



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ARRANQUE DE
LÍNEA.**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERIA EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

PRESENTA:
BRENDA CARREÑO RAMIREZ

NOMBRE DEL ASESOR:
NÉSTOR GUTIÉRREZ MERINO

APIZACO, TLAX., ABRIL 2026



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
Ciencias Económico-Administrativas

Apizaco, Tlax., 11/Febrero/2026

ASUNTO: Liberación de Proyecto para Titulación Integral.

LIC. CECILIA YARELLY ARREGUIN LARA
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E.

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

a) Nombre del Egresado:	BRENDA CARREÑO RAMIREZ
b) Carrera:	INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL
c) Número de Control:	21370756
d) Nombre del proyecto:	ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ARRANQUE DE LÍNEA.
e) 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 Educación Tecnológica®
Pensar para Servir, Servir para Triunfar®

LIC. NORMA ANGELICA AGUINAGA SÁNCHEZ
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CIENCIAS
ECONÓMICO-ADMINISTRATIVAS.

ASESOR
MTRO. NÉSTOR GUTIÉRREZ MERINO.

NAAS/mcvh





Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Tzompantepec, Tlaxcala, **19/Marzo/2026**

BRENDA CARREÑO RAMÍREZ
EGRESADO(A) DE LA CARRERA DE INGENIERÍA EN GESTIÓN EMPRESARIAL
CON NÚMERO DE CONTROL 21370756.
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: **"ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS PARA ARRANQUE DE LÍNEA"**, 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 **1 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®

CECILIA YARELY ARREGUÍN LARA
JEFA DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES



ccp. Archivo
CYAL/Gvm*



2026
año de
Margarita Maza



Instituto Tecnológico De Apizaco

Departamento de Ciencias Económico-Administrativas

Ingeniería en Gestión Empresarial

Estudio de Tiempos y Movimientos para Arranque de Línea

Brenda Carreño Ramirez

Residencias Profesionales

Periodo Proyectado 29 de julio 2025 al 16 de diciembre 2025

Asesor externo: Ing. Karina Rodriguez Cabrera

Asesor interno: Ing. Néstor Gutiérrez Merino

Tzompantepec, Tlaxcala a 22 de enero de 2026

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la fortaleza, la constancia y la oportunidad de culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

Expreso mi más sincero agradecimiento a la empresa ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V., por abrirme las puertas y permitirme realizar mis residencias profesionales, así como por el apoyo y la disposición del personal del área de producción, quienes compartieron su experiencia y conocimientos, facilitando el desarrollo del presente proyecto.

De manera especial, agradezco a mi asesor académico por la orientación, el acompañamiento y las observaciones realizadas a lo largo del proyecto, las cuales contribuyeron significativamente a fortalecer el contenido técnico y metodológico del trabajo.

Finalmente, agradezco profundamente a mi madre quien, con su apoyo incondicional, palabras de ánimo y confianza constante fue un pilar fundamental durante este proceso. Su motivación y respaldo emocional fueron clave para no desistir y alcanzar este objetivo académico.

Resumen

El presente proyecto se realizó en el área de producción de ADFORS Saint-Gobain, específicamente en las líneas de recubrimiento de malla de fibra de vidrio. Se identificó que el proceso de limpieza de las líneas presenta variaciones importantes en los tiempos y en la forma de ejecución, debido a la falta de un método estandarizado en la instrucción de trabajo.

Para atender esta situación esta situación, se desarrolló un estudio de tiempos y movimientos que permitió analizar cada etapa del procedimiento, identificar factores que generan retrasos y reconocer las mejores prácticas utilizadas por los operadores más eficientes. El proyecto busca optimizar el proceso de limpieza, reducir la variabilidad operativa y aumentar la disponibilidad de las líneas contribuyendo así a mejorar la productividad y el orden en el área de recubrimiento.

Índice

Agradecimientos	2
Resumen.....	3
Índice de Figuras.....	8
Índice de tablas	9
Introducción	10
CAPITULO 1	11
CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO Y ATENCEDEDENTES DE LA EMRESA	11
1.1 Definición del Problema	12
1.2 Descripción del Problema	12
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo general.....	13
1.3.2 Objetivos específicos	13
1.4 Justificación	13
1.5 Alcances y limitaciones.....	14
1.6 Impactos	15
1.6.1 Impacto social	15
1.6.2 Impacto económico	16
1.7 Antecedentes de ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. De C.V.	16
1.7.1 Misión	17
1.7.2 Visión	17
1.7.3 Valores y Compromisos	17
1.8 Políticas Corporativas	17
1.8.1 Política de calidad	17
1.8.2 Política EHS (Medio Ambiente, Salud Ocupacional y Seguridad).....	18
1.9 Logotipo	18
1.10 Giro	19
1.11 Ubicación de la Empresa.....	19
1.12 Organigrama General de la Empresa ADFORS Saint-Gobain	21

1.13 Organigrama del Área de Producción.....	22
1.14 Distribución de planta.....	23
CAPÍTULO II.....	24
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1 Estudio del trabajo	25
2.1.1 Importancia y utilidad del estudio del trabajo.....	25
2.1.2 Aplicación del estudio del trabajo en procesos industriales.....	26
2.2 Estudio de métodos	27
2.2.1 Método de trabajo	27
2.2.2 Objetivos del estudio de métodos	28
2.2.3 Principios para la mejora del método.....	28
2.2.3.1 Eliminación de movimientos innecesarios.....	28
2.2.3.2 Simplificación de tareas.....	29
2.3 Estudio de tiempos.....	29
2.3.1 Técnicas de medición.....	30
2.3.2 Cronometraje (cronometraje o software de tiempo)	30
2.3.3 Tiempo estándar.....	31
2.3.4 Tiempos suplementarios.....	31
2.3.5 Medición del trabajo en actividades de cuadrilla.....	31
2.4 Muestreo Intencional	32
2.4.1 Características del muestreo intencional.....	32
2.4.2 Aplicación en un estudio de estandarización de tiempos.....	33
2.4.3 Ventajas del muestreo intencional.....	34
2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	34
2.5.1 Objetivo del TPM	34
2.5.2 Pilares relevantes del TPM	35
2.6 Filosofías de mejora continua	35
2.6.1 Kaizen	36
2.6.1.1 Aplicación del Kaizen en procesos industriales.....	36
2.6.2 Las 5S.....	37
2.6.2.1 Aplicación de la metodología 5S en entornos productivos	37

2.6.3 Poka-Yoke	38
2.7 Herramientas de análisis del proceso	38
2.7.1 Diagrama de flujo del proceso	38
2.7.1.1 Objetivo y propósito del diagrama de flujo	39
2.7.2 Diagrama de causa-efecto (Ishikawa).....	40
2.7.2.1 Objetivo y propósito del diagrama de causa-efecto	40
2.8 Seguridad y ergonomía en la maniulación de peso	41
2.8.1 Manipulación manual de cargas.....	41
2.8.2 Factores de riesgo en la manipulación manual	41
2.8.3 Límites recomendados	42
2.8.4 Riesgos en posturas repetitivas	42
CAPÍTULO III	44
DESARROLLO DEL PROYECTO	44
3.1 Caracterización del proceso productivo de hilo recubierto.....	45
3.1.1 Objetivo y alcance de proceso	45
3.1.2 Explicación de la máquina	47
3.2 Proceso de limpieza: secuencia completa y secuencia observada	49
3.2.1 Procedimiento de limpieza observado	52
3.2.1.1 Preparación de herramientas y área de trabajo	52
3.2.1.2 Desarmado y lavado de componentes.....	52
3.2.1.3 Limpieza de aplicadores y porta filtros.....	53
3.2.1.4 Secado y armado de aplicadores	53
3.2.1.5 Limpieza general del área de aplicadores	53
3.2.1.6 Purga de aplicadores	54
3.2.2 Consideraciones sobre el procedimiento observado	54
3.3 Metodología para el estudio de tiempos del proceso de limpieza	54
3.3.1 Levantamiento de información y registro de tiempos.....	55
3.3.2 Análisis de proceso actual.....	57
3.4 Desarrollo del formato piloto de estandarización del proceso de limpieza	58
3.5 Propuesta de mejoras al proceso de limpieza	59
3.6 Actividades complementarias realizadas durante la residencia	59

CAPITULO IV	61
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	61
4.1 Análisis de tiempos del proceso de limpieza	62
4.1.1 Análisis de tiempos totales por limpieza.....	62
4.1.2 Análisis estadístico de los tiempos.....	63
4.1.3 Análisis de tiempos por actividad	64
4.1.4 Determinación del tiempo estándar del proceso	65
4.2 Resultados del formato piloto de estandarización	66
4.3 Resultados de checklist de supervisión.....	69
4.4 Kit de herramientas estandarizado para el proceso de limpieza	71
4.4.1 Alcance de la implementación del kit	71
4.4.2 Diseño del kit de herramientas estandarizado.....	71
4.4.3 Contenido del kit de herramientas	72
4.4.4 Distribución interna del kit	72
4.4.5 Justificación técnica del kit.....	73
4.4.6 Resultados esperados de la implementación del kit.....	73
4.5 Conclusiones.....	75
4.6 Recomendaciones	76
4.7 Experiencia profesional adquirida	77
Referencias.....	79
ANEXOS	81
Anexo A. Bitácoras de observación del proceso de limpieza	81
Anexo B. Registro de tiempos por limpieza	89
Anexo C. Registro de tiempos por limpieza	89
Anexo D. Análisis estadístico de los tiempos de limpieza.....	89

Índice de Figuras

Figura 1. Logotipo de la empresa	19
Figura 2. Localización de la empresa	20
Figura 3. Organigrama general ADFORS, donde se aprecia la estructura administrativa y operativa a nivel corporativo.	21
Figura 4. Organigrama del área de producción muestra la estructura jerárquica.	22
Figura 5. Distribución de la planta y sus instalaciones ADFORS	23
Figura 6. Ciclo PDCA del método kaizen.....	36
Figura 7. Representación del método 5S	37
Figura 8. Ejemplo diagrama de Ishikawa sobre un producto.....	40
Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de hilo recubierto.....	46
Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de limpieza de líneas de recubrimiento.....	50
Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de limpieza observado.....	51
Figura 12. Diagrama de causa-efecto del proceso de limpieza de líneas.....	57
Figura 13. Gráfica de tiempos totales por limpieza.	63
Figura 14. Gráfica de tiempo promedio por actividad.....	65
Figura 15. Formato piloto de estandarización de actividades.....	67
Figura 16. Recomendación de buenas prácticas de limpieza.....	68
Figura 17. Formato checklist de supervisión.	70
Figura 18. Dimensiones del contenedor.....	71
Figura 19. Diseño del kit de herramientas estandarizado para el proceso de limpieza de líneas.	72

Índice de tablas

Tabla 1. Simbología utilizada en un diagrama de flujo de procesos.....	40
Tabla 2. Partes principales de la máquina de recubrimiento.....	49
Tabla 3. Tiempos totales por limpieza.	62
Tabla 4. Indicadores estadísticos de los tiempos de limpieza.....	63
Tabla 5. Tiempos registrados por actividad.	64
Tabla 6.Determinación del tiempo estándar del proceso	65
Tabla 7. Contenido del kit de limpieza.	72
Tabla 8. Distribución interna del kit.	73

Introducción

En la industria de producción de malla de fibra de vidrio, la eficiencia de los procesos y el adecuado mantenimiento de las líneas de recubrimiento son factores clave para asegurar la calidad de producto final y la continuidad operativa. Dentro de estos procesos, la limpieza de las líneas de recubrimiento representa una actividad fundamental, ya que previene defectos en la aplicación de plastisol, reduce paros no programados y garantiza que las líneas se encuentren en condiciones óptimas para cada arranque.

A pesar de constar con una Instrucción de Trabajo establecida para el lavado de líneas, se ha observado que los tiempos de ejecución varían significativamente entre operadores y entre turnos. En la práctica, cada operador desarrolla métodos propios para agilizar el proceso, lo cual genera inconsistencias, retrabajos y desperdicio de tiempo y solvente. Asimismo, la falta de una distribución clara de roles durante la limpieza, la distancia entre herramientas, y el uso de técnicas no estandarizadas provocan ineficiencias operativas que afectan directamente la productividad del área.

Por estas razones, se plantea la necesidad de realizar un estudio de tiempos y movimientos del proceso de limpieza de líneas de recubrimiento en ADFORS Saint-Gobain, con el fin de identificar actividades críticas, eliminar variaciones innecesarias, definir un método de trabajo uniforme y establecer tiempos estándar confiables. El desarrollo de este estudio no solo permitirá reducir los tiempos de limpieza y mejorar la disponibilidad de las líneas, sino que también contribuirá a la seguridad, a la calidad del producto final y al desempeño general del área de producción. De esta manera, el proyecto se convierte en un apoyo directo para el cumplimiento de los objetivos operativos y de mejora continua dentro de la organización.

CAPITULO 1

CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO Y ATENCIÓN DE LA EMPRESA

1.1 Definición del Problema

Variaciones significativas en los tiempos de limpieza de las líneas de recubrimiento debido a la falta de estandarización en el método de trabajo, el uso de prácticas no alineadas con la instrucción de limpieza y la ausencia de una distribución clara de actividades entre operadores.

1.2 Descripción del Problema

El proceso de limpieza de las líneas de recubrimiento en ADFORS Saint-Gobain es una actividad esencial para garantizar la calidad del producto y el correcto funcionamiento del sistema de aplicación de plastisol. Sin embargo, se ha identificado que dicho proceso presenta una alta variabilidad en la forma de ejecutarse, lo cual genera diferencias significativas en los tiempos de limpieza entre operadores y entre líneas.

Aunque existe una Instrucción de Trabajo (IT-R-32) que define el procedimiento a seguir, en la práctica los operadores realizan la limpieza aplicando métodos propios para ahorrar tiempo, omitiendo ciertos pasos o modificando el orden de ejecución. Esto provoca inconsistencias operativas, posibles riesgos de contaminación, errores en el montaje de aplicadores y atrasos en el arranque de las líneas.

Además, no existe una distribución clara de roles cuando dos operadores participan en la limpieza; en muchos casos ambos realizan las mismas actividades en lugar de dividir y optimizar el trabajo. A ello se suman otros factores, como:

- Tiempo perdido en la búsqueda de herramientas y materiales de lavado.
- Falta de control visual sobre válvulas, posiciones y componentes.
- Variaciones en la habilidad, práctica o criterio de los operadores.
- Acciones que dependen de mantenimiento, lo que genera detenciones adicionales.

Todo esto deriva en tiempos de limpieza no estandarizados, paros prolongados, inconsistencias en la calidad del lavado y un impacto directo en el tiempo disponible para la producción.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Rediseñar el proceso de limpieza de las líneas para la producción de hilo recubierto en la empresa ADFORS Saint-Gobain de América, S.A de C.V. que permita la optimización de tiempos de mantenimiento y preparación de maquinaria.

1.3.2 Objetivos específicos

- Definir el proceso de limpieza conforme a los requerimientos de producción.
- Realizar la capacitación del personal de limpieza de las máquinas para fabricación de hilo recubierto para la estandarización del proceso.
- Revisar el proceso en cuanto a tiempos de ciclo para optimización que permita eficacia y eficiencia.
- Establecer el estándar para el proceso de limpieza de la máquina para fabricar hilo recubierto a través de un procedimiento operativo esbelto.

1.4 Justificación

La actividad de limpieza de las líneas de recubrimiento en ADFORS Saint-Gobain es un proceso esencial para garantizar la calidad del hilo recubierto y para permitir el arranque oportuno de la producción. Sin embargo, durante el periodo de residencia se identificaron variaciones importantes en los tiempos de limpieza, diferencias en la forma de trabajo entre operadores y ausencia de un método estandarizado, lo cual genera retrasos, reprocesos y falta de control operativo. Debido a que las limpiezas están calendarizadas mensualmente, el estudio se realizó

mediante muestreo intencional, registrando ocho limpiezas representativas. Este tipo de muestreo es adecuado porque permite analizar los casos disponibles dentro del periodo de estancia y obtener información suficiente para caracterizar el proceso y proponer un estándar confiable.

