplicación de la metodología 5S de la cual se obtuvieron los siguientes resultados:

Aplicación de la 1S

Consistió en identificar y clasificar los materiales indispensables para la ejecución del proceso. El resto, se considerará material innecesario y por lo tanto se eliminará o separará. El criterio de selección que se utilizó para la clasificación de los materiales se basó en el diagrama 1

Figura 23

Criterio de selección



Nota * Diagrama del criterio de selección de la herramienta, elaboración propia

Posteriormente se realizó la selección y clasificación de herramienta y/ o elementos necesarios que deberán tener los operadores dentro del área de la máquina de trefilado de barras.

Figura 24

Listado de las herramientas que se ocupan en la máquina de trefilado

 COGNE MÉXICO S.A. DE C.V. 				
(1 S) SELECCIÓN Y CLASIFICACIÓN EQUIPOS, HERRAMIENTAS Y ELEMENTOS NECESARIOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN DEL ARTICULO	CANTIDAD	JUSTIFICACIÓN	FRECUENCIA DE USO
1	Flexometro 8 mts TRUPER	1	Herramienta de trabajo	1
2	Micrometro digital MITUTOYO	1	Herramienta de trabajo	1
3	Vernier MITUTOYO	1	Herramienta de trabajo	2
4	Gausimetro	1	Herramienta de trabajo	2
5	Pulidoras G Y CH	2	Herramienta de trabajo	1
6	Llaves mixtas 36 mm	2	Herramienta de trabajo	2
7	Llave mixta 24 mm	2	Herramienta de trabajo	2
8	Llave matraca 13mm y 14mm	1	Herramienta de trabajo	2
9	Cortador hidraulico	1	Herramienta de trabajo	2
10	Llave allen 10 mm	1	Herramienta de trabajo	3
11	Llave P/ rodillos de enderezado	1	Herramienta de trabajo	2
12	Matraca 1/2	1	Herramienta de trabajo	2
13	Dado 30 mm P/tornillo exagonal	1	Herramienta de trabajo	2
14	Martillo de bronce	1	Herramienta de trabajo	2
15	Escuadra	1	Herramienta de trabajo	2
16	Flexometro 3 mts TRUPER	1	Herramienta de trabajo	2
17	Martillo de bola	1	Herramienta de trabajo	3
18	Estilson 14" URREA	1	Herramienta de trabajo	2
19	Perico 12"	1	Herramienta de trabajo	3
20	Juego de llaves allen MM	1	Herramienta de trabajo	2
21	Espatula	1	Herramienta de trabajo	3
22	Llave matraca 18mm y 19mm	1	Herramienta de trabajo	3
23	Cutter	1	Herramienta de trabajo	2
24	Lima plana	1	Herramienta de trabajo	3
25	Llave P/ pulidora	1	Herramienta de trabajo	3
26	Pinzas de punta	1	Herramienta de trabajo	3
27	Llave allen 10 mm	1	Herramienta de trabajo	2
28	Llave allen 14 mm	2	Herramienta de trabajo	2
29	Llave mixta 10 mm	1	Herramienta de trabajo	3
30	Llave mixta 17 mm	1	Herramienta de trabajo	3
31	Llave mixta 3/4	1	Herramienta de trabajo	2
32	Llave española 14mm y 17mm	1	Herramienta de trabajo	3
33	Llave allen T 6 mm	1	Herramienta de trabajo	2
34	Desarmador plano	1	Herramienta de trabajo	3
35	Desarmador de cruz	1	Herramienta de trabajo	3
36	Cizallas	1	Herramienta de trabajo	2
37	Soldadora	1	Herramienta de trabajo	3
38	Enderezador hidraulico	1	Herramienta de trabajo	3
39	Caja de gises	1	Herramienta de trabajo	2
40	Tijeras P/ fleje metalico	1	Herramienta de trabajo	1
41	Extension electrica	1	Herramienta de trabajo	3

