

**Nota de Aceptación:**

**Proyecto de Diseño Aprobado**, en cumplimiento de los requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana Cali para optar el título de Ingeniero Industrial.



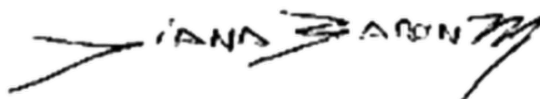
---

HERNÁN CAMILO ROCHA NIÑO  
Decano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias



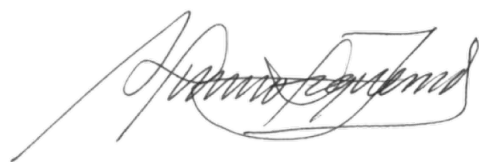
---

JORGE ENRIQUE ÁLVAREZ PATIÑO  
Director Carrera Ingeniería Industrial



---

DIANA ISABEL BARÓN MALDONADO  
Director(a) Proyecto de Diseño



---

ALVARO FIGUEROA CABRERA  
Jurado 1



---

MARÍA ISABEL DIAZ VEGA  
Jurado 2

Santiago de Cali, enero 19 de 2024

Ingeniero

**Jorge Enrique Álvarez Patiño**

Director Carrera de Ingeniería Industrial

Pontificia Universidad Javeriana

Cali

**Asunto: Carta de aval para entrega final de correcciones Proyecto de Diseño #107**

Por medio de la presente doy aval para la entrega final de las correcciones del documento que soporta el Proyecto de diseño # 107, bajo mi dirección, desarrollado por los estudiantes Federico Díaz Molina, Juan Felipe Alvarado, Juan Felipe Cárdenas, Valentina Ortiz, titulado “Diseño de la cadena de valor de producción para industrializar un proceso de producción artesanal de pinturas tradicionales.

Todas las correcciones solicitadas fueron llevadas a cabo y dado que la nota fue 4.0 por parte de los jurados y no hay cambios de título ni objetivos, solo es necesaria mi aprobación. A continuación, se resumen las correcciones llevadas a cabo.

#### **Correcciones solicitadas por el Jurado Álvaro Figueroa**

Las correcciones de redacción, ortografía y numeración de figuras hechas por el profesor, fueron aceptadas e incluidas directamente en el texto. A continuación, se detalla cómo se respondió a las demás correcciones.

1. Utilicen el nombre del cargo no el del propietario. R/ Realizado
2. Encontrar datos más actualizados a cerca del sector de pinturas  
R/ Se borró toda la información y se reemplazó por información de los años 2018 a 2029
3. Muy descriptivo. Deben ofrecer una solución más práctica y mostrar en donde iría el *Poka Yoke*.  
R/Se detalló más el paso a paso y se complementó
4. Implementación de 5s muy somera  
Se especificó más el paso a paso y se tomó la fase *seiketsu* como bienestar personal.

#### **Correcciones de María Isabel Díaz**

1. El POE debe ser ajustado para ser más detallado pues no contiene como tal un procedimiento (conservando la confidencialidad)  
  
R/ Se escribió una instrucción de trabajo Lean para detallar más el POE
2. Quitar el nombre de la empresa en el documento y del propietario.

R/Se eliminó de todo el proyecto el nombre de la empresa y del propietario


3. El documento debe ser revisado en su totalidad con respecto a la redacción, hablan de en la siguiente figura cuando esta antes, entonces es confuso (hay un mal de llamado) Ejemplo figura 5. Tienen errores de ortografía

R/ Se corrigieron los llamados de las tablas y figuras, se revisó la redacción y la ortografía.

4. Deben realizar los ajustes necesarios en la evaluación financiera, estos deben ser más realistas y de acuerdo con las recomendaciones dadas por el jurado y la directora del proyecto e incluir una tasa superior a la de CDT en un escenario.

R/ Se realizó de manera más detallada y realista los cálculos del impacto financiero, teniendo en cuenta también las recomendaciones de la directora y los jurados.

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'DIANA BARÓN' with a stylized flourish at the end.

Diana Barón  
Directora de PD



Santiago de Cali, noviembre 15 de 2023


**Ingeniero Jorge Enrique Álvarez Patiño**

Director Carrera de Ingeniería Industrial  
Pontificia Universidad Javeriana, Cali

Asunto: Carta Aval de la empresa

Como empresa Granismarmol damos la constancia que los alumnos Federico Díaz Molina, Juan Felipe Alvarado, Juan Felipe Cárdenas, Valentina Ortiz, visitaron las instalaciones de empresa, hicieron encuestas, entrevistas y demás. También, damos constancia que los estudiantes hicieron una socialización del trabajo realizado en nuestra compañía y quedamos conforme con este.

Cordialmente;



LUIS ALBERTO MORALES JIMÉNEZ  
C.C. No. 06267045

---

Cargo: Propietario y Gerente



# Diseño de la cadena de valor de producción para industrializar un proceso de producción artesanal de pinturas tradicionales

Federico Díaz Molina <sup>a,d</sup>, Juan Felipe Alvarado Holguín <sup>a,d</sup>, Juan Felipe Cárdenas Salinas <sup>a,d</sup>,  
Valentina Ortiz Hermida <sup>a,d</sup>.

Diana Isabel Barón Maldonado <sup>b,d</sup>, Carlos Alberto Olarte Meneses <sup>c,d</sup>, María Isabel Diaz Vega <sup>c,d</sup>

<sup>a</sup>Estudiante de Ingeniería Industrial

<sup>b</sup>Profesor, director del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

<sup>c</sup>Asesor del Proyecto de Grado, Departamento de Ingeniería Civil e Industrial

<sup>d</sup>Pontificia Universidad Javeriana, Cali, Colombia

## Resumen en español

Este proyecto de grado pretende estandarizar y optimizar la producción de pinturas acrílicas a base de agua tipo I para exteriores en una microempresa. Actualmente, la EMPRESA lleva a cabo este proceso artesanal. La motivación detrás de esta iniciativa radica en la necesidad de industrializar la producción, permitiendo así un aumento significativo en el volumen de fabricación. Este enfoque estratégico se fundamenta en la identificación de una oportunidad de mercado impulsada por el crecimiento constante de la demanda de pinturas y la preferencia del sector por productos respetuosos con el medio ambiente.

Se diseñó una nueva cadena de valor en la que el uso de *Poka Yoke* ayuda a asegurar la calidad del producto, 5S optimiza la organización del espacio y garantiza una producción ordenada, VSM da un enfoque integral y el uso de máquinas como mezcladoras permite reducir el tiempo total de producción de 44.6 minutos a 33 minutos. La simulación mediante Arena mostró que la participación de mercado experimentará un ascenso sustancial, alcanzando el 0,51%, superando la meta inicial del 0,30%. Asimismo, la producción mensual promedio de pintura ascenderá a 8,631 galones, superando la meta de 5,000 galones.

## Abstract

The main objective of this degree project is to standardize and optimize the production of type I water-based acrylic paints for exteriors in a micro-enterprise. The company currently carries out this process in an artisanal way. The motivation behind this initiative lies in the need to industrialize production, thus allowing a significant increase in manufacturing volume. This strategic approach is based on the identification of a market opportunity driven by the steady growth in demand for paints and the industry's preference for environmentally friendly products. A new value chain was designed in which the use of *Poka Yoke* helps to ensure the quality of the product, 5S optimizes the organization of the space and guarantees an orderly production, VSM gives a comprehensive approach and the use of machines such as mixers allows to reduce the total production time from 44.6 minutes to 33 minutes. The Sand Simulation showed that the market share will experience a substantial increase, reaching 0.51%, exceeding the initial target of 0.30%. In addition, the average monthly paint production will amount to 8,631 gallons (about 32671.87 L), exceeding the goal of 5,000 gallons (about 18927.05 L).

- DEFINIR .....3**
  - A. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN .....3
  - B. GRUPOS DE INTERÉS .....6
  - C. REQUERIMIENTOS .....7
- MEDIR .....8**
  - A. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....8
  - B. EXPLORACIÓN DEL MERCADO .....9
- ANALIZAR.....15**
  - A. ANÁLISIS DE OPORTUNIDAD .....15
  - B. REVISIÓN DE LITERATURA .....16
  - C. EXPLORACIÓN DE IDEAS Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVA .....19
  - D. OBJETIVOS .....21
  - A. PLAN DE TRABAJO (PdT) .....21
- DISEÑAR.....23**
  - A. DESARROLLO DEL DISEÑO DE LA SOLUCIÓN .....23
  - B. VALIDACIÓN DEL DISEÑO PROPUESTO .....50
- VERIFICAR .....52**
  - A. MEDICIÓN DE LOS IMPACTOS .....52
  - B. ESTANDARIZACIÓN DE LA SOLUCIÓN – POE’S (PLAN DE CONTROL) .....56
  - C. CONCLUSIONES.....56
  - D. RECOMENDACIONES .....57
- GLOSARIO .....58**
- REFERENCIAS .....58**
- ANEXOS .....60**

**Índice de Tablas**

- TABLA I CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS Y PONDERACIÓN DE IMPACTO E INFLUENCIA ..... 6*
- TABLA II REQUERIMIENTOS GRUPOS DE INTERÉS ..... 7*
- TABLA III INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR..... 8*
- Tabla IV Principales empresas por ingresos (en COP millones) fuera de departamento de Antioquia dedicadas a la fabricación de Pinturas, Barnices y Revestimientos similares 2019 ..... 9*
- Tabla V Área aprobada por departamentos y Bogotá, según destinos, 302 municipios, Acumulado año corrido a septiembre 2020 ..... 11*
- TABLA VI RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO ..... 15*
- TABLA VII RESUMEN REVISIÓN DE LITERATURA ..... 17*
- TABLA VIII PLAN DE TRABAJO ..... 21*

TABLA IX CANTIDAD DE MATERIA PRIMA NECESARIA PARA PRODUCIR UN LOTE.....	30
TABLA X RESUMEN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA PROCESO PRODUCTIVO .....	32
TABLA XI RESUMEN DE ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE PROTECCION .....	36
TABLA XII ÁREAS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE PINTURA .....	46
TABLA XIII LISTA DE MOTIVOS DE RELACIÓN.....	47
TABLA XIV CÓDIGOS DE RELACIÓN.....	47
TABLA XV CÓDIGOS DE LAS PROXIMIDADES.....	48
TABLA XVI NÚMERO DE USE .....	48
TABLA XVII RESULTADOS DEL INFORME DE PROCESO PRODUCTIVO SIMULADO EN EL SOFTWARE ARENA.....	51
TABLA XVIII RESULTADOS DE KPI.....	52
Tabla XX COSTOS VARIABLES POR UN LOTE DE PINTURA .....	52
TABLA XXI ACTIVOS FIJOS.....	53
TABLA XXII TABLA DE ANEXOS .....	60

## Índice de Figuras

Fig. 1 Distribución por tamaño de los establecimientos industriales dedicados a la elaboración de pinturas para el año 2018 en Colombia... 5	5
Fig. 2 Matriz Influencia vs Impacto.....	7
Fig. 6 Diagrama de flujo funcional del proceso productivo actual de pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I de LA EMPRESA .....	12
Fig. 7 Diagrama de flujo funcional de proceso productivo de pinturas a base de agua según Min Salud de Colombia.....	13
Fig. 8 Matriz DOFA del proyecto de pinturas.....	14
Fig. 9 Diagrama Causa Efecto.....	16
Fig. 10 Lluvia de ideas por metodología SCAMPER.....	20
Fig. 11 Diagrama VSM del estado actual del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores de LA EMPRESA .....	24
Fig. 12 Diagrama de flujo de proceso productivo actual de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	26
Fig. 13 Plano de vista superior de puesto de trabajo de proceso productivo actual de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	27
Fig. 14 Diagrama VSM del estado futuro del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores de LA EMPRESA.....	28
Fig. 15 Diagrama de flujo de proceso productivo propuesto de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	29
Fig. 16 Proceso productivo propuesto de la pintura blanca vinílica para exteriores tipo I.....	33
Fig. 17 Diagrama PFD Proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	34
Fig. 18 Matriz de relación de actividades de proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	47
Fig. 19 Diagrama de relación de actividades de proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores .....	48
Fig. 20 diagrama relacional de espacios del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	49
Fig. 21 Plano de vista superior de disposición práctica de espacios del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.....	50
Fig. 22 Montaje del proceso productivo propuesto de la pintura blanca vinílica tipo I para exteriores en el software de simulación Arena.....	51

## DEFINIR

### A. Contexto y Justificación

La evolución del sector de las pinturas está siendo guiada por dos factores importantes el desempeño-funcionalidad y la sostenibilidad, según el estudio de las tendencias del sector de pinturas, desarrollado por el programa de Calidad para la Cadena de químicos – GQSP Colombia, el cual es liderado por la Organización de Naciones Unidas Para el Desarrollo Industrial – ONUDI [1]. En el desempeño-funcionalidad la tendencia está marcada por el desarrollo y uso de materias primas multifuncionales, pinturas y recubrimientos a base de agua, los productos dos en uno, las pinturas inteligentes, la nanotecnología y los recubrimientos con alto contenido de sólidos los cuales requieren menos solvente que los convencionales, generando menos emisiones a temperatura

ambiente y una mayor eficiencia de transferencia del recubrimiento. La sostenibilidad la marca la sostenibilidad la tendencia al reemplazo de pigmentos con metales pesados, el uso de la química verde, de compuestos procedentes de la biomasa, pinturas con eco etiquetado y en empaques sostenibles, bajas en compuesto orgánico volátil (VOC), menor uso de formaldehído como conservante y el mejoramiento de la gestión posconsumo [1].[1]

LA EMPRESA dedicada a la fabricación de pinturas desde 1991, elabora productos como se presenta en la ficha técnica (ver detalle en el 2023107 – Anexo 3 - Ficha técnica actual), con alta concentración de sólidos, que implica menor cantidad de disolvente, permitiendo que cuenten con alta durabilidad, la cual es mayor respecto a otras pinturas comerciales como es percibido por sus clientes en encuestas realizadas (ver detalle en el 2023107 - Anexo 5 - Encuesta aceptación de Pinturas). LA EMPRESA se adapta a la tendencia de adquirir pinturas amigables con el medio ambiente, con mejoramiento en la gestión pos consumo y con un nivel de emisiones de disolvente bajo, generando menor impacto ambiental en cuanto a otras. De igual manera, la Microempresa realiza las pinturas en el lugar de prestación del servicio de aplicación del producto cuando hay contratación con obras o clientes particulares, evitando así usar recipientes y se visiona a distribuir sus pinturas en empaques reutilizables y que generen menor contaminación. Actualmente, LA EMPRESA no tiene infraestructura para producir su más demandada línea de pintura a base de agua blanca para exteriores tipo I, ya que realiza este proceso artesanal, basado en la mezcla de los insumos, y con una capacidad de producción baja a la que el mercado requiere en cuanto a la línea de productos amigables con el medio ambiente.

En encuestas realizadas a ferreterías y distribuidores que comercializan pinturas en la ciudad de Cali, se puede observar que a pesar de que existe una mayor demanda de las pinturas a base de agua tipo I para interiores, el porcentaje de participación para uso sobre exteriores en la mayoría de los establecimientos es significativo, donde cinco de los siete establecimientos encuestados cuentan con más del 40% de participación de las ventas del mes con este tipo de pinturas. Además, en su mayoría manejan líneas de pinturas con características de sostenibilidad, con más del 50% de participación respecto al total de las ventas del mes. Los resultados de las encuestas realizadas demuestran que existe oferta y demanda en dichos establecimientos por este tipo de pinturas, las cuales son proporcionadas por marcas reconocidas como Pintuco, Algrecó, Sapolin, Pintuland y Corona, lo que proyecta la viabilidad de que Microempresas se den a conocer y participen en el mercado con sus líneas de pintura con alguna característica que permita que sean amigables con el medio ambiente (ver detalle en el 2023107 - Anexo 4 - Encuesta Demanda Pintura. Hoja1).

En Colombia, la industria de pinturas y revestimientos es un sector estratégico, como se evidencia en la última Encuesta Anual Manufacturera (EAM) realizada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) para 2018, donde la producción bruta ocupó el segundo lugar concentrando el 6,9% del total nacional y, concentró el 6,3% del personal ocupado por la industria nacional, ubicándose en el cuarto lugar en generación de empleo [2].[2] Por otra parte, según Nieto & Perea, entre 2001 y 2014, en promedio 128 establecimientos se dedicaban a elaborar pinturas, masillas, pigmentos, tintas y removedores, representando el 1,6 % del total de establecimientos industriales registrados en la EAM, comparado que en 2018 los registrados fueron 369 dejando ver cómo esta cifra casi se ha triplicado.[3]

Por el consumo mencionado de productos amigables con el medio ambiente y que LA EMPRESA no tiene una infraestructura con mayor capacidad de producción para responder a la demanda, es oportuno diseñar una cadena de valor de producción de pintura acrílica blanca para exteriores tipo I; para que se produzca industrialmente mediante un proceso escalable, conservando las características de menor uso de disolvente, con alta concentración de sólidos y mayor durabilidad de la pintura. Así, sus beneficios ambientales puedan llegar a más consumidores, pues actualmente se preparan solo cantidades pequeñas. Diseñar esa cadena de valor para industrializar el proceso de producción, considerando el crecimiento del mercado de las pinturas, y que cada vez son más consumidores y proveedores que buscan productos ambientalmente amigables, permite a LA EMPRESA aprovechar la oportunidad de este mercado.

Como se refleja en la Fig. 4, el mercado de la pintura en Colombia alcanzó un volumen de ventas aproximado de 164 millones de litros en el año 2022. Durante el período de pronóstico 2023-2028 realizado por la entidad privada EMR, se anticipa que el mercado crezca con una tasa de crecimiento anual compuesto de 5,40% frente al año 2022.

En el contexto actual, la compra de viviendas ha disminuido por el aumento de los intereses de los créditos hipotecarios. A medida que las tasas de interés aumentan, los usuarios han mostrado una mayor atención hacia la reducción de tasas en otros productos financieros, como tarjetas de crédito. Bancolombia, Davivienda, Banco de Bogotá y Banco de Occidente fueron los primeros en anunciar una reducción significativa en sus tasas de interés, pasando del 46% E.A. al 20% E.A. Posteriormente, se sumaron a esta medida otros bancos como BBVA, Pichincha y Scotiabank Colpatria. A pesar de esta tendencia, LA EMPRESA, liderada por el Propietario, no se ha visto afectada por la disminución en la demanda de viviendas, ya que su negocio mantiene una demanda constante y estable en el mercado gracias a la clientela orgánica que ha construido [2].

La industria de la pintura ha llegado a ser un mercado apetecido para incursionar debido a la relación directa de proveedor-cliente que es evidente en la interacción de la industria de la pintura con el sector manufacturero y de la construcción, ambos sectores con fuerza en el país, por lo que un crecimiento en la industria de plásticos, automotriz, metalmecánica y la construcción, afecta de forma positiva en la actividad económica del sector [3]. En Colombia, el sector de la construcción es uno de los más importantes con un aporte del 6,4% al Producto Interno Bruto (PIB) del país en el 2022 y con un crecimiento constante del 10% aproximadamente en los últimos tres años, lo cual se representa como una oportunidad para LA EMPRESA [4]. Según la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL), se estima que el sector crecerá un 9,8% en el 2023 y para el 2024 se mantendrá consolidándose como uno de los principales impulsores de empleo en el país [5].[5]

Como se muestra en la Fig. 1 de la EAM del DANE, para el año 2018 en Colombia la mayoría de las empresas de pinturas se encontraban registradas bajo pequeñas y medianas empresas con un 80,3% del total, seguido con un 17,3% bajo la clasificación de microempresas y finalmente como grandes empresas un 2,4% [6], permitiendo evidenciar que el mercado de las pinturas aprueba la libre participación al no presentarse un oligopolio, aunque existan grandes empresas reconocidas en el sector. Además, LA EMPRESA por su estructura corresponde a una Microempresa, clasificación que, de acuerdo con los datos estadísticos tiene una participación representativa en el sector.