Adicionalmente, se observaron diversos factores que justifican la necesidad de un rediseño del proceso: diferencias en peso y tamaño de los aplicadores, actividades que requieren la participación de dos operadores, prácticas no alineadas al instructivo, falta de roles definidos, tiempos muertos por ubicación dispersa de herramientas, errores por ausencia de controles visuales, falta de puntos de control de calidad al rearmar la línea. Por estas razones, el proyecto busca optimizar y estandarizar el proceso de limpieza mediante herramientas de ingeniería industrial, estudio de métodos y tiempos, principios de Lean Manufacturing (5S, Kaizen, Poka-Yoke) y fundamentos del Mantenimiento Productivo Total (TPM).

El resultado esperado es un tiempo estándar propuesto, un método de trabajo claro, roles definidos, controles de calidad y mejoras que incrementen la eficiencia, reduzcan variabilidad y permitan una programación de producción más precisa. Este proyecto se justifica porque aporta mejoras directas a la operación, reduce desperdicios y fortalece la confiabilidad del proceso, además de representar un ejercicio académico sólido que integra análisis, diagnóstico y mejora continua.

1.5 Alcances y limitaciones

El presente proyecto comprende el análisis y estandarización del proceso de limpieza de las líneas de recubrimiento en el área de producción. Su alcance abarca la observación de variaciones en la ejecución por parte de los operadores. El estudio considera las actividades que requieren trabajo conjunto debido al peso y manejo de los aplicadores, así como la revisión del

cumplimiento del instructivo, la disponibilidad de herramientas y principios de orden, inspección y limpieza propios del mantenimiento productivo total.

La investigación se delimita exclusivamente al proceso de limpieza mensual de las líneas, el cual se realiza bajo un calendario establecido por la empresa.

Durante el periodo de residencias se pudieron registrar datos de ocho limpiezas programadas; sin embargo, debido al horario de la estancia profesional (7:30 a. m. a 17:30 p. m.) solo fue posible observar directamente una parte de las actividades de cada limpieza hasta la última etapa registrada: “Purga de aplicadores”. Aunque el número de muestras es reducido, resulta suficiente para obtener una referencia representativa, ya que el procedimiento es repetitivo y estandarizado en su secuencia general. El estudio no evalúa el desempeño individual de los operadores ni la operación productiva normal de las líneas; se enfoca únicamente en documentar el proceso de limpieza y proponer mejoras operativas relacionadas con roles, ayudas visuales y estandarización del método, sin considerar modificaciones de maquinaria o infraestructura.

1.6 Impactos

1.6.1 Impacto social

La implementación de la estandarización del proceso de limpieza de líneas de recubrimiento tiene un impacto social positivo dentro de la organización. En primer lugar, contribuye a mejorar las condiciones de trabajo de los operadores al establecer procedimientos claros, visuales y seguros. Además, al definir roles y responsabilidades más equilibradas, se promueve una distribución justa del trabajo entre los operadores, disminuyendo la fatiga laboral y aumento de satisfacción del personal. Esto fomenta una cultura de disciplina operativa y mejora continua, beneficiando directamente al personal involucrado en el proceso.

1.6.2 Impacto económico

Desde el punto de vista económico, la estandarización del tiempo de limpieza ofrece beneficios directos y medibles para la empresa. Al reducir la variabilidad entre operadores y disminuir los tiempos improductivos, se incrementa la disponibilidad operativa de las líneas de recubrimiento, lo que permite mayor continuidad en la producción y un mejor aprovechamiento de los recursos. Asimismo, la optimización del proceso reduce el consumo de excesivo de solvente, evita desperdicio de plastisol y disminuye el riesgo de paros no programados por mala limpieza, lo cual representa un ahorro significativo en materiales y mantenimiento.

1.7 Antecedentes de ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. De C.V.

Es una empresa perteneciente al Grupo Saint-Gobain, corporación multinacional de origen francés con más de 350 años de historia, reconocida como líder mundial en la producción, transformación y distribución de materiales de construcción e industriales. El grupo cuenta con presencia en más de 70 países y emplea a más de 160,000 colaboradores, destacándose por su innovación, compromiso con la sostenibilidad y políticas de mejora continua.

La división ADFORS se especializa en el diseño, fabricación y comercialización de productos a base de fibras de vidrio y materiales técnicos como mallas, hilos, recubrimientos y soluciones de refuerzo para la construcción, la industria y aplicaciones de consumo. Esta división se distingue por integrar tecnología avanzada, altos estándares de calidad y un enfoque orientado al cliente. Hace 25 años, Saint-Gobain decidió establecer su planta de textiles técnicos en Tlaxcala, marcando el inicio de una historia de logros, innovación y compromiso con mercados industriales y de construcción y participando activamente en el desarrollo sostenible. Desde aquel 22 de diciembre de 1999, cuando se encendió el primer horno para producir hilo de vidrio, esta región

ha sido testigo de un crecimiento significativo y el liderazgo de una empresa que ha sido pionera en el sector.

1.7.1 Misión

Junto con y para nuestros clientes, diseñamos, fabricamos y distribuimos materiales y soluciones que tienen un impacto positivo en la vida de todos y que aportan bienestar, calidad de vida y rendimiento, al mismo tiempo que cuidamos del planeta.

1.7.2 Visión

Ser referentes globales en soluciones de construcción e industriales, basadas en textiles técnicos de fibra de vidrio, que ofrezcan alto rendimiento, confort y seguridad, promoviendo un entorno sostenible y mejorando la calidad de vida de los usuarios.

1.7.3 Valores y Compromisos

- Innovación constante: desarrollo de materiales de última generación.
- Sostenibilidad: reducción del impacto ambiental y compromiso con la economía circular.
- Calidad y seguridad: productos diseñados para garantizar resistencia, durabilidad y desempeño.
- Responsabilidad social: impulso a programas de desarrollo comunitario y cuidado del medio ambiente.

1.8 Políticas Corporativas

1.8.1 Política de calidad

- Conocer a profundidad los procesos de nuestros clientes externos e internos y cómo nos evalúan.

- Disminuir las pérdidas y variabilidad de nuestros procesos a través de WCM y de la mejora continua para lograr mayor satisfacción de nuestros clientes externos e internos.
- Motivar y desarrollar nuestro personal.
- Desarrollar nuestros proveedores.

1.8.2 Política EHS (Medio Ambiente, Salud Ocupacional y Seguridad)

Nos comprometemos, cada día, para alcanzar nuestros objetivos: CERO accidentes de trabajo, CERO enfermedades profesionales y CERO accidentes ambientales e **impacto mínimo** de nuestras actividades.

Mediante la adhesión a los siguientes principios:

- Respeto a la legislación, así como a los Estándares de Saint-Gobain.
- Ejemplaridad en todos nuestros procesos, productos y servicios, a lo largo de su ciclo de vida.
- Prevención y reducción continua de todos los riesgos para nuestros empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitantes y clientes, así como para el medio ambiente.
- Diálogo continuo, responsable y abierto con nuestros grupos de interés (colaboradores, autoridades e instituciones públicas, vecinos, clientes, proveedores, etc.).

1.9 Logotipo

La **Ilustración 1** presenta el logotipo oficial de la empresa, el cual se emplea como elemento distintivo en la documentación interna, procesos productivos y en los productos terminados.



Figura 1. Logotipo de la empresa

Fuente. ADFORS. (2025). Sitio web oficial. <https://www.adfors.com/es>

1.10 Giro

ADFORS pertenece al grupo Saint-Gobain y se dedica a la fabricación de materiales de refuerzo y soluciones textiles técnicas. Su principal giro incluye la producción de mallas, tejidos y recubrimientos elaborados principalmente con fibra de vidrio, diseñados para aplicaciones industriales, construcción y filtración.

1.11 Ubicación de la Empresa

La planta ADFORS Saint-Gobain se localiza en la Ciudad Industrial Xicohténcatl 1, perteneciente al municipio de Tetla de la Solidaridad, en el estado de Tlaxcala. Esta zona industrial es una de las más importantes del estado y concentra empresas orientadas a la manufactura, transformación e industrias textiles. El municipio de Tetla colinda al norte con Tlaxco, al sur con Apizaco, al este con Muñoz de Domingo Arenas.

La ubicación estratégica de la planta dentro del corredor industrial facilita la conexión con vías de acceso principales, como la carretera Apizaco-Tlaxco, permitiendo el abastecimiento eficiente de insumos y distribución de productos terminados. Dirección de la empresa: coaxamalucan, Mena-Cd. Industrial Xicohtencatl 500, Primera Secc Actipac, 90434 Tlax.

1.12 Organigrama General de la Empresa ADFORS Saint-Gobain

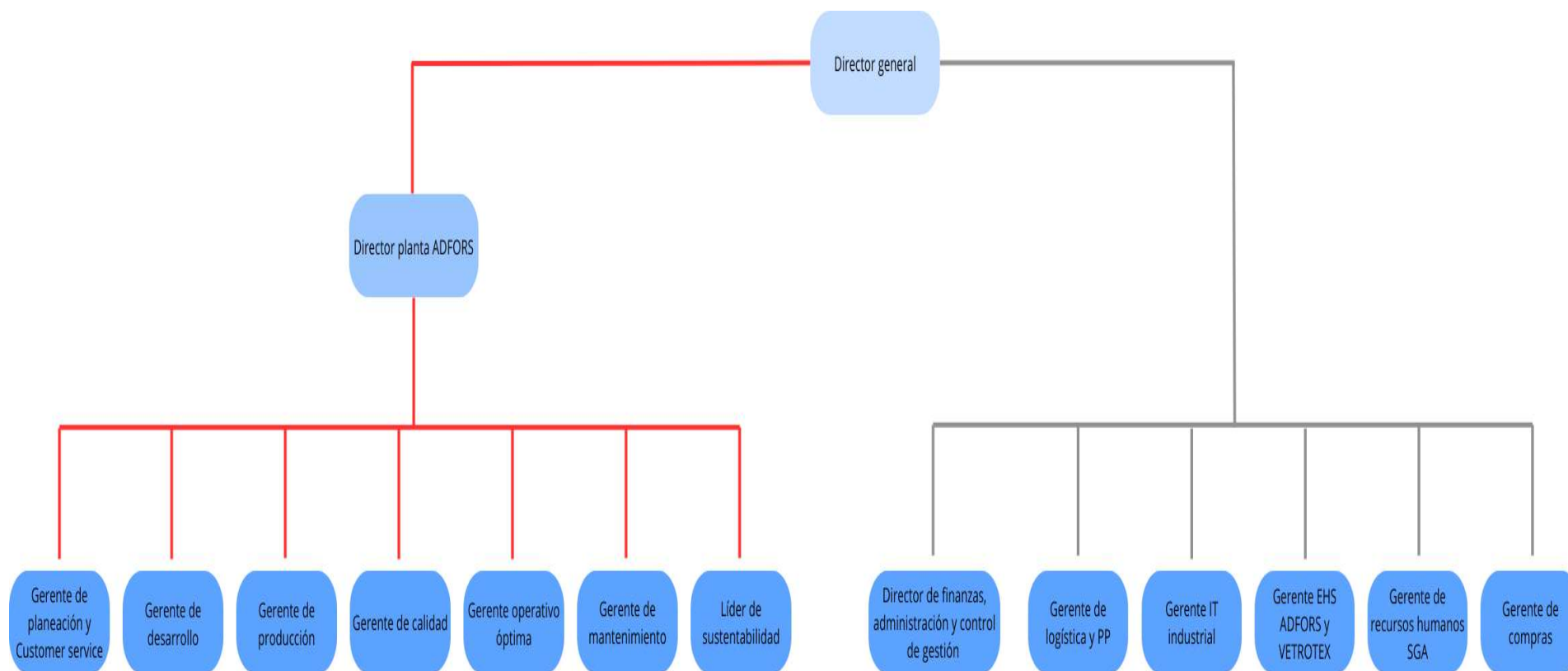


Figura 3. Organigrama general ADFORS, donde se aprecia la estructura administrativa y operativa a nivel corporativo.

Nota. Elaboración propia basada en documentos internos de ADFORS Saint-Gobain, 2025.

1.13 Organigrama del Área de Producción

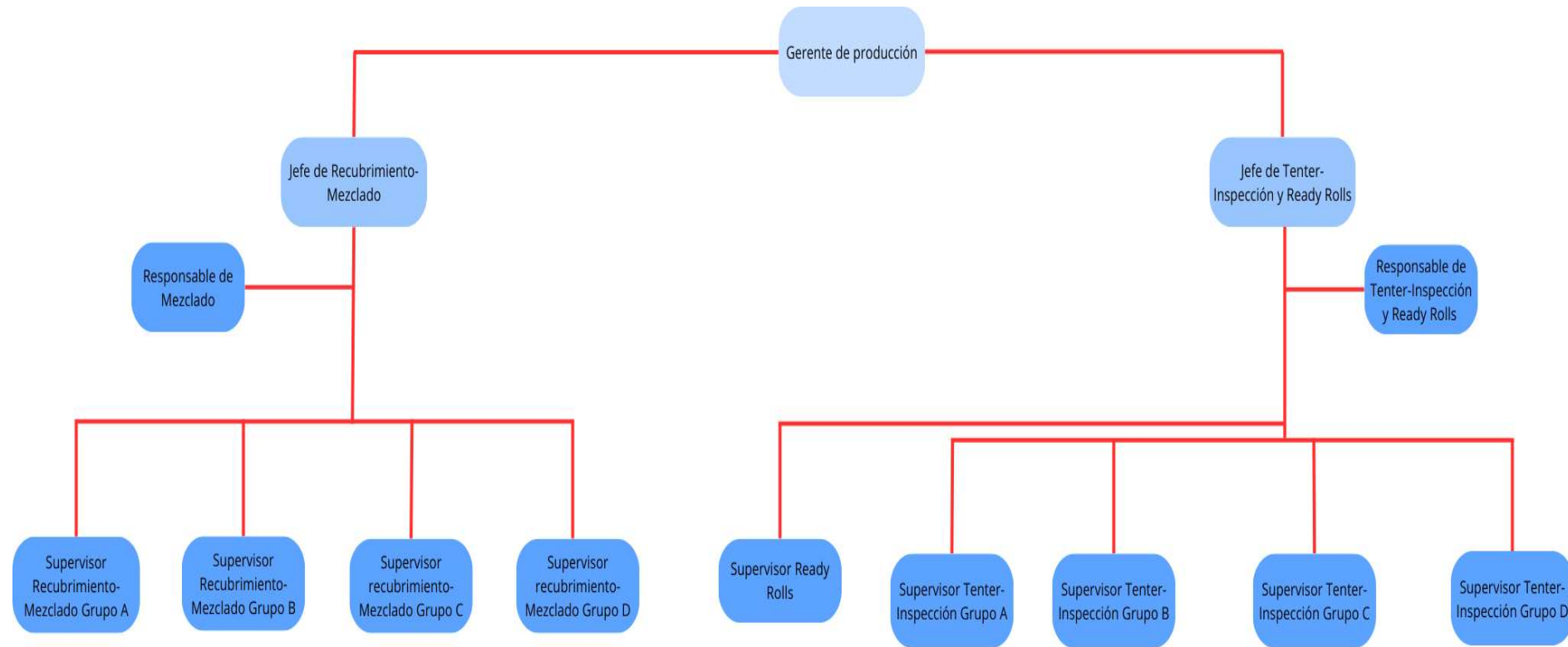


Figura 4. Organigrama del área de producción muestra la estructura jerárquica.

Nota. Elaboración propia basada en documentos internos de ADFORS Saint-Gobain, 2025.