FECHA:		ELABORO:		FRECUENCIA DE USO	
				1	1 A CADA MOMENTO
				2	2 VARIAS VECES AL DÍA
				3	3 VARIAS VECES POR SEMANA
				4	4 ALGUNAS VECES AL MES
				5	5 ALGUNAS VECES AL AÑO
				6	6 ES POSIBLE QUE SE USE

DEPARTAMENTO:		FIRMA:	
T. BARRAS			

Nota* Adaptación de la lista completa de herramientas en la empresa, elaboración propia

Aplicación de la 2S Seiso (limpiar) y de la 3S Seiton (ordenar)

Fue indispensable ejercer limpieza y orden dentro del área, disponer de un estándar adecuado de limpieza y organización repercute directamente en la motivación del personal, además de reducir, en gran medida otras situaciones, es por eso que una de las actividades de esta metodología fue realizar limpieza profunda dentro los espacios de trabajo en la máquina de trefilado de barras, quitando todo tipo de residuo del proceso productivo que no perteneciera ahí, con el objetivo de que el operador identificara mejor las cosas, haciendo más fácil su labor.

Así también se procedió a ordenar las herramientas indispensables, facilitando las tareas de encontrar, usar y reponer estas. Con ello se consigue eliminar tiempos no productivos asociados a la búsqueda de materiales y desplazamientos innecesarios. Se debe marcar la especificación de cada material para ello nos apoyamos de las etiquetas que se agregaron, y fuera más fácil identificar cada una de estas.

Figura 25

Gabinete de herramientas antes de la aplicación de las 5S



Nota * Adaptación del gabinete de herramientas para la trefiladora de barras (fotografía)
elaboración propia

Figura 26

Gabinete de herramientas después de la aplicación de las 5S



Nota * Adaptación del gabinete de herramientas para la maquina de trefilado de barras,
(fotografía), elaboración propia.

Figura 27

Marco de herramientas asignado para la máquina de trefilado antes de la aplicación de las 5S



Nota * Adaptación del lugar designado para la herramienta en la máquina de trefilado (fotografía), elaboración propia

Figura 28

Marco de herramientas asignado para la máquina de trefilado después de la aplicación de las

5S



Nota * Adaptación del lugar designado para la herramienta en la máquina de trefilado (fotografía), elaboración propia.

Se dispuso a realizar la modificación del inmueble de la herramienta manual que manejan los operadores para tener una mejor disposición de esta, principalmente de los atolones que se ocupan para el cambio de diámetro de la biseladora al momento de que tengan que cambiar de una orden de producción a otra. Estos se encontraban sin identificar, así como también en un par de cubetas, generando un tiempo más prolongado en el ajuste ya que los operadores demoraban más en saber elegir el indicado.

Figura 29

Atolones para la biseladora de la máquina de trefilado (antes y después de las 5S)



Nota* Adaptación del lugar asignado para los atolones en producción (fotografía, elaboración propia).

Aplicación de la 4S Seiketsu (estandarización).

El proceso de estandarizar trata de distinguir fácilmente una situación “normal” de una “anormal”, es decir, el personal debe ser capaz de distinguir cuando las 3S anteriores se están aplicando correctamente y cuando no.

La estandarización busca que, mediante un elemento físico, gráfico, numérico, por color o virtual, se facilite la operación en mantener un constante orden.

En esta etapa se detectó que las “barras patrón” las cuales se ocupan para ajustar el sistema MAC que detecta defectos superficiales en las barras trefiladas de acuerdo a los parámetros que busca el cliente, no se encontraban del todo identificadas. Se procedió a registrar correctamente la medida del diámetro de cada barra, su grado de acero y también la profundidad del defecto que cada una maneja, en total fueron 132.

Figura 30

Barras patrón antes de la metodología 5S



Nota * Barras patrón para el análisis de defecto sin señal, adaptación del piso de producción, (fotografía), elaboración propia.