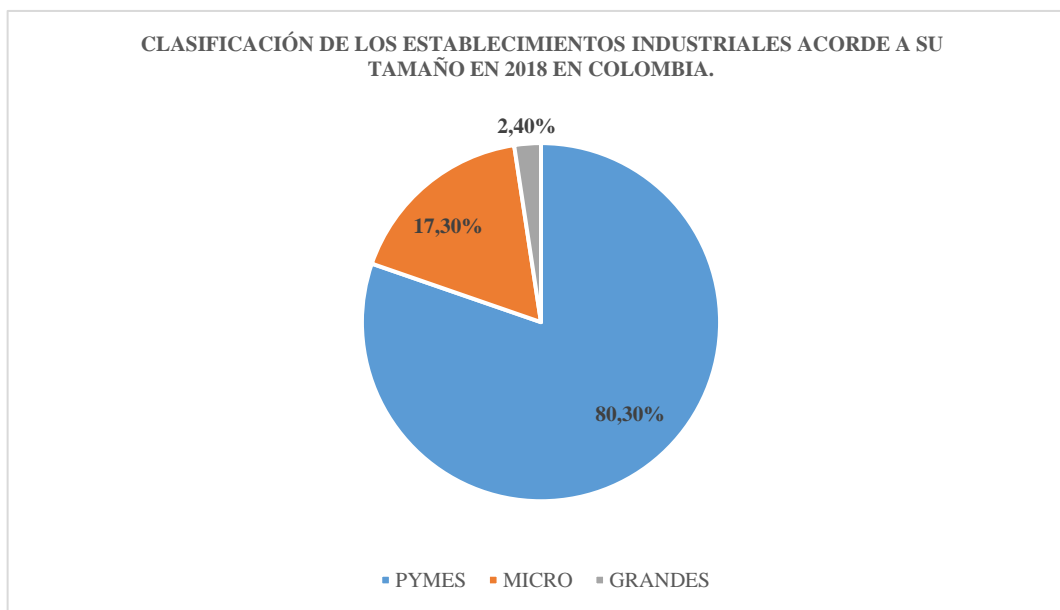


Fig. 1 Distribución por tamaño de los establecimientos industriales dedicados a la elaboración de pinturas para el año 2018 en Colombia [3]

Dentro de los beneficios del proyecto está aminorar el consumo de pinturas, mejorar la eficiencia en el proceso productivo, aumentar la calidad de las pinturas y mejorar la gestión de los impactos ambientales de LA EMPRESA, disminuyendo algunos efectos negativos como las emisiones generadas por los disolventes. De igual manera, se obtendrán beneficios potenciales al desarrollar este proyecto, ya que al industrializar el proceso se podría ampliar, potenciar la posición competitiva de LA EMPRESA en el mercado de las pinturas amigables con el medio ambiente, mejorar la imagen ante los consumidores y la sociedad, incrementar la rentabilidad a largo plazo gracias a captar un mercado en crecimiento elaborando por lo menos unos 60.000 galones de esta línea de pintura al año, como una empresa ejemplo para el sector y el aumento de ventas. No realizar este proyecto, podría tener consecuencias negativas para LA EMPRESA como la pérdida de oportunidades de mercado, la exposición a sanciones por no cumplir con las regulaciones ambientales y no contar con estándares de calidad.

El proyecto del equipo consiste en diseñar la cadena de valor de producción que permita industrializar el proceso productivo de la línea de pintura acrílica para exteriores de color blanco tipo I de LA EMPRESA, donde su proceso de producción sea escalable. Dentro de este proyecto no se tuvieron en cuenta las entradas del proceso relacionadas a la cadena de suministro, ni la logística y distribución del producto terminado.

En conclusión, LA EMPRESA, ha identificado la pertinencia de diseñar una metodología que sea escalable, que permita industrializar el proceso productivo de la línea de pinturas acrílicas para exteriores tipo I de color blanco la cual es caracterizada por su alto contenido de sólidos y su distribución de manera amigable con el medio ambiente, con el fin de aprovechar la oportunidad que se presenta en el mercado por el consumo de pinturas con alguna característica de sostenibilidad y que responda

a la demanda presente en el sector. Esta iniciativa tiene como objetivo mejorar la competitividad de LA EMPRESA, a través de la innovación y la responsabilidad ambiental, cumpliendo con las expectativas y demanda del mercado en cuanto a productos amigables con el medio ambiente e impactando a un mayor número de personas debido a su producción a mayor escala disminuyendo los costos.

### B. Grupos de Interés

En la TABLA I se presentan los grupos de interés, con una descripción y su posible efecto. Luego, se pondera cada grupo en relación de su influencia e impacto en el proyecto. Para esto se utilizó una calificación del 1 al 5, siendo 1 nulo y 5 muy alto, teniendo en cuenta las siguientes definiciones:

**Influencia:** Describe el grado en el que el grupo de interés está involucrado en el proyecto.

**Impacto:** Capacidad de generar cambios en la ejecución o planificación del proyecto, ya sean positivos o negativos, como resultado de la participación del grupo de interés.

TABLA I

CLASIFICACIÓN DE LOS GRUPOS DE INTERÉS Y PONDERACIÓN DE IMPACTO E INFLUENCIA

Partes Interesadas	Descripción	Efecto	Influencia	Impacto
Grupo PD	Encargado de llevar a cabo la propuesta de diseño de la cadena de valor de producción de pinturas tradicionales.	Posibilidad de aplicar conocimientos y habilidades para contribuir al éxito del proyecto, lo que puede generar satisfacción personal y profesional.	4	3
Propietario	Persona que posee la microempresa y se beneficiará directamente de la implementación del proyecto.	Tener una propuesta acerca de cómo organizar la producción de sus pinturas tradicionales de manera más estandarizada, escalable y amigable con el medio ambiente.	4	5
Proveedores de materias primas	Encargados de proporcionar las materias primas necesarias para la producción de pinturas.	Aumento de la demanda de materias primas específicas, lo que puede impulsar el crecimiento de los proveedores y mejorar su rentabilidad.	2	2
Clientes	Principales destinatarios de los productos de la microempresa, quienes adquieren la pintura para cubrir necesidades personales o para distribuirlas en su negocio.	Puede ofrecer una alternativa de pintura tradicional de alta calidad y amigable con el medio ambiente por su alta duración, lo que puede generar un mayor interés y fidelidad en los clientes, pues también reduce sus costos de mantenimiento a largo plazo.	3	3
Competidores de LA EMPRESA	Empresas que ofrecen pinturas en el mercado local.	Aumentar la competencia y disminuir la participación en el mercado de las empresas competidoras.	2	2
Superintendencia de Industria y Comercio	Autoridad nacional de protección de la competencia, los datos personales y la metrología legal, protege los derechos de los consumidores y administra el Sistema Nacional de Propiedad Industrial	Cumplimiento de las normas industriales, y comerciales, lo que puede evitar multas y sanciones y mejorar la reputación de LA EMPRESA.	5	4
Comunidad local	Habitantes de la zona en la que se pretende establecer la fábrica, que pueden verse afectados por las actividades de LA EMPRESA.	Posibilidad de generar empleo y contribuir al desarrollo económico de la zona, aunque también puede haber preocupaciones por el impacto ambiental y la gestión de residuos.	2	3

Utilizando la matriz de Influencia vs Impacto (Fig. 2) y las ponderaciones obtenidas en la TABLA I, se definió una estrategia para cada grupo de interés de la siguiente manera:

**Cuadrante N°1:** En este cuadrante están ubicados los grupos de interés: Clientes, Grupo PD, Propietario, Superintendencia de Industria y Comercio. De acuerdo con la matriz Influencia/Impacto la estrategia más adecuada es trabajar para estos grupos. Esto debido a que muestran un impacto e influencia alta en cuanto a las decisiones del proyecto.

**Cuadrante N°2:** En este cuadrante se incluye la Comunidad local, y según la matriz de Influencia/Impacto, se espera mantenerlos informados y nunca ignorarlos debido a que tienen un impacto alto pero una influencia baja en las decisiones del proyecto.

**Cuadrante N°3:** En este cuadrante se encuentran los proveedores de materias primas y los competidores de LA EMPRESA. De acuerdo con la matriz Influencia/Impacto, la estrategia más adecuada es mantenerlos informados con mínimo esfuerzo a dichos grupos de interés. Dado que muestran un impacto y una influencia baja en cuanto a las decisiones del proyecto, no se tendrán en cuenta para la realización de los requerimientos.

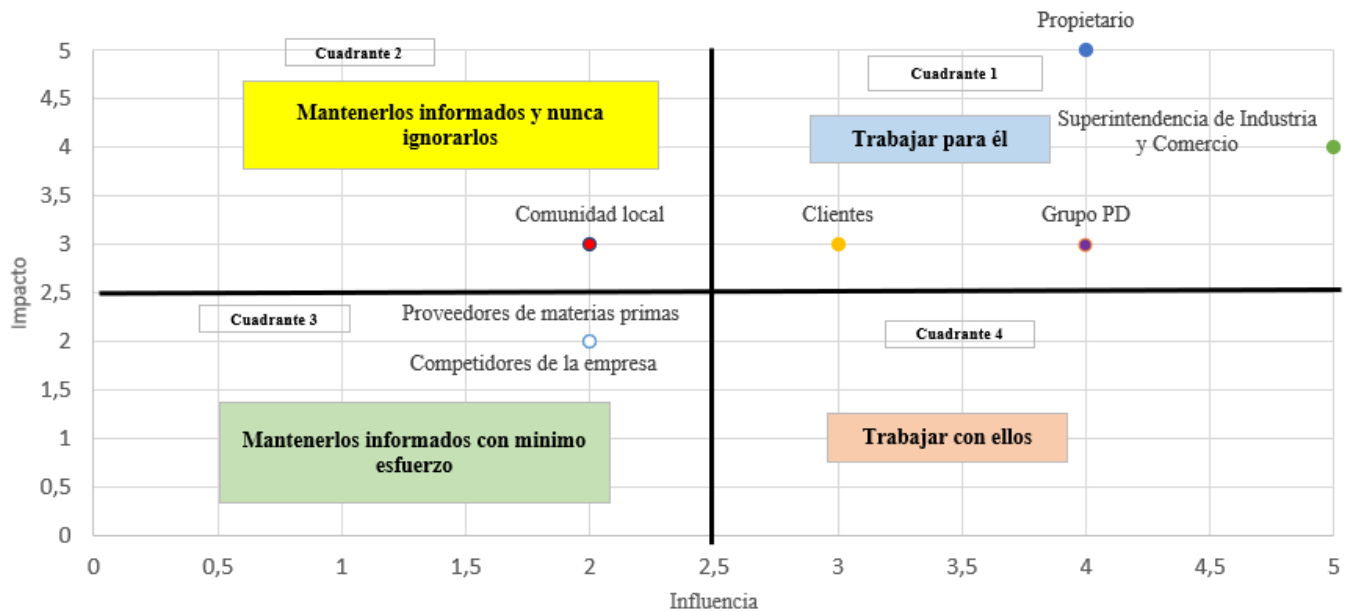


Fig. 2 Matriz Influencia vs Impacto.

### C. Requerimientos

Para satisfacer a los grupos de interés, expuestos anteriormente en la TABLA I, se establecieron los requerimientos y restricciones de este trabajo (ver detalle en el 2023107 - Anexo 6 - Antigua Tabla Requerimientos Grupos de Interés), filtrados por el alcance del proyecto según las áreas de la ingeniería industrial que competen en el trabajo. Finalmente, en la TABLA II se identifican los requisitos de los grupos de interés que pueden ser abordados. Para ayudar a identificar los requerimientos, se realizaron encuestas de forma asincrónica a clientes potenciales (ver detalle en el 2023107 – Anexo 2 - Encuestas grupo Clientes) y a la comunidad local (ver detalle en el 2023107 – Anexo 1 - Encuestas grupo Comunidad Local).

TABLA II

#### REQUERIMIENTOS GRUPOS DE INTERÉS

GRUPOS DE INTERÉS	VoC (REQUISITOS GRUPOS DE INTERÉS)	RESTRICCIONES DE DISEÑO (ACTUALES)	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO	LEYES, NORMAS Y ESTÁNDARES	
				Legislación y Requisitos Aplicables	Importancia o Efecto
Grupo PD	Satisfacer las expectativas de los grupos involucrados	Involucrados no proporcionen información necesaria	Cumplir con las tareas definidas en las fechas acordadas demostrando confiabilidad en la ejecución del proyecto	No aplica.	No aplica.
Propietario	Escalar proceso productivo a mayor volumen de producción	El dueño no cuenta con los recursos financieros para implementar la cadena de valor de producción, podría conseguir un	5 000 galones de pintura al mes	Sentencia C- 1141 [7].	Garantía mínima presunta relativa a calidad y características de bienes y servicios. Las condiciones de

		inversionista o un préstamo			calidad e idoneidad son las que establece el propio productor o son las que obligatoriamente se imponen a éste.
--	--	-----------------------------	--	--	---

## MEDIR

### A. Plan de recolección de datos.

El plan de recolección de datos se realizó con base en el requerimiento determinado por los grupos de interés del proyecto (ver detalle en el 2023107 - Anexo 6 - Plan de Recolección de Datos). El propietario de LA EMPRESA, grupo de interés clave para el proyecto, establece como requisito escalar el proceso productivo actual, realizado artesanalmente a mayores volúmenes de producción en 5 000 galones de pintura, por lo que se debe respaldar que la cantidad de la línea de pintura proyectada se produzca según lo demandado por el sector.

Se realizaron búsquedas en repositorios institucionales, páginas de entidades públicas de Colombia y empresas privadas nacionales e internacionales, donde se refleja la producción y demanda actual y proyectada de pinturas a base de agua y/o con alguna característica de sostenibilidad, teniendo en cuenta que los datos sean de fuentes confiables y de entidades públicas y privadas con relevancia para el sector, como CAMACOL, DANE, Pintuco y DNP. Adicionalmente se realizó una prueba piloto en la ciudad de Cali, por medio de la plataforma *Microsoft Forms*, donde se realizaron siete encuestas a ferreterías y distribuidores del sector en diferentes días y horarios de una semana laboral. La encuesta se diseñó por medio de cinco preguntas abiertas, las cuales permitían identificar la demanda promedio mensual en galones de pinturas a base de agua tipo I para exteriores con alguna característica de sostenibilidad, donde se validaba el correcto diligenciamiento de esta para evitar ambigüedad o sesgo en la respuesta.

Para comparar ambos procesos, se realizaron búsquedas en páginas de empresas privadas nacionales e internacionales que comercializan maquinaria industrial adecuada y relacionada o que puedan implementarse en el proceso productivo de la pintura, que permitieron manipular las cantidades de insumos durante ese proceso de fabricación. De igual manera, mediante páginas y fuentes confiables de entidades colombianas públicas y privadas relacionadas con el sector, se investigaron las herramientas y metodologías usadas para medir las cantidades de los insumos a usar durante el proceso y el contenido de producto final. Además, se realizó la búsqueda del proceso de elaboración de pinturas a base de agua, que se materializó mediante un diagrama de flujo que permitió comparar el proceso productivo artesanal de LA EMPRESA de la línea de pintura a trabajar y cómo se realiza normalmente en la industria.

Los indicadores de desempeño que servirán para cuantificar los resultados del proyecto se proporcionan en la TABLA III.

TABLA III

### INDICADORES DE DESEMPEÑO A MEDIR

Variable	Objetivo	Descripción	Indicador
Porcentaje de participación en la demanda de pintura en galones por mes.	Conocer demanda de pinturas.	Consulta a distintas ferreterías, distribuidores y clientes de la demanda mensual de la línea de pintura a investigar. Búsqueda en páginas de entidades públicas y privadas nacionales e internacionales en internet	Promedio, desviación estándar, porcentaje
Cantidad producida de pintura en galones por mes.	Respaldar capacidad productiva proyectada por LA EMPRESA.	Consulta a distintas ferreterías y distribuidores de la cantidad mensual producida de la línea de pintura a investigar.	Promedio y desviación estándar.

## B. Exploración del Mercado

### 1) Perspectivas Mundiales y Crecimiento

Statista, una firma de estadísticas, ha difundido un informe sobre la evolución del valor del mercado global de la industria de pinturas y recubrimientos desde 2018 hasta 2029. Tras el impacto de la pandemia, la industria experimentó una reducción del 6% en su valor de mercado en 2020, equivalente a 145.000 millones de dólares. No obstante, en 2021, se observó una recuperación con un valor de mercado de alrededor de 160.000 millones de dólares. Se proyecta que para 2029, el valor del mercado de la industria superará los 235.000 millones de dólares. La investigación resalta a Sherwin-Williams y PPG Industries como los principales actores a nivel mundial, con una participación de mercado cercana al 11,2% cada una en 2021. Ambas empresas tienen su sede en los Estados Unidos [8].

El informe destaca el impulso generado en América Latina por el crecimiento del gasto en infraestructuras y mantenimiento por parte de los sectores tanto público como privado. Entre los países líderes de ese crecimiento regional que reseña se encuentran Colombia, Perú y Brasil.

#### Características del sector de pinturas en Colombia

Según los datos de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) 2018 proporcionados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en Colombia, el 5,1% de los establecimientos se dedica a la fabricación de otros productos químicos (CIU 202), que incluye a empresas dedicadas a la fabricación de pinturas, barnices y revestimientos similares. La mayoría de estos establecimientos se localizan en Bogotá (51,1%), seguidos por Medellín y Valle de Aburrá (19,4%) y Cali (11,2%). Según la misma encuesta, el valor de la producción bruta en la agrupación industrial de fabricación de otros productos químicos alcanzó los COP 18 billones durante el año 2018.[9]

En promedio el 96,6% de la producción se concentró en cuatro regiones o departamentos en Colombia, siendo Antioquia (60,2%), Valle del Cauca (14,5%), Bogotá (14,1%) y Cundinamarca (7,7%) los más destacados. En Antioquia, la distribución promedio de la producción abarcó siete eslabones: pinturas de emulsión al agua (46,7%), pinturas de emulsión al aceite (16,8%), barnices y lacas (11,2%), pigmentos y colores preparados (9,7%), tintas (7,9%), masillas (5,3%) y otros (2,4%). En Valle del Cauca, el 97,0% de la producción se distribuyó en cinco eslabones principales, incluyendo tintas (53,2%) y pinturas de emulsión al agua (17,4%). En Bogotá, el eslabón final de pinturas de emulsión al agua concentró el 30,6% de la producción, seguido por barnices y lacas (27,3%), masillas (15,3%), pinturas de emulsión al aceite (13,4%) y pigmentos y colores preparados (5,5%). En Cundinamarca, los eslabones finales con mayores porcentajes fueron pinturas de emulsión al agua (52,1%), barnices y lacas (21,7%), pinturas de emulsión al aceite (10,5%), masillas (7,5%) y otros (8,2%).

En el año 2019, Pintuco Colombia, perteneciente al Grupo Orbis, se mantuvo como la empresa líder, superando a Invesa (Pinturas Sapolin). Sun Chemical Colombia ocupó el tercer lugar, seguido por Colorquímica y Ferro Colombia. A continuación, se ubicaron PPG Industries Colombia y su filial PSTC, Toxement, HB Fuller Colombia, Química Cosmos, Preflex y Aquaterra. [9]

A continuación, se proporciona una lista de las empresas colombianas más destacadas, ubicadas fuera de Antioquia, que fabrican pinturas, barnices y productos de revestimiento. Estas empresas tienen participación en diversas ramificaciones productivas, abarcando desde insumos o bienes intermedios hasta los productos finales destinados a consumidores finales en hogares.

Tabla IV

Principales empresas por ingresos (en COP millones) fuera de departamento de Antioquia dedicadas a la fabricación de Pinturas, Barnices y Revestimientos similares 2019 [9].

NIT	Compañía	Ciudad	Número de empleados	Ingreso operativo (en millones de pesos)
860518811	Química Cosmos S A	Bogotá D.C.	176	\$108.358
860512475	Pinturas Cerescos Sas	Bogotá D.C.	440	\$72.405
830075451	Pinturas Tito Pabón Y Cia. S En C	Tenjo	84	\$58.134

800171079	Pinturas Tonner y Cía. Ltda.	Soacha	107	\$55.265
860027326	Pinturas Every S.A.S.	Bogotá D.C.	134	\$52.861
900842071	Supermastick SAS	Bogotá D.C.	94	\$50.756
800200304	Pinturas Super Ltda.	Mosquera	96	\$35.361
860016695	Philaac Sas	Bogotá D.C.	77	\$19.493
890320488	Industrias Macar Palmira S.A.	Palmira	32	\$17.163
900304305	Pinturas Imperio S A S	Soacha	61	\$14.429
900504184	Grupo Sánchez Colombia S.A.S.	Funza	26	\$13.081
900344349	Productos Y Servicios Latinoamericanos S.A.S.	Yumbo	43	\$11.877
900056795	Grupo Quindicolor S.A.	Armenia	41	\$8.558
900729502	Marfil Escolar Y Oficina S.A.S.	Soledad	17	\$8.324
900598065	Italcol del Caribe S.A.S.	Barranquilla	10	\$8.301
890105324	Productos Químicos De Colombia Proquímicos S. En C.	Barranquilla	30	\$8.194
890302180	Grupo It Industintas S.A.S.	Yumbo	36	\$7.976
900701179	Hubergroup Colombia S.A.S.	Tenjo	22	\$7.529
900469575	Pinturas Multitonos Sas	Bogotá D.C.	36	\$6.932
900469575	Pinturas Indupin S.A.S.	Bogotá D.C.	27	\$6.802
891412849	Industrias Prodicol Ltda.	Dos Quebradas	7	\$6.677
19492120	Ávila Pulido Rubén Darío	Bogotá D.C.	20	\$6.582
802008637	Compañía Productora De Pinturas Del Caribe S.A.S.	Barranquilla	25	\$6.515
900937756	Procoquinal S.A.S.	Cartagena	19	\$6.370
800080808	Pinturas Indupin S.A.S.	Bogotá D.C.	24	\$6.036
901007293	Disof Color S.A.S.	Bogotá D.C.	11	\$5.737
79234788	Chaves Quevedo Carlos Alfonso	Bogotá D.C.	25	\$5.622
802021320	Comercializadora Impacto S.A.S.	Barranquilla	32	\$5.448
805026800	Universal Group De Colombia S.A.S.	Cali	27	\$5.225
830500355	Printum Sas	Cota	15	\$4.697
800032741	Industrias Rapid y Cía. Ltda.	Yumbo	66	\$4.664
830112905	Unipinturas Ltda.	Bogotá D.C.	10	\$4.657
890111120	Químicos del Caribe Limitada	Barranquilla	9	\$4.459
900632511	Corev de Colombia S.A.S.	Mosquera	8	\$4.440
800168817	Induworker Sas	Bogotá D.C.	65	\$3.970
805029622	Vinilos & Estucos S.A.S.	Cali	13	\$3.683
800158960	Fábrica de Pinturas y Disolventes Universo y CIA Ltda.	Bogotá D.C.	5	\$3.628

800015963	Metalquímica Colombiana Limitada	Bogotá D.C.	30	\$3.601
900281118	El Patio Constructor S.A.S.	Bogotá D.C.	17	\$3.583
832001805	Indercolor S.A.S.	Madrid	12	\$3.548

Según Nieto & Perea (2018), en el período promedio de 2001 a 2014, 128 establecimientos industriales estaban involucrados en la producción de pinturas, masillas, pigmentos, tintas y removedores, representando el 1,6% del total de establecimientos industriales registrados en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM). Al comparar esta cifra con los 369 establecimientos registrados en 2018, se evidencia un aumento de casi tres veces [10].