1.14 Distribución de planta

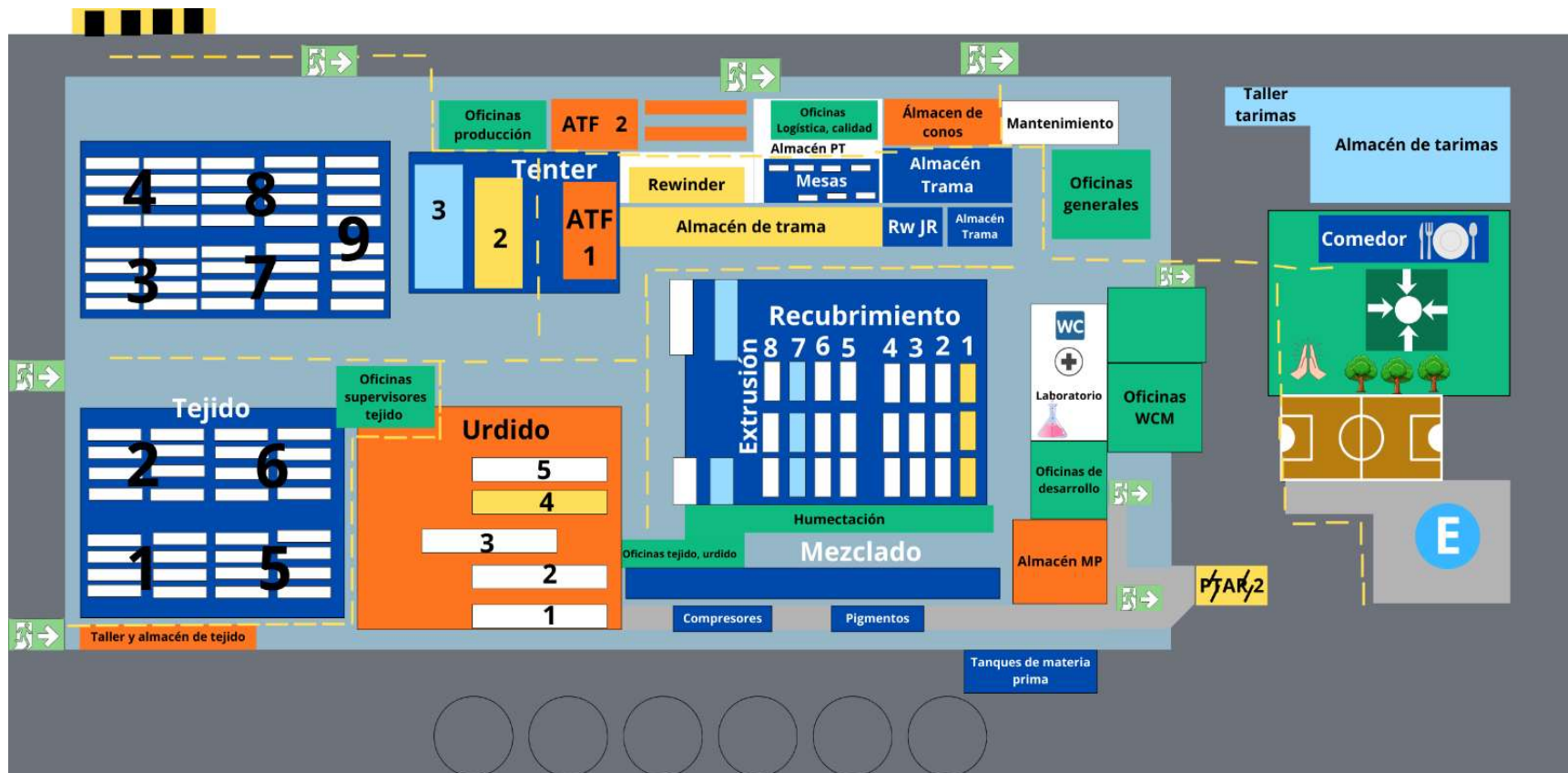


Figura 5. Distribución de la planta y sus instalaciones ADFORS

Nota. Elaboración propia basada en documentos internos de ADFORS Saint-Gobain, 2025.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estudio del trabajo

Es una disciplina de la ingeniería industrial que abarca un conjunto de técnicas destinadas a examinar, analizar y optimizar la forma en que se realiza una tarea. Su objetivo central consiste en estudiar tanto el método, la secuencia de operaciones, la disposición de recursos y la utilización de herramientas como el *tiempo* necesario para ejecutar esas operaciones bajo condiciones definidas. En la práctica integra dos componentes complementarios: el estudio de métodos, que busca el método más eficiente y seguro para realizar una actividad, y el estudio de tiempos, que cuantifica el tiempo requerido para ejecutar dicho método. Esta aproximación sistemática permite transformar observaciones empíricas en procedimientos normalizados susceptibles de ser evaluados, replicados y mejorados.

2.1.1 Importancia y utilidad del estudio del trabajo

El estudio del trabajo sirve para obtener evidencias objetivas que respalden decisiones de mejora en productividad, calidad y seguridad. Entre sus fines más relevantes se encuentran:

- Estandarizar métodos de trabajo para garantizar consistencia en la ejecución y facilitar la capacitación.
- Determinar tiempos estándar, base para la planificación, capacidad de máquina, balanceo de líneas y cálculo de recursos.
- Eliminar desperdicios (movimientos, esperas, transporte innecesario) y, por ende, reducir costos operativos.
- Mejorar condiciones de trabajo desde el punto de vista ergonómico y de seguridad, detectado posturas de riesgo o manipulaciones que puedan causar lesiones.

En síntesis, proporciona una base cuantitativa y metodológica para rediseñar tareas, optimizar recursos y sostener la mejora continua en el entorno productivo.

2.1.2 Aplicación del estudio del trabajo en procesos industriales

La aplicación del estudio del trabajo en ambientes industriales sigue un proceso estructurado que puede resumirse en las siguientes fases: identificación y delimitación de la tarea, registro y análisis del método actual, generación y evaluación de métodos alternativos, medición de tiempos, validación del método mejorado e implementación del estándar. En cada fase se emplean herramientas concretas:

1. Registro y análisis del método: uso de diagramas de flujo, diagramas de operaciones y diagramas hombre-máquina para describir la consecuencia de operaciones y la interacción con equipos.
2. Estudio de movimientos: descomposición de las operaciones en movimientos elementales para identificar y eliminar gestos innecesarios.
3. Cronometraje y medición de tiempos: registro mediante cronómetro (o sistemas digitales) de ciclos representativos; en procesos con más de un operario se utiliza la medición de tiempos de cuadrilla. Las unidades de medida se unifican para permitir análisis estadísticos fiables.
4. Evaluación estadística: cálculo de promedios, desviación estándar y análisis de variabilidad para decidir la representatividad de la muestra y fijar el tiempo estándar con los suplementos correspondientes.
5. Implementación y control: elaboración de instructivos, checklists y ayudas visuales y seguimiento mediante indicadores para asegurar la adhesión al método estandarizado.

En procesos industriales reales, la aplicación respeta las restricciones de producción, la seguridad del personal y la disponibilidad de recursos, por lo que la toma de datos suele planificarse para no afectar el desempeño normal de la planta.

2.2 Estudio de métodos

Constituye una disciplina central de la ingeniería industrial orientada a analizar, diseñar y mejorar la forma en que se realiza una tarea en el puesto de trabajo. Su propósito es obtener la secuencia más eficiente, segura y repetible para una operación, incorporando consideraciones de productividad, calidad y ergonomía. El análisis de métodos se fundamenta en la observación sistemática del trabajo, la descomposición de las operaciones en elementos básicos y la comparación crítica entre el método practicado y alternativas técnicamente superiores.

2.2.1 Método de trabajo

Es la combinación ordenada de procedimientos, herramientas, movimientos y condiciones bajo las cuales se ejecuta una actividad. Formalmente, comprende la secuencia de operaciones, la disposición física de los elementos, las técnicas de manipulación y los criterios de inspección asociados a una tarea. Desde la perspectiva práctica, documentar el método implica describir “qué” se hace, “cómo” se hace, “con qué” se hace y “en qué orden”. Esta definición operacional permite comparar alternativas y establecer estándares reproducibles.

La definición explícita del método es necesaria para estandarizar procedimientos, capacitar personal y garantizar que las mejoras propuestas sean implementables y verificables bajo condiciones reales de planta.

2.2.2 Objetivos del estudio de métodos

El estudio de métodos persigue objetivos interrelacionados que orientan tanto la evaluación inicial como el diseño de la mejora:

1. Determinar el método óptimo: identificar la secuencia que minimiza tiempo y esfuerzo sin sacrificar seguridad ni calidad.
2. Eliminar actividades no productivas: detectar y suprimir acciones que no aportan valor.
3. Mejorar las condiciones de trabajo: reducir cargas físicas, riesgos ergonómicos y factores que propician defectos.
4. Facilitar la estandarización: establecer procedimientos reproducibles para entrenamiento y control operativo.
5. Reducir costos y desperdicios: minimizar consumos, tiempos de inactividad y retrabajos mediante un método más eficiente.

Estos objetivos se alcanzan mediante técnicas de observación, diagramación y análisis cuantitativos; su cumplimiento se valida con mediciones posteriores.

2.2.3 Principios para la mejora del método

La mejora de un método se articula alrededor de principios prácticos y comprobados. A continuación, se describen los más relevantes para un contexto de limpieza industrial y estandarización de procesos.

2.2.3.1 Eliminación de movimientos innecesarios

Consiste en identificar y suprimir desplazamientos, manipulaciones y gestos que no agregan valor. El análisis se apoya en la descomposición de la operación en elementos básicos y en el registro de movimientos ineficientes. Al eliminar dichos movimientos se reduce el tiempo de

ciclo, la fatiga del operario y la probabilidad de errores. En la práctica se usa observación directa, video análisis y diagramas bimanuales para detectar oportunidades de consolidación o eliminación de pasos.

2.2.3.2 Simplificación de tareas

La simplificación busca reorganizar la secuencia de trabajo para que las operaciones fluyan de manera lógica y mínima. Esto implica combinar tareas afines, reordenar pasos para evitar esperas casuales, reemplazar operaciones complejas por alternativas más simples o automáticas cuando sea factible. La simplificación facilita la reproducibilidad, reduce la variabilidad entre operadores y hace el método menos dependiente de la destreza individual.

2.3 Estudio de tiempos

El estudio de tiempos constituye una disciplina de la ingeniería industrial orientada a determinar, con precisión y objetividad, la duración requerida para ejecutar una tarea bajo un método y condiciones de trabajo especificadas. La aplicación sistemática de procedimientos para medir la duración de las operaciones humanas y mecánicas que componen una actividad productiva. El análisis incluye: selección de la tarea, determinación del método válido, cronometrado de ciclos representativos, valoración del ritmo (factor de rendimiento) y adición de suplementos por necesidades personales y fatiga para obtener el tiempo estándar. El estudio de tiempos es pertinente en múltiples situaciones operativas, entre las que destacan:

- Cuando se necesita establecer un tiempo estándar para una actividad nueva o modificada (nuevo producto, nuevo método).
- Para comparar la eficiencia entre métodos alternativos y elegir el más productivo.

- En programación y capacidad: dimensionamiento de personal y cálculo de cargas de trabajo.
- Para costeo y determinación de tarifas de mano de obra.
- En procesos que combinan tareas manuales y automáticas donde los ciclos presentan variabilidad.

Además, el estudio de tiempos es aplicable tanto en tareas cortas y repetitivas como en actividades de mayor duración; en estos casos se adoptan criterios mixtos de muestreo y cronometrado para garantizar representatividad.

2.3.1 Técnicas de medición

En la práctica existen varias técnicas para la medición del trabajo; las más utilizadas en la industria y pertinentes son: el cronometraje directo, el uso de tiempos estándar y la consideración de tiempos estándar y la consideración de tiempos suplementarios.

2.3.2 Cronometraje (cronometraje o software de tiempo)

El cronometraje directo implica observar el ciclo de trabajo y medir con un cronómetro el tiempo de cada elemento o del ciclo completo en varias repeticiones. El procedimiento consiste en: definir claramente la tarea, dividirla en elementos, registrar tiempos en suficientes ciclos representativos, valorar el ritmo del ejecutante y promediar las observaciones para obtener el tiempo observado. Este método es preciso cuando la tarea es repetitiva o cuando es posible observar ciclos completos sin interrupciones. Para actividades de duración mixta (minutos y horas) se recomienda convertir todas las medidas a una unidad común (habitualmente minutos) para el análisis estadístico.

2.3.3 Tiempo estándar

Es el resultado final del estudio de tiempos y se obtiene a partir del tiempo observado (promedio de mediciones) ajustado por factores de rendimiento y suplementos. La fórmula general aceptada es:

$$Tiempo\ normal = Tiempo\ observado \times (Factor\ de\ rendimiento)$$

$$Tiempo\ estándar = Tiempo\ normal \times (1 + Suplementos)$$

El tiempo estándar permite fijar metas realistas y justas, diseñar turnos, y planificar recursos.

2.3.4 Tiempos suplementarios

Los tiempos suplementarios (también llamados tolerancias) contemplan los intervalos no productivos razonablemente esperables en una jornada, como necesidades fisiológicas, breves descansos, y tiempos de recuperación por fatiga, además de los retardos inevitables por condiciones de proceso. Su cuantificación se realiza mediante tablas estandarizadas o por juicio técnico, y su incorporación es imprescindible para que el tiempo estándar refleje condiciones operativas sostenibles.

2.3.5 Medición del trabajo en actividades de cuadrilla

Cuando la operación se ejecuta por una cuadrilla (dos o más operarios trabajando simultáneamente y de forma coordinada), la medición se orienta al tiempo de equipo o *crew time study*. En este enfoque la unidad de análisis no es el trabajador individual, sino el equipo que realiza el ciclo completo. El procedimiento mantiene los pasos del cronometraje directo, pero registra el tiempo que tarda la cuadrilla en completar el proceso y clasifica elementos según su naturaleza:

actividades que requieren intervención concurrente (manipulación conjunta), actividades paralelas (cada operario ejecuta tareas distintas en simultáneo) y actividades individuales. Este método es especialmente útil cuando existen manipuleos de cargas, operaciones que demandan simultaneidad por seguridad o rendimiento, o cuando la distribución de tareas entre miembros no está definida.

Implicaciones prácticas el tiempo estándar resultante representa el desempeño del equipo; la estandarización posterior puede proponer roles y secuencias que optimicen la cooperación y reduzcan duplicidad de movimientos. Además, al medir en cuadrilla se facilita la identificación de cuellos de botella interpersonales.

2.4 Muestreo Intencional

El Muestreo Intencional, también denominado muestreo por juicio, es una técnica de muestreo no probabilístico en la cual la selección de los elementos se realiza deliberadamente con base en el criterio del investigador o del experto que conoce el proceso. A diferencia del muestreo aleatorio, no busca la repetitividad estadística general, sino la selección estratégica de los casos más relevantes, competentes o informativos para el fenómeno de estudio.

En contextos industriales, este tipo de muestreo se utiliza cuando la población es limitada, las operaciones son poco frecuentes o existe una clara diferencia entre operadores, turnos o condiciones de proceso. Por ello, resulta adecuado en proyectos de estandarización, estudio de métodos y análisis de tiempos, particularmente cuando se busca capturar el comportamiento de los mejores desempeños operativos o de las condiciones más representativas del proceso.

2.4.1 Características del muestreo intencional

El muestreo intencional presenta atributos que lo hacen idóneo para entornos productivos:

1. Selección experta: Los casos se eligen porque poseen experiencia, dominio del proceso o un desempeño por encima del promedio.
2. Enfoque en calidad del dato y no en cantidad: Se prioriza la profundidad y precisión de la información obtenida sobre el número de observaciones.
3. Adecuado cuando la población es limitada: Se utiliza cuando el número de eventos medibles es reducido (como en limpiezas mensuales) o cuando las operaciones no ocurren con suficiente frecuencia.
4. Útil para establecer estándares: Permite obtener tiempos confiables tomando como referencia a operadores con práctica consolidada, evitando sesgos introducidos por principiantes o por condiciones anómalas.