Figura 31

Señalización e identificación de todas las barras patrón en producción



Nota * Adaptación de las barras patrón en piso de producción, (fotografía), elaboración propia.

Figura 32

Clasificación de las barras patrón por grado de acero, profundidad de defecto y diámetro.



Nota * Adaptación de las barras patrón en piso de producción, (fotografía), elaboración propia.

Aplicación de la 5S Shitsuke (disciplina).

La disciplina significa convertir en hábito el mantenimiento apropiado de los procedimientos correctos. Una vez determinado el procedimiento a seguir para el correcto funcionamiento, y para que esta no retroceda, se tiene que hacer que las reglas propuestas en el cuarto paso sean aplicadas con el rigor para seguir mejorando. La aplicación de la última S involucra a la disciplina como un valor esencial para que el desarrollo de los cuatro factores anteriores, y que se cultive hasta convertirse en parte de la filosofía de la organización.

Para poder cumplir con la estandarización se dio seguimiento con el check list de entrega de herramienta por cada fin de turno (figura 15), con el fin de que los operadores y/o el supervisor de producción lleve a cabo de manera correcta el orden y limpieza de la máquina.

Figura 33

Elaboración de la check list para la entrega de cada turno.

		LISTA DE CHEQUEO DE ENTREGA Y RECIBO DEL TURNO		
FECHA	AREA	BARRAS	TURNO	
NOMBRE Y FIRMA DEL TECNICO QUE ENTREGA TURNO				
NOMBRE Y FIRMA DEL TECNICO QUE RECIBE TURNO				
ORDEN DE PRODUCCION		MAQUINA		
DIAMETRO		CLIENTE		
ITEM		CUMPLE	NO CUMPLE	
1	EL AREA ESTA LIMPIA Y ORDENADA ?			
2	SE RETIRO DEL AREA TODO EL MATERIAL DE RECHAZO Y MERMA QUE SE PRODUJO EN EL TURNO?			
3	SI EN EL TURNO SE FINALIZO LA ORDEN DE PRODUCCION, ESTA SE ENCUENTRA ARCHIVADA EN LA CARPETA QUE LE CORRESPONDE?			
6	EN CASO DE QUE SE TERMINARA LA ORDEN DE PRODUCCION EN EL TURNO, SE RETIRARON TODAS LAS ETIQUETAS DE DICHA ORDEN?			
4	LA HERRAMIENTA SE ENCUENTRA COMPLETA Y EN SU LUGAR QUE LE CORRESPONDE ?			
5	LOS EQUIPOS DE MEDICION QUE SE UTILIZAN EN EL AREA DE PRODUCCION, ESTAN EN LAS CONDICIONES ADECUADAS, NO PRESENTAN ALGUN DAÑO FISICO?			
7	LA ORDEN DE PRODUCCION QUE ESTA EN PROCESO SE ENCUENTRA LIBERADA ?, POR PARTE DE CALIDAD			
8	SE REALIZO EL CHECK LIST DE PUESTA A PUNTO DE LA ORDEN QUE ESTA EN PROCESO ? (ESTO EN CASO DE HABER SIDO INICIADA EN EL TURNO)			
9	EN LOS FORMATOS: CONTROL DE PRODUCCION, PRODUCCION DIARIA; SUS CAMPOS ESTAN CORRECTAMENTE LLENADOS?			
10	EN LA MESA DE TRABAJO: SOLO SE ENCUENTRAN LOS DOCUMENTOS CORRESPONDIENTES AL MATERIAL QUE SE TIENE EN PROCESO (ORDEN DE PRODUCCION, CHECK LIST Y ETIQUETAS) ?			
11	SE COLOCO LA BOBINA CORRECTA DEL EQUIPO MAC DE ACUERDO AL DIAMETRO QUE ESTA EN PROCESO Y COMO LO INDICA LA TABLA N°10?			
EXPLIQUE EL PORQUE , DE ALGUN INCUMPLIMIENTO:				
SE PRESENTO ALGUN INCIDENTE, IMPORTANTE EN EL TURNO :				

Nota 1: En caso de que algun punto de los antes mencionados no se este cumpliendo; El Técnico de Barras que esta finalizando el turno debe hacer lo necesario para entregar el turno de forma correcta y se pueda retirar; Si se tuviera algun tema que no pueda ser resuelto entre ambos Tecnicos de Barras, deben de informar al Supervisor para que libere la entrega-recepción de turno.