Al examinar los metros licenciados según el destino de la construcción, se logra una aproximación razonable a la dinámica nacional de la construcción de nuevas edificaciones que requerían, en 2020, insumos como pinturas, barnices y revestimientos similares en su proceso de producción. La tabla muestra cómo los destinos de construcción para viviendas, comercios, educación y oficinas tuvieron las mayores participaciones en el área licenciada. Además, se detalla cómo esta área se distribuye entre los principales departamentos del país, proporcionando así una primera visión del mercado nacional para los insumos de construcción [9].

Tabla V

Área aprobada por departamentos y Bogotá, según destinos, 302 municipios, Acumulado año corrido a septiembre 2020 [9].

Departamento	Vivienda	Industria	Oficina	Bodega	Comercio	Hotel	Educación	Hospital	Otros	Total
Bogotá, D.C.	\$1.759.930	\$7.234	\$125.347	\$486	\$273.594	\$46.913	\$94.404	\$61.462	\$58.646	\$2.428.016
Antioquia	\$1.323.431	\$31.630	\$29.736	\$23.719	\$77.532	\$21.628	\$24.264	\$2.276	\$13.263	\$1.547.479
Valle	\$905.835	\$38.107	\$1.378	\$59.078	\$97.138	\$4.585	\$20.920	\$15.201	\$2.346	\$1.144.588
Cundinamarca	\$688.606	\$81.866	\$11.664	\$96.222	\$33.835	\$5.290	\$15.416	\$1.673	\$8.009	\$942.581
Atlántico	\$600.910	\$25.080	\$1.341	\$38.922	\$34.081	\$163	\$5.219	\$1.391	\$3.168	\$710.275
Santander	\$409.643	\$9.677	\$9.103	\$6.690	\$106.626	\$5.442	\$13.848	\$3.456	\$5.782	\$570.267
Tolima	\$495.345	\$0	\$0	\$568	\$13.317	\$1.257	\$3.607	\$139	\$3.649	\$517.882
Bolívar	\$352.367	\$619	\$26.706	\$31.286	\$17.059	\$60.411	\$4.849	\$7.222	\$477	\$500.996
Risaralda	\$329.537	\$2.701	\$681	\$6.892	\$27.087	\$316	\$6.650	\$212	\$11.635	\$385.711
N. Santander	\$261.644	\$3.609	\$1.589	\$19.234	\$29.473	\$3.588	\$8.770	\$6.526	\$3.377	\$337.810
Subtotal	\$7.127.248	\$200.523	\$207.545	\$283.097	\$709.742	\$149.593	\$197.947	\$99.558	\$110.352	\$9.085.605
Resto país	\$1.825.195	\$47.933	\$8.037	\$26.350	\$185.018	\$73.995	\$80.829	\$52.894	\$47.973	\$2.348.224
Total	\$8.952.443	\$248.456	\$215.582	\$309.447	\$894.760	\$223.588	\$278.776	\$152.452	\$158.325	\$11.433.829

Según 7 encuestas realizadas en el mes de marzo del año 2023 a ferreterías y distribuidores de pintura en la ciudad de Cali, se logra identificar que en total para estos 7 establecimientos se demandan aproximadamente 2 720 galones al mes de todas las líneas de pintura manejadas con una desviación de 244 galones al mes de los cuales 1 137 galones pertenecen a la línea de pintura a base de agua para exteriores tipo I con una desviación de 129 galones al mes, calculando así el porcentaje de pinturas para exteriores tipo I con respecto al total de pinturas en un 41,8% (Ver anexo 2023107 - Anexo 3 - Encuesta Demanda Pintura. Hoja 2).

Con los datos encontrados y los 5 000 galones por mes que se esperan producir de pintura a base de agua para exteriores tipo I, LA EMPRESA espera para 2024 participar un 0,3% en la demanda mensual a nivel nacional de pinturas tipo I a base de agua para uso exterior. (Ver anexo 2023107 - Anexo 8 - Cálculo participación demanda pintura).

Para comparar la variación presente en el proceso productivo de la línea de pintura de LA EMPRESA con cómo se realiza normalmente en el sector, se presentan los diagramas de flujo del proceso productivo actual de LA EMPRESA, que se realiza artesanalmente comparado con el proceso productivo general del sector [10].[11] Dichos procesos productivos se sintetizan a nivel macro en las Fig. 6 y Fig. 7. Comparar ambos procesos permite identificar las fortalezas y debilidades presentes, determinando las oportunidades para mejorar el proceso LA EMPRESA utilizando herramientas, máquinas o metodologías usadas en el sector u otros sectores afines. La variación entre el proceso de LA EMPRESA y el del sector respecto a cómo se elabora la elaboración y el uso de equipos demuestra la importancia de realizar el proyecto para normalizar y escalar el proceso productivo para responder a la demanda del mercado.


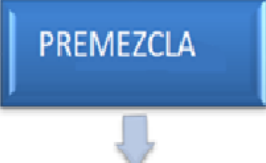


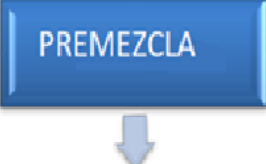

Diagrama de flujo funcional LA EMPRESA	Descripción	Responsable
	Se recogen las materias primas: Preventol, carbonato, dispersante, propilenglicol, acronal 50 sólidos, latekol y aceite de pino	Operario
	En este punto el operario le agrega al agua preventol y el material absorbente y se procede a mezclar	Operario
	En este punto el operario debe mezclar los ingredientes oportunos con la premezcla previamente realizada. Y procede a aplicar la pintura desde el mismo recipiente	Operario

Fig. 3 Diagrama de flujo funcional del proceso productivo actual de pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I de LA EMPRESA

Diagrama de flujo funcional Mín Salud	Descripción	Responsable
	Se recogen las materias primas: Pigmentos, agentes antisedimentante y secante, agentes dispersantes, amoniaco, agentes antiespumante y emulsión de resina	Operario
	Una máquina se encarga de realizar la premezcla: agua, amoniaco, agentes dispersantes y pigmentos	Operario y máquina
	Una máquina opera de forma autónoma y coge de manera programada las cantidades adecuadas de cada ingrediente para realizar la mezcla: premezcla, resina, plastificante, preservante y antiespumante	Máquina de mezclado

 <b>FILTRADO</b>	En este punto la máquina se encarga de pasar la mezcla por un filtro para evitar tener residuos sólidos no mayores a 18um	Máquina
<b>ENVASADO Y SELLADO</b>	En este punto una máquina se encarga de envasar y sellar la pintura en los respectivos tarros	Máquina
<b>ETIQUETADO</b>	En este punto los operarios se encargan de etiquetar las pinturas	Operario
<b>EMBALAJE</b>	En este punto un operario con ayuda de un montacargas se encarga de meter las pinturas en cajas o recipientes para ser comercializadas	Operario monta carga
<b>ALMACENAMIENTO</b>	En este punto se almacena el producto terminado	Operario

Fig. 4 Diagrama de flujo funcional de proceso productivo de pinturas a base de agua según Min Salud de Colombia [11].

De acuerdo con las 7 encuestas realizadas a establecimientos que comercializan pinturas en la ciudad de Cali, el precio promedio de venta de 1 galón de pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I de marcas reconocidas como Pintuland y Pintuco es de \$73 400, de igual manera la mayoría de estos establecimientos cuentan con pinturas de la misma línea, pero de marca propia con un precio de venta promedio de \$59 600 es decir un 18% menos (Ver anexo 2023107 - Anexo 9 - Encuesta precio de Pinturas. Hoja2). Actualmente LA EMPRESA comercializa el galón de pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I en \$46 000.

Para verificar la oportunidad del mercado para desarrollar la propuesta del proyecto del equipo, se realiza el análisis DOFA del proyecto, para identificar las fortalezas y debilidades internas de LA EMPRESA y las oportunidades y amenazas externas que afectan. A continuación, en la Fig.7. se presenta la matriz DOFA.

**Matriz DOFA**

<p><b>Internos (Factores de LA EMPRESA)</b></p>	<p><b>Fortaleza</b> Enfoque en sostenibilidad: LA EMPRESA tiene algunas características sostenibles, lo cual puede ser una ventaja competitiva en un mercado cada vez más consciente del medio ambiente.</p>	<p><b>Debilidades</b> - Proceso de producción artesanal: La producción de pinturas se realiza de manera artesanal, lo que podría limitar la capacidad de escalar la producción y aumentar la eficiencia. Falta de objetos de medición: LA EMPRESA carece de instrumentos de medición precisos, lo que podría dificultar el control de calidad y la consistencia en la formulación de las pinturas. Dependencia del dueño: La producción de pinturas se lleva a cabo únicamente por el dueño de LA EMPRESA, lo que puede generar problemas de capacidad y continuidad en caso de ausencia o alta demanda.</p>
	<p><b>Oportunidades</b> - Demanda de pintura blanca: LA EMPRESA se enfoca en la producción de pintura blanca, lo cual puede aprovechar la creciente demanda en el mercado. Posicionamiento en Cali y Quimbaya: LA EMPRESA está posicionada en Cali, Colombia, y tiene muchos clientes en Quimbaya. Esto brinda la oportunidad de expandir la base de clientes en ambas ubicaciones y aprovechar la demanda existente.</p>	<p><b>Amenazas</b> - La intensa competencia en el mercado local de pinturas puede generar presión sobre los precios y la necesidad de una diferenciación efectiva. La ausencia de tecnología en LA EMPRESA constituye otra amenaza, ya que la falta de avances tecnológicos puede afectar la eficiencia y la innovación. Además, LA EMPRESA es vulnerable a cambios en las preferencias del consumidor, avances tecnológicos en la industria, modificaciones en las regulaciones ambientales, fluctuaciones en los precios de los materiales y la inestabilidad económica. La adaptación a estas amenazas se convierte en imperativo para garantizar la sostenibilidad y el éxito en el mercado local de pinturas.</p>

Fig. 5 Matriz DOFA del proyecto de pinturas

De igual manera, en la Fig. 8 se presenta el análisis de las cinco fuerzas de Porter para identificar el entorno competitivo en el que se mueve LA EMPRESA y apoyar el análisis DOFA expuesto.

En el contexto de la industria de producción de pinturas, se observa una moderada amenaza por los nuevos competidores entrantes debido a la falta de barreras de entrada significativas, aunque la experiencia y conocimientos especializados del propietario pueden representar un obstáculo. El poder de negociación de los proveedores de materias primas se considera moderado, ya que, aunque LA EMPRESA depende de ciertos proveedores, existen múltiples opciones disponibles. El poder de negociación de los clientes varía, ya que estos tienen cierto poder debido a la disponibilidad de opciones en el mercado, pero LA EMPRESA puede reducir esta presión mediante relaciones sólidas y la oferta de productos de calidad. La amenaza de productos sustitutos para las pinturas se percibe como baja debido a la preferencia general por la pintura en comparación con otras alternativas. Finalmente, la rivalidad entre los competidores es intensa, con competencia en términos de precios, calidad y variedad de productos, lo que puede ejercer presión en términos de precios y ganancias en el mercado de pinturas.

### Puntos críticos de mejora

La dependencia del dueño para la producción puede ser un punto crítico, sería beneficioso para LA EMPRESA capacitar y contratar personal adicional para compartir la carga de trabajo y asegurar la continuidad operativa en caso de ausencia del propietario o aumento repentino de la demanda.

El punto crítico en el proceso actual de LA EMPRESA que fabrica pinturas artesanales está en el tiempo de mezcla y la velocidad del mezclador, que se realiza manualmente. Esta metodología manual puede ocasionar variaciones tanto en la viscosidad de la pintura como en los tiempos de acabado inconsistentes. Para garantizar una mayor uniformidad en la calidad del producto final, es fundamental implementar mejoras en este aspecto puesto que es el cuello de botella. La introducción de tecnología y maquinaria adecuada para la mezcla permitirá estandarizar el proceso, controlar la viscosidad de manera más precisa y asegurar tiempos de acabado más consistentes. De esta manera, se logrará alcanzar un nivel de producción más eficiente con una mayor calidad en las pinturas.

### Ventaja competitiva:

Una de las ventajas competitivas clave de LA EMPRESA en el mercado de pinturas es la excepcional duración de los productos. Las pinturas se destacan por su longevidad, superando a la competencia en términos de resistencia y durabilidad. Esta ventaja se atribuye a los componentes de alta calidad y cuidadosamente seleccionados que se utilizan en la formulación. Mediante la incorporación de ingredientes de primera calidad, logran una mayor resistencia al desgaste, la decoloración y los factores ambientales adversos. La pintura de LA EMPRESA se mantiene en excelentes condiciones durante más tiempo, brindando a los clientes un acabado duradero y de alta calidad en sus superficies. Esta ventaja competitiva posiciona a LA EMPRESA como una opción preferida en el mercado, ya que ofrecen a los clientes una solución confiable y de larga duración para sus necesidades de pintura.

En conclusión, se ha identificado el mezclado como un aspecto crítico a mejorar, para superar este desafío, una solución viable es implementar la mezcla de manera mecánica, lo que permitirá eliminar el cuello de botella. Además, se ha descubierto que la ventaja competitiva radica en la duración excepcional de las pinturas. Gracias a los componentes de alta calidad que se utilizan en la formulación, las pinturas superan a la competencia en términos de resistencia y durabilidad. Lo anterior posiciona a LA EMPRESA como una opción preferida en el mercado, ya que los clientes pueden disfrutar de un acabado duradero y de alta calidad en sus superficies.

Al implementar la mezcla mecánica en el proceso de producción y aprovechar la ventaja competitiva de duración superior, se estará mejorando la calidad y eficiencia de las pinturas que actualmente se realizan de manera artesanal. Estas mejoras permiten satisfacer las necesidades de los clientes de manera más efectiva y mantener a la vanguardia LA EMPRESA en el mercado de las pinturas.

LA EMPRESA, a pesar de tener presencia hace varios años en el sector, no cuenta con datos históricos de producción y ventas de sus productos, lo que no permite medir la variabilidad que se presenta en el proceso productivo respecto a la meta propuesta y que respalde ese objetivo de capacidad productiva para responder a la demanda del sector, cabe resaltar que el propietario de LA EMPRESA produce de acuerdo a órdenes de pedido, por lo tanto no cuenta con una demanda promedio mensual la cual pueda ser comparable de una fecha a otra. En la siguiente TABLA IV, se presentan los resultados de los indicadores de desempeño.

TABLA VI

RESULTADOS DE INDICADORES DE DESEMPEÑO

Variable	Actualidad	Meta
Porcentaje de participación en la demanda de pintura en galones por mes  (Demanda pintura blanca exterior tipo I = Porcentaje pintura blanca exterior tipo I * Demanda pintura blanca.)	N/A	La demanda mensual en 2024 a nivel nacional de la línea de pintura a trabajar aproximadamente es de 1 676 696 galones, LA EMPRESA desea hacer parte de la oferta con una participación del 0,30% aproximadamente
Cantidad promedio producida de pintura en galones por mes.  (Cantidad producida mes 1 + cantidad producida mes 2 + ... + cantidad producida mes n / # meses n)	N/A	Escalar proceso productivo a 5 000 galones de pintura al mes

## ANALIZAR

### A. Análisis de Oportunidad

Según los datos de la producción y demanda, el proceso productivo de la línea de pintura a trabajar y los precios de venta del producto terminado entre el sector de las pinturas y LA EMPRESA, no se puede identificar y cuantificar una variación porque no lleva registros contables. Según la tendencia creciente expuesta en la etapa anterior de la demanda y producción de las pinturas en el sector y que LA EMPRESA no tiene registros históricos de ventas y producción, ya que fabrica sus pinturas de acuerdo con órdenes de pedido informalmente, por lo que no se puede medir la variación presente, pero el propietario identifica que su participación en el mercado es insignificante, ya que atiende 3 o 4 obras al mes. La producción de la línea de pintura a trabajar en LA EMPRESA se realiza artesanalmente, por lo que no se cuenta con herramientas especializadas utilizando vasijas y palos,

maquinaria y operarios que participen en este proceso, además de compararla y como se suele realizar en el sector semiautomatizado, es evidente la variación del proceso productivo entre ambas partes, siendo la mayor causa de la limitada capacidad productiva. Finalmente, el precio de venta establecido por LA EMPRESA para un galón de pintura de la línea a tratar esta aproximadamente en un 23% por debajo del precio promedio de venta del mismo galón de pintura comercializado en el sector por marcas propias de pequeños productores y aproximadamente un 37% por debajo del precio promedio de venta de marcas reconocidas como Pintuland y Pintuco.

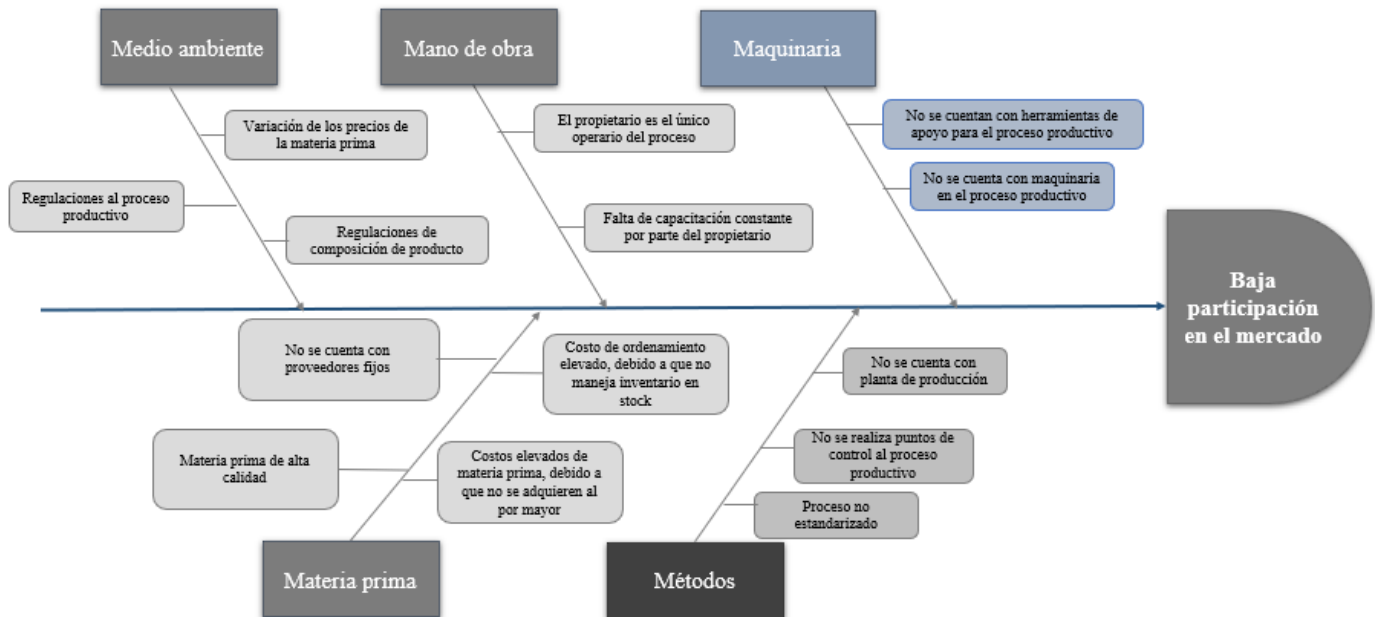


Fig. 6 Diagrama Causa Efecto

Mediante el diagrama de causa y efecto proporcionado en la anterior figura, se identifican y analizan las posibles fuentes de la variación encontrada anteriormente.

Tras analizar la poca participación en el mercado y el bajo volumen de producción, se concluye que el proceso productivo de la línea de pintura se realiza artesanalmente limitando su capacidad productiva, por lo que industrializarlo permitirá producir a mayor escala con precios competitivos, teniendo mayor participación en el mercado, garantizando la oportunidad de adquirir productos amigables con el medio ambiente y la demanda creciente en el sector.

### B. Revisión de literatura

En este apartado, se evalúan diversas alternativas para aumentar la capacidad productiva de LA EMPRESA. El enfoque se centrará en investigaciones, trabajos o tesis de un alto nivel académico como prioridad. Reconociendo la importancia de contar con investigaciones rigurosas, se buscó obtener ideas innovadoras y posibles soluciones efectivas para expandir la capacidad de producción. La elaboración artesanal de pinturas es un proceso muy meticuloso, en el que la mano de obra individual desempeña un papel fundamental para el caso de LA EMPRESA. Sin embargo, para hacer frente a la creciente demanda, es crucial explorar nuevas perspectivas, tecnologías y enfoques que permitan optimizar los recursos, para alcanzar mayores niveles de producción.

Al evaluar las alternativas propuestas, el enfoque está en identificar aquellas que parten de un proceso artesanal y que sean factibles en LA EMPRESA. Además, se considera la viabilidad económica, la eficiencia operativa y la capacidad de implementación de cada alternativa para seleccionar las mejores opciones.