2.4.2 Aplicación en un estudio de estandarización de tiempos

En un proyecto de estandarización del proceso de limpieza de líneas, el muestreo intencional se justifica por:

- Baja frecuencia del proceso, ya que las limpiezas se realizan una vez al mes y están calendarizadas.
- Variabilidad operacional, debido a que los operadores no siempre se reparten las actividades.
- Diferencias en habilidad y desempeño, pues algunos operadores realizan la limpieza de manera más rápida y con mayor calidad.
- Necesidad de capturar el “mejor método”, que servirá como base para definir el procedimiento estándar.

Así, las limpiezas seleccionadas deben corresponder a operarios con dominio del proceso y buena práctica, permitiendo construir un estándar realista pero exigente, alineado con la filosofía de mejora continua y reducir variabilidad en el desempeño.

2.4.3 Ventajas del muestreo intencional

- Permite analizar casos de alto valor informativo.
- Reduce el tiempo y recursos necesarios para el muestreo.
- Facilita la identificación de buenas prácticas operativas.
- Es útil para procesos con bajo volumen de observaciones.
- Contribuye a construir estándares más ajustados al desempeño óptimo.

2.5 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Es una metodología integral de gestión del mantenimiento nacida en Japón que busca maximizar la disponibilidad y la eficacia de los equipos mediante la participación activa de todos los niveles organizacionales, especialmente de los operarios. TPM trasciende el mantenimiento correctivo al promover acciones preventivas y predictivas, integrar prácticas de mejora continua y dotar a los operadores de responsabilidades básicas de conservación y diagnóstico. Su propósito último es lograr una producción sin fallas, sin paradas prolongadas y con la mayor calidad posible.

2.5.1 Objetivo del TPM

Los objetivos del TPM se articulan en términos operativos y estratégicos. Entre los principales destacan:

- Eliminar pérdidas relacionadas con el equipo: averías, tiempos de ajuste, rechazos por calidad y tiempos de propuesta a punto.

- Promover la implicación del personal operativo: desarrollar capacidades en los operarios para ejecutar inspecciones, limpieza y pequeñas reparaciones (mantenimiento autónomo).
- Sistematizar la mejora continua: mediante acciones focalizadas (kobetsu kaizen) que atacan causa raíz de fallos recurrentes.

2.5.2 Pilares relevantes del TPM

TPM se organiza en “pilares” que describen ámbitos de acción. Para un proyecto de limpieza y desensamble de equipos, los pilares de mayor aplicabilidad son:

- Mantenimiento planificado: establecer planes de intervención preventiva y predictiva basados en historial y criticidad, de modo que las tareas intensivas de limpieza/desensamble se programen sin interferir con la producción.
- Educación y formación (E&T): formación técnica continua para operarios y mantenedores, imprescindible para que el mantenimiento autónomo y las inspecciones sean afectivas.
- Seguridad, salud y medio ambiente (SHE): incluir criterios de seguridad en los procedimientos de limpieza y desensamble para proteger al personal y al equipo.

2.6 Filosofías de mejora continua

Proporcionan el marco cultural y las herramientas prácticas para reducir desperdicios, mejorar la calidad y sostener el rendimiento operativo. En el contexto de un proyecto de estandarización de la limpieza de líneas, las principales corrientes aplicables con Kaizen, las 5S y Poka-Yoke; cada una aporta un conjunto distinto de principios y técnicas que facilitan la estandarización, la seguridad y la reducción de variabilidad.

2.6.1 Kaizen

Es una filosofía japonesa de mejora continua basada en la realización de cambios pequeños, frecuentes y orientados al proceso. Su objetivo no es una única gran reforma, sino una sucesión de mejoras incrementales que, colectivamente, aumentan la eficiencia y reducen desperdicios. Kaizen integra la participación de todos los niveles organizacionales: desde operarios hasta la dirección.

2.6.1.1 Aplicación del Kaizen en procesos industriales

Kaizen se despliega a través de ciclos cortos de trabajo (PDCA: Plan-Do-Check-Act), eventos locales (Kaizen blitz) y una cultura que incentiva la proposición de mejoras por parte de quien realiza la tarea. En la práctica industrial esto implica: detectar problemas operativos (por ejemplo, tiempos excesivos en una etapa), proponer contramedidas inmediatas, validar su efectividad y estandarizarlas si resultan útiles. La metodología favorece intervenciones de bajo costo, reubicación de herramientas, ajustes en la secuencia de tareas, pequeños cambios ergonómicos que resultan fácilmente aplicables.

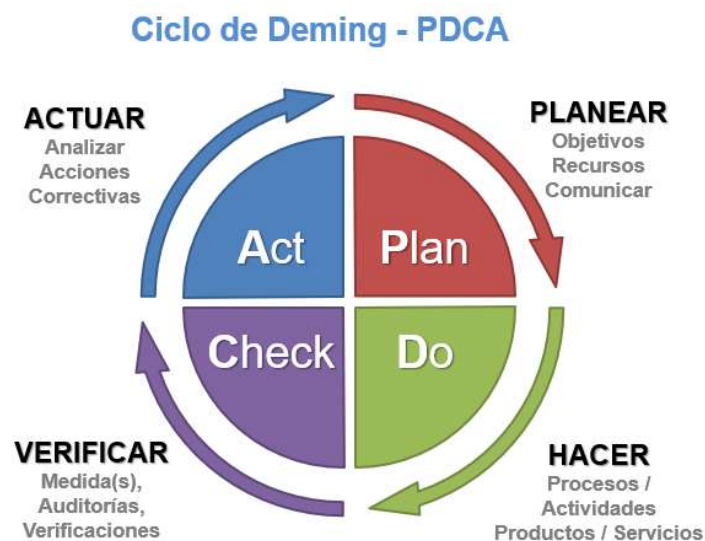


Figura 6. Ciclo PDCA del método kaizen

Fuente. Avilla Consulting. (2021). *Metodología Kaizen*.

<https://es-blog.avillaconsulting.us/2021/05/metodologia-kaizen.html>

2.6.2 Las 5S

Las 5S constituyen una metodología de orden y disciplina operativa originada en Toyota que engloba cinco pasos: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina). Su objetivo es crear entornos de trabajo seguros, organizados y eficientes, reduciendo pérdidas de tiempo y facilitando la detección de anomalías.

2.6.2.1 Aplicación de la metodología 5S en entornos productivos

La implementación de 5S es secuencial y participativa:

1. Seiri: retirar elementos innecesarios del área de trabajo.
2. Seiton: definir ubicación fija para cada herramienta y material (marcas, sombras, etiquetas).
3. Seiso: limpieza y verificación de condiciones; en procesos con residuos químicos, incluye procedimientos de descontaminación.
4. Seiketsu: documentar la nueva disposición (mapas visuales, listados).
5. Shitsuke: establecer rutinas y auditorías para sostener el hábito.



Figura 7. Representación del método 5S

Fuente. *Fábrica Visual. (2023). Qué es y cómo aplicar el método de las 5S.*
<https://fabricavisual.com.mx/que-es-y-como-aplicar-el-metodo-de-las-5/>

2.6.3 Poka-Yoke

Es una técnica de diseño de procesos y dispositivos que previene errores humanos antes de convertirse en defectos. Consiste en mecanismos o señales que impiden la ejecución incorrecta (física o visual), detectan fallos inminentes o hacen obvia la corrección inmediata. Su propósito es garantizar la calidad mediante la eliminación de fuentes de error humano en operaciones repetitivas.

Los dispositivos Poka-Yoke se clasifican comúnmente en tres tipos:

1. De prevención: impiden físicamente la acción incorrecta.
2. De detección: alertan al usuario cuando una condición no es correcta.
3. De advertencia: facilitan la identificación temprana de un posible error mediante contrastes visuales, codificación por colores o marcas.

2.7 Herramientas de análisis del proceso

En la ingeniería de procesos y en la mejora de operaciones industriales, las herramientas gráficas de análisis permite visualizar y representar de forma sistemática la secuencia de actividades, los flujos de materiales, los movimientos de operarios y las causas de ineficiencia. Estas herramientas facilitan el diagnóstico, la identificación de desperdicios, la evaluación de alternativas y el diseño de procesos optimizados.

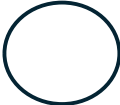
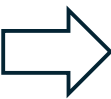
2.7.1 Diagrama de flujo del proceso

Es un esquema gráfico que representa la secuencia de actividades, decisiones, inspecciones o movimientos de un proceso o procedimiento, mediante símbolos y flechas que indican el orden de las operaciones. Es una herramienta clave para ilustrar de forma clara y estructurada cómo fluye un trabajo o procedimiento.

Existen distintos niveles de detalle: desde un diagrama marco (vista general del proceso, pocas etapas) hasta diagramas detallados (muchas etapas, decisiones, interacciones).

2.7.1.1 Objetivo y propósito del diagrama de flujo

- Visualizar procesos complejos de forma comprensible.
- Identificar pasos redundantes, bucles innecesarios, puntos de decisión, demoras o cuellos de botella.
- Servir como herramienta de comunicación entre equipos para estandarizar procesos.
- Facilitar la documentación de métodos operativos para capacitación, auditoría o mejora continua.

SIMBOLO	REPRESENTA
	Operaciones, fases del proceso, método o procedimiento.
	Inspección y medición. Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.
	Operación e inspección. Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	Transportación. Indica el movimiento de personas, material o equipo.
	Demora. Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	Decisión. Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Estrada de bienes. Productos o materiales que ingresan al proceso.

	Almacenamiento. Deposito y/o resguardo de información o productos.
---	--

Tabla 1. Simbología utilizada en un diagrama de flujo de procesos.

Nota. Adaptado de *Diagrama de flujo de procesos*, Fity.club, (s.f.), <https://fity.club/lists/suggestions/diagrama-de-flujo-de-proceso/>

2.7.2 Diagrama de causa-efecto (Ishikawa)

Es una herramienta de calidad desarrollada para identificar y representar gráficamente las posibles causas que contribuyen a un problema (efecto) específico, organizándolas en categorías (por ejemplo: método, maquinaria, mano de obra, materiales, medio ambiente, medición).

2.7.2.1 Objetivo y propósito del diagrama de causa-efecto

- Analizar exhaustivamente factores que originan un problema o desviación en un proceso.
- Visualizar causas múltiples y su relación con un efecto, apoyando la búsqueda de causa raíz.
- Facilitar la participación de equipos en la identificación colectiva de problemas y solución.
- Servir de base para planes de acción, prevención de fallas y mejora continua.

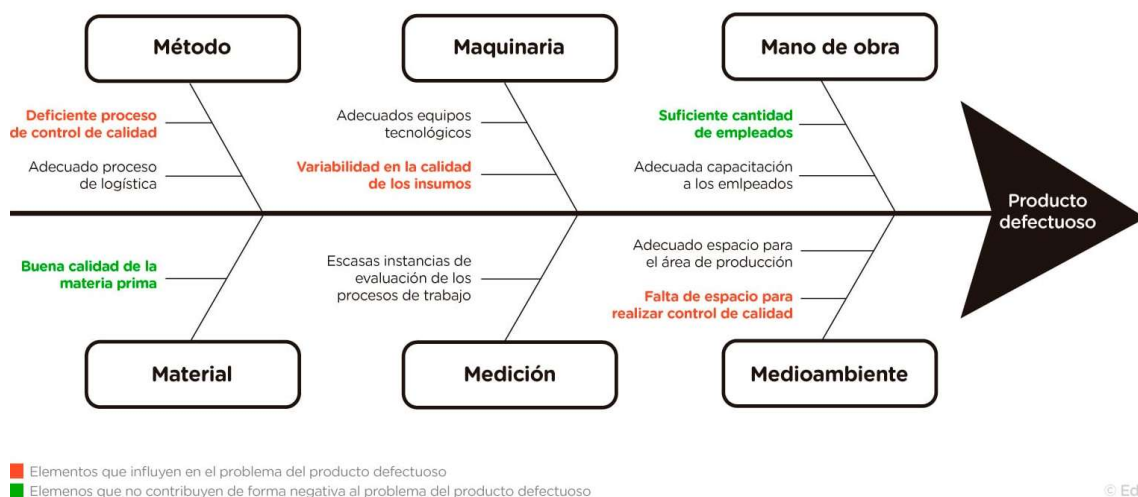


Figura 8. Ejemplo diagrama de Ishikawa sobre un producto.

Fuente. Concepto. de. (s.f.). *Diagrama de Ishikawa*. <https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/>

2.8 Seguridad y ergonomía en la manipulación de peso

La seguridad y ergonomía en el trabajo son pilares fundamentales para garantizar la integridad física del operador, la eficiencia del proceso y la sostenibilidad operativa. En contextos industriales donde existe manipulación manual de cargas, levantamiento, traslado, montaje de piezas, la aplicación de principios ergonómicos contribuye a reducir riesgos músculo-esquelético, prevenir lesiones y mejorar las condiciones de trabajo.

La ergonomía es la disciplina científica que estudia la interacción entre los seres humanos, las tareas que realizan, los equipos que utilizan y el entorno, con el objetivo de adaptar los puestos de trabajo a las capacidades y limitaciones humanas.

Este enfoque contempla factores físicos (postura, fuerza, movimientos), cognitivos (carga mental, atención), organizativos (ritmo, turnos, pausas) y ambientales (iluminación, condiciones del sitio), buscando optimizar tanto seguridad como productividad.

Al diseñar una tarea ergonómica adecuada, se procura que el trabajador realice sus funciones con comodidad, eficacia y minimizando los riesgos de fatiga, lesiones o errores derivados de condiciones inapropiadas.

2.8.1 Manipulación manual de cargas

La manipulación manual de cargas (MMC) se define como cualquier operación en la que uno o varios trabajadores transportan, levantan, empujan, arrastran o sostienen una carga, lo cual, si no se realiza bajo condiciones ergonómicas adecuadas, implica un riesgo significativo para la salud, especialmente a nivel dorso-lumbar.

2.8.2 Factores de riesgo en la manipulación manual

Algunos de los factores que agravan el riesgo en la MMC son:

- Cargas pesadas o voluminosas
- Levantamientos con la carga alejada del cuerpo, torsiones o posturas inadecuadas.
- Repetición frecuente de la tarea, especialmente sin pausas suficientes.
- Superficies irregulares, resbaladizas o espacios confinados.
- Ritmo elevado, distancia larga de transporte, o cargas sostenidas por tiempo prolongado.
- Ausencia de ayudas mecánicas o de otro operario cuando la carga excede capacidades seguras.

2.8.3 Límites recomendados

Como criterio general de seguridad, se suele recomendar que las cargas manipuladas manualmente no excedan los 25 kg bajo condiciones ideales de levantamiento (postura adecuada, carga cerca del cuerpo, agarre firme, sin giros bruscos).

En poblaciones más vulnerables, personas con menor fuerza, edad avanzada, mujeres u operarios no entrenados, se sugiere limitar las cargas a niveles inferiores (por ejemplo, 15 kg), con el fin de proteger una mayor proporción del personal.

Cuando las cargas superan estos límites o cuando las condiciones del entorno no permiten un levantamiento seguro, es recomendable recurrir a ayudas mecánicas o a la participación de más de un operario para reducir el riesgo.

2.8.4 Riesgos en posturas repetitivas

Las tareas que implican movimientos repetitivos, levantamientos frecuentes, torsiones, giros o mantenimiento de posturas forzadas durante periodos prolongados pueden derivar en trastornos musculoesqueléticos (TME), fatiga, lesiones en columna, articulaciones o músculos.

Los riesgos aumentan cuando la repetitividad se combina con fuerzas elevadas, ritmos intensos, pausas insuficientes o carga sostenida. Además, los factores ambientales y organizacionales como suelo irregular, espacio reducido, condiciones de iluminación, humedad o falta de ventilación también incrementan los riesgos derivados de posturas inadecuadas.