Nota 2: En el apartado titulado: SE PRESENTO ALGUN INCIDENTE IMPORTANTE EN EL TURNO, debe ser utilizado para reportar cualquier incidencia o situación relevante presentada durante el turno que finalizo, correspondiente al proceso de producción (temas relacionados a la maquina, al producto, herramientas, etc); Esto con el fin de que el Técnico de Barras que recibe el turno, tenga total conocimiento de lo sucedido y con base a ello le de seguimiento, atención, control, monitoreo, etc (de acuerdo a lo que aplique) al proceso de producción para evitar que se repita.

Nota * Adaptación de la check list creada para el control de cada herramental, elaboración propia

Fase 4: Refinar aspectos de la producción.

Para disminuir los tiempos de las actividades internas se generaron propuestas de mejora las cuales se evaluaron en conjunto con el supervisor de producción para poder controlar su efectividad.

1. Agregar la ubicación de la materia prima en las ordenes de producción.

Al momento de realizar cada orden de producción se agrega el numero único de identificación de los rollos de materia prima que se van a utilizar, con ello los operadores saben que rollo de alambrón tomar para cada orden, pero en ocasiones no identifican en que sección se almacenan estos al momento de su llegada, por ende se propone agregar además del número único de identificación también la sección donde están ubicados, de esta manera se lograra reducir de gran manera el tiempo de búsqueda de materia prima.

2. Colocar un Reloj Checador para los operadores

Para poder seguir con la mejora en los tiempos de cambio se considera que en el área de la máquina de trefilado se mantenga un reloj checador que pueda medir el tiempo de inicio y de conclusión que se genera en cada cambio de herramientas y/o de orden de producción, de esta manera se mantiene un monitoreo constante además de tener tiempos exactos.

3. Adquirir una segunda flejadora para el área de trefilado de barras

Dentro de la planta de producción solo se cuenta con un equipo para flejes, este se ocupa principalmente en la sección de producto final para en empaque del mismo, pero también en el área de trefilado para la entrada o salida que se les da a la materia prima, en ocasiones se tiene que ocupar a la par, ocasionando tiempo de espera más prolongados.

Resultados

Se logro alcanzar el objetivo planteado en un inicio, el tiempo promedio que se registró en todos los cambios de herramental o de nueva orden en la máquina de trefilado de barras durante el mes de noviembre dieron como resultado un promedio de 81 minutos con 33 segundos (1.35 hrs) logrando alcanzar un 26% de reducción en comparación al promedio inicial que era de 109 minutos con 79 segundos (1.82 hrs) como se puede apreciar en la figura. Así mismo se corrigió el estándar de la herramienta manual, reduciendo los extravíos y logrando aportar un menor tiempo de cambio con todas las modificaciones e identificaciones realizadas.