El primer proyecto analizado fue la introducción de la máquina de sellado en la franquicia de bebidas saludables Cosechas. Aunque esta empresa no es del mismo sector, el sellado ayuda a proteger la integridad de las pinturas y evitar derrames [12]. El segundo proyecto examinado fue la normalización de los procesos de producción y la mejora de la calidad del producto Mezcal Guerrero, que permitió obtener productos finales con características definidas y repetibles, igual que se busca con las pinturas [12].[13] La tercera alternativa es un documento sobre la estandarización de los procesos productivos en una empresa artesanal

de pieles de ganado vacuno. La estandarización de los procesos productivos puede ser relevante para mejorar la producción en LA EMPRESA. El estudio identificó problemas en el área de producción utilizando metodologías cualitativas y cuantitativas, como observaciones y entrevistas para documentar el proceso. Se propuso la creación de varios documentos, como mapas y diagramas de procesos, para estandarizar los procesos productivos. La implementación de la estandarización y el uso de documentos permitirían un control más efectivo de las actividades de producción, promoviendo la mejora continua y el bienestar laboral de los operarios. Los principios de documentación y control pueden ser aplicados para mejorar la eficiencia en la producción de pinturas artesanales [14].

En el cuarto proyecto se desarrolló un Sistema de Buenas Prácticas de Manufactura para una cervecería para asegurar la calidad de sus productos. De este proyecto se podría adaptar a LA EMPRESA de pinturas el enfoque de establecer procedimientos estandarizados para cada etapa de fabricación, implementando controles de calidad y auditorías periódicas. Diseñando además una distribución de planta que permita minimizar errores, aumentar la eficiencia y garantizar la calidad [15]. Continuando con los proyectos consultados, el número cinco es un estudio realizado en la productora de bombones Don Eli, el cual se enfocó en mejorar la estandarización y eficiencia del proceso de producción. El análisis de tiempos, la optimización de recursos y la eliminación de tareas innecesarias permitieron reducir el tiempo de ciclo aumentando la producción diaria de bombones. Para el proceso de pinturas artesanales, este estudio ofrece lecciones aplicables, como la estandarización de tareas, la optimización de recursos y la mejora continua. Implementar estas lecciones podría ayudar a identificar áreas de mejora, reducir tiempos de producción, mejorando la calidad de las pinturas. Además, el análisis costo-beneficio de adquirir maquinaria especializada podría ser relevante para mejorar la calidad de las pinturas [16].

En la sexta alternativa, el proyecto propone una metodología para mejorar la productividad y seguridad en la cosecha manual de árboles frutales en terrenos con pendiente. Adaptando esta metodología en LA EMPRESA de pinturas artesanales, podríamos identificar áreas de mejora, ajustar los procesos de producción garantizando la eficiencia y seguridad en el trabajo artesanal. Esto permitirá optimizar el proceso de producción de pinturas [17]. En la penúltima alternativa se tiene a la organización Camposol S.A., en la que se mejoró la eficiencia del proceso de cosecha de arándanos mediante acciones como capacitación del personal, establecimiento de tiempos estándar y rediseño de herramientas. Estas medidas lograron aumentar la eficiencia en términos de kilogramos cosechados, actividades productivas y reducción de desgarros en las plantas. Para el proceso de producción de pinturas artesanales, este estudio destaca la importancia de identificar y abordar problemas que afecten la eficiencia. Implementar acciones como capacitación, estandarización de tiempos y mejoras en herramientas podría ayudar a mejorar la eficiencia en el proceso de pintura, aumentar la productividad y reducir desperdicios. Además, realizar un análisis económico-financiero permitiría evaluar la viabilidad de las mejoras propuestas tomando decisiones informadas [18].

En la última alternativa, se tiene un proyecto para la cría de caracoles terrestres que ofrece lecciones aplicables a la producción de pinturas artesanales. En este trabajo, se destaca la importancia de analizar detalladamente el proceso de producción para encontrar oportunidades de mejora y aumentar la productividad. Además, resalta la necesidad de desarrollar un plan de negocio integral que abarque aspectos administrativos, técnicos y financieros. Implementar estas lecciones en LA EMPRESA de pinturas artesanales permitiría mejorar el proceso de producción, la calidad y eficiencia [19].

Se busca una visión más amplia con base para tomar decisiones informadas y aumentar la producción de pinturas mediante el análisis de la información de la literatura. En la siguiente TABLA V se exponen de manera resumida los proyectos encontrados desarrollados por otros autores en sectores ajenos al de la pintura, pero con proceso similar o que permiten implementarse para aprovechar la oportunidad identificada en LA EMPRESA. El uso y apoyo en trabajos de grado y maestría de otros sectores se debe a la falta de información presente en la literatura académica y científica acerca del proceso productivo de la pintura a nivel industrial.

TABLA VII

RESUMEN REVISIÓN DE LITERATURA

Tipo	Título	Año	Industria	Herramientas	Objetivo	Aporte	Lugar
------	--------	-----	-----------	--------------	----------	--------	-------

Trabajo de especialización	Estudio de viabilidad para el desarrollo de la Franquicia Cosechas en Tenjo [12].	2018	Alimentaria	Licuadoras especiales para el mezclado	Automatizar el proceso en la elaboración de jugos, ya que existía una limitante en la mano de obra	Estandarización del proceso y producción en masa para que el modelo de negocio se expanda en franquicias	Cundinamarca, Colombia
Artículo Científico	Manual para la estandarización de los procesos de producción del Mezcal Guerrerense [13].	2014	Alimentaria	Distintos métodos de estandarización para aumentar la capacidad productiva, como la tercerización	Estandarización de los procesos de producción del mezcal guerrerense	Tercerización asegurando las características del producto para la comercialización y distribución de este	México
Trabajo de grado	Estandarización de los procesos productivos de Pieles de ganado vacuno en LA EMPRESA de Curtiembre Artesanal Pieles Puma en la ciudad de Ambato [14].	2021	Textil	Distintos métodos utilizados en la ingeniería industrial como identificar los cuellos de botella	Estandarizar los procesos productivos de pieles de ganado vacuno en una empresa	Caracterización de los procesos productivos presentes en la operación	Ambato, Ecuador
Trabajo de grado	Estandarización de los procesos operativos para la elaboración de cerveza artesanal en la microempresa Caranqui Libre [15].	2022	Agroindustria a Manufactura	Distintos métodos de estandarización para estandarizar el proceso	Estandarizar los procesos operativos en una microempresa	Metodologías utilizadas en una microempresa, las cuales permitieron estandarizar el proceso	Ibarra, Ecuador
Tesis de maestría	Optimización de la línea de producción de bombones de la planta artesanal Don Eli a través de la estandarización de las actividades de los procesos, con la metodología de tiempos y movimientos [16].	2018	Manufactura Alimentaria	Metodología de tiempos movimientos	Estandarización de las actividades de los procesos	Metodologías utilizadas en un proceso artesanal, las cuales permitieron aumentar la productividad	Quito, Ecuador
Tesis de doctorado	Metodología para el Diseño de los sistemas de trabajo en el proceso de cosecha manual de árboles frutales en condiciones de pendiente. Caso de Aplicación: Cítricos en Caldas-Colombia [17].	2021	Agrícola	Recolección de materias primas	Se propone una metodología para el diseño de sistemas de trabajo en la cosecha manual de árboles frutales en terrenos con pendiente en Colombia, buscando mejorar la productividad y seguridad de los trabajadores agrícolas.	Aportes de metodología lean y buenas prácticas de manufactura para aumentar la productividad	Caldas, Colombia

Trabajo de grado	Propuesta de Mejora en el Proceso de cosecha manual de Arándano Biloxi para aumentar la eficiencia en LA EMPRESA Agroindustrial Camposol S.A [18].	2020	Agrícola	Diagramas de lean	Analizar cómo se realiza una actividad, labor o tarea para reducir el trabajo innecesario y, finalmente, busca fijar un tiempo normal de realización de la misma.	Aumentar la eficiencia de la recolección de las materias primas	Trujillo, Perú
Trabajo de maestría	Modelo de negocio para la Producción y Comercialización de Caracoles [19].	2021	Alimentaria	Buenas prácticas de ingeniería y estudios de mercado para comercialización	Diseñar un modelo de negocios para la creación de una empresa de producción y comercialización de caracoles terrestres Hélix Aspersa tipo exportación en Santander	Análisis detallado de la producción y plan de negocio integral	Santander, Colombia

Los trabajos anteriormente consultados y analizados convergen con el propósito inicial del proyecto y su justificación, al contribuir con información relevante en cuanto metodologías y mejoras implementados en procesos de producción artesanal, mecanismos y alternativas para producción en masa, estandarización de procesos productivos y su comercialización. Los resultados obtenidos de la presente revisión en la literatura fueron de gran apoyo para las etapas posteriores del proyecto.

### C. Exploración de ideas y selección de alternativa

Para establecer la alternativa más adecuada que direccionará al proyecto en función del aprovechamiento de la oportunidad, se hizo una lluvia de ideas aplicando la metodología SCAMPER, que consiste en generar ideas y alternativas discriminadas por las posibles actividades en que pueden articularse. En la siguiente Fig.10, se exponen las ideas para crear con las mismas alternativas que permitan aprovechar la oportunidad.

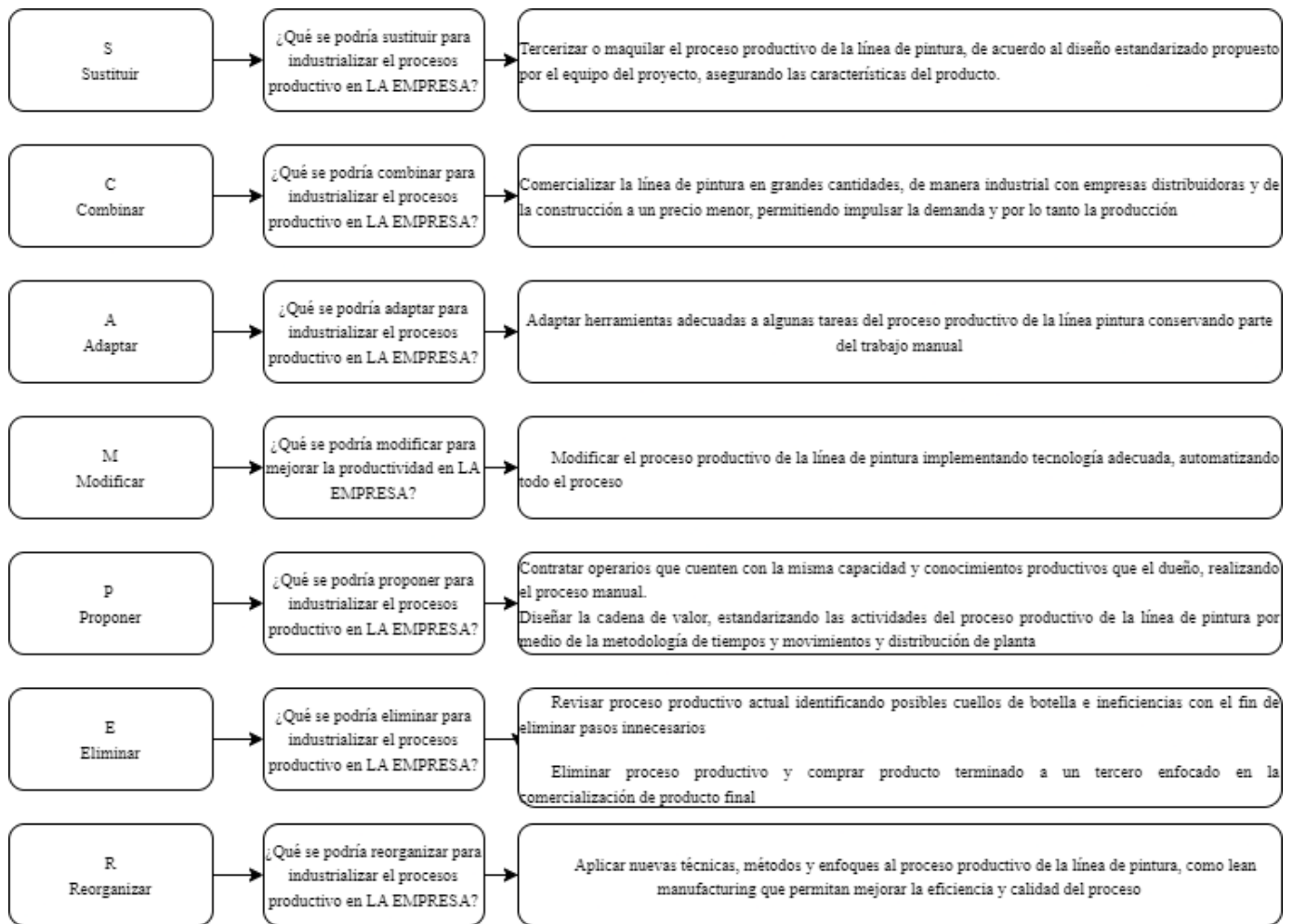


Fig. 7 Lluvia de ideas por metodología SCAMPER

Según la variación identificada entre las metas propuestas por el dueño de LA EMPRESA y cómo se realiza el proceso productivo, la alternativa que permitirá aprovechar la oportunidad presente en el sector se encaminará a aumentar la capacidad productiva de la línea de pintura para producir a mayor escala y tener mayor presencia en el sector. A continuación, se presentan las cuatro alternativas planteadas por medio de la lluvia de ideas mediante la técnica SCAMPER y algunas ideas obtenidas en la búsqueda en la literatura:

1. Tercerizar o maquilar el proceso productivo de la línea de pintura, de acuerdo con el diseño estandarizado propuesto por el equipo del proyecto, asegurando las características del producto.
2. Diseñar la cadena de valor, estandarizando las actividades del proceso productivo de la línea de pintura por medio de la metodología de tiempos y movimientos, distribución de planta, aplicando nuevas técnicas, herramientas, métodos y enfoques como Lean Manufacturing que permitan mejorar la eficiencia y calidad del proceso.
3. Tecnificar proceso productivo artesanal actual contratando operarios que cuenten con las mismas capacidades y conocimientos del dueño, aplicar herramientas adecuadas en las actividades del proceso, eliminando pasos innecesarios al identificar cuellos de botella e ineficiencias.
4. Eliminar proceso productivo por parte de LA EMPRESA y comprar producto terminado a un tercero con fórmulas del proveedor, enfocándose en la comercialización de producto final, a distribuidores, ferreterías, empresas constructoras y clientes particulares.

Para elegir la mejor alternativa que permita aprovechar la oportunidad y responda al requisito del propietario de LA EMPRESA, se establecen cuatro criterios con los cuales se filtrarán dichas alternativas. Que la alternativa sea del ámbito de la ingeniería industrial, se adapte a la restricción económica de pocos recursos económicos del dueño, cumpla con los requisitos de los grupos de interés y se adapte a las condiciones geográficas cumpliendo con las normativas y políticas de la región, son los criterios establecidos por el equipo del proyecto con los que se evaluarán las cuatro alternativas anteriormente planteadas. Además, a cada criterio se le asigna una ponderación de acuerdo con los intereses del equipo de trabajo y el alcance del proyecto.

Mediante la matriz AHP la cual hace uso de criterios de selección (Ver anexo 2023107 – Anexo 10 - Matriz AHP), se determinó que la segunda alternativa obtuvo la mayor calificación siendo la más apropiada para aprovechar la oportunidad presente. Por lo tanto, en conclusión, se diseñará la cadena de valor de producción de la línea de pintura a trabajar en aras del cumplimiento de los objetivos del proyecto y de los grupos de interés.

#### D. *Objetivos*

##### *Objetivo General*

Diseñar la cadena de valor de producción de la pintura blanca en agua para exteriores tipo I de LA EMPRESA para que sea escalable. Esto se logrará mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing con el propósito de industrializar el proceso y aumentar la capacidad productiva.

##### *Objetivos Específicos*

- Caracterizar el proceso productivo actual incluyendo la identificación KPI.
- Proponer una cadena de valor de producción estandarizada empleando las herramientas de Lean Manufacturing.
- Validar la propuesta de diseño de la cadena de valor mediante simulación, basándose en los requerimientos de los grupos de interés.
- Evaluar la viabilidad financiera de la nueva cadena de valor analizando los costos directos y el margen bruto.

#### A. *Plan de trabajo (PdT)*

Las siguientes actividades que se deben desarrollar para cumplir cada uno de los objetivos anteriormente planteados se exponen a continuación en el siguiente Plan de Trabajo (TABLA VI), estas actividades están soportadas bajo en el cronograma establecido en el documento Anexo del Project (Ver anexo 2023107 – Anexo 11 – Project).

TABLA VIII

PLAN DE TRABAJO

Objetivo General					
Diseñar la cadena de valor de producción de la pintura blanca en agua para exteriores tipo I de LA EMPRESA para que sea escalable. Esto se logrará mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing con el propósito de industrializar el proceso y aumentar la capacidad productiva.					
Objetivos Específicos	Área IISE	Herramientas de Ingeniería Industrial	Actividad	Entregable (alcance)	Fecha entrega

Caracterizar el proceso productivo actual incluyendo la identificación KPI.	1.3. Performance Metrics and Exploratory Tools 1.4. Recording and Analysis Tools 1.5. Time Study 1.2.3. Job Descriptions and Evaluations	Formato para registro de tiempos, cámara de video	Toma y registro de tiempos de proceso productivo	Formato con los registros de toma de tiempos del proceso productivo	22-ago
	1.2.3. Job Descriptions and Evaluations 1.3. Performance Metrics and Exploratory Tools 1.4. Recording and Analysis Tools 1.4.2. Operation/Flow/Gang Process Charts	Diagrama de flujo	Analizar y diagramar flujo de proceso productivo actual	Diagrama de flujo del proceso productivo actual	23-ago
	1.2.3. Job Descriptions and Evaluations 1.3. Performance Metrics and Exploratory Tools 1.4. Recording and Analysis Tools 1.4.2. Operation/Flow/Gang Process Charts	Texto	Establecer las pautas definidas por el dueño para distribuir los materiales y herramientas al momento de producir las pinturas	Pautas empleadas para distribuir los materiales y herramientas al producir la pintura en las obras	26-ago
	1.2.3. Job Descriptions and Evaluations 1.3. Performance Metrics and Exploratory Tools 1.4. Recording and Analysis Tools 1.4.2. Operation/Flow/Gang Process Charts	VSM-KPI, tabla de ubicación	Analizar y caracterizar proceso productivo actual mediante mapa de flujo de valor (VSM)	Informe con análisis de proceso productivo actual	29-ago
	1.2.3. Job Descriptions and Evaluations 1.3. Performance Metrics and Exploratory Tools 1.4. Recording and Analysis Tools 1.4.2. Operation/Flow/Gang Process Charts 1.4.3. Worker and Machine Charts	Análisis de requisitos Lean Manufacturing	Realizar una lluvia de ideas donde se tenga en cuenta el VSM actual, haciendo énfasis en los problemas detectados y las oportunidades de mejora para plantear soluciones.	VSM Estado futuro representando la cadena de valor de producción de pinturas	02-sep
	1.2. Design System Process 1.5. Time Study 1.10. Manual Work Design 1.11. Workplace Equipment and Tool Design 1.12. Work Environment Design	Diseño de procesos	Realizar la planeación operativa empleando herramientas de Lean Manufacturing	Planeación detallada de la cadena de valor de la producción	09-sep
Validar la propuesta de diseño de la cadena de valor mediante una simulación, basándose en los requerimientos de los grupos de interés.	7.3. Planning and Control for Manufacturing Systems/Projects 2. Operations Research & Analysis	Verificación y Validación de Requisitos	Verificar el logro de los objetivos de la cadena de valor, cumplimiento de requisitos e identificar futuras mejoras de la nueva cadena de valor.	Datos recolectados para la medición de las variables del PRD y análisis de cumplimiento de meta establecida. Indicadores de Desempeño. Informe de los resultados incluyendo indicadores,	28-sep

				plan de control y conclusiones	
	2. Operations Research & Analysis	Orientación al cliente	Simular mediante una herramienta pertinente la nueva cadena de valor	Simulación de la cadena de valor e informe de los resultados de los KPI	09-oct
Evaluar la viabilidad financiera de la nueva cadena de valor analizando los costos directos y el margen bruto.	3. Engineering Economic Analysis	Análisis de costos y beneficios	Establecer el precio de venta del producto y los costos directos de la nueva cadena de valor.	Informe con los costos directos y el margen bruto, el cual debe contribuir a cubrir gastos de ventas, gastos administrativos, impuestos y dejar una utilidad para LA EMPRESA.	31-oct

## DISEÑAR

### ○ *Desarrollo del diseño de la solución*

La propuesta de diseño del proceso productivo a desarrollar es pertinente frente a otras, ya que se adapta a los requisitos de los dos grupos de interés del proyecto. El diseño de la cadena de valor de producción de la línea de pintura debe garantizar que se produzcan mínimo 5 000 galones de pintura al mes, empacados en cuñetes de cinco galones cada uno, como requisito del propietario LA EMPRESA y que la propuesta tanto del proceso productivo como la distribución de planta fuera del ámbito de la ingeniería industrial y estuviera delimitado por los objetivos del proyecto como requisito del grupo de PD.