Por ello, en la economía busca diseñar los puestos de trabajo, tareas y cargas de forma tal que minimicen estos riesgos, promoviendo posturas neutrales, distribución adecuada del esfuerzo, pausa, rotación de tareas si es posible, y uso de ayudas cuando la carga o repetición lo requiera.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Caracterización del proceso productivo de hilo recubierto

El proceso productivo para la fabricación de hilo recubierto en la empresa ADFORS Saint-Gobain se compone de las etapas de preparación, alimentación de materia prima, recubrimiento, curado, enfriamiento y bobinado final. Cuando una de estas operaciones requiere condiciones específicas de limpieza para garantizar la calidad del producto y evitar contaminación cruzada entre formulaciones.

3.1.1 Objetivo y alcance de proceso

El objetivo del proceso de Recubrimiento es realizar la fabricación del hilo recubierto de acuerdo con los parámetros de control establecidos para la conformidad con los requisitos del producto semiterminado (Bobinas), de acuerdo con lo marcado en el Sistema de Gestión de Calidad.

Con el fin de representar visualmente la secuencia operativa, en la **Figura 12**, se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo de hilo recubierto en su configuración actual.

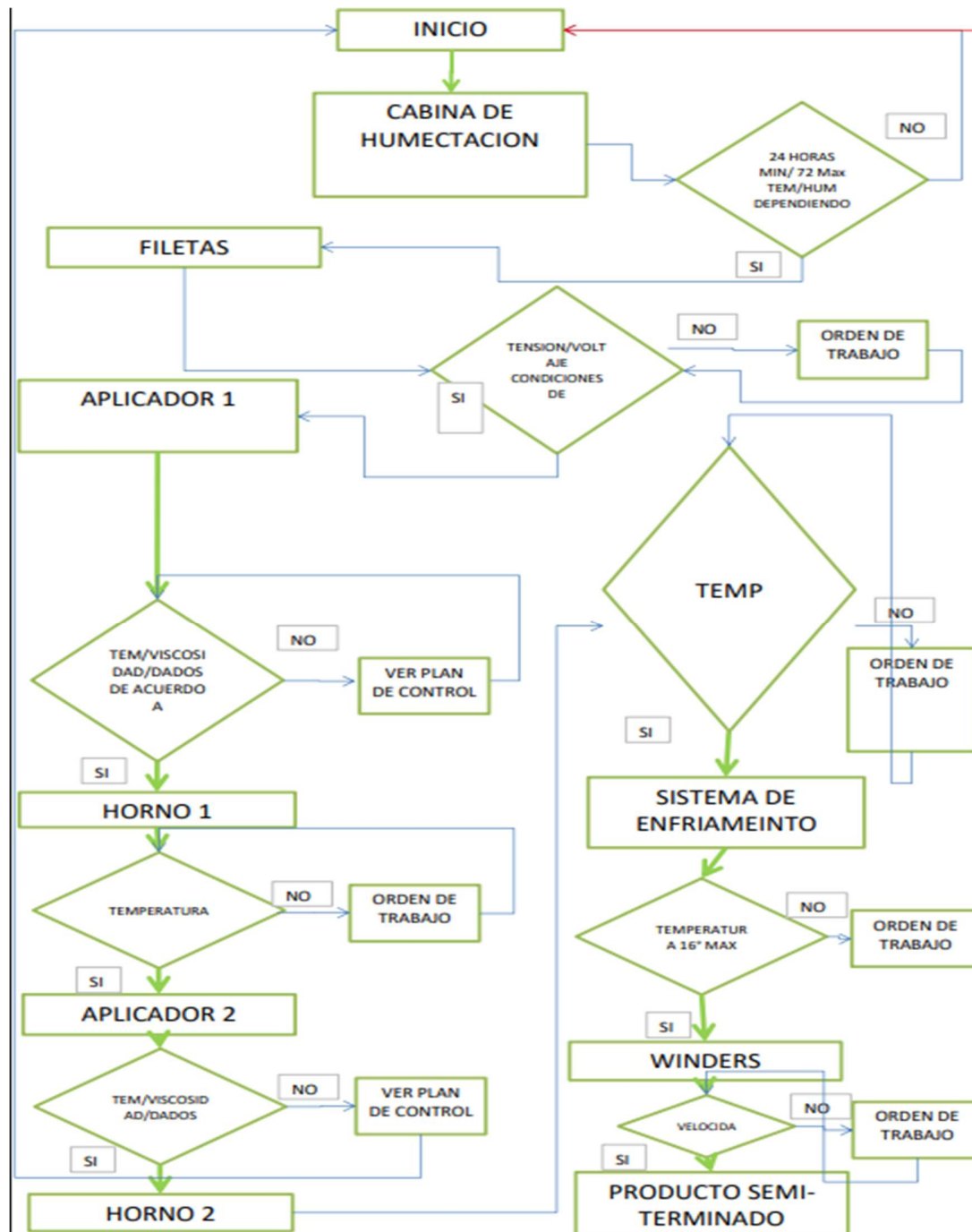


Figura 9. Diagrama de flujo del proceso de fabricación de hilo recubierto.

Nota. Adaptado diagrama de *Flujo del proceso productivo de hilo recubierto*, Documentación interna de ADFORS Saint-Gobain, (2025).

3.1.2 Explicación de la máquina

PARTES DE LA MÁQUINA		DESCRIPCIÓN
TENSIONADOR DE CAPUCHÓN TIPO CAMPANA		Parte de la fileta que ayuda a la tensión del hilo de fibra eliminando la vibración.
EMPALMADORA		Maquina en forma de pistola que a base de aire comprimido nos ayuda a unir dos hilos de fibra, para tener un proceso continuo.
FILETA		Estructura metálica donde se encuentran los soportes para subir las bobinas, tensionadores y ojillos.

APLICADOR		Sistema que recubre de plastisol el hilo de la fibra de vidrio (aplicador 1, aplicador 2).
HORNO		Equipo que ayuda al cocimiento (curado) del Hilo Recubierto.
TINA DE ENFRIAMIENTO		Sistema de enfriamiento, que disminuye la temperatura del hilo para evitar que este salga plano.
POLEAS		Elemento giratorio que quita el exceso de agua al hilo, punto de contacto.

RODILLOS DE DISTRIBUCIÓN		Rodillos que distribuyen los hilos hacia el Winder correspondiente.
WINDER		Bobinadora de hilo

Tabla 2. Partes principales de la máquina de recubrimiento.

Nota. Adaptado de *Partes de la máquina*, Documentación interna de ADFORS Saint-Gobain, (2025).

3.2 Proceso de limpieza: secuencia completa y secuencia observada

La limpieza de las líneas de recubrimiento es un proceso crítico dentro de la operación de producción de hilo recubierto, y que garantiza la correcta aplicación del plastisol y evita defectos en la calidad del producto final. Este proceso se realiza de manera programada y comprende diversas actividades que involucran el desensamble, lavado, purga y reensamble de los aplicadores, demás componentes de la línea.

La secuencia completa, establecida en la instrucción de limpieza de ADFORS Saint-Gobain, donde se detalla el procedimiento oficial de principio a fin. Esta secuencia incluye actividades previas, intermedias y posteriores a la limpieza e integra todas las acciones necesarias

para garantizar que la línea quede en condiciones adecuadas para su arranque. La presentación oficial del proceso se muestra en la **Figura 13**.

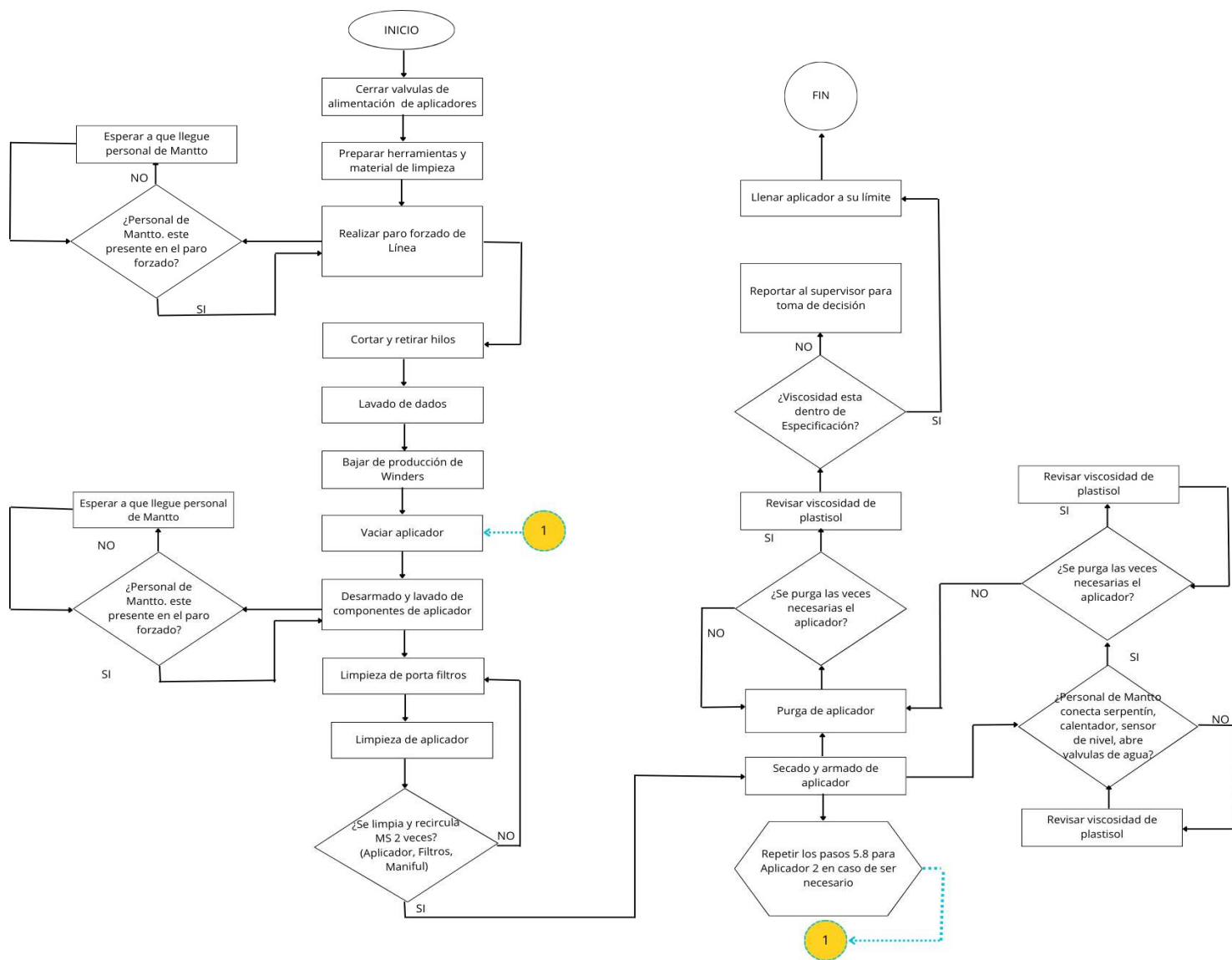


Figura 10. Diagrama de flujo del proceso de limpieza de líneas de recubrimiento.

Nota. Elaboración propia con base en la Instrucción de limpieza de líneas de ADFORS Saint-Gobain.

La secuencia operativa observada, correspondiente a las actividades en campo registradas durante las limpiezas realizadas en el periodo del proyecto. Esta secuencia incluye las etapas vivibles para el personal durante el turno operativo, tales como el desarmado de aplicadores,

traslado de piezas, lavado, purga, inspecciones y armado. Esta representación practica se muestra en la **Figura 14**.

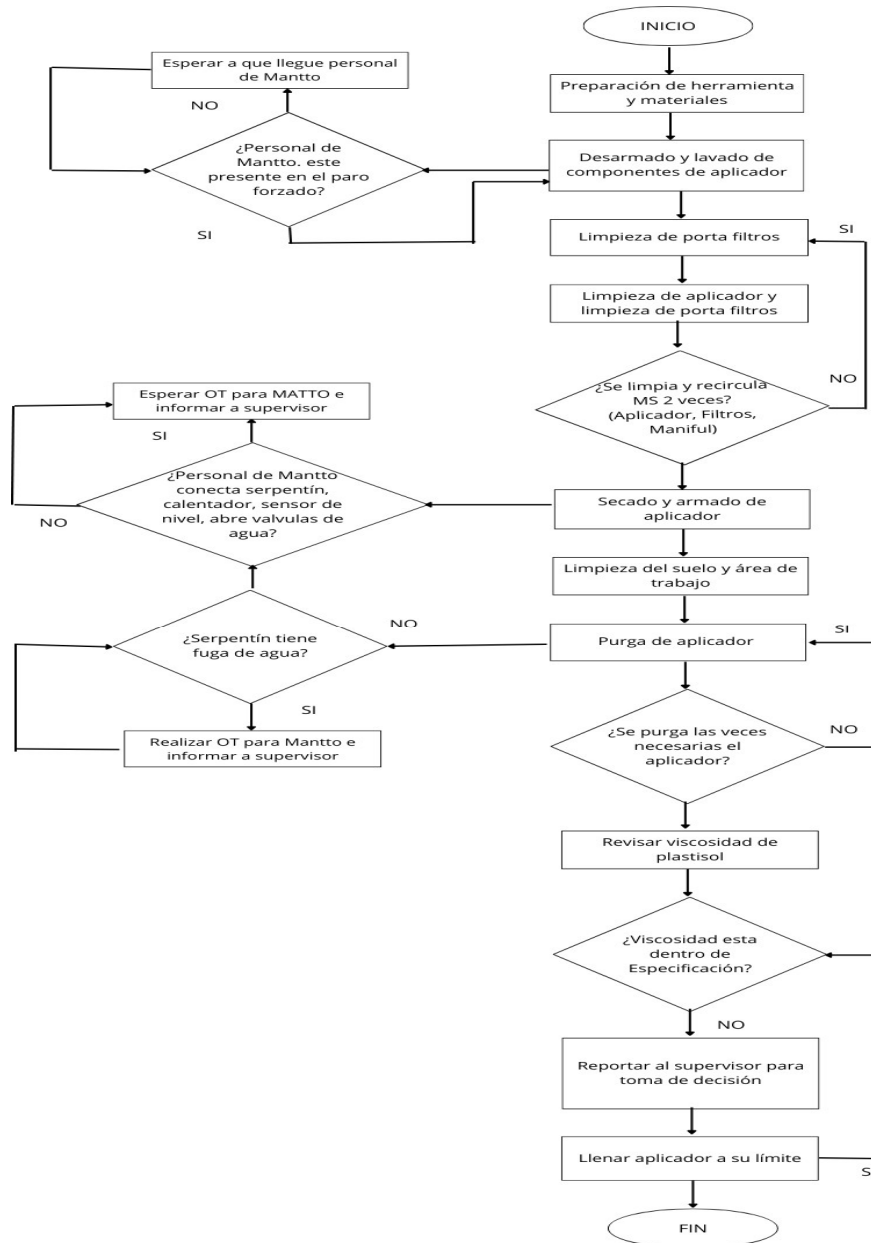


Figura 11. Diagrama de flujo del proceso de limpieza observado.

Nota. Elaboración propia con base en la instrucción de lavado de líneas ADFORS Saint-Gobain (documento interno).

La comparación entre la secuencia oficial y la secuencia observada permite identificar diferencias en la ejecución, variaciones en el método de trabajo y aspectos que influyen directamente en los tiempos de limpieza. Esta información es fundamental para el análisis de métodos, la estandarización propuesta y la definición del tiempo estándar de limpieza presentados posteriormente en este capítulo.

3.2.1 Procedimiento de limpieza observado

El presente apartado describe el procedimiento de limpieza de líneas de producción de hilo recubierto, conforme a las actividades observadas durante la estancia en la empresa ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V. La descripción se basa en la observación directa del proceso durante las limpiezas programadas, considerando las condiciones reales de operación y la participación del personal asignado.

Es importante señalar que el procedimiento descrito corresponde a las actividades efectivamente ejecutadas en planta durante los turnos observados.

