

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL
PROCESO DE SATINADO PARA LA REDUCCIÓN DE ERRORES Y MEJORA
DE LA EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA LATEXPORT

GILMAR ANDRÉS ARBOLEDA RAMÍREZ
LEIDY YULIANA SALAZAR BUSTAMANTE
KAREN DANIELA PINO GARCIA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2025

PROPUESTA DE AUTOMATIZACIÓN Y MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE
SATINADO PARA LA REDUCCIÓN DE ERRORES Y MEJORA DE LA
EFICIENCIA OPERATIVA EN LA EMPRESA LATEXPORT

GILMAR ANDRÉS ARBOLEDA RAMÍREZ
LEIDY YULIANA SALAZAR BUSTAMANTE
KAREN DANIELA PINO GARCIA

Trabajo de grado para optar por el título de Tecnólogo en Producción Industrial

Asesor
Wilfran Gil Jaramillo
Administrador de Empresas
MBA

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO
TECNOLOGÍA EN PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
MEDELLÍN
2025

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	9
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1 FORMULACIÓN PREGUNTA INVESTIGATIVA	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	12
3.1 OBJETIVO GENERAL	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4. REFERENTES TEÓRICOS	13
4. METODOLOGÍA	14
5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
5.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	14
5.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	14
5.3.1 FASE1 Entrevistas estructuradas.....	14
5.3.2 FASE 2 Revisión documental.....	15
5.3.3 FASE 3 Toma de datos cuantitativos	15
5.4 FASES DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	16
5.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	16
5.6 ESTRATEGIA GENERAL DE INVESTIGACIÓN	16
6. RESULTADOS	18
6.1 Diagnóstico del proceso actual del satinado.....	18
6.1.1 Observación y análisis documental	18
6.1.2 Fichas técnicas de los productos utilizados en el proceso de automatización del satinado.....	26
6.1.3 Normativa ISO 9001:2015 aplicable al proceso de automatización del satinado	28
6.1.4 Encuesta al personal operativo.....	29
6.1.5 Entrevista al ingeniero de procesos	30
6.2 Desarrollo de un modelo estandarizado del proceso.....	32
6.2.1 Diagrama de flujo y manual de operación.....	32
6.2.2 Parámetros estandarizados (propuesta)	33
6.3 Propuesta de automatización.....	34

6.3.1 Fases de instalación y validación del sistema piloto	35
6.3.2 Requerimientos técnicos identificados	42
6.3.3 Plan de inversiones	43
Fuente: Elaboración propia	43
6.3.4 Fichas técnicas de los nuevos accesorios en el proceso de automatización del satinado.....	44
Bibliografía.....	50
ANEXOS.....	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Resultados encuesta trabajadores.....	30
Tabla 2 Propuesta parámetros estandarizados	33
Tabla 3.....	42
Tabla 4.....	42
Tabla 5.....	43

GRÁFICAS

Gráfica 1 Grafica encuesta a trabajadores.....	30
--	----

LISTA ANEXO

Anexo 1 procedimiento de satinado	18
Anexo 2 Ficha técnica Hipoclorito de Sodio	26
Anexo 3 Ficha técnica Acido Nítrico	26
Anexo 4 Ficha Técnica Hiposulfito de Sodio	27
Anexo 5 Encuesta realizada al personal operativo de Latexport	29
Anexo 6 Entrevista al Ingeniero	30
Anexo 7 Cotización dada por la empresa proveedora Surti Industria S.A.S. ... ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 8 Cotización dada por la empresa proveedora Surti Industria S.A.S ... ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 9 Cotización dada por la empresa Items Tecnología ¡Error! Marcador no definido.	
Anexo 10 Ficha Técnica sensor para automatización	44
Anexo 11 Ficha Técnica Actuador Neumático	45

TABLA ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Flujograma satinado empresa Latexport	33
Ilustración 2 Cronograma de actividades	35
Ilustración 3 Proceso de instalación mecánica	37
Ilustración 4 Sistema Neumático.....	37
Ilustración 5 Entradas conexión eléctrica.....	38
Ilustración 6 Entrada conexión eléctrica	38
Ilustración 7 Automatización modo manual.....	39
Ilustración 8 Interfaz Hombre-Máquina	40
Ilustración 9 Interfaz automatización satinadora	41

GLOSARIO

AUTOMATIZACIÓN: Proceso de implementar sistemas y tecnologías que permiten operar maquinaria y procesos industriales con mínima intervención humana, mejorando la eficiencia y reduciendo errores.

CAPACITACIÓN: Formación y entrenamiento que se proporciona al personal para desarrollar habilidades específicas, en este caso, para manejar tecnologías automatizadas en el proceso de satinado.

COSTOS OPERATIVOS: Gastos asociados a la producción, incluyendo el consumo de agua, químicos y mantenimiento de maquinaria en el proceso de satinado.

EFICIENCIA OPERATIVA: Grado de productividad y optimización de recursos en un proceso; en este contexto, busca reducir tiempos y consumo de recursos sin comprometer la calidad.

ESPINA DE PESCADO: Herramienta de análisis visual utilizada para identificar causas y efectos en problemas de calidad y eficiencia, detallando factores que contribuyen a la problemática.

IMPACTO AMBIENTAL: Efecto que las actividades de la empresa, como el uso de agua y químicos, tienen sobre el medio ambiente, incluyendo el agotamiento de recursos y contaminación.

LAVADORA INDUSTRIAL: Máquina especializada en el proceso de satinado textil, que puede ser automatizada para mejorar el rendimiento y reducir el consumo de agua y químicos.

MÉTODOS Y TIEMPOS: Técnica utilizada para estudiar y optimizar los procedimientos de trabajo, buscando reducir demoras y aumentar la eficiencia en el proceso de producción.

OPTIMIZACIÓN: Proceso de mejorar un sistema o actividad para obtener el máximo rendimiento con el mínimo uso de recursos, aplicable en tiempos de operación y consumo de materiales.

SATINADO: Proceso de tratamiento textil que da un acabado suave y brillante a los tejidos, realizado en lavadoras industriales y que se busca optimizar en términos de eficiencia y sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la eficiencia y calidad en los procesos productivos representan factores clave para la competitividad industrial, especialmente en sectores como la manufactura de productos de caucho. La empresa Latexport, ubicada en Guarne, Antioquia, se dedica a la producción de guantes de látex, un insumo ampliamente utilizado en sectores domésticos e industriales. Dentro de su cadena productiva, el proceso de satinado (encargado de eliminar proteínas del guante mediante soluciones químicas como hipoclorito y ácido nítrico) cumple un papel fundamental en la calidad del producto final y en la experiencia del usuario.

Dado que el mercado exige productos con mayor uniformidad, menor impacto ambiental y cumplimiento normativo, se hace evidente la necesidad de revisar y mejorar el proceso de satinado. La falta de automatización y de procedimientos estandarizados ha derivado en reprocesos, uso excesivo de recursos y exposición innecesaria del personal a sustancias químicas. Por tanto, implementar una solución tecnológica que permita un mayor control sobre este proceso resulta no solo viable, sino necesaria para el crecimiento de la organización.

El presente trabajo tiene como objetivo principal el desarrollo de un sistema automatizado para la dosificación precisa de los químicos hipoclorito y ácido nítrico, con el fin de garantizar que las cantidades utilizadas se ajusten rigurosamente a los parámetros establecidos en las fichas técnicas y estándares definidos por el sistema de gestión de calidad, para ello, se realizará un diagnóstico técnico del proceso actual, identificando fallos y desviaciones. Luego, se desarrollará un modelo de estandarización que documente los parámetros ideales de operación, mediante manuales y diagramas de flujo. Posteriormente, se diseñará e implementará un sistema automatizado que controle la dosificación precisa de químicos y agua, con validación técnica en dos máquinas piloto. Finalmente, se evaluará el impacto de la propuesta mediante pruebas, ajustes y capacitación al personal, con el fin de mejorar la eficiencia, reducir errores y garantizar la calidad del producto final.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El proceso de satinado en Latexport enfrenta varios desafíos, especialmente en lo que respecta a la aplicación manual de productos químicos y el uso de lavadoras industriales. La falta de automatización en este proceso puede llevar a inconsistencias en la cantidad de químicos utilizados, lo que a su vez puede afectar la calidad del producto final y aumentar los costos de producción debido a desperdicios y reprocesos. Además, el trabajo manual incrementa el riesgo de errores humanos y provoca variaciones en los tiempos de producción, lo que impacta negativamente en la eficiencia operativa de la empresa.

Dado que el mercado demanda productos de alta calidad y procesos productivos más eficientes, Latexport se ve en la necesidad de mejorar su proceso de satinado para reducir defectos y optimizar el uso de recursos. La falta de estandarización en la aplicación de los químicos también pone en riesgo la seguridad de los trabajadores y tener un impacto ambiental negativo. Por lo tanto, es fundamental diseñar una propuesta de automatización que permita un control más preciso del proceso, disminuyendo la variabilidad y mejorando la productividad en la planta.

1.1 FORMULACIÓN PREGUNTA INVESTIGATIVA

¿Es posible mejorar el proceso de satinado en la planta de producción de la empresa Latexport?

2. JUSTIFICACIÓN

La automatización de los procesos en la industria es una gran oportunidad para elevar la calidad y hacer que la producción sea más eficiente. Con un sistema automatizado, podríamos aplicar los químicos de manera más uniforme, lo que disminuiría la cantidad de productos defectuosos y optimizaría los recursos que utilizamos en la producción. Esto no solo nos haría más competitivos en el mercado, sino que también ayudaría a reducir los costos relacionados con desperdicios y reprocesos.

Desde el punto de vista operativo, automatizar el proceso significaría acortar los tiempos de producción, lo que aumentaría nuestra capacidad de producción y mejoraría nuestra capacidad para satisfacer la demanda del mercado. Además, al implementar un sistema automatizado, también mejoraríamos la seguridad laboral, ya que disminuiría la exposición de los trabajadores a los químicos y se mejorarían las condiciones ergonómicas del proceso.

En cuanto al medio ambiente, la automatización permitiría un uso más eficiente de los químicos, lo que reduciría el impacto ambiental de nuestras operaciones y contribuiría a una producción más sostenible.

Por todas estas razones, este proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta de automatización del proceso de satinado que optimice la eficiencia operativa, mejore la calidad del producto y minimice los efectos negativos del actual proceso manual.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar una propuesta de automatización y mejoramiento del proceso de satinado en la empresa Latexport.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar la situación actual del proceso de satinado en Latexport, identificando los factores que generan desviaciones en la aplicación de los químicos.
- Desarrollar un modelo de estandarización para la aplicación de químicos en el proceso de satinado, estableciendo parámetros y controles que garanticen uniformidad. (((manual de procedimiento, diagrama de flujo. Documentar)))
- Implementar la automatización del proceso de satinado optimizando la dosificación del agua y los productos químicos.