Para realizar la propuesta de diseño del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua para exteriores, es necesario caracterizar el proceso productivo actual de dicha línea de pintura de LA EMPRESA. A continuación, se presentan las condiciones actuales de operación, manera de fabricación y controles de calidad existentes del producto en proceso y del producto terminado. Además, se analiza el proceso productivo artesanalmente junto con algunas recomendaciones del propietario sobre técnicas, controles y aspectos importantes a considerar.

#### *a. Caracterización del proceso productivo actual*

Para analizar el estado actual del proceso productivo y desarrollar una propuesta de la línea de pintura a trabajar, se presenta en la Figura 13, el diagrama VSM del proceso productivo actual de un cuñete de pintura equivalente a cinco galones. Este diagrama se realizó con el fin de obtener una visión sistémica de dicha cadena de valor incluyendo subprocesos, flujos de información, materias primas y producto terminado. Se estimaron los tiempos de cada subproceso y se representó todo lo que ocurre desde la recepción del pedido de un cliente hasta la entrega de la pintura en el punto de aplicación. El flujo es tipo “halar” pues solo se produce bajo pedido, no hay inventario acumulado entre subprocesos, ni de materia prima ni de producto terminado, no se detectaron esperas ni subprocesos a eliminar. Al no poseer una correcta medida de la materia prima requerida, se producen desperdicios. Los indicadores clave empleados fueron los tiempos de ciclo de cada subproceso y el lead time total.

**VSM Estado Actual**

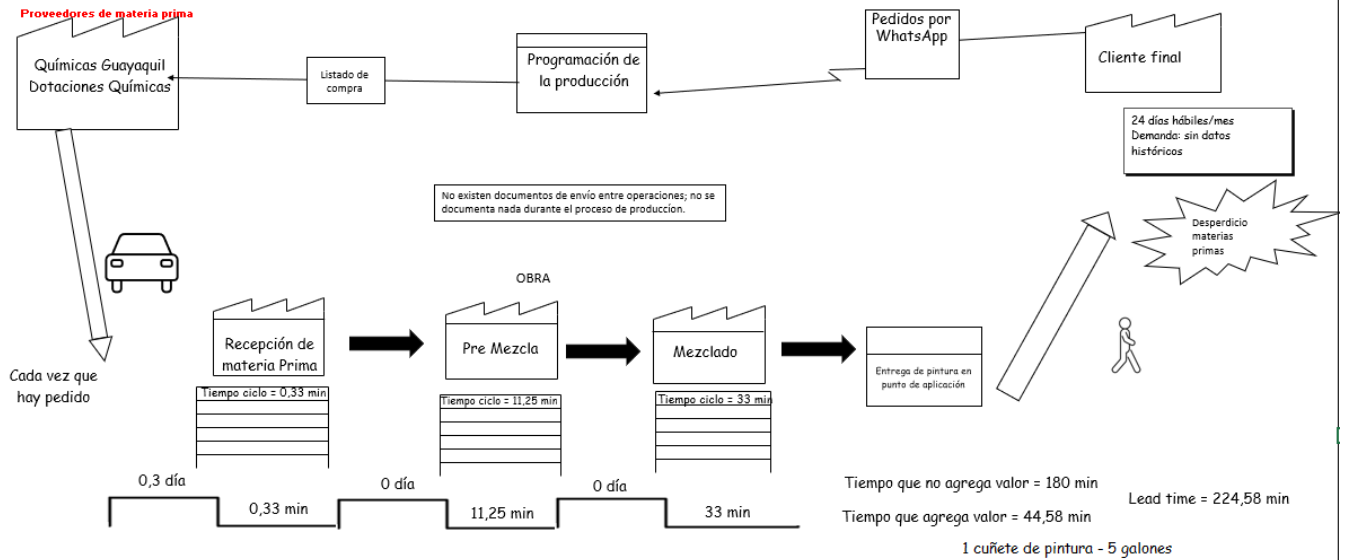
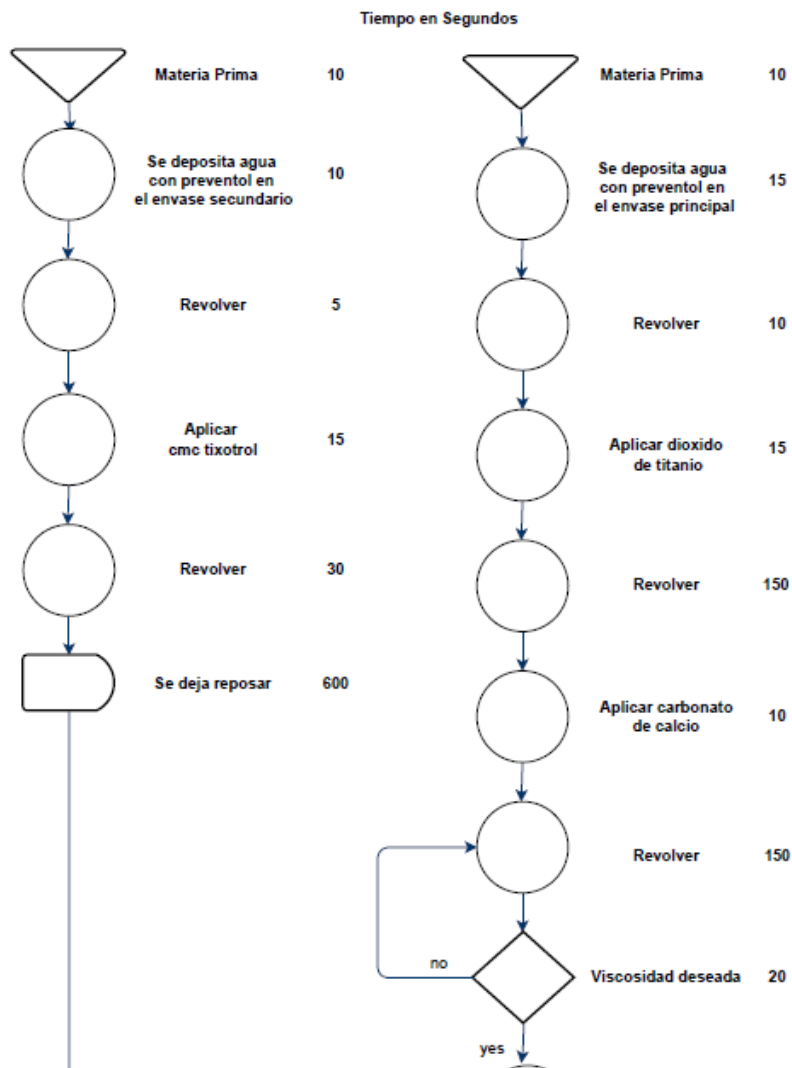


Fig. 8 Diagrama VSM del estado actual del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores de LA EMPRESA

Del anterior diagrama VSM del estado actual (Ver 2023107 – Anexo 13 – VSM actual) y mediante el diagrama analítico del proceso productivo actual (Ver 2023107 – Anexo 14 – Diagrama analítico actual), se determina que el subproceso de recepción y alistamiento de materias primas tiene 0,33 minutos, y el subproceso de premezcla tiene un tiempo de 11,25 minutos y el subproceso de mezcla con 33 minutos, con valor de 44,6 minutos. El tiempo que no agrega valor es de 180 minutos, debido a que posee un inventario mínimo que se forma porque compra un poco más de algunas materias primas para aprovechar levemente precios por volumen, el lead time se calcula como la suma de estos 2 tiempos, dando un total de 224,58 minutos. Se sumaron los tiempos que agregan valor con los que no agregan valor porque sus magnitudes no son tan marcadamente distintas para aproximar el lead time solo usando los tiempos que no agregan valor.

En la Figura.14 se presenta el diagrama de flujo detallado del proceso productivo actual de la línea de pintura blanca para exteriores tipo I de LA EMPRESA, que se realiza artesanalmente. Dicho proceso se divide en tres subprocesos que consisten en el alistamiento de la materia prima, la premezcla de dos insumos y la mezcla de la materia prima restante. Actualmente (septiembre 2023) no hay un proceso de envasado y etiquetado, ya que la pintura se elabora según las órdenes de pedido y se aplica inmediatamente después de preparada y del recipiente en el que se mezclaron previamente.



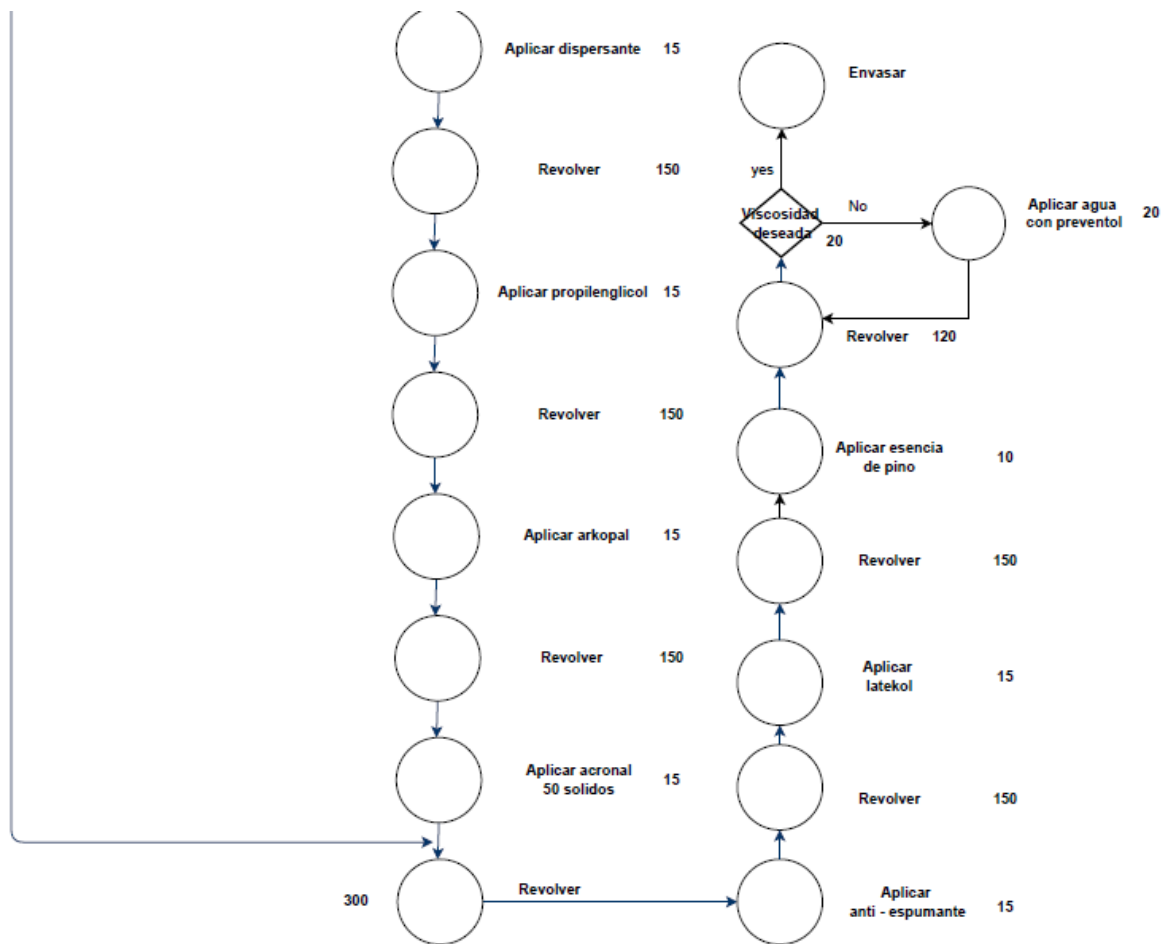


Fig. 9 Diagrama de flujo de proceso productivo actual de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

El proceso cuenta con 30 actividades inmersas en tres etapas, donde 25 corresponden a operaciones, dos a inspecciones y una espera, para una duración total estimada de la elaboración de pintura de 44,6 minutos, donde se necesita directamente a un operario. El proceso productivo que se realiza actualmente en LA EMPRESA requiere de un operario para realizar todas las actividades manualmente, ya que no se cuenta con máquina o herramienta automatizada que apoye al encargado. De igual manera, para los controles de calidad como la verificación de la viscosidad y el pesaje de la materia prima, no se cuenta con herramientas especializadas, sino que se realizan de forma manual y por experiencia del propietario.

Se presenta a través de la Fig. 15, el plano superior de la distribución de la materia prima y herramientas utilizadas por el propietario para elaborar la línea de pintura. El proceso productivo actualmente se realiza en el punto de aplicación de producto, razón por la cual se tiene como único requisito del proceso que se disponga de un área de 3m<sup>2</sup> para la distribución de todos los insumos y su posterior elaboración de la pintura. La distribución de las herramientas y la materia se ha establecido por la experiencia y comodidad del propietario, teniendo en cuenta las medidas antropométricas del mismo.

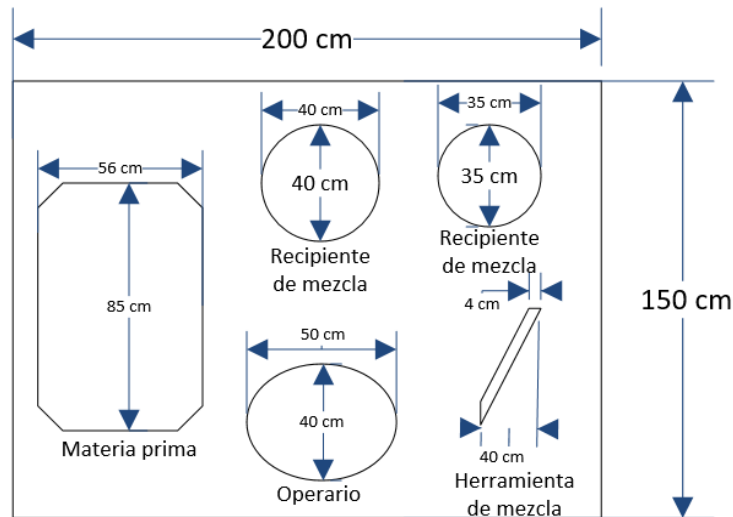


Fig. 10 Plano de vista superior de puesto de trabajo de proceso productivo actual de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

Por medio de los diferentes diagramas del proceso productivo actual de la pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I, el cual se realiza de manera artesanal se pudo determinar que:

- El tiempo total de producción es de 44,6 minutos y la cantidad de operaciones de 26, debido a que no se cuenta con ninguna máquina que realice la operación de mezclado por lo que el operario debe adicionar cada insumo y parar para mezclar de manera manual el insumo recién agregado.
- Este tiempo de producción de 44,6 minutos no cuenta con el proceso de envasado y etiquetado de producto terminado, ya que actualmente se genera según órdenes de producción y el producto terminado se aplica inmediatamente en el lugar de elaboración de la pintura.
- No se cuenta con ninguna herramienta en los procesos de control como el pesaje de las materias primas y medición de la viscosidad en el producto terminado ya que el propietario lo realiza al tanteo y por experiencia.
- Actualmente no hay un espacio establecido para elaborar las pinturas, ya que se realizan en el punto de aplicación del producto y donde se requiere el servicio.
- Como el propietario es el único operario del proceso de producción, éste decide la ubicación de la materia prima y las herramientas a la hora de elaborar la pintura y se debe disponer de un espacio mínimo de 3m<sup>2</sup>.

Finalmente, el propietario de acuerdo con su experiencia con la elaboración de la línea de pintura aporta ciertas recomendaciones las cuales son importantes a la hora de realizar el diseño del proceso productivo:

- Disponer de un espacio ventilado para la instalación de la planta de producción, debido a los olores un poco fuertes de los químicos usados como materia prima en el proceso productivo de la pintura.
- Implementar aspectos de seguridad y salud en el trabajo, debido a los riesgos a los que se ven expuestos los operarios por la exposición constante a ciertos productos con contenidos tóxicos. Debido al alcance del proyecto, no es posible abarcar este aspecto, pero se recomienda implementar la gestión de SST en el proceso de producción.
- Disponer de un sistema de gestión de aguas residuales para la disposición de los desechos relacionados con el proceso productivo de la pintura. Debido al alcance del proyecto, no es posible abarcar este aspecto, pero se recomienda implementar dicha gestión.

#### *Propuesta de diseño de la cadena de valor de producción.*

El diseño propuesto del proceso de fabricación de pinturas se realiza de tipo batch, es decir por lotes, produciendo una cantidad limitada de producto cada vez que se requiere. Dicho proceso está dividido en operaciones y cuando la fabricación de este lote llega a su finalización se dará comienzo a la fabricación del mismo producto o de otra variedad diferente de producto (otro lote). Estos productos terminados se almacenan hasta su venta.



En la Figura 15, se presenta el diagrama de flujo del proceso productivo propuesto de la línea de pintura blanca para exteriores tipo I de LA EMPRESA. Dicho proceso se divide en cuatro subprocesos que consisten en el alistamiento de la materia prima, la premezcla de dos insumos, la mezcla de la materia prima restante y por último el envasado y filtrado de producto terminado, de manera que este pueda ser vendido a consumidores finales, obras y ferreterías

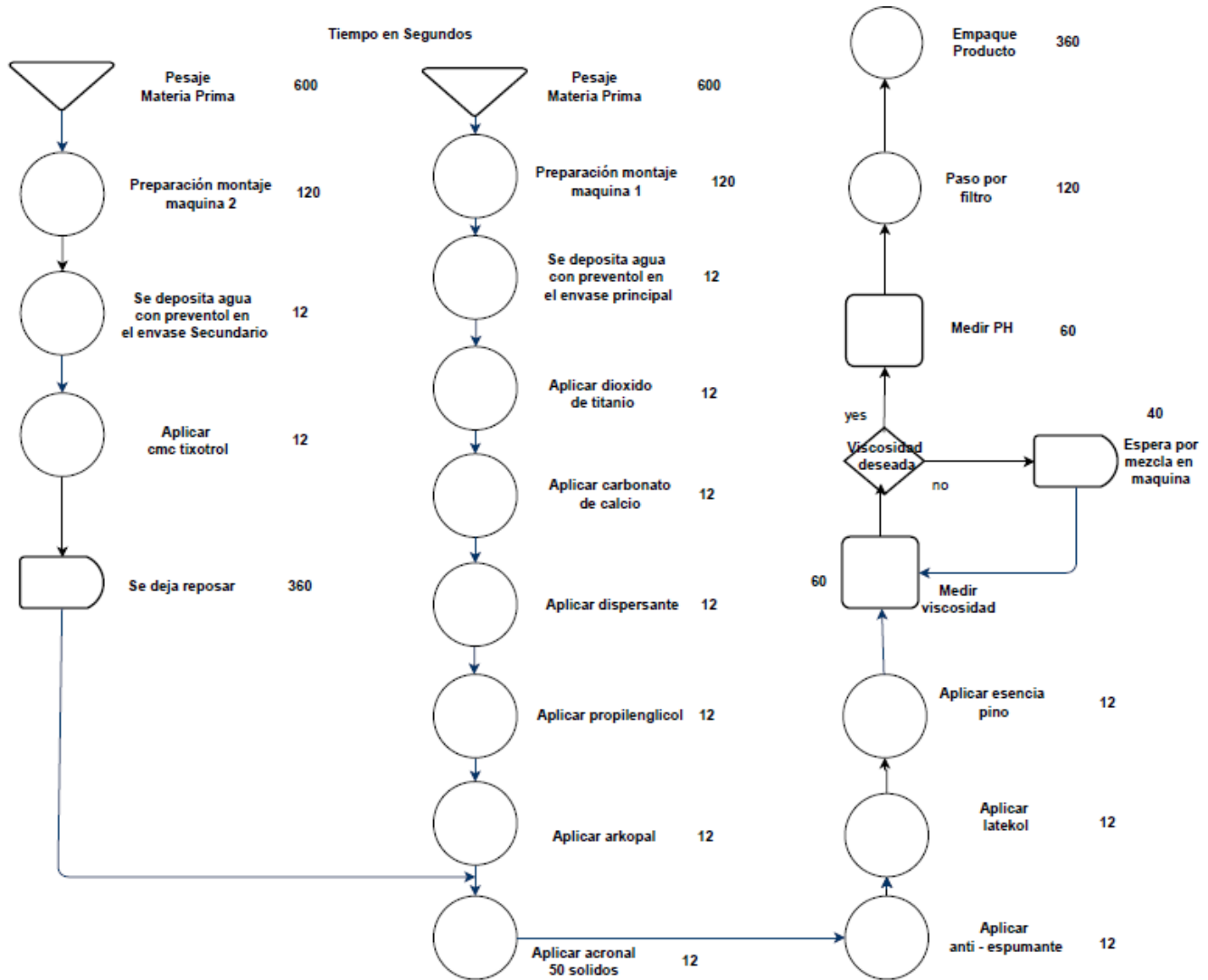


Fig. 12 Diagrama de flujo de proceso productivo propuesto de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

El proceso productivo semiautomatizado propuesto requiere de un operario en todas las actividades para la manipulación y supervisión de las máquinas y herramientas de control implementadas. Mediante el diagrama de flujo del proceso propuesto se puede evidenciar que las actividades propias del proceso pasan a ser de 20 inmersas en cuatro etapas, donde 16 corresponden a operaciones, dos inspecciones y una espera, para una duración total estimada de la elaboración de la pintura de 35 minutos (el cual es menor al lead time actual de 44,58 segundos) ya que la mayor parte del proceso se lleva a cabo por máquinas mezcladoras y envasadoras. Para controles de calidad como la verificación de la viscosidad y el pesaje de la materia prima, se propone usar herramientas pertinentes para realizar dichas pruebas. Al integrar 2 máquinas mezcladoras en el proceso, se realiza un diagrama hombre-máquina con la secuencia del proceso, y como opera el operario, en 33 minutos (Ver 2023107 – Anexo 16 – Diagrama H-M).