3.2.1.1 Preparación de herramientas y área de trabajo

El procedimiento inicia con la preparación de las herramientas y materiales necesarios para la limpieza. Los operadores reúnen los instrumentos de desarmado, elementos de limpieza y equipo de protección personal antes de intervenir la línea. Durante esta etapa se delimita el área de trabajo y se colocan los componentes que serán desmontados en espacios disponibles cercanos a la línea, con el fin de facilitar su manipulación durante las siguientes actividades.

3.2.1.2 Desarmado y lavado de componentes

Una vez preparada el área, se procede al desarmado de los componentes principales del sistema de recubrimiento, particularmente los aplicadores y porta filtros. Esta actividad es

realizada generalmente por dos operadores, debido al peso y tamaño de algunos elementos, lo que requiere coordinación para evitar daños a los componentes y riesgos ergonómicos. Posteriormente, los componentes desmontados son trasladados al área destinada para su lavado, donde se realiza la remoción de residuos de plastisol y otros contaminantes adheridos a las superficies.

3.2.1.3 Limpieza de aplicadores y porta filtros

En esta etapa se lleva a cabo la limpieza detallada de los aplicadores y porta filtros, utilizando herramientas manuales como cepillos y trapos. El objetivo es eliminar completamente los restos de material que puedan afectar la calidad del producto durante el siguiente arranque de la línea. La limpieza se realiza de manera visual y manual, asegurando que las superficies queden libres de residuos visibles antes de continuar con el proceso.

3.2.1.4 Secado y armado de aplicadores

Una vez finalizada la limpieza, los componentes son secados cuidadosamente para evitar la presencia de humedad que pudiera generar fallas durante la operación. Posteriormente, se procede al armado de los aplicadores y porta filtros, asegurando que cada componente sea colocado en su posición correcta. Esta actividad requiere especial atención, ya que un ensamble incorrecto puede ocasionar fugas, fallas en el recubrimiento o tiempos adicionales de ajuste durante el arranque de la máquina.

3.2.1.5 Limpieza general del área de aplicadores

De forma paralela o posterior al armado, se realiza la limpieza general del área de los aplicadores. Esta actividad incluye la remoción de residuos en el suelo, superficies de trabajo y zonas cercanas a la línea, con el propósito de mantener un entorno ordenado y seguro para la

operación. La limpieza del área contribuye a prevenir riesgos de seguridad y facilita el correcto arranque del proceso productivo.

3.2.1.6 Purga de aplicadores

Como actividad final del procedimiento observado, se lleva a cabo la purga de los aplicadores, con el fin de verificar el correcto flujo del material y asegurar que no existan obstrucciones en el sistema. Esta etapa permite confirmar que los componentes fueron ensamblados adecuadamente y que la línea se encuentra en condiciones aptas para su operación. La purga se realiza previo al arranque formal de la línea y constituye un punto crítico para validar la efectividad de la limpieza realizada.

3.2.2 Consideraciones sobre el procedimiento observado

El procedimiento descrito representa las actividades observadas durante las limpiezas de línea realizadas en los turnos accesibles para el presente proyecto. Algunas etapas, como el levantamiento de posiciones y el arranque completo de la máquina, se ejecutan en turnos distintos, por lo que su descripción se complementa con la información contenida en el instructivo interno de limpieza de la empresa.

3.3 Metodología para el estudio de tiempos del proceso de limpieza

Para el análisis del proceso de limpieza de las líneas de producción de hilo recubierto, se aplicó un estudio de tiempos, con el objetivo de conocer la duración real de las actividades que integran dicho proceso y generar una base confiable para su posterior estandarización.

La medición de tiempos se realizó mediante cronometraje directo, registrando los tiempos de ejecución de cada actividad observable durante las limpiezas programadas. Debido a las

condiciones operativas de la empresa y a la calendarización mensual de las limpiezas, se utilizó un muestreo intencional, seleccionando limpiezas representativas del proceso real.

Las actividades fueron cronometradas de manera individual, considerando el inicio y término de cada una, lo que permitió obtener información detallada del comportamiento del proceso y de la participación del personal involucrado.

3.3.1 Levantamiento de información y registro de tiempos

El levantamiento se realizó mediante observación directa en piso de producción, enfocándose en el proceso de limpieza de las líneas destinadas a la fabricación de hilo recubierto. Debido a las condiciones operativas de la empresa y a los horarios establecidos por la ejecución de las limpiezas, se aplicó muestreo intencional seleccionando aquellas limpiezas completas que fue posible observar durante el periodo de estadía.

La observación del proceso se llevó a cabo en diferentes fechas, líneas y turnos, registrando un total de ocho procesos de limpieza, los cuales fueron considerados representativos del método actual de trabajo. Durante cada observación se documentó la secuencia de actividades realizadas, el personal involucrado, el tiempo empleado por actividad y las incidencias presentadas durante la ejecución del proceso.

Para el registro de la información se diseñó y realizó una bitácora manual. De observación, en la cual se capturaron los siguientes datos:

- Fecha de la limpieza,
- Línea de producción
- Turno de trabajo
- Operadores participantes

- Actividad ejecutada
- Tiempo de ejecución por actividad (en minutos)
- Observaciones generales
- Incidencias detectadas durante el proceso

Estas bitácoras permitieron documentar de manera detallada el desarrollo real del proceso de limpieza. Así como identificar variaciones en la duración de las actividades, prácticas operativas y situaciones que impactaron en el tiempo total del proceso.

Posteriormente, la información recolectada en las bitácoras manuales fue transferida a hojas de cálculo. Con el objetivo de organizar, depurar y analizar los datos de manera sistemática en Excel, se realizó la clasificación de la información por limpieza, actividad y línea de producción, lo que facilitó el análisis estadístico posterior.

Cabe señalar que debido a las restricciones de horario y a que algunas actividades del proceso de la limpieza se ejecutan durante turnos nocturnos o fuera de periodo de observación. El levantamiento de información se limitó a las actividades que fueron posible observar directamente.

Las bitácoras originales utilizadas durante el levantamiento de información se presentan de manera integrada en el **Anexo A**, como respaldo del trabajo de campo realizado.

3.3.2 Análisis de proceso actual

Con el fin de identificar las principales causas que influyen en la variabilidad del proceso de limpieza de las líneas, se realizó un análisis mediante el diagrama de causa-efecto. Esta herramienta permitió estructurar los factores que afectan la ejecución del proceso, considerando aspectos relacionados con el método de trabajo, la mano de obra, el equipo, los materiales y el entorno operativo.



Figura 12. Diagrama de causa-efecto del proceso de limpieza de líneas.

Nota. Elaboración propia con base en observación directa en el proceso de limpieza (2025).

A partir del análisis realizado se identificó que la causa raíz principal del problema es la diferente experiencia entre operadores, ya que cada uno ejecuta el proceso de limpieza con base en su conocimiento empírico, criterio personal y ritmo de trabajo. Esta situación provoca variaciones en la secuencia de actividades, en la forma de manipulación de los componentes y en los tiempos de ejecución del proceso.

Como consecuencia de esta diferencia en la experiencia operativa, se generan tiempos de limpieza no uniformes y una alta variabilidad en la duración total del proceso, lo que dificulta su control y estandarización. Asimismo, se detectó que la falta de asignación clara de roles, la

ausencia de una secuencia estandarizada y la inexistencia de tiempos estándar definidos están directamente relacionadas con dicha causa principal.

Derivado de lo anterior, se determinó la necesidad de realizar un estudio de tiempos y movimientos, el cual permite cuantificar la variabilidad generada por la diferencia en la experiencia de los operadores, identificar prácticas más eficientes y establecer un tiempo estándar que sirva como base para la estandarización del proceso de limpieza de líneas.

3.4 Desarrollo del formato piloto de estandarización del proceso de limpieza

Con base en la información recopilada durante el estudio de tiempos y las observaciones en planta, se desarrolló un formato piloto de estandarización del proceso de limpieza, cuyo objetivo es guiar a los operadores sobre la secuencia de actividades, los tiempos de referencia y los roles asignados.

El formato piloto incluye:

- Listado ordenado de actividades del proceso de limpieza.
- Tiempo promedio estimado por actividad.
- Asignación de roles por operador.
- Espacio para observaciones operativas.

Este formato no tiene como finalidad evaluar el desempeño individual, sino servir como una herramienta de apoyo para la organización del trabajo, la reducción de variabilidad y la mejora continua del proceso.

3.5 Propuesta de mejoras al proceso de limpieza

A partir del análisis del proceso observado y de los tiempos registrados, se plantearon propuestas de mejora orientadas a la estandarización, eficiencia y calidad del proceso de limpieza, alineadas a los principios de manufactura esbelta y mejora continua.

Las principales propuestas desarrolladas en este proyecto son:

- Aplicación piloto del formato de estandarización de tiempos, para orientar a los operadores en la ejecución ordenada de las actividades.
- Implementación de un checklist de inspección final, destinado a verificar que el ensamble y la limpieza se realizaron correctamente antes de la liberación de la línea.
- Diseño de un kit de herramientas estandarizado, que asegure la disponibilidad y organización de los instrumentos necesarios para la limpieza.
- Incorporación de buenas prácticas operativas, enfocadas en orden, limpieza, seguridad y correcta manipulación de componentes.

Estas propuestas buscan reducir la variabilidad del proceso, facilitar la capacitación del personal y establecer una base sólida para la mejora continua del proceso de limpieza de líneas.

3.6 Actividades complementarias realizadas durante la residencia

Durante el periodo de residencia profesional, además de las actividades directamente relacionadas con el análisis, rediseño y estandarización del proceso de limpieza de líneas, se participó en diversas actividades complementarias de apoyo a la operación productiva, las cuales se encuentran debidamente registradas en el cronograma de actividades aprobado.

Entre estas actividades destaca la participación en el barrido de velocidades y tensiones del proceso de producción de hilo recubierto, cuyo objetivo es el ajuste y la validación de parámetros

operativos de las líneas de producción. La realización de esta actividad permitió un mayor entendimiento del comportamiento del proceso antes y después de las intervenciones de limpieza, así como de la influencia que tiene el estado de los aplicadores y componentes sobre la estabilidad operativa de la línea.

Si bien dichas actividades no forman parte directa del alcance principal del presente proyecto, su desarrollo contribuyó a fortalecer el conocimiento integral del proceso productivo, facilitó la comprensión de la interacción entre las variables de operación y las condiciones del equipo, y permitió contextualizar la importancia de ejecutar las limpiezas de línea de manera adecuada y estandarizada para asegurar un desempeño óptimo del proceso.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Análisis de tiempos del proceso de limpieza

Una vez realizado el levantamiento de información en piso de producción y el registro de tiempos por actividad, se procedió al análisis de los tiempos del proceso de limpieza de las líneas para la fabricación de hilo recubierto. Este análisis tuvo como objetivo identificar el comportamiento del proceso, evaluarla con la variabilidad de los tiempos registrados y establecer una base confiable para la posterior estándar estandarización.

Los datos obtenidos de las ocho limpiezas observadas fueron organizados y procesados en hojas de cálculo, donde se agruparon por actividad y por limpieza completa. Cada proceso de limpieza se descompuso en las actividades que la conforman, considerando únicamente aquellas que fueron observadas directamente durante el periodo de estudio.

4.1.1 Análisis de tiempos totales por limpieza

Como un primer paso del análisis, se calculó el tiempo total de cada limpieza, sumando los tiempos individuales de las actividades registradas en cada observación. Los resultados, mostraron una variación entre limpiezas, evidenciando que el proceso no se ejecuta de manera uniforme.

Los tiempos totales obtenidos fueron los siguientes:

Numero de limpieza	Tiempo total (hrs)
1	9.68
2	9.49
3	9.74
4	9.37
5	6.67
6	8.64
7	6.83
8	8.13

Tabla 3. Tiempos totales por limpieza.

Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

Estos valores fueron representados mediante una gráfica de barras, la cual permitió visualizar de manera clara la dispersión de los tiempos y detectar diferencias relevantes entre las limpiezas analizadas.

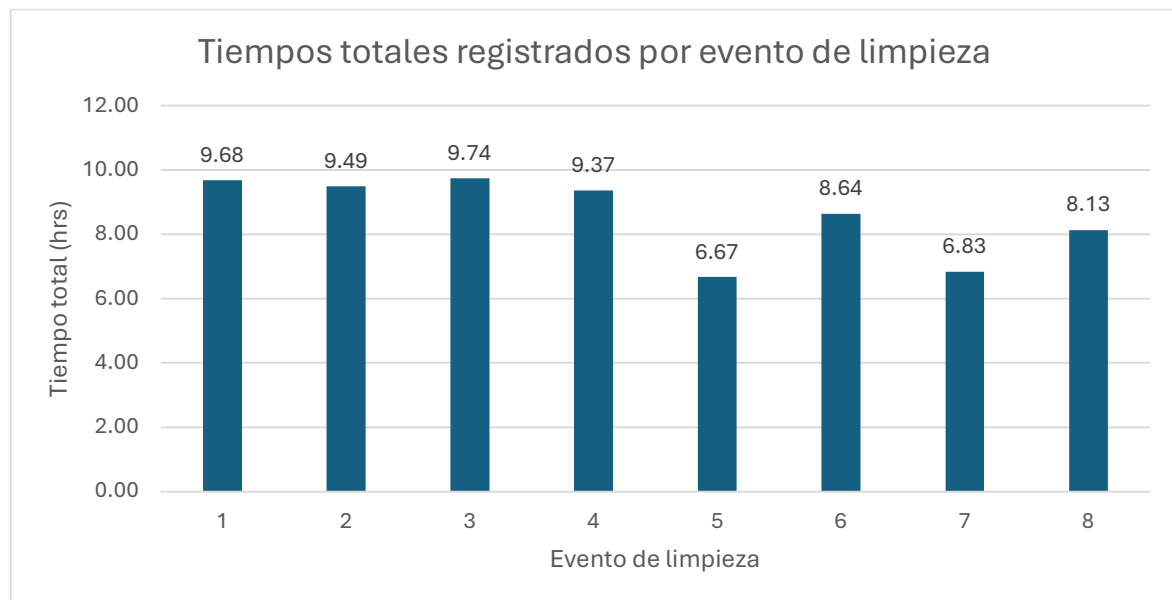


Figura 13. Gráfica de tiempos totales por limpieza.

Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

4.1.2 Análisis estadístico de los tiempos

Con el fin de cuantificar la variabilidad del proceso, se realiza un análisis estadístico descriptivo de los tiempos totales registrados. Para ello, se calcularon los siguientes indicadores:

Concepto	Resultado
Promedio	8.57 hrs
Mediana	9.00 hrs
Tiempo mínimo	6.67 hrs
Tiempo máximo	9.74 hrs
Rango	3.08 hrs
Desviación estándar	1.25 hrs
Coefficiente de variación (CV)	14.58 %

Tabla 4. Indicadores estadísticos de los tiempos de limpieza.

Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

El coeficiente de variación obtenido indica una variabilidad moderada del proceso, lo que sugiere que, si bien existen diferencias entre las limpiezas observadas, el proceso presenta una tendencia consistente que permite la definición de tiempos estándar bajo condiciones normales de operación.

4.1.3 Análisis de tiempos por actividad

Posteriormente, se realizó un análisis detallado de los tiempos registrados por actividad, con el objetivo de identificar aquellas que presentan un mayor impacto en la duración total del proceso de limpieza. Las actividades analizadas fueron:

Actividad	Promedio (min)
Preparación de herramienta	20.27
Puesta del equipo de protección	16.00
Desarmado y lavado de componentes	69.31
Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros	72.05
Secado y armado de aplicador	41.97
Limpieza general del suelo aplicador	43.00
Purga de aplicador	30.24

Tabla 5. Tiempos registrados por actividad.

Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

Para cada actividad se calculó el tiempo promedio, a partir de los registros obtenidos en las ocho limpiezas observadas. Este análisis permitió identificar actividades con alta variación en su duración, así como oportunidades para la redistribución de tareas mediante roles operativos.