4. REFERENTES TEÓRICOS

La automatización representa un paso esencial hacia el desarrollo sostenible y la competitividad de la industria colombiana. Más allá de optimizar procesos y reducir costos operativos, permite mejorar la calidad y precisión de los productos, lo que fortalece la posición del país en mercados internacionales. Además, libera a los trabajadores de tareas repetitivas, ofreciendo la oportunidad de enfocarse en roles más estratégicos y creativos, fomentando la innovación. En un contexto de crecimiento global y desafíos como la eficiencia energética, la automatización se convierte en una herramienta clave para potenciar el progreso industrial, generando beneficios económicos y sociales que impactan de manera positiva el bienestar del país.

De acuerdo con Martínez et al. (2023) “La automatización se refiere al uso de sistemas o tecnologías para realizar tareas o procesos de manera automática, es decir sin intervención humana directa, siendo lo anterior uno de los principales motivos por los cuales se opta por que los procesos industrializados sean adaptados para realizar los procesos sin intervención humano. Es el proceso de diseñar, implementar y controlar la tecnología para realizar tareas o procesos de forma más eficiente y precisa.” (p.2)

Teniendo en cuenta la página de Bericht “Al eliminar tareas peligrosas y la interacción directa de los trabajadores con maquinaria, se minimizan accidentes y enfermedades profesionales. Los entornos automatizados son intrínsecamente más seguros. Los beneficios son más evidentes aún a largo plazo, con una reducción de enfermedades y lesiones resultado de exposiciones prolongadas a químicos o cargas elevadas de trabajo durante años”. (Bericht , 2022)

“La importancia de la automatización industrial radica en que esta técnica hace que se puedan realizar tareas con un alto grado de exactitud y precisión. Es relevante hacer notar que un proceso productivo depende de la calidad del producto que se realice, a la vez esto depende directamente de la reproducibilidad de dicho proceso y en este aspecto la automatización normalmente la garantiza” (GES COMUNICACIÓN, 2023). Automatizar un proceso industrial no solo mejora la eficiencia, sino que es esencial para asegurar una calidad constante en los productos, ya que garantiza que el proceso se repita de la misma manera cada vez. Esto fortalece la confiabilidad del sistema productivo.

4. METODOLOGÍA

5.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo y aplicado, ya que busca recolectar y analizar datos medibles del proceso de satinado en la empresa Latexport, con el fin de diseñar una propuesta de automatización que permita mejorar la eficiencia, uniformidad y control en la aplicación de químicos. A su vez, tiene un carácter tecnológico al pretender el desarrollo de una solución práctica mediante la implementación de un sistema automatizado de dosificación.

5.2 TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Este estudio corresponde a una investigación aplicada de tipo descriptiva y propositiva:

Es descriptiva porque permite caracterizar el proceso actual de satinado, identificando las variables y factores que afectan su eficiencia y calidad.

Es propositiva porque, con base en el diagnóstico realizado, se plantea una solución en forma de automatización que busca optimizar dicho proceso.

5.3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación será el método inductivo, ya que se parte de la observación de situaciones particulares dentro del proceso de satinado (como desviaciones, errores de dosificación y deficiencias operativas), para llegar a una propuesta general que contribuya a solucionar el problema identificado. Este método permitirá construir una visión general de mejora a partir del análisis de datos y observaciones específicas.

5.3.1 FASE1 Entrevistas estructuradas

Objetivo: Recoger información cualitativa directamente de las personas involucradas en el proceso productivo.

A) Planificación de la entrevista:

- Definición del objetivo: Identificar dificultades, causas raíz y propuestas de mejora en el proceso.
- Selección del personal: Operarios, supervisores y personal técnico con experiencia directa.
- Diseño del guion: Preguntas abiertas y cerradas sobre prácticas actuales, desviaciones comunes, barreras y posibles soluciones.

B) Ejecución:

- Se llevarán a cabo entrevistas en sesiones individuales o grupales.
- Se garantizará la confidencialidad para fomentar respuestas honestas.
- Se documentarán todas las observaciones y respuestas.

C) Análisis de resultados:

- Se identificarán patrones comunes en las dificultades reportadas.
- Se clasificarán las sugerencias según su viabilidad e impacto potencial.

5.3.2 FASE 2 Revisión documental

Objetivo: Evaluar la alineación entre los procedimientos escritos y la práctica real, así como el cumplimiento normativo.

1. Selección de documentos clave:

- Fichas técnicas de productos químicos utilizados.
- Manuales de operación y procedimientos estándar (POEs).
- Normativas del sistema de gestión de calidad (ISO, BPM, HACCP, etc.).
- Registros históricos de producción y no conformidades.

2. Análisis comparativo:

- Comparar los procedimientos establecidos con las acciones observadas en planta.
- Detectar incoherencias o desactualizaciones en la documentación.
- Verificar cumplimiento de requisitos regulatorios y de calidad.

3. Conclusiones:

- Identificación de brechas documentales.
- Necesidad de estandarización del procedimiento.

5.3.3 FASE 3 Toma de datos cuantitativos

Objetivo: Recoger datos objetivos del proceso para establecer líneas base y evaluar oportunidades de mejora.

A) Definición de variables clave:

- Volumen de químicos utilizados (por lote o ciclo).
- Frecuencia de reprocesos o retrabajos.
- Tiempos de ciclo por etapa del proceso.
- Tasa de defectos o producto no conforme (PnC).

B) Metodología de recolección:

- Observación directa en planta.
- Revisión de hojas de control de procesos.
- Extracción de datos históricos del sistema de producción o calidad.

C) Análisis de datos:

- Comparación con estándares de la industria o metas internas.

5.4 FASES DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación se desarrollará en las siguientes etapas:

1 Diagnóstico del proceso actual:

- Observación del proceso manual de satinado.
- Identificación de fallos, desviaciones y oportunidades de mejora.
- Análisis de la documentación técnica existente.

1. Diseño de la propuesta de mejora:

- Desarrollo de un modelo estandarizado para la aplicación de químicos (incluye manual de procedimiento, diagramas de flujo y protocolos de operación).
- Diseño del sistema automatizado para la dosificación precisa de hipoclorito y ácido nítrico, ajustado a las fichas técnicas y estándares de calidad.

2. Validación técnica de la propuesta:

- Simulación del sistema propuesto.
- Estimación del impacto en eficiencia, reducción de errores y mejora de la calidad.
- Capacitación y sensibilización del personal de la línea satinado sobre las nuevas automatizaciones.

3. Análisis de resultados y conclusiones:

- Comparación entre el proceso actual y la propuesta automatizada.
- Evaluación de beneficios operativos, económicos, ambientales y de seguridad laboral.

5.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población objeto de estudio está conformada por el proceso de satinado dentro de la planta de producción de guantes de látex en Latexpot. La muestra será no probabilística por conveniencia, centrada en un turno completo de producción y en el personal directamente involucrado en la operación del proceso (operarios, supervisores de calidad y personal técnico).

5.6 ESTRATEGIA GENERAL DE INVESTIGACIÓN

La estrategia consiste en una integración entre el diagnóstico técnico-operativo del proceso actual y el diseño de una solución basada en automatización, lo que permitirá generar una propuesta ajustada a las necesidades reales de la empresa. Se buscará asegurar la viabilidad técnica, económica y operativa de la

automatización, garantizando su alineación con los objetivos del sistema de gestión de calidad y sostenibilidad de la organización.

6. RESULTADOS

Este capítulo presenta los hallazgos obtenidos durante el desarrollo del proyecto, organizados conforme a los objetivos específicos planteados y las fases metodológicas del estudio. Se abordaron actividades de observación, análisis documental, encuestas y simulación técnica.

A través de observación directa, revisión documental y encuestas al personal operativo y técnico, se identificaron las siguientes condiciones del proceso de satinado en Latexport:

6.1 Diagnóstico del proceso actual del satinado

6.1.1 Observación y análisis documental

El procedimiento vigente (PR-MA-004) establece que la dosificación de químicos como hipoclorito, ácido nítrico e hiposulfito se realiza manualmente por el operario, quien también ejecuta el llenado y vaciado de la tómbola industrial.

Anexo 1 procedimiento de satinado

1. OBJETIVO

	PROCEDIMIENTO DE SATINADO	Fecha Creación	23-12-2021
		Versión	04
		Fecha Actualización	31-10-2024
		Código	PR-MA-004

Cumplir con la programación diaria de trabajo y los procedimientos establecidos para el proceso del clorado del producto, con el fin de obtener productos con óptimas condiciones de calidad.

2. ALCANCE

Desde la entrega del producto de las líneas de inmersión hasta el proceso de secado.

3. DEFINICIÓN

3.1. LOTE: Es una determinada unidad de medida de fabricación de un conjunto que se planifica y se fabrica, con referencia a un número y que se identifica con el fin de lograr trazabilidad en la producción.

3.2. MALCLORADO: producto que sale no conforme en el proceso de satinado, es decir pegadizo.

3.3. POLVILLO: Partícula de color blanco que se le observa al producto.

3.4. REPROCESO: Son unidades no conformes que se procesan nuevamente con el fin de obtener una salida conforme.

3.5. SATINADO: Proceso de Clorado (solución de hipoclorito de sodio con ácido nítrico e hiposulfito de sodio a manera de rinse neutralizante), que se realiza en el producto para eliminar las proteínas de este con el fin de evitar alergias al usuario final.

3.6. VIAJERO: Registro de información, de los lotes producidos para garantizar la trazabilidad del producto

4. RESPONSABILIDAD

- Es responsabilidad de los Líderes de Manufactura reportar al encargado de SST acerca de los actos y condiciones inseguras que se presenten en el área y velar porque estén cumpliendo con el procedimiento establecido para el proceso de satinado el cual no afecte la calidad del producto.
- Es responsabilidad de los Líderes de Manufactura velar por el cumplimiento de los estándares, parámetros establecidos y productividad, así mismo por la dosificación correcta de los líquidos.
- Es responsabilidad del operario de satinado garantizar la calidad del producto y la correcta ejecución del presente procedimiento.

5. DISPOSICIONES GENERALES

- El Operario del área de satinado deberá informar las condiciones y comportamiento de riesgo detectadas en su área, así como usar adecuadamente, y en los tiempos indicados, los elementos de protección personal suministrados por la empresa; además de cumplir con el procedimiento estipulado para el clorado del producto, garantizando calidad y un alto nivel de productividad en su labor.