Figura 34

Resultados de tiempos después de la aplicación del SMED

	A	H	I	J	U	AB	AC
1							
2	PRODUCCION DIARIA TREFILADORA DE BARRAS						
3							
4	Tipo de tiempo Perdido						
5	Fecha (dia/mes/año)	Hora de Inicio (hh:mm)	Hora Final (hh:mm)	Horas	Producción (Libras)	Cambio de Diametro (Minutos)	Explique claramente la causa/ Diametro
1394	25/11/2024	9:00:00 p. m.	11:00:00 p. m.	2.00	0	40	Cambio de herramental (hasta la cortadora)
1395	26/11/2024	7:00:00 a. m.	12:30:00 p. m.	5.50	6,584	100	Cambio de herramientas y ajuste de maquina
1397	26/11/2024	3:00:00 p. m.	5:00:00 p. m.	2.00	2,526		
1399	27/11/2024	3:00:00 p. m.	11:00:00 p. m.	8.00	7,749		
1400	28/11/2024	7:00:00 a. m.	3:00:00 p. m.	8.00	7,802		
1401	28/11/2024	3:00:00 p. m.	4:00:00 p. m.	1.00	1,110		
1402	28/11/2024	4:00:00 p. m.	7:00:00 p. m.	3.00	1,108	120	Cambio de herramental y ajuste de linea
1403	28/11/2024	7:00:00 p. m.	11:00:00 p. m.	4.00	0	60	Cambio de herramental
1405	29/11/2024	3:00:00 p. m.	9:30:00 p. m.	6.50	4,857		
1406	29/11/2024	9:50:00 p. m.	11:00:00 p. m.	1.17	0	80	Cambio de herramental hasta la cortadora
1407	30/11/2024	7:00:00 a. m.	3:00:00 p. m.	8.00	4,024	100	Ajuste de linea y cambio de herramental
1408	30/11/2024	3:00:00 p. m.	8:00:00 p. m.	5.00	8,035		
1560	Total					81.33333333	

Nota * Adaptación de la captura en el de tiempos muertos diarios en el archivo de la empresa

Cogne México SA DE CV.

Figura 35

Reducción de tiempo muerto por problemas de herramental

					
Fecha		Mecánico (Minutos)		Eléctrico (Minutos)	
(día/mes/año)	Explique claramente la causa/ Diámetro		Explique claramente la causa/Mecánico		
08/11/2024					
11/11/2024					
11/11/2024	gunos herramentales y ajuste de línea				
12/11/2024	rramentales y ajuste de línea				
12/11/2024					
13/11/2024	nea				
13/11/2024	rramentales y ajuste de línea	30	Problema con bisel cabeza fija		
13/11/2024	rramental hasta la cortadora				
14/11/2024	a				
19/11/2024					
19/11/2024					

Nota * Adaptación de la captura en el de tiempos muertos diarios en el archivo de la empresa

Cogne México SA DE CV.

Competencias desarrolladas

Capacidad de liderazgo

liderazgo fue una de mis principales desarrolladas y fundamentales en mi proyecto, ya que me permitió tener la capacidad de guiar a mi equipo de trabajo con el fin de lograr metas y objetivos en común.

Adaptabilidad y flexibilidad

La flexibilidad y adaptabilidad me permitieron adaptarme a los cambios y a diferentes situaciones que se presentaban de manera rápida, adecuada y efectiva.

Gestión de equipos y comunicación

Me permitió comunicarme de manera de adecuada los objetivos a cumplir, transmitiendo un mensaje de forma asertiva.

Resolución de conflictos

La resolución de conflictos es otra competencia desarrollada en proyectos que adquiere una gran relevancia porque refiere a la capacidad de abordar y manejar eficazmente las diferencias y tensiones que puedan surgir entre los miembros del equipo, los interesados o las partes involucradas en el proyecto.

Conclusiones

El periodo de residencia profesional en la empresa Cogne México ha permitido desarrollar y poner en práctica habilidades administrativas durante el desarrollo del proyecto en el departamento de jefatura de producción, así como también todas las habilidades blandas adquiridas antes y durante mi estancia. El departamento antes mencionado es el encargado de llevar a cabo la planeación, logística, ingeniería y mantenimiento por lo que desde el inicio se priorizo una buena gestión en el proceso de producción siendo esto fundamental para obtener un producto de calidad.