Los resultados fueron representados mediante gráficas comparativas, facilitando la identificación visual de las actividades críticas dentro del proceso.

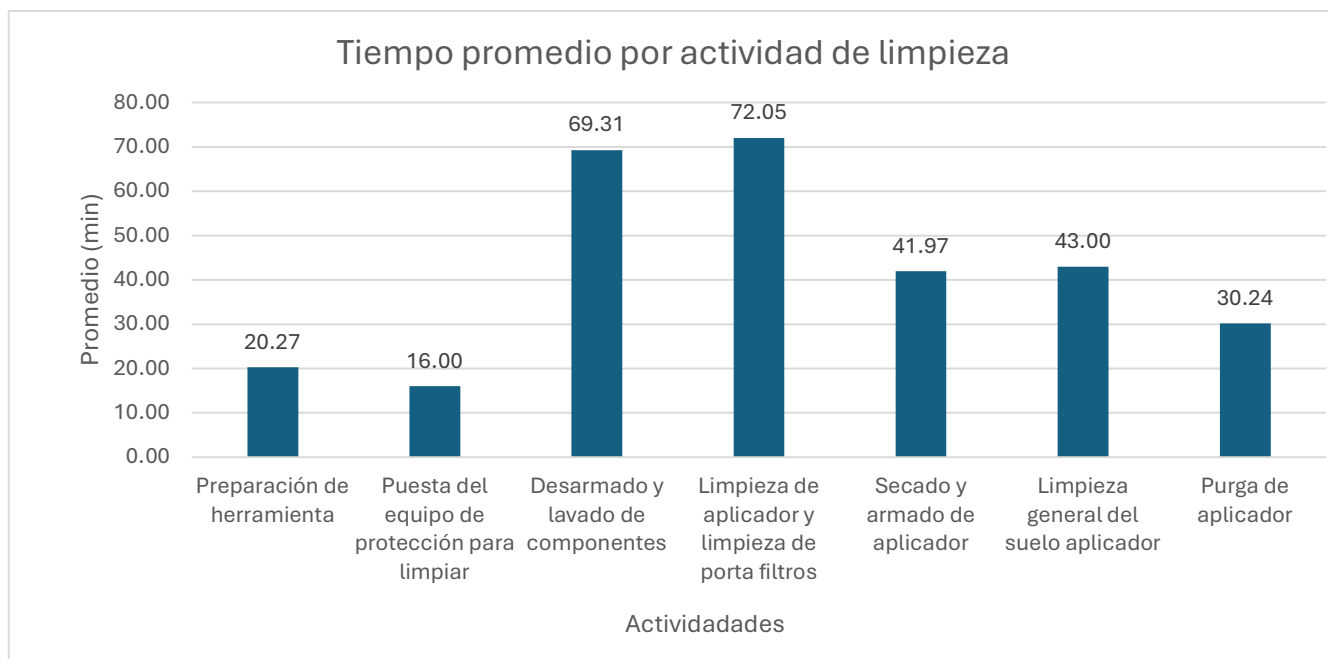


Figura 14. Gráfica de tiempo promedio por actividad.
Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

4.1.4 Determinación del tiempo estándar del proceso

Con base en el promedio a la determinación del tiempo estándar del proceso de limpieza. Para ello, se consideró un suplemento del 10%, el cual contempla factores como fatiga, pausas operativas y condiciones normales de trabajo. El cálculo del tiempo estándar se realizó de la siguiente manera:

Concepto	Resultado
Tiempo promedio	8.57 hrs
Suplemento aplicado	10%
Tiempo estándar	9.43 hrs (565.56 min)

Tabla 6. Determinación del tiempo estándar del proceso
Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

Este tiempo estándar representa el tiempo esperado para ejecutar una limpieza completa bajo condiciones normales de operación, siguiendo el método propuesto y respetando la secuencia de actividades definida.

4.2 Resultados del formato piloto de estandarización

Como resultado del estudio de tiempos y del análisis del proceso de limpieza de las líneas de producción de hilo recubierto, se obtuvo un formato piloto de estandarización del proceso, el cual integra las actividades principales, los tiempos de referencia y la asignación de roles entre los operadores involucrados. El formato establece una secuencia clara de actividades, considerando aquellas que requieren la participación simultánea de dos operadores debido al peso y dimensiones de los componentes. De esta manera, se reduce la duplicidad de tareas y se mejora la organización del trabajo durante la limpieza.

La estandarización propuesta permite disminuir la variabilidad observada entre limpiezas, facilitando la planeación de los tiempos de mantenimiento y preparación de maquinaria. Asimismo, el formato sirve como una herramienta de apoyo para la capacitación del personal y como referencia operativa, sin representar un mecanismo de presión para los operadores.

El formato piloto de estandarización constituye un resultado tangible del proyecto y sienta las bases para su implementación formal y evaluación futura dentro de la empresa.



FORMATO PILOTO DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE LIMPIEZA DE LÍNEAS

Área producción-Recubrimiento

Supervisor: _____ Turno: _____ Fecha: _____
 Operador: _____ Grupo: _____

No.	Actividad	Rol asignado	Tiempo estándar (min)	Ejecutado (✓ / ✗)	Comentarios
1	Preparación de herramienta	Operador	22		
2	Puesta del equipo de protección para limpiar	Operador	18		
3	Desarmado y lavado de componentes	2 operadores	76		
4	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros	Operador sigue con la limpieza, mientras Operador 2 sigue con la limpieza de porta filtros.	79		
5	Secado y armado de aplicador	2 operadores	46		
6	Limpieza general del suelo aplicador	2 operadores	47		
7	Purga de aplicador	2 operadores	33		

Figura 15. Formato piloto de estandarización de actividades.

Nota. El presente formato tiene como objetivo apoyar al personal operativo en la correcta ejecución del proceso de limpieza, promoviendo el orden, la seguridad y la mejora continua. Los tiempos establecidos son una referencia técnica del proceso y no representan un criterio de evaluación individual del desempeño.

Buenas practicas operativas para la limpieza de las líneas:

- Colocar la charola y el serpentín sobre el manifold durante la limpieza para evitar daños a los componentes y reducir el esfuerzo físico.
- Para la remoción del plastisol residual dentro del manifold, enjuagar el trapo en una cubeta con mineral y reutilizarlo durante la misma actividad.
- Realizar el desarmado y armado de aplicadores con apoyo de ambos operadores cuando el peso o tamaño del componente lo requiera.
- Mantener las herramientas y componentes organizados conforme a la secuencia de armado.
- Verificar visualmente la correcta limpieza de aplicadores y porta filtros antes del secado.
- Dejar el área limpia y ordenada al finalizar el proceso de limpieza.

Figura 16. Recomendación de buenas prácticas de limpieza.

Nota. Elaboración propia con datos del estudio.

4.3 Resultados de checklist de supervisión

Como resultado del desarrollo del proyecto, se diseñó un checklist de supervisión orientado a verificar las condiciones finales del proceso de limpieza de las líneas para la producción de hilo recubierto. La necesidad de esta herramienta surgió a partir de la identificación de variaciones en la forma en que se realizaban las actividades de limpieza, secado y ensamble, así como de la ausencia de un punto de control formal previo al arranque de la máquina.

El checklist desarrollado permite confirmar de manera sistemática que los componentes críticos se encuentren correctamente limpios, secos y ensamblados, así como que el área de trabajo se encuentre en condiciones adecuadas de orden y seguridad. De esta forma, se establece un mecanismo de validación que facilita responder a la pregunta clave del proyecto: ¿cómo saber si la limpieza y el ensamble fueron realizados correctamente antes de la puesta en marcha de la línea?

La aplicación del checklist contribuye a reducir la probabilidad de errores de ensamble, reprocesos y paros no programados derivados de condiciones inadecuadas tras la limpieza. Asimismo, fortalece la comunicación entre operadores y supervisores, al definir criterios claros y objetivos para la liberación de la línea. En conjunto, el checklist de supervisión representa un resultado tangible del proyecto, al establecer un punto de control final que contribuye a la estabilidad del proceso, la calidad del producto y la seguridad en la operación, sentando las bases para su futura implementación y mejora en la empresa.

CHECKLIST DE SUPERVISIÓN - LIMPIEZA DE LÍNEAS
 Empresa: ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V.

Fecha: _____ Turno: _____
 Línea: _____ Supervisor: _____

Inspección de limpieza de componentes			
Ítem a verificar	Cumple	No cumple	Observaciones
Aplicadores libres de plastisol			
Porta filtros limpios			
Componentes sin residuos visibles			
Inspección de limpieza de secado y ensamble			
Aplicadores esambles correctamente			
Conexiones firmes y alineadas			
No se detectan fugas visibles			
Inspección del área de trabajo			
Área limpia y libre de residuos			
Piso sin restos de plastisol			
Herraminatas guardadas en el kit			
Zona segura para arranque			
Liberación de línea			
Punto de control	Sí	No	
Ítems:			
Línea lista para arranque			
Limpieza validada			
Autorización de supervisor			

Firma del operador: _____

Firma del supervisor: _____

“Este checklist tiene como objetivo asegurar la calidad, seguridad y estandarización del proceso de limpieza. No busca evaluar el desempeño individual, sino apoyar la mejora continua y el trabajo en equipo.”

Figura 17. Formato checklist de supervisión.
Nota. Elaboración propia con datos del estudio

4.4 Kit de herramientas estandarizado para el proceso de limpieza

4.4.1 Alcance de la implementación del kit

El kit de herramientas será asignado a cada uno de los cuatro supervisores del área, quienes serán responsables de su resguardo, control y entrega al personal operativo cuando se programe una limpieza de línea. El uso del kit se limita exclusivamente a las actividades de limpieza, desarmado, lavado, secado, armado y purga de aplicadores, evitando el uso indebido de las herramientas en otros procesos.

4.4.2 Diseño del kit de herramientas estandarizado

El kit consiste en un contenedor plástico rígido de uso industrial, fabricado en polipropileno de alta resistencia, con tapa y asa para facilitar su transporte. Este material fue seleccionado por su durabilidad, resistencia a solventes y facilidad de limpieza.

Dimensión	Medida
Largo	45 cm
Ancho	30 cm
Alto	25 cm

Figura 18. Dimensiones del contenedor

Nota. Elaboración propia con base en información interna de ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V.

Estas dimensiones permiten almacenar adecuadamente los materiales sin comprometer la ergonomía ni generar exceso de peso, facilitando su manipulación por parte del personal operativo.



Figura 19. Diseño del kit de herramientas estandarizado para el proceso de limpieza de líneas.
Nota. Elaboración propia base de requerimientos operativos de área de recubrimiento de hilo en ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V.

4.4.3 Contenido del kit de herramientas

El kit de limpieza estandarizado incluye los siguientes materiales:

Herramienta	Especificación	Cantidad
Espátula	Espátula metálica de 4"	2 piezas
Esponja	15 cm de largo x 10 cm de ancho	6 piezas
Trapo de reúso		0.5 kg
Brocha	Uso industrial	2
Guantes solvex	Protección química	2

Tabla 7. Contenido del kit de limpieza.

Nota. Elaboración propia con base en información interna de ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V.

Cada elemento fue seleccionado considerando su uso recurrente durante el proceso de limpieza y su contribución a la eficiencia y seguridad del personal.

4.4.4 Distribución interna del kit

Para garantizar el orden y evitar el deterioro de los materiales, el contenedor cuenta con compartimentos internos que permiten la correcta separación de las herramientas. La distribución propuesta facilita el acceso rápido a los insumos y el control visual del contenido.

Compartimiento	Uso
A	Espátulas
B	Esponjas
C	Trapo de reúso
D	Brochas
E	Guantes de protección

Tabla 8. Distribución interna del kit.

Nota. Elaboración propia con base en información interna de ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V.

Esta organización contribuye a reducir tiempos de preparación y evita la pérdida de herramientas durante el proceso de limpieza.

4.4.5 Justificación técnica del kit

La implementación del kit de herramientas estandarizado permite:

- Reducir tiempos de preparación previos a la limpieza.
- Evitar la búsqueda dispersa de herramientas.
- Asegurar que todas las limpiezas se realicen bajo las mismas condiciones.
- Mejorar el orden y la seguridad en el área de trabajo.
- Facilitar la supervisión y el control del proceso.

Desde el enfoque de manufactura esbelta, el kit contribuye a la eliminación de desperdicios asociados al movimiento innecesario y a la falta de estandarización.

4.4.6 Resultados esperados de la implementación del kit

Se espera que la implementación del kit de herramientas estandarizado genere los siguientes resultados:

- Mayor consistencia en la ejecución del proceso de limpieza.
- Reducción de variabilidad en los tiempos de preparación.
- Mejora en la organización y disciplina operativa.
- Incremento en la percepción de orden y profesionalismo del área.
- Apoyo a la cultura de mejora continua y estandarización.

4.5 Conclusiones

El desarrollo del presente proyecto de residencias profesionales permitió analizar, documentar y proponer mejoras al proceso de limpieza de las líneas para la producción de hilo recubierto en la empresa ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V., enfocándose principalmente en la optimización de tiempos, la estandarización de actividades y la mejora de las condiciones operativas del personal. A partir del estudio de tiempos realizado mediante un muestreo intencional, fue posible identificar la variabilidad existente en la duración de las limpiezas, así como las actividades críticas que impactan directamente en el arranque de línea. Con base en el análisis estadístico de los datos obtenidos, se estableció un tiempo estándar de limpieza viable y representativo, considerando las condiciones reales de operación y la participación de más de un operador en determinadas actividades.

La caracterización del proceso de limpieza y el análisis de las prácticas actuales permitieron detectar oportunidades de mejora relacionadas con la organización del trabajo, la preparación de herramientas y la falta de criterios claros para la validación del ensamble final. En respuesta a ello, se desarrolló una propuesta de estandarización que integra la asignación de roles por actividad, la definición de tiempos por operación y la incorporación de puntos de control que facilitan la supervisión del proceso.

Como parte de los resultados del proyecto, se diseñaron herramientas prácticas que apoyan la aplicación de la estandarización propuesta, entre las que destacan el formato piloto de estandarización de tiempos, el checklist de inspección final y el kit de herramientas estandarizado. Estas herramientas contribuyen a mejorar el orden, reducir la improvisación, asegurar la calidad del proceso de limpieza y promover una ejecución más consistente entre turnos. En conclusión, el proyecto cumple con el objetivo general de rediseñar el proceso de limpieza de las líneas de

producción de hilo recubierto, proporcionando una base técnica y documental que puede ser utilizada por la empresa para una futura implementación formal. Las propuestas presentadas representan una aportación práctica y aplicable que contribuye a la optimización de los tiempos de mantenimiento, al fortalecimiento del control del proceso y a la mejora de la eficiencia operativa del área.

4.6 Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto y considerando las condiciones reales de operación del área de recubrimiento de hilo, se presentan las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la aplicación de la estandarización propuesta y asegurar su sostenibilidad en el tiempo.

Se recomienda implementar de manera formal la aplicación piloto de la estandarización de tiempos de limpieza, integrando el formato de estandarización, el checklist de inspección final y el kit de herramientas estandarizado como parte del procedimiento operativo del área. Esta implementación permitirá validar los tiempos propuestos en condiciones normales de operación y realizar ajustes graduales conforme a la experiencia del personal. Se sugiere asignar responsabilidades claras durante el proceso de limpieza, estableciendo roles por actividad de acuerdo con el estándar propuesto, con el fin de evitar duplicidad de esfuerzos y asegurar una mejor coordinación entre los operadores. Esta asignación deberá revisarse periódicamente para adaptarse a cambios en las líneas o en los equipos.

Asimismo, se recomienda integrar el checklist de inspección como un punto de control obligatorio previo al arranque de la línea, bajo la validación del supervisor del turno. Esto permitirá

asegurar que el ensamble, la limpieza y las condiciones del área cumplan con los criterios establecidos antes de reiniciar la producción.