5.1. LOTES

REFERENCIA	UNIDADES-LOTE	INMERSIONES-LOTE
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-13 T70	1056	22
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-13 T80	912	19
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-13 T90	816	17
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-15 T70	960	20
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-15 T80	816	17
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-15 T90	768	16

GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-16 T70	912	19
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-16 T80	816	17
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL CAL-16 T90	720	15
GUANTE DOMESTICO AMBIDEXTRO T70 CAL 18	768	16
GUANTE DOMESTICO AMBIDEXTRO T80 CAL 18	720	15
GUANTE DOMESTICO AMBIDEXTRO T90 CAL 18	672	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T10 CAL 18	504	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T70 CAL 18	816	17
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T75 CAL 18	816	17
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T80 CAL 18	672	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T85 CAL 18	672	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T90 CAL 18	624	13
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T10 CAL 20	468	13
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T70 CAL 20	720	15
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T75 CAL 20	720	15
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T80 CAL 20	624	13
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T85 CAL 20	624	13
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL T90 CAL 20	528	11
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL C22 T70	672	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL C22 T75	672	14
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL C22 T80	528	11
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL C22 T85	528	11
GUANTE DOMESTICO ESPECIAL C22 T90	480	10

GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T10	396	11
GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T70	528	11
GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T75	528	11
GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T80	480	10

GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T85	480	10
GUANTE INDUSTRIAL CAL-25 T90	432	9
GUANTE INDUSTRIAL CAL-28 T10	360	10
GUANTE INDUSTRIAL CAL-28T70	528	11
GUANTE INDUSTRIAL CAL-28 T80	432	9
GUANTE INDUSTRIAL CAL-28 T90	432	9
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35 T10	288	8
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35 T70	384	8
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35T75	384	8
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35 T80	336	7
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35 T85	336	7
GUANTE INDUSTRIAL CAL-35 T90	336	7
GUANTE INDUSTRIAL CAL-40 T80	288	6
GUANTE INDUSTRIAL CAL-40 T90	240	5
GUANTE INDUSTRIAL CAL-50 T10	180	5
GUANTE INDUSTRIAL CAL-50 T90	240	5
GUANTE INDUSTRIAL CAL-50 T80	240	5
GUANTE MOSQUETERO C35-T80	176	11
GUANTE MOSQUETERO C35-T90	160	10
GUANTE MOSQUETERO C35-T10	160	10
GUANTE MOSQUETERO C50-T80	112	7
GUANTE MOSQUETERO C50-T90	112	7
GUANTE MOSQUETERO C50-T10	112	7
GUANTE MOSQUETERO C65-T80	96	6
GUANTE MOSQUETERO C65-T90	96	6
GUANTE MOSQUETERO C65-T10	96	6
GUANTE LAVANDERÍA C20-T70	576	12

GUANTE LAVANDERÍA C20-T80	480	10
GUANTE LAVANDERÍA C20-T90	432	9

6. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

PH VA	ACTIVIDAD No.	ACTIVIDAD (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	DESCRIPCIÓN (COMO)	RESULTADO O REGISTROS
P	6.1.	Programación de inmersiones.	Líder Manufactura	Programar las cantidades en el tablero de las líneas de inmersión, con el fin de obtener los lotes para el proceso de satinado.	FO-MA 009 INMERSIONES DIARIAS
H	6.2.	Recoger los lotes en las líneas de inmersión.	Operario de satinado	El operario del proceso de Satinado se dirige a las líneas de inmersión, recoge los lotes y verifica que el viajero tenga la información correspondiente. Nota: El operario de satinado será el encargado de diligenciar la información del formato viajero.	FO-MA 011 VIAJERO FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.3.	Cantidad de líquidos a utilizar.	Operario de satinado	El operario de Satinado registra la referencia en el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO y automáticamente este le indica la cantidad de líquidos que debe adicionar al lote.	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO.
H	6.4.	Cargar tómbola.	Operario de satinado	Luego se procede a cargar la tómbola con el producto, y se cierra para iniciar el proceso de clorado.	N/A
H	6.5.	Llenar tómbola con agua.	Operario de satinado	Se hace el llenado de la tómbola con la cantidad de agua definida en el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO y se enciende el equipo.	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.6.	Adición de químicos para el proceso de clorado.	Operario de satinado	Luego de tener la cantidad de agua establecida se procede a adicionar hipoclorito en la cantidad definida en el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO y seguidamente el ácido nítrico, se acciona el temporizador con el tiempo definido para el proceso de	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO

				clorado de acuerdo con el calibre, cantidad y referencia.	
--	--	--	--	---	--

PH VA	ACTIVIDAD No.	ACTIVIDAD (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	DESCRIPCIÓN (COMO)	RESULTADO O REGISTROS
H	6.7.	Descargar agua de clorado.	Operario satinado	de Terminado el tiempo de clorado, se procede a descargar el agua con las soluciones, con el equipo en funcionamiento.	N/A
H	6.8.	Adición de solución neutralizante.	Operario satinado	de Al culminar el paso anterior, se hace llenado con la cantidad de agua definida en el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO y se adiciona la cantidad de hiposulfito requerida para neutralizar.	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.9.	Descargar solución neutralizante.	Operario satinado	de Terminado el tiempo de neutralizado, se procede a descargar el agua con la solución, con el equipo en funcionamiento.	N/A
H	6.10.	Enjuague del producto.	Operario satinado	de Por último, se llena la tómbola con agua de acuerdo con el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO, para hacer el enjuague final, se acciona el tiempo en el temporizador. Terminado el proceso se procede a descargar.	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.11.	Descargar producto clorado.	Operario satinado	de El producto se descarga en un recipiente limpio y se coloca el viajero con la información.	FO-MA 011 VIAJERO FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO

H	6.12.	Reproceso del producto	Operario satinado de Analista de Control Calidad	El Operario de Satinado de evidenciar novedades en el producto notifica al Analista de Control Calidad quien validará el producto e indicará el proceso a seguir. Se procede conforme al formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO.	FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.13.	Información del viajero.	Operario satinado de	El operario de satinado debe llenar el viajero con la información que le compete a dicho proceso, se hace el registro en la base de datos.	FO-MA 011 VIAJERO FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO
H	6.14.	Entrega del producto al proceso de Secado.	Operario satinado de	El producto es enviado al proceso de secado con su respectivo viajero.	N/A
PH VA	ACTIVIDAD No.	ACTIVIDAD (QUE)	RESPONSABLE (QUIEN)	DESCRIPCIÓN (COMO)	RESULTADO O REGISTROS
H	6.15.	Registrar en base datos los eventos del turno.	Operario satinado de	El operario de satinado una vez terminado su turno, reportan las novedades presentadas durante el turno en el formato FO-MA-018 INFORMACIÓN SATINADO.	FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO

7. DOCUMENTOS ASOCIADOS

FO-MA 005 PROGRAMACIÓN PLANTA DE PRODUCCIÓN.

FO-MA 009 INMERSIONES DIARIAS

FO-MA 011 VIAJERO

FO-MA 018 INFORMACIÓN SATINADO

8. ANEXOS.

N/A

9. CONTROL DE CAMBIOS

CONTROL DE CAMBIOS			
Versión	Tipo de cambio	Justificación del cambio	Fecha

	(Creación, modificación, eliminación)		
01	Modificación	Se adecua la versión del procedimiento a 01 por acción general del SGC ya que se genera codificación de la información documentada y se incluyen firmas en el pie de página de la documentación.	23/12/2021
02	Modificación	Se modifica el procedimiento adecuando los resultados o registrados asociados al proceso.	31/03/2023
03	Modificación	Se modifica el procedimiento adecuando los lotes que corresponde a cada referencia.	01/06/2023
04	Modificación	Se actualiza el procedimiento de satinado: <ul style="list-style-type: none"> - Se elimina del numeral 3. Definiciones: Hongos. - Se incluye en el numeral 3. Definiciones: Polvillo. - Se actualiza en el numeral 3. Definiciones el concepto: Malclorado. - Se elimina en el numeral 4. Responsabilidades el texto: "Es responsabilidad del Analista de compras y abastecimiento el suministro de los químicos necesarios para la operación." - Se incluye en el numeral 4. Responsabilidades el texto: "Es responsabilidad del operario de satinado garantizar la calidad del producto y la correcta ejecución del presente procedimiento." - Se actualiza el numeral 5. Disposiciones Generales: 5.1 Lotes. Se actualizan referencias, unidades de lote, inmersiones de lote. - Se elimina en el numeral 5. Disposiciones generales el texto: Nota: La cantidad del lote depende del calibre, no del color por tanto no se incluyen todas las referencias. - Se actualiza la actividad 6.2. Recoger los lotes en las líneas de inmersión, incluyendo el texto: "Nota: El operario de satinado será el encargado de diligenciar la información del formato viajero." - Se incluye la actividad 6.12. Reproceso del producto. 	31/10/2024




A pesar de existir un formato técnico de control (FO-MA-018), no se cuenta con sistemas automáticos de dosificación ni sensores de flujo que validen los volúmenes añadidos.

Lo que se evidencio:

1. Un promedio mensual de 12 reprocesos por lote, principalmente debido a malclorado o presencia de polvillo, lo cual representa un 5% de pérdida de producción mensual.

2. Los tiempos de ciclo en el proceso actual presentan una variación de hasta 15 minutos entre operarios, lo que evidencia una falta de estandarización.

3. En promedio, se usan 30 litros de agua por ciclo, pero en algunos casos se reportaron desviaciones de hasta 5 litros, lo que indica un uso ineficiente del recurso.

ELABORÓ		REVISÓ		APROBÓ	
	Coordinador de Productividad y Eficiencia		Jefe Manufactura		Analista Sistemas de Gestión
Fecha: 31/10/2024 Página 25 de 56					

6.1.2 Fichas técnicas de los productos utilizados en el proceso de automatización del satinado.

Anexo 2 Ficha técnica Hipoclorito de Sodio

Ficha Técnica 1: Hipoclorito de Sodio

- **Nombre comercial:** Hipoclorito de Sodio 13%
- **Fórmula química:** NaClO
- **Uso en proceso:** Agente oxidante en la etapa de clorado
- **Concentración:** 12–13%
- **Densidad:** 1.2 g/cm³
- **pH:** 11–13
- **Peligros:** Corrosivo, oxidante, irritante para piel y ojos
- **Almacenamiento:** En envase plástico opaco, bien ventilado, alejado de ácidos
- **Precauciones:** Usar guantes, protección ocular y ventilación adecuada
- **Normas de referencia:** NTC 2885, OSHA 29 CFR 1910.1200

Anexo 3 Ficha técnica Ácido Nítrico

Ficha Técnica 2: Ácido Nítrico

- **Nombre comercial:** Ácido Nítrico Técnico
- **Fórmula química:** HNO₃
- **Uso en proceso:** Agente acidulante para reacción de clorado
- **Concentración:** 65–68%
- **Densidad:** 1.41 g/cm³
- **pH:** < 1
- **Peligros:** Corrosivo, tóxico, reacciona violentamente con orgánicos
- **Almacenamiento:** Recipiente hermético, lejos de materiales combustibles
- **Precauciones:** Uso obligatorio de careta facial, guantes, y cabina de extracción
- **Normas de referencia:** NTC 4435, NFPA 704, OSHA

Anexo 4 Ficha Técnica Hiposulfito de Sodio

Ficha Técnica 3: Hiposulfito de Sodio (Tiosulfato de Sodio)

- **Nombre comercial:** Tiosulfato de Sodio Pentahidratado
- **Fórmula química:** $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$
- **Uso en proceso:** Neutralizante del cloro residual
- **Concentración:** 99%
- **Solubilidad:** Total en agua
- **pH (solución al 10%):** 6.5–9
- **Peligros:** Irritación ocular leve
- **Almacenamiento:** Lugar fresco, seco y ventilado
- **Precauciones:** Manipular con protección ocular y guantes
- **Normas de referencia:** NTC 2862, ISO 9001 (como insumo controlado)

6.1.3 Normativa ISO 9001:2015 aplicable al proceso de automatización del satinado

Normativa Aplicable – ISO 9001:2015

Cláusula 4.4 – Sistema de gestión de calidad y sus procesos

La organización debe implementar procesos documentados y controlados como el de automatización del satinado, con evidencia de seguimiento y mejora.