Se logro alcanzar los objetivos específicos dentro de lo planeado en la máquina de la trefiladora de barras, ya que se implantaron las 5s, se redujo el tiempo de cambio de herramental, y se diseñó un nuevo método para el mismo

Por lo que en conjunción y en coordinación con todas estas áreas se vio la necesidad de mejorar el proceso de producción de barras trefiladas para reducir el tiempo de paro de máquina entre cada cambio de orden de producción con diferente diámetro.

Actualmente este proyecto se centró en el equipo critico de la empresa y se identificaron los componentes débiles para efectuar las actividades correspondientes en el cambio de herramientas, se logró un ahorro de tiempo traducido en un ahorro económico importante dentro de la producción.

Propuestas y recomendaciones

Una vez concluido este proyecto de residencia se recomienda indagar e investigar otras herramientas relacionadas con la reducción de desperdicios y el aumento de la productividad en la planta de producción, tal como:

- TPM (Mantenimiento Productivo Total), eliminación de desperdicios por horas ineficientes en los equipos.
- OEE (eficiencia global de la planta), que es un indicador que mide la eficiencia productiva de los equipos de producción.

Se recomienda realizar mediciones en tiempos de alistamiento en otros equipos de la planta para replicar la metodología SMED

Otra recomendación es medir los alistamientos de la maquina donde se aplico el SMED para sostener en el tiempo de mejora aplicada.

Referencias

- 12 Manage. Diagrama Causa-Efecto. 12 Manage The Executive Fast Track. 2009.
http://www.12manage.com/methods_ishikawa_cause_effect_diagram_es.html
Consultado: agosto 29, 2009.
- Faulí Marín, Alicia; Ruano Casado, Luisa; Latorre Gómez, Maria Esperanza; Ballestar Tarín, Maria Luisa. Implantación del sistema de calidad 5S en un centro integrado público de formación profesional. Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, vol. 16, núm. 2, abril-junio, 2013, pp. 147-161 Asociación Universitaria de Formación del Profesorado Zaragoza, España
- M. A. Y. Chávez, «Modelo de mejora continua en la productividad de empresas de cartón corrugado del área metropolitana de la Ciudad de México,» p. 164, 2010.
- D. F. C. V. Yessica Viviana Solano Prado, «Mejoramiento del proceso de producción en la empresa Prodeca S. A.,» p. 138, 2018.
- BARSON, J., ROLFE, S. (1986). Fracture and Fatigue Control in Structures. Editorial Prentice Hall, Estados Unidos de América.
- Bañegil TM (1993). El sistema just in time y la flexibilidad de la producción. Madrid: Pirámide. 262 p. ISBN: 978-84-368-0731-6
- Cuatrecasas-Arbós L (2006). Claves de Lean Management: un enfoque para la alta competitividad en un mundo globalizado. Barcelona: Gestion 2000, DL. 118 p. ISBN: 978-84-96612-13-9.
- Cuatrecasas-Arbós L (2010). Lean management: la gestion competitiva por excelencia. Barcelona: Profit DL. 370p. ISBN: 978-84-96998-15-5.

- DE CICCIO, H., BOZZANO, P., GRIBAUDO, L., OVEJERO GARCÍA, J. (2000). Estudio del Envejecimiento de un acero resistente a alta Temperatura. Centro Atómico Constituyentes (CAC)– Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Argentina.
- GENSAMER, M. (1952). Fatigue and Fracture of Metals. Editorial John Wiley&Sons, Estados Unidos de América.
- SMUK, O. (2004). Microstructure and Properties of Modern P/M Super Duplex Stainless Steels. Royal Institute of Technology, Suecia.
- Dorbessan, J. (2000). Las 5S, herramientas de cambio. Argentina: Nacional. Universidad Tecnológica
- Senlle, A. (1994). Enciclopedia de Excelencia y Calidad Total. España: Gestion 2000.
- Monden Y (1988). El sistema de producción Toyota. 3ª edición. Madrid: Ciencias de la Dirección SA. 274 p. ISBN: 978-84-867-4302-8.