Finalmente, se recomienda dar seguimiento periódico a los tiempos de limpieza mediante revisiones mensuales, aprovechando que las limpiezas están calendarizadas, con el propósito de mantener actualizado el estándar y detectar nuevas oportunidades de mejora relacionadas con el orden, la seguridad y la eficiencia del proceso.

4.7 Experiencia profesional adquirida

El desarrollo del presente proyecto de residencias profesionales representó una experiencia significativa para la formación profesional, al permitir la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos durante la carrera en un entorno industrial real. A lo largo del proyecto se fortalecieron competencias técnicas, analíticas y organizacionales relacionadas con el estudio del trabajo, el análisis de procesos y la mejora continua.

Durante la estancia en la empresa ADFORS Saint-Gobain de América, S.A. de C.V., se adquirió experiencia en la observación directa de procesos productivos, el levantamiento y análisis de tiempos de operación, así como en la identificación de variabilidad y prácticas operativas reales. Esto permitió desarrollar una visión crítica orientada a la optimización de procesos sin afectar las condiciones de trabajo del personal.

Asimismo, el proyecto permitió desarrollar habilidades en el uso de herramientas de ingeniería industrial, como diagramas de proceso, análisis estadístico de datos, estandarización de actividades y diseño de formatos operativos. La elaboración de propuestas prácticas, como el formato piloto de estandarización, el checklist de inspección y el kit de herramientas, fortaleció la capacidad de diseñar soluciones aplicables y alineadas a las necesidades de la empresa.

De igual manera, se fortalecieron habilidades de comunicación y trabajo colaborativo, al interactuar con operadores comprendiendo la importancia de considerar la experiencia del personal operativo en el diseño de mejoras. Esta interacción permitió entender que la mejora continua requiere tanto de análisis técnico como de sensibilidad hacia el factor humano.

En conclusión, la experiencia adquirida durante las residencias profesionales contribuyó de manera integral al desarrollo profesional, al consolidar conocimientos técnicos, fomentar la toma de decisiones basada en datos y fortalecer una cultura de mejora continua, lo cual representa una base sólida para el desempeño futuro en el ámbito industrial.

Referencias

- California, U. A. (2021). *Ingeniería de Métodos – Apuntes*. Obtenido de UABC: <https://www.uabc.mx/>
- Chile, U. d. (2020). *Métodos de muestreo en investigación*. Obtenido de Universidad de Chile: <https://www.uchile.cl/>
- Componentes, L. (2022). *Filosofía Kaizen: mejora continua para PYMES*. Obtenido de Lean Componentes: <https://leancomponentes.com/>
- Concepto.de. (2023). *Diagrama de Ishikawa: qué es y ejemplos*. Obtenido de Concepto.de: <https://concepto.de/diagrama-de-ishikawa/>
- Consulting, A. (2021). *Metodología Kaizen*. Obtenido de Avilla Consulting: <https://es-blog.avillaconsulting.us/>
- Editorial, A. (2018). *Ingeniería Industrial: Métodos y tiempos con manufactura ágil*. Bogotá: Alfaomega.
- Educativa, R. M. (2020). El muestreo intencional en estudios cualitativos. *RMIE*. Obtenido de <https://www.comie.org.mx>
- ESAN. (2021). *Kaizen, Poka-Yoke y TPM: herramientas indispensables en Lean Manufacturing*. Obtenido de ESAN: <https://www.esan.edu.pe/>
- Estadística.net, P. y. (2024). *¿Qué es un muestreo intencional?* Obtenido de Probabilidad y Estadística.net: <https://probabilidadyestadistica.net/muestreo-intencional/>
- Fractal. (2023). *TPM: Qué es y cómo implementarlo*. Obtenido de Fractal: <https://www.fractal.com/es/>
- García, J. (2019). *Estudio de tiempos y movimientos*. México: Limusa.
- Granada, U. d. (2021). *Cronometraje y tiempos estándar en procesos industriales*. Obtenido de Universidad de Granada: <https://www.ugr.es>
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2018). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Hub, A. R. (2022). *El muestreo intencional en la investigación cualitativa*. Obtenido de ATLAS.ti: <https://atlasti.com/es/>
- Industrial, A. (2024). *Guía práctica para realizar un estudio de tiempos efectivo*. Obtenido de Aprende Industrial: <https://aprendeindustrial.com/estudio-de-tiempos/>

- Industrial, A. (2025). *Estudio del trabajo: Definición, importancia y aplicaciones*. Obtenido de Aprende Industrial: <https://aprendeindustrial.com/estudio-del-trabajo-definicion-importancia-y-aplicaciones/>
- Institute, K. (2022). *Total Productive Maintenance (TPM): Fundamentos y pilares*. Obtenido de Kaizen Institute: <https://es.kaizen.com/>
- Marcos, U. S. (2020). *La ingeniería de métodos, una herramienta útil para las organizaciones*. Obtenido de USM: <https://www.usm.ac.cr/>
- México, M. (2023). *Mantenimiento productivo total (TPM): qué es y cómo implementarlo*. Obtenido de Mecalux: <https://www.mecalux.mx/>
- Monterrey, I. T. (2020). *Ingeniería de métodos y tiempos*. Obtenido de Tec de Monterrey: <https://tec.mx/es>
- Nakajima, S. (1991). *Introducción al TPM*. Madrid: Editorial Productividad.
- Online, I. I. (2023). *Estudio de tiempos – Medición del trabajo*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://ingenieriaindustrialonline.com/>
- Productividad, R. C. (2022). Implementación del TPM en empresas de servicios. *Calidad y Productividad*. Obtenido de <https://revistacalidad.pe>
- QuestionPro. (2023). *Muestreo intencional: características y ejemplos*. Obtenido de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/es/>
- Sevilla, U. d. (2022). *Herramientas de análisis de procesos industriales*. Obtenido de Universidad de Sevilla: <https://www.us.es/>
- Technologies, S. (2022). *5S y Poka Yoke en la industria*. Obtenido de Sixphere: <https://sixphere.com/es/>
- Trabajo, I. N. (2020). *Guía técnica de manipulación manual de cargas*. Obtenido de INSST: <https://www.insst.es/>
- Valencia, U. P. (2021). *Apuntes de estudio de tiempos*. Obtenido de UPV: UPV
- Valladolid, U. d. (2021). *Estudio del trabajo y mejora de procesos*. Obtenido de Universidad de Valladolid: <https://www.uva.es>
- Visual, F. (2023). *Qué es y cómo aplicar el método de las 5S*. Obtenido de Fábrica Visual: <https://fabricavisual.com.mx/que-es-y-como-aplicar-el-metodo-de-las-5/>

ANEXOS

El presente apartado concentra los anexos que respaldan técnicamente el desarrollo del estudio de tiempos del proceso de limpieza de líneas. En ellos se incluyen las bitácoras de observación. Las bases de datos de tiempo registrados y los cálculos estadísticos empleados para la determinación del tiempo estándar del proceso.

Las representaciones gráficas y el análisis interpretativo de los resultados se presentan en el cuerpo del documento, con la finalidad de mantener claridad y evitar duplicidad de información.

Anexo A. Bitácoras de observación del proceso de limpieza

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS						
Fecha: 25/08/2025 Hora inicio: 07:55 a.m. Hora final: 17:16 p.m.						
Línea	Turno	Operadores	Tiempo (min)	Actividad	Observaciones	Incidencias
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	26.12	Preparación de herramienta		
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	66	Descumado y lavado de compo. 1		
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	75	Descumado y lavado de compon-tes 2		
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	150	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 1		
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	85.67	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 2		Se retrasa por haber cerrado la válvula de purga, ocasiona que no baje el nivel de plástico.
5	1	Yadira Lara Valeria García Francisco Zarate	47	Secado y armado de aplicador 1		
5	1	Valeria García Yadira Lara Francisco Zarate	50	Secado y armado de aplicador 2		

Figura A 1. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 5.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 03/09/2025
 Hora inicio: 07:40 a.m.
 Hora final: 17:09 p.m.

Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observaciones	Incidencias
1	1	20	Edith Macías Etelvina Hernández	Preparación de herramienta		
1	1	60	Edith Macías Etelvina Hernández	Desarmado y lavado de componentes 1	Una buena práctica lavar los componentes (carcasilla, serpentín) en el mismo aplicador antes del manual.	
1	1	82.18	Edith Macías Etelvina Hernández	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 1		
1	1	85	Edith Macías Etelvina Hernández	Desarmado y lavado de componentes 2		
1	1	39	Edith Macías Etelvina Hernández	Hora de comida		
1	1	16	Edith Macías Etelvina Hernández	Puesta del equipo de protección para limpiar		
1	1	89	Edith Macías Etelvina Hernández	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 2		

Figura A 2. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 1.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 04/09/2023

Hora inicio: 07:42 a.m.

Hora final: 17:26 p.m.

Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observaciones	Incidencias
2	1	33	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Preparación de herramienta		
2	1	150	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Desarmado y lavado de componentes 1 y 2		
2	1	64	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Limpieza de aplicador y limpieza de porta-filtros 1	Una buena práctica es cuando se usa un trapo enrollado en la punta del tubo para limpiar el remanente de plastisol dentro del manifold, lo rojean en un cubeta con mineral para reducirlo.	
2	1	40.61	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Secado y armado de aplicador 1		
2	1	40	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Limpieza general del suelo aplicador 1		Hubo un derrame de plastisol en el piso, por error mal lo voluó.
2	1	44	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Hora de comida		
2	1	23	Lorena Hernández Nely Cruz Francisco Javier	Puesta del equipo de protección para limpiar		

Figura A 3. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 2.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 23/09/2025 Hora inicio: 07:33 a.m. Hora final: 16:55 p.m.						
Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observaciones	Incidencias
8	1	17	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Preparación de herramientas		
8	1	65	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Descarmado y lavado de componentes 1	Francisco ayuda a desmontar, pero Celestino lavó los componentes	
8	1	72	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 1	Realizaron división de actividades Francisco lavaba el maníbal y sus interiores de la tija del aplicador, mientras Celestino lavaba componentes	
8	1	62	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Descarmado y lavado de componentes 2	Celestino lavó componentes	
8	1	68	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 2	Francisco lava aplicador, mientras Celestino lavaba componentes	
8	1	74	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Secado y armado de aplicador 1 y 2		
8	1	38	Francisco Javier Celestino Rodríguez	Hora de comida		

Figura A 4. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 8.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 05/11/2015

Hora inicio: 08:12 a.m.

Hora final: 14:52 p.m.

Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observaciones	Incidencias
5	1	17	Yadira Ricardo	Preparación de herramienta		
5	1	66	Yadira Ricardo	Desarmado y lavado de componentes 1		
5	1	55	Yadira Ricardo	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 1		
5	1	60	Yadira Ricardo	Desarmado y lavado de componentes 2		Tuvieron que reparar a Montto para que desconectara el Serpentin.
5	1	45	Yadira Ricardo	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 2		
5	1	33	Yadira Ricardo	Hora de comida		
5	1	12	Yadira Ricardo	Revisión del equipo de protección para limpiar		
5	1	40	Yadira, Ricardo	Secado y lavado de aplicador 1		
5	1	35	Yadira, Ricardo	Secado y lavado de aplicador 2		
5	1	37	Yadira, Ricardo	Limpieza general del sistema		

Figura A 5. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 5.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 10/11/2025 Hora inicio: 08:10 a.m. Hora fin: 16:48 p.m.						
Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observación	Incidencias
6	1	18	Francisco Javier Onesimo	Preparación de herramienta		
6	1	48	Francisco Javier Onesimo	Desarmado y lavado de componentes 2		Mientras Onesimo lavaba los componentes del aplicador Francisco estaba en la limpieza del aplicador.
6	1	80	Francisco Javier Onesimo	Limpieza de aplicador y limpieza de porta-filtros 2		
6	1	36	Francisco Javier Onesimo	Desarmado y lavado de componentes 1		Onesimo lavaba los componentes del aplicador Francisco estaba en la limpieza del aplicador
6	1	63	Francisco Javier Onesimo	Limpieza de aplicador y limpieza de porta-filtros 1		
6	1	35	Francisco Javier Onesimo	Hora de comida		
6	1	15	Francisco Javier Onesimo	Porsta del equipo de protección para limpiar		

Figura A 6. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 6.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 21/11/2025 Hora inicio: 08:04 a.m. Hora final: 14:54 p.m.						
Línea	Turno	Tiempo (min)	Operadores	Actividad	Observaciones	Incidencias
6	1	15	Fernando Haide	Preparación de herramienta		
6	1	55	Fernando Haide	Desarmado y lavado de componentes 1	Una buena práctica lavar los componentes (canastilla, serpentín) en el mismo aplicador, arriba del manito.	
6	1	50	Fernando Haide	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 1	Fernando sigue con la limpieza y Haide con la limpieza de porta filtros en ambos aplicadores.	
6	1	45	Fernando Haide	Desarmado y lavado de componentes 2		
6	1	52	Fernando Haide	Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros 2		
6	1	45	Fernando Haide	Secado y armado de aplicador 1		
6	1	40	Fernando Haide	Secado y armado de aplicador 2		
6	1	42	Fernando Haide	Hora de comida		
6	1	13	Fernando Haide	Puesta del eq. de protección		
6	1	53	Fernando Haide	Limpieza general del suelo aplicador 1 y 2		

Figura A 7. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 6.

HOJA DE OBSERVACIONES PARA ESTUDIO DE TIEMPOS Y MOVIMIENTOS LIMPIEZA DE LÍNEAS

Fecha: 04/12/25 Hora inicio: 07:04 a.m. Hora final: 15:48 p.m.						
Línea	Turno	Operadores	Tiempo (min)	Actividad	Observaciones	Incidencias
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	16	Preparación de herramienta		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	94	Desarmado y lavado de componentes 1 y 2		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	82	Limpieza de aplicador y limpieza de porta-filtros 1		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	73	Limpieza de aplicador y limpieza de porta-filtros 2		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	35	Hora de comida		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	14	Puesta del equipo de protección para limpiar		
3	1	Gabi Martínez Margarita Rivera Francisco Javier	35	Secado y armado de aplicador 1		

Figura A 8. Bitácora de observación del proceso de limpieza - Línea 3.

Anexo B. Registro de tiempos por limpieza

Fecha	Línea	Turno (s)	Hora inicio	Hora fin	Tiempo total (hrs)	Diferencia vs. Actividades (hrs)
25/08/2025	L-5	1 y 2	07:35	17:16	9.68	00:00
03/09/2025	L-1	1 y 2	07:40	17:09	9.49	00:00
04/09/2025	L-2	1 y 2	07:42	17:26	9.74	00:00
23/09/2025	L-8	1 y 2	07:33	16:55	9.37	00:00
05/11/2025	L-5	1	08:12	14:52	6.67	00:00
10/11/2025	L-6	1 y 2	08:10	16:48	8.64	00:00
21/11/2025	L-6	1	08:04	14:54	6.83	00:00
04/12/2025	L-3	1 y 2	07:40	15:48	8.13	00:00

Tabla B 1. Registro de tiempos por limpieza

Anexo C. Registro de tiempos por limpieza

Actividad	Promedio (min)	Promedio (hrs)	(hh:mm)
Preparación de herramienta	20.27	0.34	0:20
Puesta del equipo de protección para limpiar	16.00	0.27	0:16
Desarmado y lavado de componentes	69.31	1.16	1:09
Limpieza de aplicador y limpieza de porta filtros	72.05	1.20	1:12
Secado y armado de aplicador	41.97	0.70	0:41
Limpieza general del suelo aplicador	43.00	0.72	0:43
Purga de aplicador	30.24	0.50	0:30

Tabla C 1. Promedios de tiempo por actividad del proceso de limpieza.

Anexo D. Análisis estadístico de los tiempos de limpieza

Concepto	Resultado
Promedio	8.57
Mediana	9.00
Desviación estándar	1.25
Mínimo	6.67
Máximo	9.74
N (muestras)	8.00

Rango	3.08
Coeficiente de variación (CV%)	14.58

Tabla D 1. Resultados estadísticos del proceso de limpieza de líneas.