Los controles de calidad propuestos en el proceso productivo se establecieron con parámetros proporcionados por el propietario y la NTC 1335 de pinturas al agua tipo emulsión. El primer punto de control fue establecido al inicio del proceso productivo con el pesaje de la materia prima, el segundo y el tercero en la operación de mezclado realizando la

prueba de viscosidad y de pH, y el último control de calidad en la operación de envasado con el paso del producto terminado por el filtro.

La cantidad por cada materia prima necesaria para fabricar un lote, equivalente a seis cuñetes de cinco galones cada uno de pintura blanca acrílica tipo 1 para exteriores, es la que está representada en la siguiente TABLA VII:

TABLA IX  
CANTIDAD DE MATERIA PRIMA NECESARIA PARA PRODUCIR UN LOTE

MATERIA PRIMA (Insumos del servicio)	UNIDAD	UNIDADES UTILIZADAS
Preventol	Gramos	461,312
Dióxido de Titanio	Libra	6
Carbonato de calcio	Kilos	153,88
Dispersante	Gramos	696
Propilenglicol	Gramos	624
Acronal 50 solidos	Kilos	11,8092
Arkopal	Kilos	0,89
CMC Tixotrol	Gramos	300
Anti - espumante	Gramos	606
Latekol	Gramos	309,96
Esencia de pino	Gramos	120,3
Agua para premezcla	Galones	10,8
Agua para mezcla	Galones	2,4

#### *Subprocesos del proceso productivo:*

A continuación, se describen los cuatro subprocesos que se deben diseñar el proceso propuesto y las máquinas y herramientas propuestas para realizar los puntos de control. Cada equipo cotizado y propuesto presenta la tabla de especificaciones del producto, máquina o herramienta, junto con la foto de referencia y el contacto del proveedor.

##### *1. Recepción y alistamiento de materia prima:*

En este subproceso, se alistan las materias primas necesarias para la elaboración de la pintura próxima a entrar al proceso productivo. Dichas materias primas deben pasar por el proceso de pesaje como un control de calidad para contar con las cantidades adecuadas para la elaboración del lote.

- **Báscula de piso industrial BAXIC 60 Kg.**
  - La báscula sería utilizada para el pesaje de la materia prima del proceso como punto de control para garantizar las cantidades especificadas en la ficha técnica de composición. Ideal para pesar paquetes de tamaño mediano, utilizado con mayor frecuencia en el área industrial, ya que, por su tamaño y capacidad, favorece el recibo o despacho de mercancía en medianas cantidades o pesos. Esta báscula electrónica cuenta con una pantalla LCD de fácil lectura, que muestra el peso con precisión y claridad. También tiene una función de tara que permite a los usuarios pesar objetos con mayor precisión al compensar el peso de un recipiente o envase [20].
- **Recipientes plásticos para materia prima [21].**
  - Set de seis (6) envases de plástico de diferentes capacidades para dispensar cada materia prima necesaria para iniciar el proceso productivo y su posterior pesaje en la báscula. El peso mínimo y máximo de los recipientes van acorde al peso mínimo y máximo de las materias primas.

## 2. *Proceso de premezcla:*

En este proceso se mezcla el agua, el preventol y el CMC Tixotrol. Primero se deposita el agua con el preventol y se procede a realizar la operación de mezclado, por último, se agrega el CMC Tixotrol y se continúa con el proceso de mezclado. La mezcla lista debe tener un tiempo de reposo de unos 10 minutos. Las máquinas, equipos y/ o utensilios a usar son:

- Máquina mezcladora para pintura de 5 galones
  - Ideal para la mezcla de pinturas, estucos y revestimientos. No incluye motor. Permite adaptar el motor con alimentación monofásico, bifásico y trifásico. Requiere 1 HP como capacidad del motor por cada 10 galones a mezclar.
- Motor eléctrico POWER Monofásico 1HP 1800 rpm [22].
  - Este motor será adaptado a la máquina mezcladora de pintura de 5 galones. Adecuado para atender diversas aplicaciones como ventiladores, compresores, bombas, grúas, cabrestantes, bandas transportadoras, trituradores, procesadores de uso rural, descargadores de silos y otras de uso general. El motor debe tener el sistema de instalación eléctrica monofásica, ya que el lugar disponible para la instalación de la planta es una zona residencial que no cuenta con instalación y capacidad eléctrica para equipos industriales. La potencia del motor debe ser de 1 HP, ya que se necesita 1HP para mezclar 10 galones de pintura.
- Envase plástico 5 galones MIA60013P [23].
  - El recipiente se utilizará en el subproceso de premezcla, junto con la mezcladora y el motor. El cuñete es de polietileno de alta densidad, ideal para almacenar pintura, estuco, masilla y muchos otros productos, se usa para mezclar la premezcla con la mezcladora de 5 galones de capacidad.

## 3. *Subproceso de mezclado:*

En este proceso se mezcla el agua, el preventol y el CMC Tixotrol. Primero se deposita el agua con el preventol y se procede a realizar la operación de mezclado, por último, se agrega el CMC Tixotrol y se continúa con el proceso de mezclado. La mezcla lista debe tener un tiempo de reposo de unos 10 minutos. Las máquinas, equipos y/ o utensilios a usar son:

- Máquina mezcladora para pintura de 30 galones
  - Ideal para la mezcla de pinturas, estucos y revestimientos. No incluye motor, pero permite la adaptación de uno con alimentación de corriente monofásica, bifásica y trifásica. Requiere 1 HP como capacidad del motor por cada 10 galones a mezclar.
- Motor eléctrico POWER Monofásico 3HP 1800 rpm [24].
  - Este motor será adaptado a la máquina mezcladora de pintura de 30 galones. Máquina destinada a transformar energía eléctrica en energía mecánica. El motor de inducción es el más usado de todos los tipos de motores, ya que combina las ventajas de la utilización de energía eléctrica -bajo costo, facilidad de transporte, limpieza, simplicidad de comando – con su construcción simple y su gran versatilidad de adaptación a las cargas de los más diversos tipos y mejores rendimientos. El motor debe tener el sistema de instalación eléctrica monofásica, ya que el lugar disponible para la instalación de la planta es una zona residencial que no cuenta con instalación y capacidad eléctrica para equipos industriales. La potencia del motor debe ser de 3 HP, ya que se necesita 1HP para mezclar 10 galones de pintura.
- Bidón tapa rosca 30 galones [25].
  - El recipiente se utilizará en el subproceso de mezcla, junto con la mezcladora y el motor. La caneca se produce en polietileno de alta densidad y es ideal para almacenar pintura, estuco, masilla y muchos otros productos.
- Taza para medir viscosidad de pintura [26].

- El viscosímetro será utilizado en el subproceso de mezcla para medir la viscosidad de la pintura como segundo punto de control, para garantizar al cliente las características del producto.
- Tester de pH PHep HI 98107 [27].
  - El medidor de pH será utilizado en el subproceso de mezcla como tercer punto de control, para medir el pH del producto ya que éste es elaborado a base de agua como su solvente. Según la NTC 1335 el rango aceptado para la pintura vinílica es de 8 a 9.5 como máximo [28]. El HI 98107 es usado por millones de personas en todo el mundo para controlar el pH en laboratorios y aplicaciones industriales incluyendo la fabricación de pinturas y revestimientos. Proporcionado al personal no técnico por ser de simple uso y bajo costo para la medición precisa del pH.

#### 4. Subproceso de Envasado y filtrado:

En este proceso se mezcla lista para que pase por un filtro y no pasen residuos e impurezas al subproceso de envasado de la pintura. Ambos procesos de envasado y filtrado se realizan de manera simultánea. Las máquinas, equipos y/o utensilios a usar son:

- Llenadora por peso 200 litros Líquidos/viscosos [29].
  - La máquina será empleada en el subproceso de envasado y filtrado. Esta máquina mide y dispensa productos con gran velocidad y precisión para productos líquidos y con viscosidad, y con un peso neto. Utiliza un sistema versátil e inteligente para dispensar líquidos hasta que alcance un peso objetivo predeterminado.
  - Se utiliza para dispensar productos como lubricantes, jarabes, productos químicos entre otros. Genera mayor capacidad de producción, fiabilidad y facilidad de uso, disminuye costos de operación y materiales y consta de un diseño compacto.
  - Cuenta con un sistema de pesaje neto semiautomático de alta precisión, capacidad de pesar y distribuir una amplia variedad de tipos de productos, diseño de flujo rápido para el movimiento óptimo del producto, utiliza programación con algoritmo de peso inteligente para una mayor precisión, doble sistema de flujo líquido (volumen alto-bajo), pantalla con facilidad para manipular y programar, áreas de contacto con el producto en acero inoxidable, fácil de limpiar y de hacer mantenimiento.
- Bolsas de filtro de pintura de cinco galones blancos regulares [30].[30]
  - Permite filtrar impurezas, partículas en el proceso productivo, se pueden reusar hasta 15 veces. Apertura flexible para una fácil fijación. Permite adaptarse a un cuñete de pintura de 5 galones.

En la siguiente TABLA VIII se resumen las especificaciones necesarias e importantes de los equipos usados en el proceso productivo para cumplir con el requisito de producción mensual de 5.000 galones de pintura. Para ver toda la ficha técnica y cotización ver 2023107 – Anexo 17 – Ficha técnica equipos.

*TABLA X  
RESUMEN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS PARA PROCESO PRODUCTIVO*

<b>Especificaciones de los equipos</b>		
<b>Equipos</b>	<b>Especificaciones</b>	
Báscula [20]	Capacidad	60 kg
	Carga mínima	200 g
	Material	Acero inoxidable
Máquina mezcladora [22]	Capacidad	5 galones-20 litros
	Material	Acero inoxidable
Máquina mezcladora [24]	Capacidad	30 galones-120 litros
	Material	Acero inoxidable
Tanque [23]	Capacidad	5 galones (20 Litros).
	Dimensiones	30 cm alto x 30 cm diámetro

	Material	Poliuretano (HDPE/PEAD).
Tanque [25]	Capacidad	30 galones (120 Litros).
	Dimensiones	80 cm alto x 45 cm diámetro
	Material	Poliuretano (HDPE/PEAD).
Motor [22]	Capacidad	10 galones-40 litros
	Potencia	1 HP
	Velocidad	1800 rpm
Motor [24]	Capacidad	30 galones-120 litros
	Potencia	3 HP
	Velocidad	1800 rpm
Viscosímetro [26]	Tiempo de salida	20-105 ± 0,2 segundos
	Material	Acero inoxidable
	Volumen	50 ml
pH-metro [27]	Rango	0.0 a 14.0 pH
	Precisión	±0.1 pH
Llenadora [29]	Tiempo de salida	2-6 cpm (ciclos por minuto-dependiendo del volumen de llenado y la viscosidad del producto)
	Material	Acero inoxidable
	Rango de llenado	20-200 Kg
Filtro [30]	Material	Nylon
	Capacidad	5 galones
	Clasificación	250 micras

En la figura 16, se presenta un bosquejo del proceso productivo propuesto a partir del subproceso de pre-mezcla de las materias primas hasta el de envasado y filtrado de producto terminado, de igual manera se evidencian dos puntos de control que se deben llevar a cabo en el proceso para garantizar las características, calidad y condiciones del producto final. El Diagrama PFD (*Process flow diagram*) de la pintura blanca a base de agua para exteriores tipo I presentado en la Figura 31, se realizó para mostrar el proceso de producción propuesto a nivel de planta.

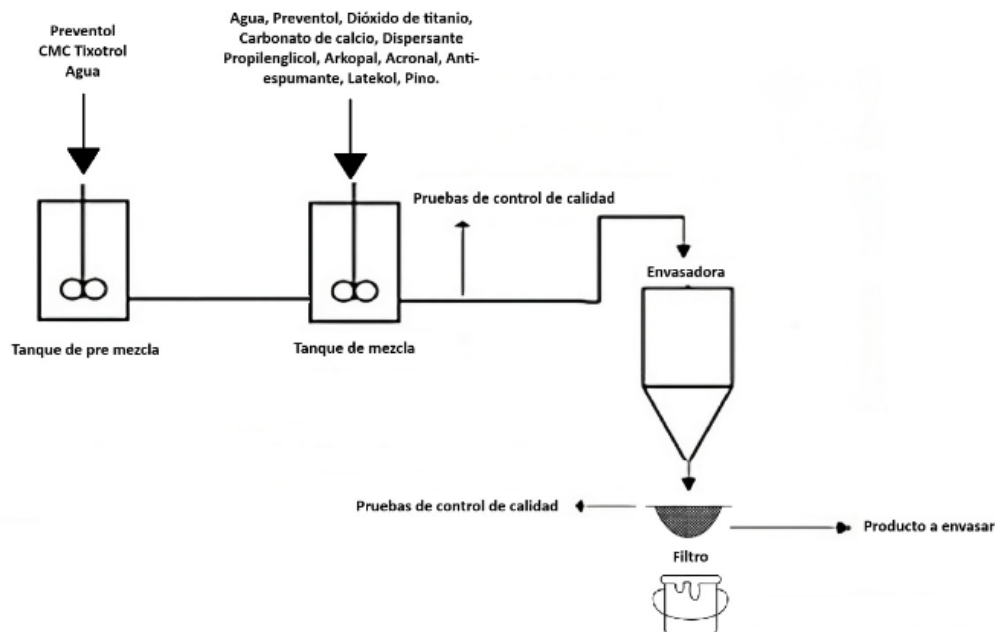


Fig. 13 Proceso productivo propuesto de la pintura blanca vinílica para exteriores tipo I.

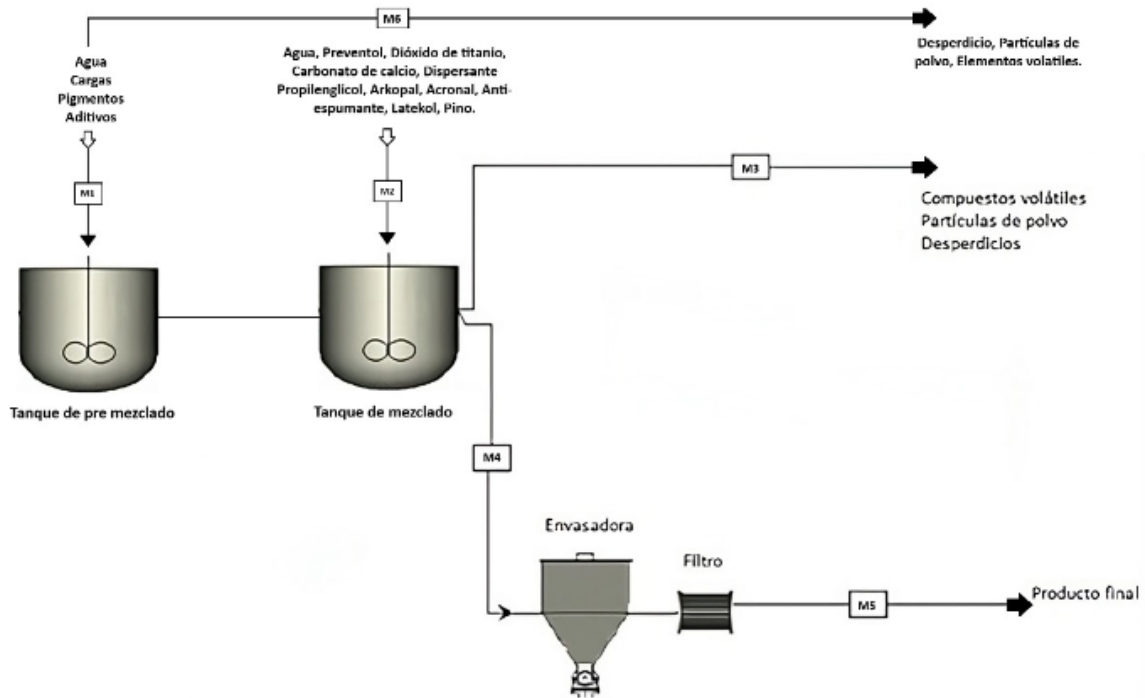


Fig. 14 Diagrama PFD Proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

El proceso productivo propuesto tiene la capacidad teórica de manufacturar 1 lote (30 galones) cada 35 minutos, cada lote corresponde a seis cuñetes de pintura cada uno de cinco galones. De lo anterior se establece teóricamente que la producción diaria será de 360 galones de pintura en un día laboral que son las siete horas de producción establecidas por el propietario, teniendo así, una producción mensual de 8 640 galones de la línea de pintura con los 24 días laborales de un mes establecidos por el propietario, trabajando de lunes a sábado. Con lo anterior se garantiza la producción mensual mínima establecida por el propietario de 5 000 galones.

#### *Cálculo de número teórico operarios*

Para establecer el número de operarios, se realizó el cálculo de este teniendo en cuenta el tiempo de ciclo del proceso propuesto y el takt time, donde este tiene en cuenta el tiempo disponible y la demanda. Para un *takt time* de 60 minutos por lote, cada lote contiene seis cuñetes de cinco galones cada uno, y un tiempo de ciclo de 32 minutos, el número teórico de operarios es de uno, algo beneficioso para LA EMPRESA ya que actualmente cuenta con recursos limitados, el proceso para el cálculo de número óptimo de operarios y takt time se realizó en un Excel que se encuentra como anexo (Ver 2023107 – Anexo 18 – Número operarios).

#### *Implementación de Seguridad y Salud en el trabajo*

En Colombia, las empresas, deben cumplir con las regulaciones establecidas en la Ley 1562 de 2012 y el Decreto 1072 de 2015 en lo que respecta a seguridad y salud en el trabajo (SST). Es importante implementar un sistema de SST adecuado para proteger la salud y seguridad de los empleados. Cabe resaltar que, en LA EMPRESA, se realizó la identificación, clasificación, nivel de exposición y de riesgo del proceso de producción de pintura, como se pueden observar en el (Ver 2023107 – Anexo 19 – Matriz de Riesgos) [31].

Tras este análisis, identificación, caracterización, ponderación y valoración, se encontró que los principales riesgos del proceso a los que se debe poner mayor atención son: la toxicidad de la materia prima, la interacción del operario con la mezcladora y el ruido que genera. Por lo que se recomienda que LA EMPRESA compre elementos de protección personal

para los operarios, como guantes, botas con puntera, gafas, tapabocas con filtro FFP3 y tapones de oídos, para evitar accidentes laborales graves, lo cual signifique un daño no solo en la maquinaria y el producto, sino en la vida del operario. Sin embargo, LA EMPRESA debe capacitar también a sus operarios, sobre la organización y limpieza en el lugar de trabajo, para evitar caídas y lesiones menores. Por otro lado, se recomienda a futuro invitar un estudiante de salud ocupacional para desarrollar un oportuno plan de prevención y control de riesgos, el cual debe incluir plan de evacuación, control de derrames químicos y primeros auxilios. Adicionalmente se recomienda llevar un registro detallado de incidentes, accidentes y enfermedades laborales, y reportar a las autoridades competentes según la normativa colombiana.

Es importante que LA EMPRESA pronto establezca un sistema de SST robusto y efectivo para garantizar la seguridad y la salud de sus empleados. Además, se debe tener en cuenta que las regulaciones y normativas, estas pueden cambiar con el tiempo, por lo que es importante mantenerse actualizado y ajustar el sistema de SST en consecuencia. También es recomendable el asesoramiento de expertos en SST para garantizar el cumplimiento de las regulaciones y normativas específicas de la industria [32].

Invertir en elementos mínimos de protección personal (PPE) es esencial para mitigar los riesgos identificados, como la toxicidad de la materia prima y la interacción con la maquinaria, asegurando la salud y seguridad de los operarios. A continuación, se presentan las cotizaciones de PPE recomendados.

- Respirador Reutilizable de Media Cara 3M™ 7500

Dispositivo reutilizable para protección respiratoria, se debe realizar cambio de filtros. Si se coloca correctamente y se utiliza con cartuchos y filtros aprobados por 3M, ayuda a ofrecer una protección respiratoria de una variedad de gases, vapores y partículas peligrosas, en concentraciones de hasta 10 veces el límite de exposición permisible (PEL). Este respirador brinda protección respiratoria contra partículas, vapores orgánicos, cloro, ácido clorhídrico, fluoruro de hidrógeno, dióxido de azufre, amoníaco, metilaminas [33].

- Cartucho Vapor Orgánico/Gas Ácido 3M™, 6003/07047

Brinda protección respiratoria contra ciertos vapores orgánicos o gases ácidos. Se puede utilizar para una variedad de aplicaciones, incluyendo: Farmacéutica, petroquímica, los servicios públicos, de reducción de aluminio, fabricación de productos químicos, laboratorios, pulpa y papel. Aprobado por NIOSH contra no más de 500 ppm de vapores orgánicos, 5ppm. de cloro, 25 ppm de cloruro de hidrogeno y 25 ppm de dióxido de azufre. Se usa con los respiradores de media cara y cara completa 3M con soporte de filtro de bayoneta [34]

- Filtro para partículas P100 3M™ 2097

Recomendada para el alivio contra vapores orgánicos y el nivel de molestia y de la protección del ozono hasta límites permisibles de exposición OSHA 10 veces. Aprobado para ambientes que contengan determinados aceites y partículas sin aceite [35]

- Delantal impermeable en PVC calibre 25

Diseñado para resistir las demandas exigentes, este delantal ofrece una impermeabilidad total, manteniendo seco y protegido durante todo el día al operario. Construcción en vinilo con soporte textil en poliéster que asegura resistencia al desgarre y al desgaste, garantizando durabilidad a largo plazo. Las costuras electro selladas evitan cualquier filtración en las uniones, brindando protección adicional contra el agua y otros líquidos [36].