Cláusula 7.1.5 – Recursos de seguimiento y medición

Aplica a sensores y válvulas dosificadoras, que deben ser calibrados y mantenidos para asegurar precisión en los resultados.

Cláusula 8.5.1 – Control de la producción y provisión del servicio

Se requiere documentación operativa, equipos adecuados y condiciones controladas del proceso automatizado.

Cláusula 8.5.2 – Identificación y trazabilidad

Debe garantizarse trazabilidad de lotes, dosificación y responsables, registrando los datos en formatos como FO-MA-018.

Cláusula 8.6 – Liberación de productos y servicios

Validación del cumplimiento de parámetros antes de liberar los productos satinados al siguiente proceso.

Cláusula 9.1 – Seguimiento, medición, análisis y evaluación

Monitoreo de eficiencia del sistema automatizado mediante indicadores como reprocesos, consumos y tiempos.

6.1.4 Encuesta al personal operativo

Anexo 5 Encuesta realizada al personal operativo de Latexport

Encuesta sobre la automatización del proceso de satinado enfocado en la dosificación de hipoclorito y ácido nítrico

Objetivo: Recoger información relevante sobre la percepción, uso y necesidad de automatizar el proceso de dosificación de hipoclorito y ácido nítrico dentro del entorno industrial.

Instrucciones: Marque con una X la opción que considere adecuada para cada pregunta.

1. ¿Conoce el proceso actual de dosificación manual de hipoclorito y ácido nítrico, con sus cantidades?
 Sí
 No
2. ¿Usted aplica las cantidades correctas y acordes al proceso?
 Sí
 No
3. ¿Considera que el proceso actual presenta riesgos para la salud o el medio ambiente?
 Sí
 No
4. ¿Ha tenido inconvenientes o errores relacionados con la dosificación manual de estos químicos?
 Sí
 No
5. ¿Cree que la automatización podría mejorar la precisión en la dosificación?
 Sí
 No
6. ¿Considera que un sistema automatizado podría disminuir los riesgos laborales?
 Sí
 No
7. ¿Estaría dispuesto(a) a recibir capacitación para operar un sistema automatizado?
 Sí
 No
8. ¿Cree que la automatización puede contribuir al cumplimiento de los estándares de calidad?
 Sí
 No
9. ¿Considera que la inversión en automatización es justificada por los beneficios que ofrece?
 Sí
 No
10. ¿Apoyaría la implementación de este proyecto dentro de su área de trabajo?
 Sí
 No

Fuente: Elaboración propia

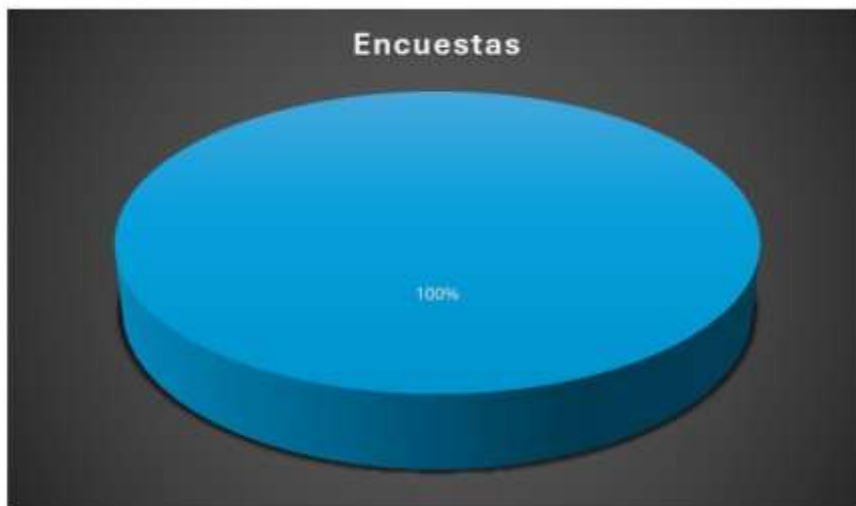
A continuación, se resumen los resultados de la encuesta aplicada a 5 trabajadores del área de satinado:

Tabla 1 Resultados encuesta trabajadores

Pregunta	Resultado destacado
¿Se cometen errores al dosificar?	80% respondió afirmativamente
¿Hay diferencias de tiempos entre operarios?	100% lo confirmó
¿Considera necesaria la automatización?	100% respondió sí
Promedio de satisfacción con el proceso actual (1 a 5)	2.8

El personal mencionó como errores comunes la variación en la dosificación y tiempos no estandarizados, lo cual repercute en productos mal clorados, reprocesos y consumo excesivo de agua.

Gráfica 1 Grafica encuesta a trabajadores



Fuente: Elaboración propia.

Con las encuestas realizadas sobre el proceso de satinado a los operadores de Latexport se obtuvo un porcentaje del 100% ya que todos respondieron de manera asertiva.

6.1.5 Entrevista al ingeniero de procesos

Anexo 6 Entrevista al Ingeniero

Respuestas al cuestionario sobre automatización del proceso de satinado

1. ¿La empresa cuenta con infraestructura de automatización para el proceso de satinado?

No. Actualmente el proceso de satinado es completamente manual. Las válvulas se operan manualmente y no hay sensores ni control automatizado.

2. ¿Recomienda usted que la empresa invierta en un proceso de automatización para el satinado?

Sí. Automatizar el proceso de satinado permitirá mejorar el control, la repetitividad y la eficiencia, además de reducir errores humanos y el desperdicio de materiales.

3. ¿Qué equipos o elementos se deben instalar?

- Válvulas automáticas (eléctricas o neumáticas)
- Sensores de flujo para el llenado con agua
- Sensores de flujo para la dosificación de químicos
- PLC para el control automático
- Pantalla HMI para visualización y operación del sistema
- Tuberías y conexiones compatibles con automatización

4. ¿Qué características técnicas deben tener estos equipos?

- Compatibilidad con los químicos utilizados en el proceso
- Alta precisión en la medición de flujo
- Válvulas con buena resistencia química y tiempo de respuesta rápido
- PLC con capacidad de procesamiento adecuada y suficiente cantidad de entradas/salidas
- HMI intuitiva, con posibilidad de modificar parámetros operativos

5. ¿Cuál es el costo aproximado en la inversión?

El costo estimado de inversión está entre 90.000.000 y 100.000.000 pesos colombianos, incluyendo equipos, instalación y puesta en marcha.

6. ¿Cuánto costaría la instalación y puesta en marcha?

Este costo ya está incluido en el presupuesto global. Representa aproximadamente entre un 20 % y

30 % del total, es decir, entre 18 y 30 millones de pesos colombianos.

7. ¿Qué tiempo se necesita para instalar el sistema?

El tiempo estimado para instalación, pruebas y puesta en marcha es de 2 a 3 semanas.

8. ¿Qué tipo de mantenimiento requiere el sistema automatizado?

- Calibración periódica de los sensores de flujo
- Limpieza preventiva de los sensores y válvulas

- Verificación de conexiones eléctricas y señales del PLC
- Revisión periódica del HMI y actualización de parámetros si es necesario

9. ¿Qué ventajas le ve usted a la automatización del proceso de satinado?

- Precisión en el llenado con agua y dosificación de químicos
- Reducción de errores humanos
- Mayor control del proceso y mejores resultados de calidad
- Optimización del uso de insumos
- Reducción del tiempo operativo y mejora en la eficiencia

10. ¿Cuáles son los principales riesgos o cuidados que se deben tener en cuenta?

- Fugas o derrames por fallos en válvulas o sensores
- Posible mal funcionamiento por falta de mantenimiento
- Necesidad de capacitar adecuadamente al personal operativo
- Compatibilidad química y resistencia de materiales a los productos usados

11. ¿Considera viable implementar este sistema con los recursos actuales?

Sí. Con el presupuesto disponible y una correcta selección de equipos, el sistema es viable y puede ser implementado exitosamente con los recursos actuales.

Fuente: Elaboración propia encuesta elaborada a Ingeniería.

El ingeniero confirmó que no existe infraestructura de automatización actualmente. Recomendó la implementación de sensores de flujo, válvulas automáticas, un PLC con HMI y tuberías compatibles, con una inversión estimada entre **\$100.000.000 y \$150.000.000 millones pesos**, considerando factible su instalación en 2 a 3 semanas.

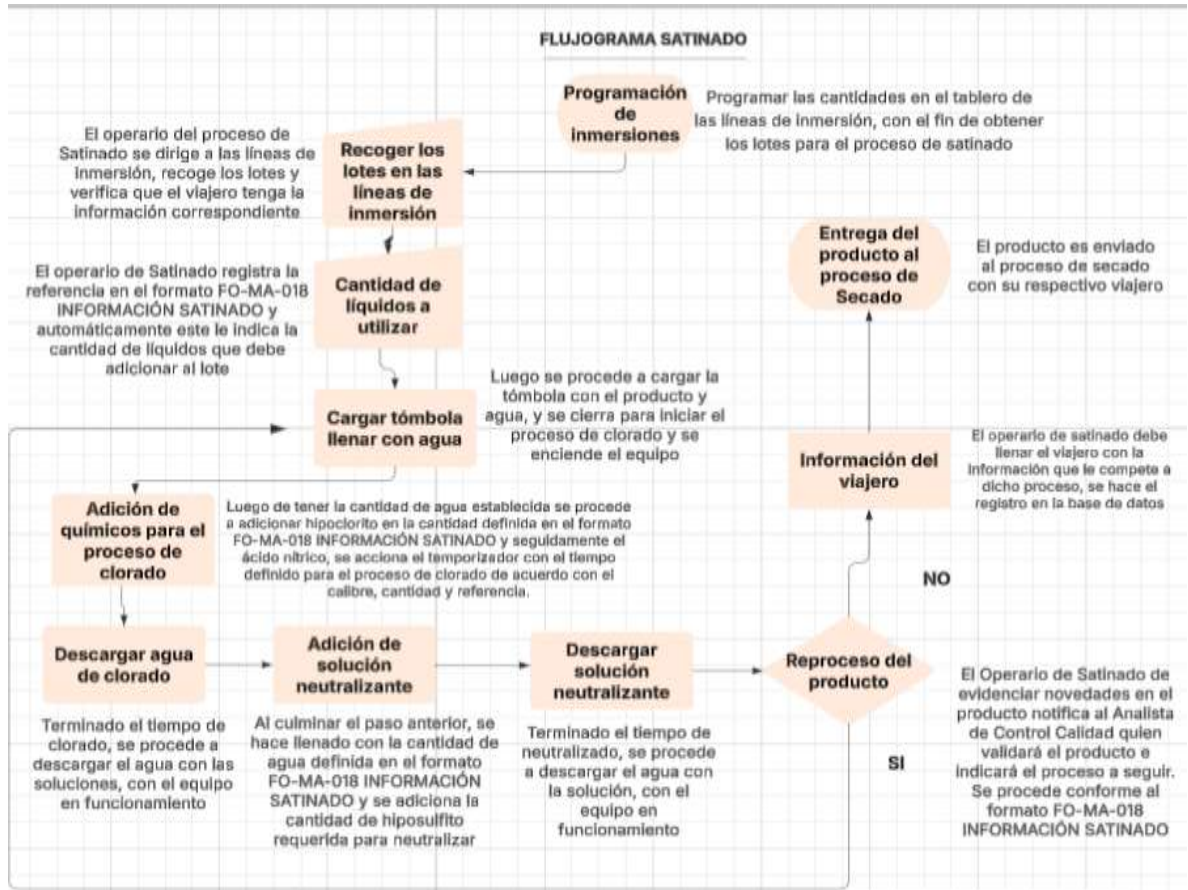
6.2 Desarrollo de un modelo estandarizado del proceso