- Guante SHOWA 747 para protección química/industrial.

Protección del antebrazo, resistente a productos químicos, resistente al aceite e impermeable, con acabado texturizado y ergonómico. Ideal para diversas aplicaciones: pulverización y tratamiento químico, manipulación de productos químicos, montaje ligero de piezas cubiertas de aceite, producción de alimentos para mascotas, preparación de revestimientos y lavado-limpieza [37].

- Mono gafa de seguridad ATREO lente claro AF.

Cuenta con protección UV400, ventilación indirecta y banda elástica ajustable. Compatible con el uso de respiradores media cara. Su campo de aplicación: procesos de manipulación de sustancias químicas, corrosivas y polvos, trabajo con irritantes y contaminantes en gases, vapores y neblinas [38]

En la siguiente TABLA IX se hace un resumen de los equipos de protección con su modelo y precio, para ver especificaciones y cotizaciones ver 2023107 – Anexo 17 – Ficha técnica equipos.

**TABLA XI**  
**RESUMEN DE ESPECIFICACIONES EQUIPOS DE PROTECCION**

<b>Especificaciones de los equipos de protección</b>		
<b>Equipos</b>	<b>Especificaciones</b>	
Respirador Reutilizable de Media Cara [33]	Modelo	7500 de 3M
	Precio	\$127.400
Cartucho Vapor Orgánico/Gas Ácido [34]	Marca	3M
	Precio	\$61.200
Filtro para partículas [35]	Modelo	P100 3M
	Precio	\$47.600
Delantal impermeable en PVC calibre 25 [36]	Modelo	BISOC
	Precio	\$39.000
Guante SHOWA 747 [37]	Material	Nitrilo
	Precio	\$19.000
Monolente-Gafas de seguridad ATREO [38]	Material	Estructura: PVC, Monolente: Policarbonato
	Precio	\$21.500

*Implementación de técnica Poka Yoke en el proceso productivo:*

Los dispositivos *Poka Yoke* son sistemas de control de calidad diseñados para prevenir errores en los procesos de fabricación o producción. Estos dispositivos se utilizan para asegurarse de que las tareas se realicen de manera correcta y sin defectos [39]. En el proceso de elaboración de pinturas en LA EMPRESA

A continuación, se detalla cada paso de la implementación basado en las diapositivas de clase elaboradas por Diana Barón y Álvaro Figueroa para el programa de certificación en Lean nivel Yellow Belt de Javeriana en alianza con Lean Six Sigma Institute.

2) *Describir el Defecto Potencial*

La pintura no tiene la viscosidad adecuada

3) *Identificar el Lugar donde Potencialmente se Producen los Defectos*

Los defectos ocurren en el área de producción de pinturas tipo I de LA EMPRESA

4) *Detallar los Procedimientos y Estándares de la Operación Dónde se Producen los Defectos*

Históricamente la pintura se realizaba artesanalmente siguiendo los pasos que el dueño tenía en su mente según su entrenamiento en preparación de pinturas y experiencia. Esto se explicitó y documento, ver figura 6

5) *Identificar los posibles errores o desviaciones de los estándares en la operación donde se producen los defectos*

- Las cantidades de materia prima son alistadas al tanteo para el proceso de producción
- La viscosidad se ajusta manualmente hasta lograr que un palo que se introduzca en la mezcla se sostenga vertical en ella

- Las cantidades correctas de materia prima no se adicionaron a la mezcla por un olvido y por usar elementos de dosificación improvisados

6) *Identificar las condiciones donde ocurren los potenciales defectos*

Al no existir una fórmula detallada ajustada al tamaño de lote a preparar ni instrumentos de medición precisos y elementos improvisados (como tarros) para dosificar, es fácil omitir materias primas o separar las cantidades equivocadas en el alistamiento o en los pasos en los que se adicionan a la mezcla. Además, la manera de ajustar la viscosidad no es muy precisa y puede ocurrir que un operario con poca experiencia no encuentre el punto correcto o hasta el dueño de LA EMPRESA se pase del punto indicado.

7) *Identificar el tipo de dispositivo Poka Yoke requerido para prevenir el error o defecto.*

Para evitar el defecto de viscosidad equivocada, es necesario corregir los tres errores que la generan:

- El primer error era cantidad errónea de materia prima alistada, para resolverlo se aplica el principio de *Poka Yoke* facilitación mediante el uso de elementos que ayuden a llevar a cabo la actividad correctamente para ello se emplea un *Poka Yoke* físico de báscula y un procedimiento estándar de operación (ver Anexo 26).
- Buscando prevenir el error de viscosidad mal ajustada se aplica el principio de *Poka Yoke* detección mediante un *Poka Yoke* de Información que permite leer con exactitud la viscosidad de la mezcla.
- Para no añadir las cantidades erróneas de materia prima se emplea el principio *Poka Yoke* de remplazo cambiando los tarros por *Poka Yoke* de conteo. También, se emplea el principio de facilitación y un procedimiento estándar de operación (ver Anexo 26).

8) *Desarrollar un dispositivo Poka Yoke*

Acto seguido, se especifica en que puntos del proceso de producción se propone usar los dispositivos de *Poka Yoke* nombrados en el paso 6 y a continuación se detalla cada dispositivo.

- En el proceso propuesto la báscula se ubicará en el área donde se lleva a cabo el alistamiento de materias primas (ver figura 12). Las especificaciones de la báscula se muestran en el anexo 17.
- Sistemas de control de viscosidad: En procesos automatizados los equipos empleados pueden ajustar automáticamente la viscosidad de la pintura según las especificaciones, lo que es esencial para obtener la calidad y consistencia deseada. Para el proceso de producción propuesto se propone un viscosímetro manual que garantice de igual manera la calidad del producto, las características de este se muestran en (ver anexo 17) y la ubicación de este en el área de producción se ve en la figura 21. El paso del proceso en el cual se usa el viscosímetro es en el envasado y filtrado, específicamente en el control de calidad que se realiza en este punto.
- Sistemas de pesaje automático: Estos dispositivos garantizan que se agreguen las cantidades correctas de producto, evitando errores de mezcla. Este dispositivo se propuso en el envasado y filtrado con la máquina llenadora con una báscula integrada para dispensar la cantidad de producto terminado (5 galones). Las características de esta máquina se describen en el anexo 17. La ubicación de la máquina llenadora se muestra en la figura 21.

9) *8. Probar y ajustar los dispositivos.*

Para garantizar la eficacia de los sistemas de calidad y evitar errores en el proceso productivo de pintura blanca tipo I, el operario debe ser responsable de probar cada uno de los dispositivos Poka Yoke, que incluyen sistemas de pesaje automático, sistemas de control de viscosidad y la báscula, cada mañana antes de iniciar la producción. Se espera que estos dispositivos estén bien calibrados en todo momento. Esta práctica no solo asegura la precisión de los equipos, sino que también ayuda a prevenir posibles problemas y garantiza que se cumplan los más altos estándares de calidad en la pintura fabricada.

*Implementación de Metodología de las 5s en el Proceso Productivo*

Se propone implementar la metodología 5S en el proceso productivo de la línea de pintura de LA EMPRESA, ya que puede conducir a una mayor eficiencia en la producción, reducción de desperdicios, mejoras en la calidad y un ambiente de trabajo más seguro y agradable. A medida que se avanza en cada fase, es importante medir y evaluar los resultados y realizar ajustes según sea necesario para garantizar que la metodología 5S continúe siendo efectiva [40]. La presente implementación se basa en las diapositivas de clase elaboradas por Diana Barón y Álvaro Figueroa para el programa de certificación en Lean nivel Yellow Belt de la Pontificia Universidad Javeriana de Cali en alianza con Lean Six Sigma Institute.

### 1) Preparación

Para preparar la implementación de las 5s es necesario capacitar al dueño de LA EMPRESA a cerca de dicha metodología y el operario. La capacitación del dueño de LA EMPRESA y del operario en la implementación de las 5S implica para el dueño una sesión informativa sobre beneficios y responsabilidades, y para el operario sesiones, ejemplos prácticos, participación activa, práctica continua y retroalimentación. También se debe definir que la implementación se realizará únicamente en el área en la que se realiza la pintura tipo I y no es necesario subdividirla ya que es pequeña. Se usa una cartulina para en ella ubicar información relacionada con las 5s, dicha cartelera puede contener un logo y un lema como: En el centro, una cartera elegante y ordenada, Alrededor, los cinco símbolos de las 5S (una etiqueta de clasificación, un organizador, un trapo de limpieza, un reloj representando normalización y una etiqueta de disciplina) que rodean la cartera, mostrando cómo las 5S la mantienen organizada y eficiente. Con el lema "Tu estilo, tu esencia, tus 5S en cada esencia.". Para tener un referente es importante fotografiar el estado inicial del área cuando ya este organizado el proceso propuesto y definir el día 0 en el que inicia oficialmente la implementación acordándolo con el dueño en una época en la que no haya mucho trabajo como a veces ocurre en enero. A futuro el empresario puede hacer un plan de implementación dedicando un día a cada una de las siguientes fases.

#### *Fase Seiri (Clasificación o Seleccionar)*

- Capacitar a cerca de la fase
- Reconocer áreas de oportunidad
- Definir criterio de selección
- Identificar los objetos seleccionados como innecesarios
- Disponer de los elementos seleccionados
- Evaluar el estado del área, fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

#### *Fase Ordenar y Limpiar*

- Capacitar a cerca de la fase
- Reconocer áreas de oportunidad
- Preparar el área de trabajo
- Ordenar el área
- Determinar un programa y métodos de limpieza
- Evaluar el estado del área al final del paso, fotografiar avances para cartelera

#### *Fase Seiketsu (Bienestar Personal)*

- Capacitar a cerca de la fase
- Reconocer áreas de oportunidad
- Cuidar que las condiciones de trabajo de los empleados.
- Integrar 5s al trabajo diario
- Evaluar el estado del área al final del paso con la lista de chequeo y fotografiar para la cartelera.

#### *Fase Shitsuke (Seguimiento o Disciplina)*

- Capacitar a cerca de la fase
- Mejora de los estándares de 5s.
- Recorridos de verificación del estado del área de producción.
- Invitar personas externas.

- Hacer cursos de refuerzo.
- Reconocer públicamente los éxitos.
- Evaluar el estado del área al final del paso con la lista de chequeo y fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

A continuación, se detalla cómo se llevará a cabo cada una de las fases de 5s nombradas previamente:

### 2) *Seiri (Clasificación o Seleccionar)*

Este paso consiste en remover todos los artículos innecesarios del área de trabajo para tener solo lo que se necesita cuando se necesita. Además, se busca dejar la costumbre de acumular cosas, tener elementos que son un estorbo para trabajar, temor a botar y apego a las cosas. Históricamente el dueño de la empresa ha tenido arraigados todos estos comportamientos por lo que es común que acumule elementos innecesarios porque según el futuro se pueden requerir. En este punto, se debe enfocar en los beneficios de la eliminación, realizar demostraciones, educarlo sobre la clasificación, analizar costos, realizar ejercicios de toma de decisiones y brindar apoyo continuo, con el objetivo de mejorar la eficiencia y la seguridad en el lugar de trabajo sin acumular en exceso. La selección incluye las siguientes acciones:

- Reconocer áreas de oportunidad aplicando una evaluación de estas y tomando fotos del estado actual. El dueño históricamente ha tendido a acumular empaques vacíos, materias primas en mal estado, piezas de objetos, elementos que no funcionan luego es posible que estas se encuentren en el área.
- Definir criterio de selección: En el proceso de definir criterios para la selección y clasificación en la zona de producción de pintura, se identificaron elementos esenciales como máquinas, equipos, instrumentos, herramientas, materias primas, implementos de aseo y elementos de control. Para asegurar una eficiente implementación de las 5S, se establecieron criterios específicos para cada tipo de elemento, enfocándose en su utilidad, estado funcional, y contribución directa al proceso de producción. Se propusieron acciones claras, tales como desechar elementos obsoletos, reparar aquellos con potencial funcional, donar lo no esencial, pero en buen estado, vender lo prescindible y reciclar materiales que ya no son utilizables. Se subraya la importancia de la participación activa del dueño en la toma de decisiones, el mantenimiento de registros detallados y el apoyo continuo para asegurar el éxito de la implementación y la adopción de la metodología 5S.
- Identificar los objetos seleccionados como innecesarios con banderas rojas de cartulina y dar un plazo de 2 días para definir qué hacer con ellos de acuerdo con los criterios.
- Disponer de los elementos seleccionados
- Evaluar el estado del área al final del paso con una lista de chequeo y fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

### 3) *Ordenar y Limpiar*

Ordenar es organizar los artículos necesarios para el trabajo, estableciendo un lugar específico para cada uno es decir un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar. Limpiar es eliminar la suciedad y sus causas, teniendo en cuenta que el lugar más limpio no es el que más se asea sino el que menos se ensucia. El dueño tiende a ser acelerado y posponer las tareas de orden y limpieza para dar prioridad a las productivas. Durante la capacitación, se enfocará en resaltar cómo el orden y la limpieza contribuyen significativamente a la eficiencia y seguridad en el trabajo. Se demostrará al dueño cómo un lugar de trabajo organizado ahorra tiempo y previene problemas futuros. Asimismo, se le enseñará a incorporar rutinas de organización y limpieza en su agenda diaria, para que estas actividades se conviertan en parte esencial de su enfoque de gestión.

El ordenar y limpiar incluye las siguientes cinco acciones:

- Primero, reconocer áreas de oportunidad aplicando una evaluación de estas y tomando fotos del estado actual.
- Segundo, preparar el área de trabajo: Incluye el uso de código de colores, letreros y señales de las siguientes maneras

Códigos y Colores:

- Materia Prima:
  - Asignar un color específico para cada tipo de materia prima.
  - Colocar etiquetas o cintas de colores en los recipientes de almacenamiento.
  - Ejemplo: Etiquetas verdes para pigmentos, etiquetas rojas para solventes.

- Equipos y Herramientas:
  - o Codificar herramientas y equipos según su función.
  - o Utilizar etiquetas o pinturas de colores en las asas de herramientas o en partes visibles de los equipos.
  - o Ejemplo: Pintar de azul las herramientas utilizadas en la preparación de mezclas.

#### Letreros y Señales:

- Áreas Designadas:
    - o Colocar letreros grandes y visibles para identificar áreas específicas.
    - o Utilizar señales universales para indicar zonas de almacenamiento, equipos y salidas de emergencia.
    - o Ejemplo: Letrero con la palabra "Almacenamiento de Materias Primas" en la zona correspondiente.
  
  - Instrucciones Claras:
    - o Agregar letreros con instrucciones claras sobre el manejo de equipos y almacenamiento.
    - o Utilizar colores llamativos para destacar información importante.
    - o Ejemplo: Letrero con "Prohibido Almacenar Materiales Inflamables" en el área designada.
  
  - Identificación Numérica: por ejemplo, de zonas de almacenamiento
- Tercero, ordenar el área: empezar por definir la ubicación de cada objeto, almacenar juntos los elementos que se utilizan juntos o que tienen una función similar. Evitar almacenar en lugares de poca visibilidad. Luego, identificar con letreros, números, colores. Se debe tener un gran cuidado en el área de almacenamiento de la materia prima, ya que una confusión puede significar la pérdida de todo un lote. También, cabe resaltar que LA EMPRESA debe tener especial cuidado en la organización y etiquetado del producto terminado, para almacenar o despachar los lotes solicitados correctamente por los clientes. Posteriormente, calcular las cantidades requeridas de los elementos que deban estar en el área de trabajo.

#### Definición de Ubicación:

- Principio de Almacenamiento:
  - o Almacenar elementos más utilizados cerca del área de producción.
  - o Agrupar herramientas similares y almacenarlas en áreas cercanas entre sí.
  - o Ejemplo: Colocar los pinceles y brochas cerca de las estaciones de mezcla.

#### Identificación con Letreros y Colores:

- Almacenamiento de Materia Prima:
  - o Etiquetar claramente los recipientes de materia prima con el nombre y código de color asignado.
  - o Evitar almacenar diferentes tipos de materiales en el mismo estante.
  - o Ejemplo: Etiquetas con el nombre del pigmento y su código de color asignado.
- Producto Terminado:
  - o Etiquetar de manera clara y visible los productos terminados con información detallada.
  - o Asignar códigos de color para identificar diferentes lotes o tipos de pinturas.
  - o Ejemplo: Etiquetas con el nombre del producto, número de lote y fecha de fabricación.

#### Cuidado en Almacenamiento de Materia Prima:

- Separación y Etiquetado:
  - Separar claramente los diferentes tipos de materias primas.
  - Utilizar separadores físicos y etiquetas para evitar confusiones.
  - Ejemplo: Establecer áreas claramente separadas para solventes y pigmentos.

Cuidado en Almacenamiento de Producto Terminado:

- Registro Detallado:
  - Mantener un registro detallado de los productos terminados almacenados.
  - Utilizar un sistema de código para garantizar la correcta identificación y despacho.
  - Ejemplo: Base de datos con información sobre cada lote de producto terminado.
- Cuarto, determinar un programa y métodos de limpieza: Consiste en hacer una lista de las actividades de limpieza, periodicidad, responsable luego definir los artículos y equipos requeridos y documentarlo. Fomentar la limpieza diaria como parte de la rutina de trabajo es fundamental en LA EMPRESA. Este punto se enfoca más en el operario, ya que debe ser cuidadoso de no ensuciar y recoger los desperdicios que se presenten a lo largo del proceso productivo, adicionalmente debe estar presente este concepto en toda la producción y almacenamiento.
  - Elaborar un Cronograma:
    - Crear un cronograma detallado de actividades de limpieza.
    - Especificar la periodicidad de cada tarea, ya sea diaria, semanal o mensual.
    - Ejemplo: Limpiar las superficies de trabajo diariamente, realizar limpieza profunda semanalmente.
  - Asignar Responsabilidades:
    - Designar a un responsable para cada tarea de limpieza.
    - Garantizar que los operarios estén conscientes de sus responsabilidades.
    - Ejemplo: Operario A responsable de la limpieza diaria de las estaciones de mezcla.
  - Integrar en la Rutina:
    - Enseñar al personal a incorporar la limpieza como parte esencial de su rutina diaria.
    - Incluir actividades de limpieza como puntos obligatorios en la lista de verificación diaria.
    - Ejemplo: Limpiar las herramientas después de cada uso como parte del cierre diario.
  - Manejo de Residuos:
    - Establecer procedimientos claros para el manejo de residuos y desperdicios.
    - Fomentar el reciclaje y la disposición adecuada de productos químicos.
    - Ejemplo: Utilizar contenedores separados para residuos reciclables y no reciclables.
- Quinto, evaluar el estado del área al final del paso con una lista de chequeo y fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

#### 4) *Seiketsu (Bienestar Personal)*

Implica generar un estado en que las personas desarrollan de manera fácil y cómoda sus funciones. Es mantener limpieza mental y física en los integrantes de la organización, sanidad pública y condiciones de trabajo sin contaminación y estandarizar estos hábitos. Esta fase se basa en “di lo que haces, haz lo que dices y demuéstalo”. Al preparar las pinturas, históricamente ha sido común que el dueño se ensucie mucho las manos, la ropa, no use elementos de protección personal, deje elementos personales en el área de trabajo y el baño y este un poco estresado por entregar rápido.

El entrenamiento para ayudar a que el dueño se concientice y decida cambiar su comportamiento incluye:

1. Sensibilización sobre Protección Personal:
  - Realizar sesiones de capacitación para destacar la importancia de utilizar elementos de protección personal durante la preparación de pinturas.
  - Demostrar los riesgos asociados a no usar protección y resaltar los beneficios para la salud y bienestar personal.
2. Gestión del Tiempo y Reducción de Estrés:
  - Proporcionar entrenamiento en gestión del tiempo para ayudar al dueño a planificar y priorizar tareas sin sentir la necesidad de apresurarse.
  - Enseñar técnicas de manejo del estrés y resiliencia para fomentar un ambiente de trabajo más relajado.
3. Normativas de Orden y Limpieza:
  - Reforzar las normativas de orden y limpieza, promoviendo la estandarización de hábitos.

- o Utilizar demostraciones y ejemplos visuales para enfatizar la importancia de mantener un entorno limpio y ordenado.

Las acciones de esta fase buscan lograr que los integrantes del área de producción se esfuercen por mantener buenas condiciones físicas y mentales mediante:

1. El Monitoreo de Condiciones:
  - o Implementar un sistema de monitoreo que permita a los empleados identificar condiciones de mejora en su entorno laboral, documentándolas con fotos.
  - o Establecer un proceso para revisar y abordar regularmente estas sugerencias de mejora.
2. Espacios de Descanso y Bienestar:
  - o Designar áreas específicas como espacios de descanso, alejados del área de producción.
  - o Proporcionar recursos para promover momentos de relajación y bienestar mental.

La empresa debe cuidar que las condiciones de trabajo sean propicias para sus empleados, esto puede fomentarse con:

1. Un Ambiente Ergonómico:
  - o Evaluar la ergonomía en las estaciones de trabajo y realizar ajustes según sea necesario.
  - o Proporcionar mobiliario y herramientas ergonómicas para reducir el riesgo de lesiones.
2. Ventilación y Seguridad:
  - o Asegurar una buena ventilación en el área de producción con un extractor.
  - o Verificar y mejorar medidas de seguridad para prevenir accidentes y garantizar la salud de los empleados aprovechando material de la Administradora de Riesgos Laborales.