6.2.1 Diagrama de flujo y manual de operación

A partir del análisis del procedimiento actual, se elaboró un flujograma mejorado del proceso que incluye los pasos controlados por sensores y automatismos. Este flujograma se desarrolló con base en el documento PR-MA-004 y contempla:

- Carga automática de agua
- Dosificación automática de químicos
- Control de tiempo mediante PLC
- Neutralización y enjuague estandarizados

Ilustración 1 Flujograma satinado empresa Latexport



Fuente: Elaboración propia

6.2.2 Parámetros estandarizados (propuesta)

Tabla 2 Propuesta parámetros estandarizados

Etapa	Parámetro estandarizado	Control automatizado
Llenado de tómbola	27 L ± 1 L	Sensor de flujo
Hipoclorito	300 ml por lote estándar	Dosificador automático
Ácido nítrico	100 ml por lote	Dosificador automático
Hiposulfito	250 ml por lote	Dosificador automático
Tiempo de clorado	10-12 min según calibre	Temporizador PLC

Fuente: Elaboración propia.

6.3 Propuesta de automatización

Desviación liquido de satinado

CONSUMO TEORICO				
FECHA SATINADO	(Todas)			
Etiquetas de fila	Suma de HIPOCLORITO	Suma de ACIDO NITRICO	Suma de HIPOSULFITO	
mayo	9.500,36	2.142,58	9.500,36	
junio	8.362,28	1.859,49	8.361,40	
julio	10.293,82	2.315,28	10.292,54	
agosto	9.352,26	2.123,52	9.352,66	
septiembre	11.173,18	2.492,97	11.173,91	
octubre	9.360,97	2.165,62	9.361,43	
noviembre	8.866,56	2.078,96	8.870,20	
diciembre	2.589,88	613,66	2.590,22	
Total general	69.499,31	15.792,08	69.502,72	
MES	DESVIACION HIPOCLORITO	DESVIACION ACIDO	DESVIACION HIPOSULFITO	
mayo	360,78	-	2.401,64	
junio	783,59		1.261,60	
julio	370,98		1.277,46	
agosto	615,10		1.375,34	
septiembre	-	1.358,07	1.149,91	
octubre		720,86	1.632,57	
noviembre	-	1.043,16	248,20	
diciembre		2.167,08	5.402,78	
TOTAÑ DESVIACION	6.626,19	6.082,32	11.953,28	
% DESVIACION ANUAL	10%	9%	17%	

CONSUMO REAL			
FECHA SATINADO	(Todas)		
Etiquetas de fil	Suma de HIPOCLORIT	Suma de ACIDO NITRIC	Suma de HIPOSULFITO
mayo	9.861	1.894	11.902
junio	9.146	2.472	9.623
julio	10.665	3.253	11.570
agosto	9.967	2.696	10.728
septiembre	9.815	2.770	10.024
octubre	9.989	2.886	10.994
noviembre	8.143	3.122	8.622
diciembre	8.539	2.781	7.993
Total general	76.126	21.874	81.456

6.3.1 Fases de instalación y validación del sistema piloto

Ilustración 2 Cronograma de actividades

TIEMPO/ACTIVIDADES	MES 1 SEMANA			MES 2 SEMANA			MES 3 SEMANA			HORAS DIA	TOTAL HORAS	Responsable	
	1	2	3	4	1	2	3	4	1				2
DIAGNOSTICO TECNICO Y DISEÑO DEL SISTEMA	Identificación de puntos de conexión de entrada y descarga de agua en cada máquina.										0,4	4	Ingeniero mecánico
	Verificación del tipo de conexión neumática disponible.										0,4	4	Ingeniero mecánico
	Selección de válvulas automáticas compatibles (actuadores neumáticos y electroválvulas de control).										0,4	4	Ingeniero mecánico
	Elaboración de planos de instalación eléctrica y neumática.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Planificación de escalabilidad del sistema para futuras máquinas.										0,5	5	Ingeniero mecánico
ADECUACION NEUMATICA	Instalación de línea de aire comprimido con reguladores de presión.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Instalación de filtros y válvulas de corte para mantenimiento.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Montaje de los actuadores neumáticos en las válvulas de entrada y salida de aire.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Conexión de mangueras neumáticas entre electroválvulas y actuadores.										0,5	5	Ingeniero mecánico
INSTALACION DE VALVULAS DE ENTRADA Y DESCARGA E INSTALACION DE SENSORES DE FLUJO EN LINEA DE ENTRADA	Instalación de válvulas de entrada y descarga.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Fijación de sensores de flujo en las líneas de entrada de agua.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Pruebas de estanqueidad y flujo mecánico.										0,5	5	Ingeniero mecánico
INSTALACION ELECTRICA Y CABLEADO AL PLC	Instalación de solenoides (electroválvulas eléctricas) para activar los actuadores.										0,5	5	Ingeniero mecánico
	Montaje del tablero de control (temporal o definitivo).										5	15	Ingeniero mecánico
	Conexión de las electroválvulas al PLC o sistema de control.										5	15	Ingeniero mecánico
	Alimentación 24VDC o la tensión que corresponda a las válvulas.										5	15	Ingeniero mecánico
	Cableado de sensores de flujo al PLC para su lectura en tiempo real.										5	15	Ingeniero mecánico
PROGRAMACION BASICA DEL PLC (CONTROL DE VALVULAS Y LECTURA DE SENSORES). PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y SIMULACIONES. AJUSTES DE PRESION, FLUJO Y VALIDACION DE OPERACION	Desarrollo del programa base en el PLC. Apertura/cierre de válvulas. Lógica de llenado y descarga. Lectura de sensores de flujo.										5	15	Ingeniero mecánico
	Pruebas de funcionamiento individual por válvula y sensores.										5	15	Ingeniero mecánico
	Simulación de ciclos automáticos de llenado y descarga.										5	15	Ingeniero mecánico
	Integración de una pantalla HMI sencilla para visualizar el estado de válvulas y flujos.										5	15	Ingeniero mecánico

Actividad	Inicio	Fin	Duración	Responsable
INSTALACION DEL HMI	Configuración de parámetros básicos (límites, activación manual)		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Operación de las 2 máquinas automatizadas en condiciones reales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Medición de presión en el llenado y descarga		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Ajustes de presiones, tiempos y parámetros de señales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
ENSAYO Y AJUSTES DEL SISTEMA PLETO	Operación de las 2 máquinas automatizadas en condiciones reales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Medición de presión en el llenado y descarga		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Ajustes de presiones, tiempos y parámetros de señales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Observación del comportamiento del sistema y respuesta ante fallas		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
ENSAYO Y AJUSTES DEL SISTEMA PLETO	Operación de las 2 máquinas automatizadas en condiciones reales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Medición de presión en el llenado y descarga		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Ajustes de presiones, tiempos y parámetros de señales		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
	Observación del comportamiento del sistema y respuesta ante fallas		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico
CAPACITADOR TECNICA BASICA	Instrucción al personal de mantenimiento y operación sobre:		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico, Sólido Profesional
	Uso de válvulas neumáticas		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico, Sólido Profesional
	Uso de sensores de nivel		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico, Sólido Profesional
	Construcción y revisión de actuation neumática		35	Ingeniero Mecánico, Técnico Mecánico, Sólido Profesional

Como parte de la validación técnica de la propuesta, se desarrolló un piloto de automatización en dos máquinas del área de satinado. Las actividades se distribuyeron en cuatro semanas, según el cronograma establecido (ver ilustra 2). Este piloto permitió verificar la factibilidad operativa del sistema propuesto, así como realizar ajustes y capacitar al personal para su eventual escalado.

Sistema piloto de Automatización de Carga y Descarga en Satinadora

Paso a Paso de Instalación y Configuración

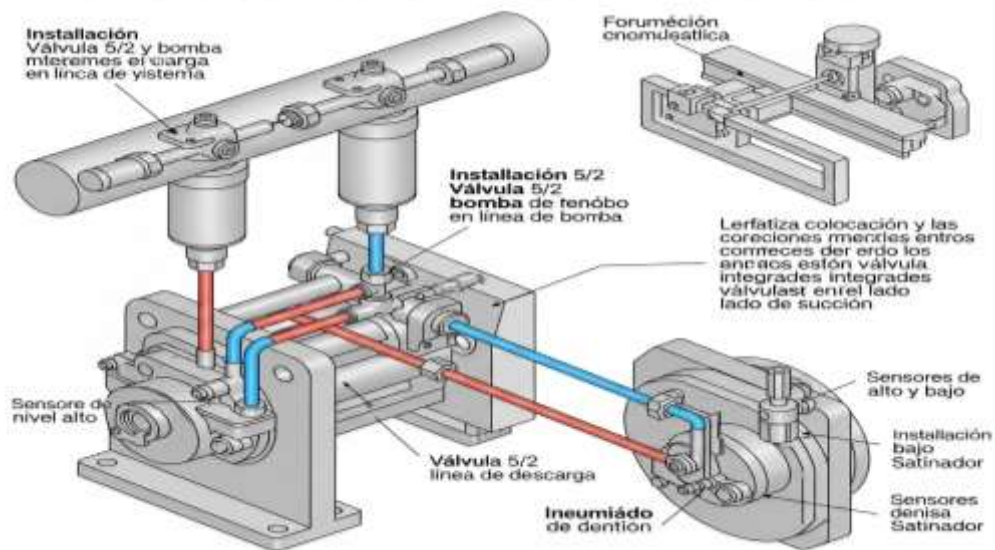
Resumen:

Este tiene como objetivo automatizar el sistema de carga y descarga de agua en una satinadora mediante el uso de un PLC S7-1200, válvulas neumáticas 5/2, sensores de nivel, bombas y control HMI. El presupuesto estimado fue de 90 millones COP. Hasta ahora se han instalado válvulas y sensores de nivel por un valor aproximado de 5 millones COP. Se prevé una renovación del sistema eléctrico.

Fase 1: Instalación Mecánica:

- Instalar válvula 5/2 y bomba en línea de carga.
- Instalar válvula 5/2 y bomba en línea de descarga, con la válvula en la succión.
- Instalar sensores de nivel alto y bajo en la satinadora.

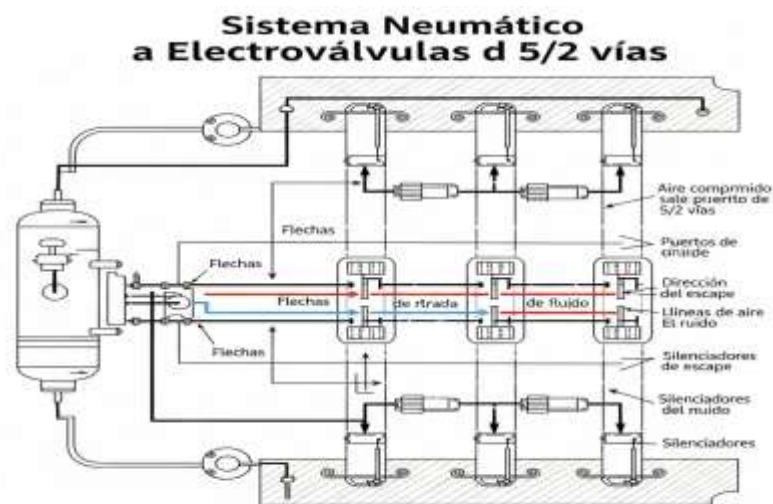
Ilustración 3 Proceso de instalación mecánica



Fase 2: Conexión Neumática:

- Conectar compresor a electroválvulas 5/2.
- Asegurar el sentido correcto del aire y escapes libres con silenciadores.

Ilustración 4 Sistema Neumático

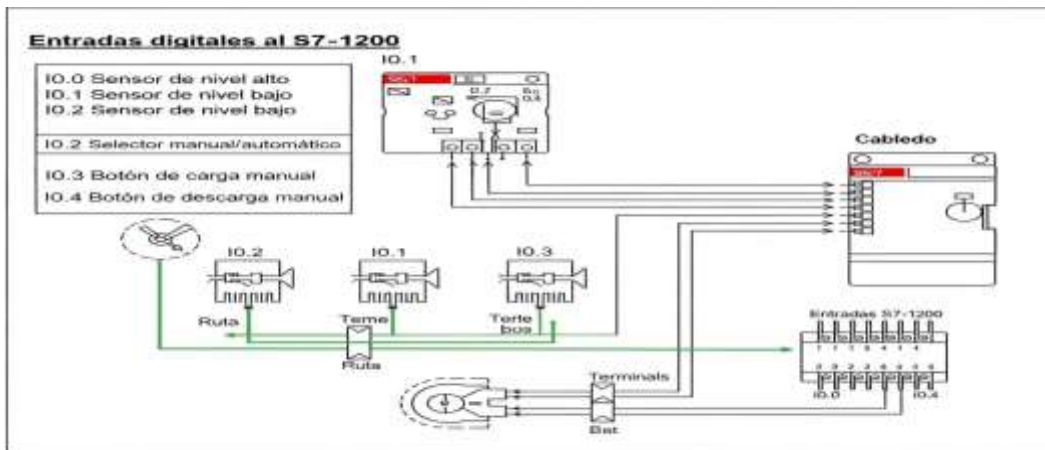


Fase 3: Conexión Eléctrica al PLC S7-1200:

Entradas:

- IO.0: Sensor nivel alto
- IO.1: Sensor nivel bajo
- IO.2: Selector manual/auto
- IO.3: Botón carga manual
- IO.4: Botón descarga manual

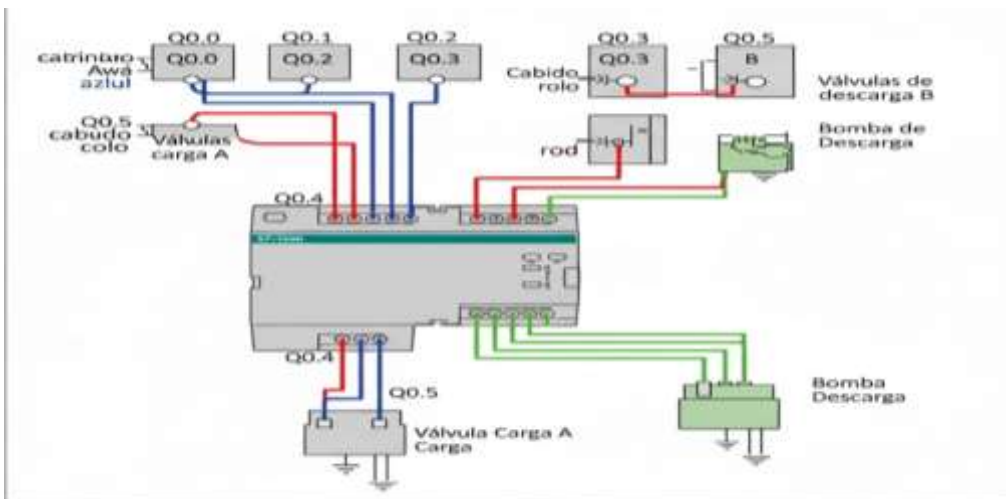
Ilustración 5 Entradas conexión eléctrica



Salidas:

- Q0.0/Q0.1: Válvula carga A/B
- Q0.2/Q0.3: Válvula descarga A/B
- Q0.4: Bomba de carga
- Q0.5: Bomba de descarga

Ilustración 6 Entrada conexión eléctrica



Fase 4: Lógica de Programación Automática:

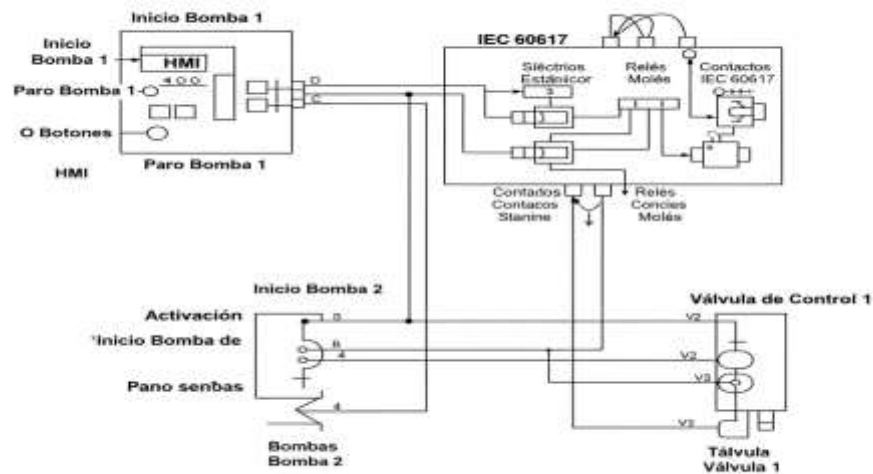
- Llenado hasta nivel alto.
- Temporización del proceso.
- Descarga hasta nivel bajo.

Fase 5: Modo Manual:

- Activación directa de bombas y válvulas mediante HMI o botones.

Ilustración 7 Automatización modo manual

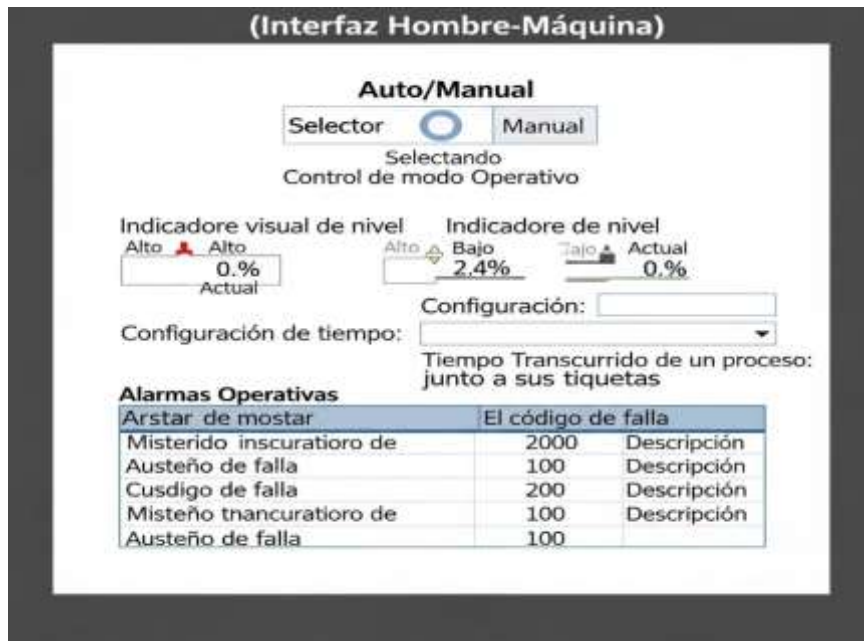
Automatización en modo Manual



Fase 6: Interfaz HMI:

- Selector Auto/Manual.
- Parámetros de tiempo.
- Indicadores de nivel.
- Alarmas operativas.

Ilustración 8 Interfaz Hombre-Máquina

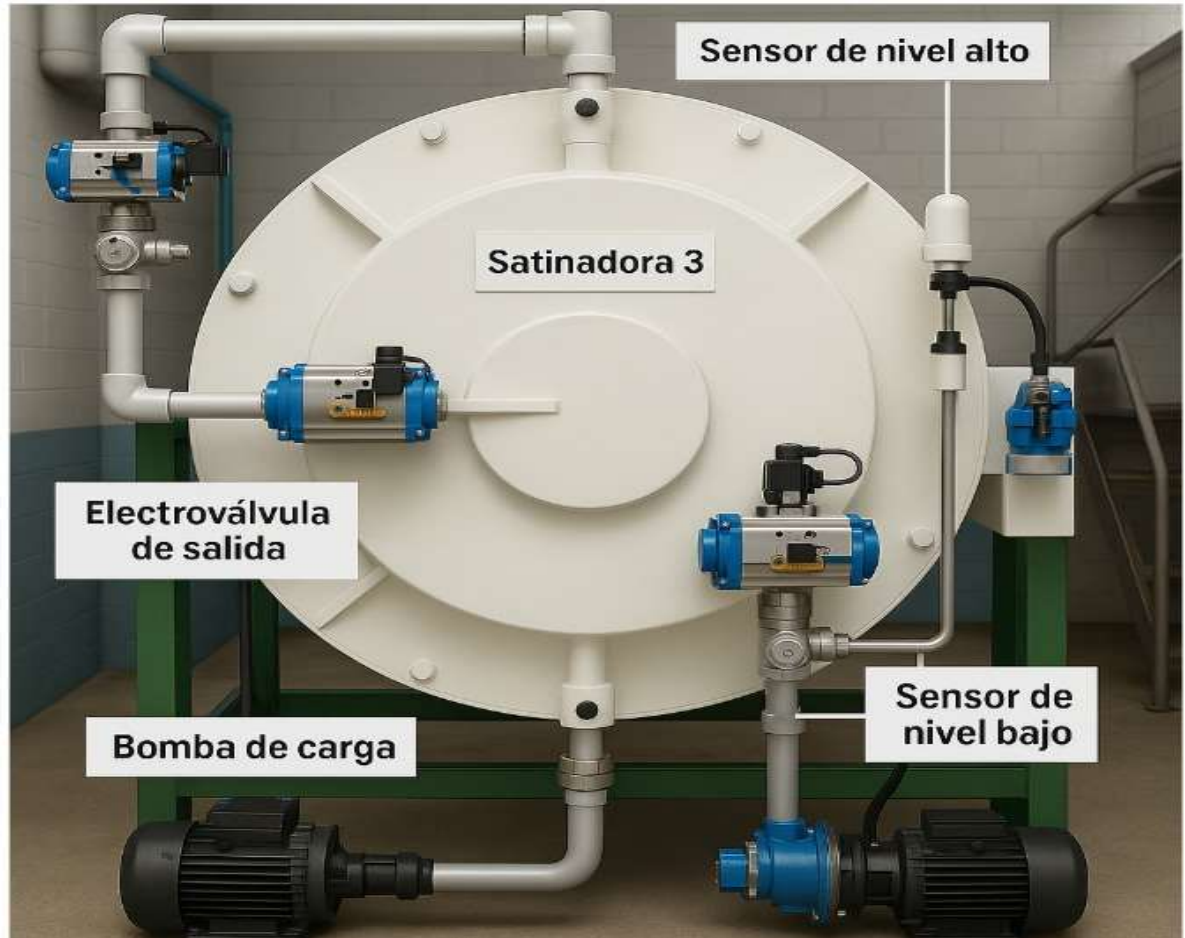


Fase 7: Pruebas y Puesta en Marcha:

- Verificación mecánica, neumática y eléctrica.
- Pruebas en modo manual.
- Ciclo completo en automático.

Diseño del interfaz completo de la automatización para la satinadora

Ilustración 9 Interfaz automatización satinadora



Fase 8: Capacitación técnica al personal

Se llevó a cabo una jornada de formación básica al personal técnico y operativo de la planta, en temas como: funcionamiento de válvulas automáticas, lectura de sensores, uso del HMI y precauciones en el manejo de los actuadores neumáticos. Esta capacitación tuvo como fin garantizar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

Fase 9: Evaluación y validación de resultados

La evaluación de los resultados del piloto, demuestran una mejora significativa en la precisión de dosificación, reducción de errores operativos y optimización del

tiempo por ciclo en aproximadamente 20%. El equipo de calidad y producción validó la funcionalidad del sistema, y se recomendó su implementación progresiva en otras máquinas del proceso de satinado.

6.3.2 Requerimientos técnicos identificados

1. Elementos neumáticos y de control

Tabla 3

Componente	Cantidad	Uso principal
Válvulas solenoides (1.5", 1", 3/4")	5	Control de entrada/salida de agua en ambas máquinas
Actuadores neumáticos	4	Accionamiento automático de las válvulas
Electroválvulas de control (neumáticas)	4	Control de aire comprimido hacia actuadores
Mangueras y racores neumáticos	N/A	Conexiones de aire entre válvulas y actuadores
Reguladores de presión y válvulas de corte	2	Control y mantenimiento de línea neumática

2. Elementos eléctricos y electrónicos

Tabla 4

Componente	Cantidad	Uso principal
PLC Siemens S7-1200	1	Control centralizado del sistema
Sensores de flujo (entrada)	2	Medición del caudal de agua en cada máquina
Tablero de control	1	Montaje de fuente, relés, fusibles y PLC
Fuente de alimentación 24VDC	1	Energía para sensores, válvulas y el PLC
Cables y canaletas	N/A	Cableado eléctrico y señal entre componentes

3. Interfaz de usuario

Tabla 5

Componente	Cantidad	Uso principal
HMI básica	1	Visualización del estado y parametrización

6.3.3 Plan de inversiones

Con base en el diagnóstico del proceso actual de satinado en la empresa Latexpot y el diseño propuesto para su automatización, se identificaron los componentes necesarios para implementar un sistema que garantice una dosificación precisa de los productos químicos utilizados (hipoclorito y ácido nítrico).

Para evaluar la viabilidad económica de dicha automatización, se solicitaron cotizaciones a proveedores especializados en instrumentación y control industrial. Estas cotizaciones permiten establecer una estimación de costos inicial para la adquisición de sensores, válvulas solenoides, contadores y otros elementos clave del sistema propuesto.

Se presenta el plan de inversión para la automatización en la empresa Latexpot:

Anexo 7 Tabla de inversión

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor total
sen digital (S.L) 0.5 to 4" all pvdf	4	3817920	15271680
Kit montaje pvc MPV8T005F 1/2"	16	623900	9982400
sen flujo pvc/black/pvdf tita 3-2536-g0	4	2141760	8567040
sensor flujo pp 3-2537-5c-po s3l	8	3203300	25626400
transmisor 6 canales 9950	3	8264400	24793200
modulo salida doble canal 3-9950.398-2	5	1001000	5005000
6X6X4 HNGED ENCLOSURE BACKING PLA	3	317200	951600
VAL BOLA PVC 546ASTPTFE FKM SW 1/2"	20	200400	4008000
MODULO INTERFAZ ACTU EA/DEA DN1 0-DN15	20	162000	3240000
ACTUADOR ELECTRONICO EA15 20NM 230UV	20	2327000	46540000
		Valor bruto	143985320
		IVA	27357211
		TOTALES	171342531

Fuente: Elaboración propia

Con la anterior tabla se muestra la cantidad de elementos que se necesitan para las 4 satinadoras, además de su valor y el total de la inversión para la automatización de estas.

A continuación, se detallan los elementos cotizados, sus características técnicas, cantidades requeridas y valores asociados:

6.3.4 Fichas técnicas de los nuevos accesorios en el proceso de automatización del satinado.

Anexo 8 Ficha Técnica sensor para automatización

Float Sensor

Features

- Non contact sensing avoids false action due to complicated mechanism
- Low cost, Long life
- Simple installation, Wide application

Application

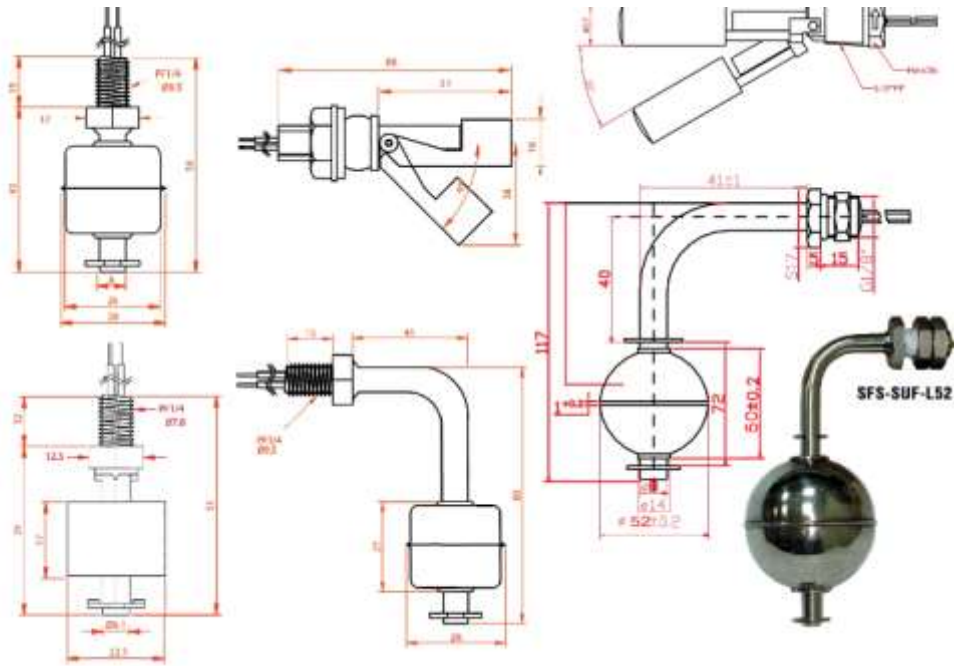
- Electric applications: Humidifier, Drinking Water dispenser, Water tank control of micron toilet, Water displacing system of air conditioner...etc.
- Automatic control: Environmental control equipment, Cooling water tank...etc.



Model No.	SFS-SUF-H	SFS-SUF-L	SFS-HF39	SFS-VF
Operation		ON for float rise / OFF for float rise		
Max. Switching Capacity	50W	50W	10W	50W
Max. Switching Voltage	200VDC	200VDC	200VDC	200VDC
Switching Current	1.0A	1.0A	0.5A	1.0A
Max. Contact Resistance	0.2Ω	0.2Ω	0.2Ω	0.2Ω
Reversible Switch Action	Yes	Yes	Yes	Yes
Operating Temperature	-20 ~ +120°C	-20 ~ +120°C	-20 ~ +80°C	-20 ~ +105°C
Material	Float :	SUS304/SUS316	SUS304/SUS316	PP foam
	Case :	SUS304/SUS316	SUS304/SUS316	PP resin
Float Gravity	0.8	0.8	0.64	0.65

Model No.	LSAZ-100-1/2	SFS-SUF-LS2
Operation	ON for float rise / OFF for float rise	
Max. Switching Capacity	50W	50W
Max. Switching Voltage	200VDC	200VDC
Switching Current	1.0A	1.0A
Max. Contact Resistance	0.2Ω	0.2Ω
Reversible Switch Action	Yes	Yes
Operating Temperature	-20 ~ +120°C	-20 ~ +120°C
Material	Float :	SUS304/SUS316
		SUS304/SUS316





Anexo 9 Ficha Técnica Actuador Neumático

ACTUADOR NEUMÁTICO SG

Características

Cuerpo de aluminio extruido según ASTM 6005, con anodizado duro como protección a la corrosión interna y externa, con fino acabado interno del cilindro para obtener un bajo coeficiente de fricción, y posteriormente pintado externo con pintura de poliéster en polvo color azul.

El diseño compacto de piñón y cremallera doble permite un ensamblaje simétrico, un largo ciclo de vida, así como una rotación en sentido inverso (en este caso tan solo hay que realizar una simple inversión de los pistones).

Rotación Standard: Sentido anti-horario abre / sentido horario cierra.

Múltiples guías y bujes en cremallera y pistones que reducen la fricción, con largo ciclo de vida y diseño anti - expulsión del eje.

Diseño modular del cartucho con resorte precargado y revestido para mayor versatilidad, mayor seguridad y mayor resistencia a la corrosión.

Dientes completamente mecanizados en pistón y en piñón para una máxima eficacia y un mínimo contragolpe entre piñón y cremallera.

Fijadores en acero inoxidable para una mayor resistencia a la corrosión.

Conformidad completa con las últimas especificaciones: ISO5211, DIN3337 y NAMUR confiriendo una gran capacidad de adaptación y fácil montaje de electroválvulas, finales de carrera y otros accesorios.

Homologación ATEX según directiva 94/9/CE para atmósferas explosivas:

Categoría II 2 GD T5 (Zonas 1,2 / 21,22).

Condiciones de operación:

1.Fluidos de accionamiento

Aire seco o lubricado, gases no corrosivos, o aceite.

2.Presión de suministro de aire

Doble acción: 2-8 Bar

Simple acción: 2-8 Bar

3.Temperatura de funcionamiento

Standard: de -20°C + 80°C

Baja temperatura: de -35°C + 80°C

Alta temperatura: -15°C + 150°C

4.Recorrido del ajuste

Tiene un rango de ajuste de $\pm 5^\circ$ para la rotación en 90°

5.Lubricación

No necesita acrecentar el lubricante en condiciones normales de trabajo

6.Aplicación

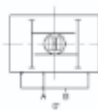
Cualquiera, interior o exterior

7.Presión máxima

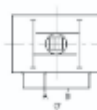
La presión máxima de entrada debe ser de 8 bar.

Doble efecto

Rotación estándar

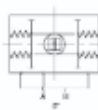


Rotación invertida

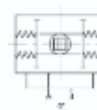


Simple efecto

Rotación estándar



Rotación invertida



7. RECOMENDACIONES

1. Implementar el sistema automatizado de dosificación de químicos

- **Quién lo hará:** Área de mantenimiento e ingeniería con apoyo de proveedores especializados.
- **Dónde:** Planta de producción de Latexport, zona de satinado.
- **Cuando:** Dentro de los 3 meses posteriores a la validación del piloto.
- **Por qué:** Para mejorar la precisión, reducir reprocesos y garantizar la calidad.
- **A quién beneficia:** A la empresa (eficiencia y ahorro) y al personal (seguridad).

2. Capacitar al personal técnico y operativo

- **Quién lo hará:** Gestión humana y el proveedor del sistema.
- **Dónde:** En las instalaciones de Latexport.
- **Cuando:** Antes y durante la implementación, con refuerzos trimestrales.
- **Por qué:** Para operar y mantener correctamente el sistema, evitando errores.
- **A quién beneficia:** A operarios (competencia y seguridad) y a la empresa (menor riesgo de fallos).

3. Actualizar y estandarizar los procedimientos y formatos

- **Quién lo hará:** Área de calidad e ingeniería de procesos.
- **Dónde:** En el sistema de gestión de calidad.
- **Cuando:** Durante la implementación del nuevo sistema.
- **Por qué:** Para que la documentación refleje los cambios tecnológicos y garantice la trazabilidad.
- **A quién beneficia:** A operarios, auditores y el sistema de calidad de la empresa.

4. Monitorear continuamente el impacto ambiental del proceso

- **Quién lo hará:** Área de SST y medio ambiente.
- **Dónde:** En la planta de producción.
- **Cuando:** De forma continua, con revisión mensual de indicadores.
- **Por qué:** Para reducir el uso excesivo de agua y químicos, y cumplir con la sostenibilidad.
- **A quién beneficia:** Al medio ambiente, a la empresa (evita sanciones) y a la comunidad.

5. Ampliar la automatización a todas las máquinas de satinado

- **Quién lo hará:** Dirección de operaciones e ingeniería de procesos.
- **Dónde:** En toda la línea de satinado.
- **Cuando:** Dentro de los 6 meses tras validar el sistema piloto.
- **Por qué:** Para escalar los beneficios de eficiencia, precisión y reducción de desperdicio.
- **A quién beneficia:** A toda la planta, mejorando calidad, productividad y competitividad.

8. CONCLUSIONES

La automatización del proceso de satinado en la empresa Latexport se evidenció como una solución viable y necesaria, al permitir una mejora sustancial en la precisión de las operaciones, la reducción de reprocesos y el aumento de la eficiencia operativa. Los datos obtenidos durante el diagnóstico mostraron una alta variabilidad en la dosificación manual de químicos, lo cual afectaba negativamente la calidad del producto final.

El sistema automatizado diseñado —que incluye sensores, válvulas automáticas, PLC y HMI— demostró ser efectivo para garantizar una dosificación exacta de los insumos, optimizando el uso de agua y productos químicos, y reduciendo significativamente los errores humanos.

La validación del piloto en dos máquinas permitió observar mejoras reales en el proceso, como la reducción del tiempo de ciclo en aproximadamente un 20%, así como una disminución del malclorado y la presencia de polvillo. Estos resultados confirman que la propuesta es funcional y genera beneficios desde su implementación inicial.

Se concluye también que la capacitación del personal técnico y operativo es un componente esencial del proceso de automatización. La formación brindada durante el piloto permitió al personal comprender y operar adecuadamente los nuevos sistemas, asegurando su sostenibilidad y reduciendo riesgos operativos.

Finalmente, se concluye que la propuesta es escalable y puede ser replicada en el resto de las máquinas del área de satinado e incluso en otros procesos productivos similares dentro de la empresa. Esto abre la puerta a una transformación más amplia en Latexport basada en la mejora continua, la innovación tecnológica y la sostenibilidad.

Bibliografía

Vázquez Martínez, M., Hernández Cadena, A., Jesús Magaña, J. À., Gómez Zea, J. M., & Garrido Vázquez, J. N. (2023 de Julio). *Beneficios de implementar la automatización en la industrialización de los procesos*. Obtenido de https://iydt.wordpress.com/wp-content/uploads/2023/07/3_24_beneficios-de-implementar-la-automatizacion1.pdf?utm_source=chatgpt.com

Bericht . (2022). *Los beneficios de la automatización industrial*. Obtenido de <https://www.bericht.es/beneficios-de-la-automatizacion-industrial-eficiencia-calidad-y-mas/>

GES COMUNICACIÓN. (28 de Julio de 2023). *La importancia de la automatización industrial en las empresas*. Obtenido de <https://www.galileo.edu/fisicc/noticias/la-importancia-de-la-automatizacion-industrial-en-las-empresas/>

ANEXOS

Anexo 10 Cotización dada por la empresa proveedora Surti Industria S.A.S

	SURTI INDUSTRIA SAS ESTABLECIMIENTO SURTI INDUSTRIA SAS NIT: 811015832-9 CRA 33 No 38A Sur 48 Tel: 3343283 Envigado, Antioquia N.E. o C.C.: 811006981 Ciudad: Guarne - Teléfono: 3229288	Cotización Nro: 1489 Fecha Expedición: 27/02/2025 Fecha Vencimiento: 15/03/2025			
Cliente: LATEXPORT S.A.S Dirección: AUTOP MED-BTA KM 24 VEREDA LA HONDA Vendedor: SURTI INDUSTRIA SAS	Ciudad: Guarne - Teléfono: 3229288				
Item	Descripción	UM	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
	VALVULA AGUA, 220V, 3/4		1.00	355,000.00	355,000.00
	FLETE	UNID	1.00	18,000.00	18,000.00
Observaciones:				Subtotal	373,000.00
				Descuentos	0.00
				IVA	70,870.00
				ICO	0.00
				Total	443,870.00
Vir. Total: CUATROCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS SETENTA (PESOS COLOMBIANOS)					
Válido hasta: 15/03/2025					

Anexo 11 Cotización dada por la empresa proveedora Surti Industria S.A.S

Marzo 15/2024

Cotización No: 23236

Empresa: Latexport

Contacto: Richard

Atendiendo su amable solicitud nos permitimos enviarle la siguiente cotización:

Item	Detalle	Cantidad	Vr Unitario	Vr Total
1	Sensor de flujo para tuberia 1.5"	1	\$ 1,200,000	\$ 1,200,000
2	Contador LC4-P61CA	1	\$ 470,000	\$ 470,000
3	Valvula Solenoide 1.5", 220 Vac	1	\$ 865,000	\$ 865,000
4	Valvula Solenoide 1", 220 Vac	1	\$ 430,000	\$ 430,000
5				
6				
7				
8				
9				

10				
11				
12				
13				
14				
15				
	FLETE			\$ 0
			Subtotal	\$ 2,965,000
		IVA	19%	\$ 563,350
			Valor Total	\$ 3,528,350

Despacho: item 1, 7-10 dias, resto 2 dias

Lugar de

Medellín, resto adicionar

fletes Entrega:

Forma De Pago:

Credito Validez

Oferta:15 dias

Atentamente:

Juan Carlos Ceballos

Ventas Instrumentación

Tel. 6043343283 / 6045602200 / Movil 3007735005

Anexo 12 Cotización dada por la empresa Items Tecnología



Señores: LATEXPORT S.A.S.
 Atn: ING. MAURICIO ARANGO
 Nit: 811006981
 Dirección: AUT MEDELLIN BOGOTA KM 24
 Ciudad: GUARNE

COTIZACION
 COT-Nro. **00030780**
 FECHA: 21 de Abril de 2025

En atención a su amable solicitud nos permitimos ofertarles los siguientes:

MARCA: GEORG FISCHER +GF+

Página 1 de 2

ITE	REFERENCIA	DESCRIPCION	STOCK	CANT.	VR. UNITARIO	VR. TOTAL
		SENSORES DE PALETAS PARA LINEAS 1/2" DE ACIDO NITRICO > 30-53%				
1	159001319	Sens Digital (S/L), 0.5 to 4", All PVDF		4.00	3,817,920.00	15,271,680.00
2	159001614	KIT MONTAJE PVC MPV8T005F 1/2"		4.00	623,900.00	2,495,600.00
		SENSORES DE PALETAS PARA LINEA 1/2" HIPOCLORITO DE SODIO >6-15%				
3	159001959	SEN FLUJO PVC/BLACK/PVDF TTTA 3-2536-G0		4.00	2,141,760.00	8,567,040.00
4	159001614	KIT MONTAJE PVC MPV8T005F 1/2"		4.00	623,900.00	2,495,600.00
		SENSOR DE PALETAS PARA LINEAS DE 1/2" HIPOSULFITO DE SODIO AL 10%				
5	159001295	SENSOR FLUJO FP 3-2537-5C-PO S3L		4.00	3,203,300.00	12,813,200.00
6	159001614	KIT MONTAJE PVC MPV8T005F 1/2"		4.00	623,900.00	2,495,600.00
		SENSORES DE PALETAS PARA LINEAS DE 1/2" MANEJO DE AGUA				
7	159001295	SENSOR FLUJO FP 3-2537-5C-PO S3L		4.00	3,203,300.00	12,813,200.00
8	159001614	KIT MONTAJE PVC MPV8T005F 1/2"		4.00	623,900.00	2,495,600.00
		TRANSMISORES MULTIPARAMETRO DE 6 CANALES PARA SENSORES DE CAUDAL				
9	159002076	TRANSMISOR 6 CANALES 9950		3.00	8,264,400.00	24,793,200.00
		MODULOS PARA LAS SALIDAS ADICIONALES 4 A 20 mA				