Para algunos autores, la fase *seiketsu* también incluye acciones para integrar 5s al trabajo diario mediante procedimientos y manuales etc. Se propone:

1. Lista de Chequeo de 5S (Anexo 1):
  - o Desarrollar una lista de chequeo específica para cada fase de las 5S, integrando los aspectos propuestos en cada etapa del proceso.
  - o Utilizar la lista de chequeo como herramienta de seguimiento y evaluación del estado del área.
2. Instructivo Corto de 5S (Anexo 2):
  - o Crear un instructivo conciso que resuma los principios y pasos de las 5S.
  - o Incluir ejemplos específicos relacionados con la producción de pinturas y su aplicación en el día a día.
  - Evaluar el estado del área al final del paso con la lista de chequeo y fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

Al finalizar la fase *seiketsu* se propone realizar la evaluación y seguimiento mediante tres actividades:

- o Fotografiar el estado inicial del área y ubicarlo en la cartelera.
- o Utilizar la lista de chequeo al final de cada fase para evaluar el progreso.
- o Fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera como parte de la transparencia y reconocimiento.

#### 5) *Shitsuke (Seguimiento o Disciplina)*

Es el apego a leyes o reglamentos que rigen comunidades, empresas y la vida privada. Es orden y control personal logrado entrenando las facultades mentales, físicas o morales para desarrollar un comportamiento “confiable”. Las cuatro “S” anteriores se implantan si se mantiene la disciplina. Su aplicación contribuye a que el orden, la limpieza, la seguridad sean permanentes, y la productividad se mejore progresivamente y la calidad de los productos sea excelente.

Esta fase incluye las siguientes seis acciones:

- Mejora de los estándares de 5s identificando áreas de mejora y tomando de fotos.

- Recorridos de verificación del estado del área de producción.
- Invitar personas externas.
- Hacer cursos de refuerzo.
- Reconocer públicamente los éxitos.
- Evaluar el estado del área al final del paso con la lista de chequeo y fotografiar avances y ubicarlos en la cartelera.

Primero, mejora de los estándares de 5S:

1. Identificación de Áreas de Mejora:
  - o Realizar evaluaciones periódicas del estado del área de producción.
  - o Identificar áreas donde los estándares de las 5S pueden mejorarse mediante la observación y la retroalimentación del personal.
2. Registro Fotográfico:
  - o Tomar fotografías de áreas específicas que requieran mejoras.
  - o Utilizar las imágenes como referencia visual para planificar y ejecutar acciones correctivas.

Segundo, recorridos de verificación del área de producción:

1. Frecuencia de Verificación:
  - o Establecer una frecuencia regular para recorridos de verificación del estado del área (semanal y luego mensual).
  - o Designar responsables encargados de realizar los recorridos y documentar hallazgos (Propietario de LA EMPRESA).
2. Checklist de Verificación:
  - o Desarrollar una lista de verificación específica para evaluar los estándares de las 5S.
  - o Utilizar la lista como guía durante los recorridos para asegurar una evaluación completa y consistente.

Tercero, invitar personas externas:

1. Propósito y Planificación:
  - o Invitar a expertos externos en metodologías 5S para evaluar el área de producción (esposa del propietario).
  - o Planificar sesiones de revisión y recomendaciones basadas en la experiencia externa.
2. Retroalimentación Constructiva:
  - o Facilitar sesiones de retroalimentación donde los expertos compartan observaciones y sugerencias.
  - o Utilizar estas sesiones como oportunidad para el aprendizaje y la mejora continua.

Cuarto, realizar cursos de refuerzo:

1. Identificación de Necesidades de Capacitación:
  - o Evaluar regularmente las necesidades de capacitación del personal en relación con las 5S.
  - o Identificar áreas donde se requieran cursos de refuerzo para mantener y mejorar los estándares.
2. Implementación de Cursos:
  - o Ofrecer cursos específicos para reforzar conceptos y prácticas de las 5S .
  - o Integrar casos de estudio y ejemplos relevantes para una comprensión práctica.

Quinto, reconocer en público los éxitos por medio de:

1. Un Programa de Reconocimiento:
  - o Crear un programa formal de reconocimiento para destacar los éxitos en la implementación de las 5S.
  - o Incluir categorías como "Mejora Notable en la Limpieza".
2. Ceremonias o Anuncios:
  - o Organizar ceremonias o anuncios públicos para reconocer y celebrar los logros alcanzados.
  - o Destacar la importancia de la disciplina y el compromiso en la mejora continua.

Sexto, evaluar y hacer seguimiento mediante:

1. El Uso de la Lista de Chequeo:
  - o Realizar una evaluación final del área utilizando la lista de chequeo de 5S.
  - o Comparar resultados con evaluaciones anteriores para medir el progreso.
2. Las Fotografías en la Cartelera:
  - o Fotografiar avances y mejoras implementadas.
  - o Colocar imágenes en la cartelera como evidencia visual del compromiso con la disciplina y la mejora continua.

*Implementación de gestión visual en el proceso productivo:*

La implementación de la gestión visual en la producción de pinturas en LA EMPRESA es importante para ayudar a una fácil y clara operación desde el inicio del proceso. Para la gestión visual se podría implementar herramientas como [41].

1. Tableros Kanban: Útiles para hacer seguimiento al estado de las órdenes de producción. Esto podría hacerse por medio de tarjetas Kanban de cada orden en papel o con un tablero borrable manejado por el operario
2. Etiquetas de inventario: Etiquetar claramente todos los contenedores y estantes de almacenamiento de materia prima, lo que facilitará la identificación de materiales y evitará confusiones.
3. Calendario visual de tareas: Establecer calendarios visuales en tableros para programar tareas y actividades importantes, como mantenimiento de equipos y fechas de entrega de pedidos.
4. Gráficos de rendimiento: Utilizar gráficos visuales para monitorear el rendimiento, incluyendo la producción diaria, el tiempo de inactividad y la calidad del producto. Esto permitirá tomar decisiones informadas y mejorar constantemente.
5. Tableros de comunicación: En los cuales los futuros miembros del equipo puedan compartir información importante, logros y problemas. Esto fomentará la transparencia y la colaboración en el futuro.
6. Mapas de flujo de trabajo: Diseñar mapas de flujo de trabajo visuales que representan el proceso de producción, esto ayudará a identificar cuellos de botella y mejorar la eficiencia.

*Implementación de gestión de desechos y residuos*

El manejo de residuos en una empresa es vital para la economía, el medio ambiente y la salud pública. Las empresas deben adoptar prácticas responsables para reducir su impacto ambiental y cumplir con regulaciones legales. Esto implica identificar, separar y gestionar adecuadamente los residuos, involucrando a los empleados para proteger el medio ambiente. Un buen manejo de residuos afecta la imagen de LA EMPRESA, la salud y el entorno, independientemente de su tamaño o industria. Es necesario implementar estrategias de reducción, reutilización y reciclaje, así como medidas para la eliminación segura de los residuos no reciclables. A continuación, presentamos una propuesta de plan de manejo de desechos y aguas residuales para LA EMPRESA:

*Plan de Manejo de Desechos y Aguas Residuales para la producción de pintura y LA EMPRESA.*[42]

1. Evaluación Inicial:
  - Realizar una revisión de los tipos y volúmenes de desechos generados por LA EMPRESA, incluyendo envases vacíos, sobrantes de pintura, trapos contaminados, guantes desechables y otros materiales utilizados en el proceso de pintura. Identificar las fuentes de aguas residuales, como limpieza de equipos y áreas de trabajo.
2. Establecimiento de Procedimientos:

- Implementar un sistema de separación de desechos en la fuente, proporcionando recipientes etiquetados para la clasificación adecuada de los desechos.
  - Establecer procedimientos para el manejo seguro de los desechos peligrosos, como los sobrantes de pintura y solventes.
  - Desarrollar un protocolo de limpieza para reducir la generación de aguas residuales y garantizar la adecuada disposición de estas.
3. Almacenamiento Seguro:
- I. Designar áreas de almacenamiento adecuadas y seguras para los desechos, asegurándose de que estén lejos de áreas de producción y de acceso público.
  - II. Utilizar recipientes adecuados para el almacenamiento de desechos peligrosos, asegurando que estén sellados y etiquetados correctamente.
4. Reciclaje y Reutilización:
- Fomentar la reutilización de envases vacíos de pintura después de enjuagarlos adecuadamente.
  - Considerar la reutilización de trapos contaminados después de su lavado y descontaminación.
5. Tratamiento de Aguas Residuales:
- Implementar prácticas de reducción de aguas residuales, como la limpieza en seco o el uso de trapos absorbentes reutilizables.
  - Si es necesario, instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales in situ o contratar un servicio externo para su tratamiento y disposición.
6. Eliminación de Residuos Peligrosos:
- Establecer un contrato con una empresa autorizada para la disposición de residuos peligrosos, como los sobrantes de pintura y solventes.
7. Capacitación y Concienciación:
- Proporcionar capacitación a los futuros empleados sobre los procedimientos de manejo de desechos y aguas residuales, así como sobre las regulaciones ambientales.
  - Fomentar la concienciación ambiental y la importancia de seguir buenas prácticas ambientales.
8. Auditoría y Cumplimiento:
- Realizar auditorías internas periódicas para asegurarse de que los procedimientos se están siguiendo correctamente y que se cumple con las regulaciones ambientales locales.
9. Registro y Documentación:
- Mantener registros detallados de las actividades relacionadas con el manejo de desechos y aguas residuales, incluyendo la cantidad de residuos generados, métodos de disposición y tratamientos realizados.

Durante el desarrollo del proyecto se apoyó al propietario con el diseño de la etiqueta para el cuñete en el cual se distribuye el producto terminado (Ver Anexo 20 - Diseño propuesto del anverso y reverso de la etiqueta del cuñete de pintura). En la etiqueta se proporciona una breve descripción del producto contemplando algunas características propias del mismo, los servicios adicionales de preparación de pintura en el lugar y los usos del producto. Además, se brinda una ficha técnica del rendimiento práctico aproximado del producto y el modo de uso junto con las especificaciones de preparación y aplicación.

### *Diseño de la distribución de planta:*

- *Metodología*

El método Systematic Layout Planning (SLP), fue utilizado para la propuesta de distribución de planta para el proceso productivo de la línea de pintura blanca vinílica para exteriores tipo I. Esta metodología es la más utilizada para resolver problemas de distribución de planta a partir de criterios cualitativos, reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos [43].

Para desarrollar la metodología SLP, se emplearon tres fases. En la primera fase se sintetizó la información disponible y propuesta del sistema productivo, en la segunda fase se realizó un análisis de la relación de las actividades y un diagrama adimensional de bloques para establecer un diagrama relacional de espacios. Finalmente, en la tercera fase se presentó la propuesta de distribución de planta teniendo en cuenta la información recolectada, las restricciones del proceso y del propietario y el espacio disponible para la distribución.

Los requisitos y restricciones contempladas para la propuesta de distribución de planta se basan en los del propietario y el grupo de PD como los únicos grupos de interés relacionados al proyecto considerados tras filtrar según el alcance del proyecto. Para el propietario, se exigía la producción mensual de 5 000 galones de pintura y como restricción que la propuesta se adaptará a la poca capacidad económica con la que cuenta para que a futuro consiga fácilmente un préstamo o inversionista. Para el grupo de PD el requisito a cumplir era que la propuesta tanto del proceso productivo como la distribución de planta de este, fuera del ámbito de la ingeniería industrial y estuviera delimitada por los objetivos del proyecto.

LA EMPRESA, a partir de finales de septiembre de 2023 pudo arrendar en \$250.000 pesos un espacio de 20 m<sup>2</sup> para la instalación de la planta de los cuales 14,5 m<sup>2</sup> están disponibles para la ubicación de las áreas con sus respectivas máquinas y herramientas, ya que 5,5 m<sup>2</sup> ocupa el área de los servicios higiénicos el cual no es posible desplazar a otra ubicación. Por lo tanto, la propuesta de distribución de la planta se hace de acuerdo con dicha disponibilidad y restricciones del lugar. A continuación, en la TABLA X se presentan las áreas establecidas de la planta de acuerdo con el proceso productivo propuesto y las restricciones de disponibilidad. Se tiene en cuenta que el proceso productivo debe contar con un espacio de almacenaje de materias primas y producto terminado.

*TABLA XII  
ÁREAS DEL PROCESO PRODUCTIVO DE ELABORACIÓN DE PINTURA*

<b>N°</b>	<b>Áreas</b>
1	Almacén de MP
2	Recepción y alistamiento de MP
3	Proceso de premezcla
4	Proceso de mezcla
5	Proceso de envasado y filtrado
6	Servicios higiénicos
7	Almacén de PT

Con la secuencia de las actividades requeridas para elaborar la línea de pintura, se establece el tipo o motivo de relación e intensidad de las interacciones entre las mismas y los diferentes servicios de la planta según la importancia de la cercanía entre cada área. En la Tabla XI se presenta la lista de los motivos de la relación de un área con otra y en la Tabla XII la intensidad de la relación de estas. Para determinar dicha importancia y tipo de relación se tuvo en cuenta detalles mencionados y recomendaciones dadas por el propietario quien conoce el proceso productivo. La matriz de relación de

actividades del proceso de elaboración de la línea de pintura se presenta en la siguiente Figura 18, donde gráficamente se muestra el cruce de las variables para cada área con el fin de establecer su posible ubicación.

TABLA XIII  
LISTA DE MOTIVOS DE RELACIÓN

Cod	Razón o motivo
1	Secuencia del proceso
2	Flujo de materiales
3	Comparten equipos
4	Facilidades al personal
5	Para no contaminar
6	No es necesario

TABLA XIV  
CÓDIGOS DE RELACIÓN

Valor	Cercanía
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal
U	Sin importancia
X	No recomendable

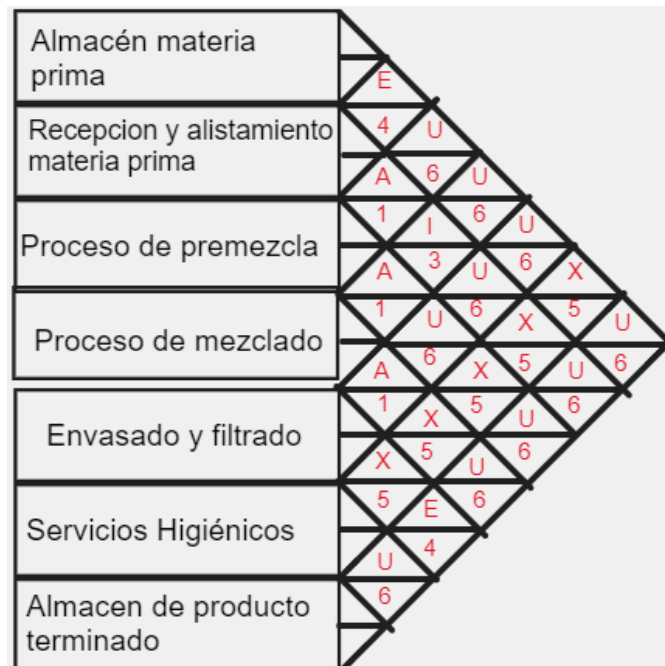


Fig. 15 Matriz de relación de actividades de proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores

Como aspectos importantes, se establece que el área de los servicios higiénicos no era recomendable que estuviera cerca de las áreas del proceso productivo, ya que éste tenía expuesto en todo momento el producto en proceso desde el almacenaje de las materias primas hasta la etapa de envasado y filtrado. El área de almacén de producto terminado no tenía inconvenientes cercanos a los servicios higiénicos, ya que aquí, el producto estaba envasado y sellado, sin riesgo de estar expuesto a contaminación. Las otras áreas del proceso cuentan con una relación directa e importante debido a la secuencia del proceso.

En la TABLA XIII, se presentan los códigos de proximidades, que permiten establecer el diagrama de relación de actividades del proceso productivo, presentado en la siguiente Figura 19. En dicho diagrama se presentan los nodos relacionados según los códigos de proximidades, permitiendo analizar que las relaciones tipo A, en su mayoría estén adyacentes y las de tipo X separadas, cumpliendo con el objetivo de la metodología SLP.

TABLA XV  
CÓDIGOS DE LAS PROXIMIDADES

COD	Proximidad	Color	Nro de línea
A	Absolutamente necesario	Rojo	≡≡≡
E	Especialmente necesario	Amarillo	≡≡≡
I	Importante	Verde	≡≡
O	Normal	Azul	—
U	Sin importancia		
X	No recomendable	Negro	∩∩∩

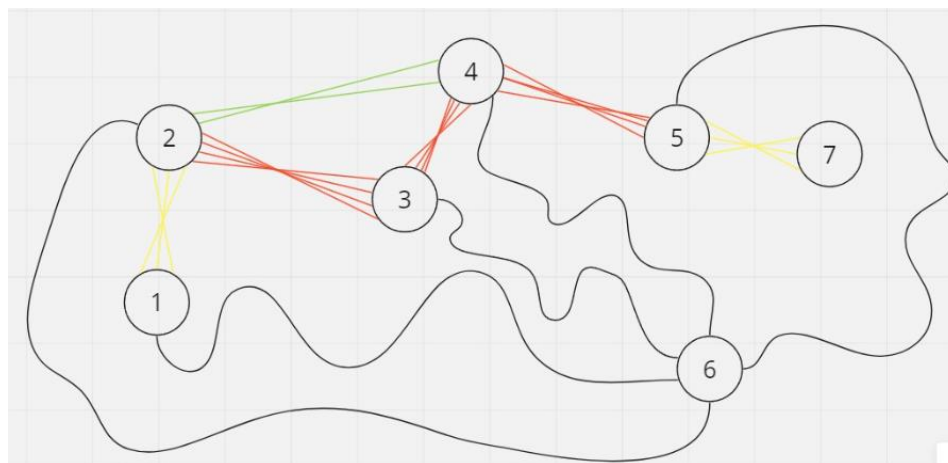


Fig. 16 Diagrama de relación de actividades de proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores

En el diagrama relacional de espacios de la Figura 27, se define la estructura y la forma con una representación a escala del tamaño de cada área proporcional al espacio requerido en la planta física y el tipo de actividad de cada proceso con su respectivo símbolo. Para elaborar el diagrama se consideró el área que ocupan las máquinas y herramientas cotizadas para el proceso productivo propuesto y el espacio necesario para su manipulación por parte del operario y su desplazamiento. En la TABLA XIV, se presenta el área requerida por cada departamento teniendo en cuenta las especificaciones de las dimensiones de cada máquina del proceso y con un margen de 75 cm alrededor de la misma para su manipulación y desplazamiento por parte del operario.

TABLA XVI  
NÚMERO DE USE

Áreas	Descripción	Área en m <sup>2</sup>	USE--> x2
1	Almacén de MP	2	4
2	Recepción y alistamiento de MP	1,5	3
3	Proceso de pre-mezcla	2	4
4	Proceso de mezcla	2,5	5
5	Proceso de evasado y filtrado	3,5	7
6	servicios higienicos	2	4
7	Almacén de PT	4	8

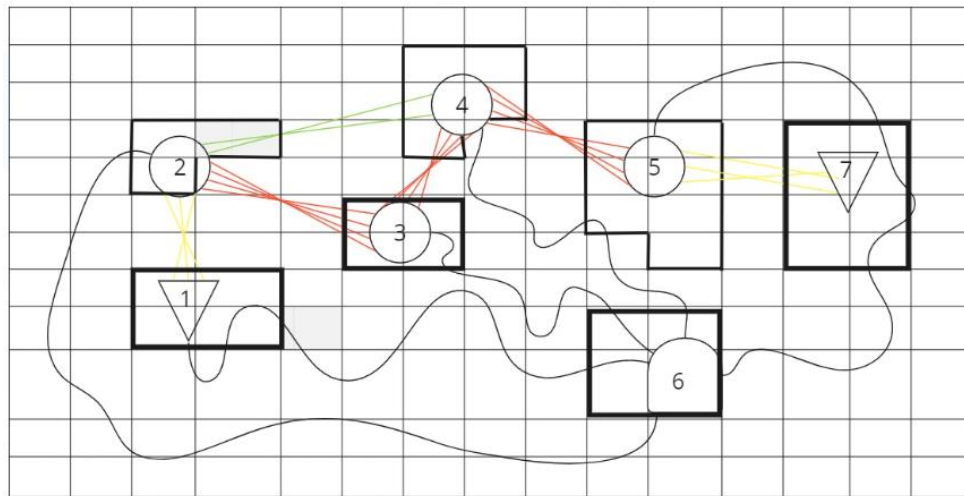


Fig. 17 diagrama relacional de espacios del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

El diseño de la distribución se presenta en la Figura 28, como el plano de vista superior de la planta de producción. Para dicho diseño propuesto se debe contar con un tamaño total aproximado de 20 m<sup>2</sup>, cumpliendo satisfacer una demanda mensual mínima de 5 000 galones de la línea de pintura. La planta requiere ser organizada en siete áreas, cuatro de ellas correspondientes al proceso productivo, dos a almacén y una de servicios higiénicos. En la distribución de las áreas se tiene en cuenta un espacio disponible para la circulación del operario y personal relacionado con el proceso y LA EMPRESA entre las actividades del proceso, las máquinas y los sitios de almacenaje.

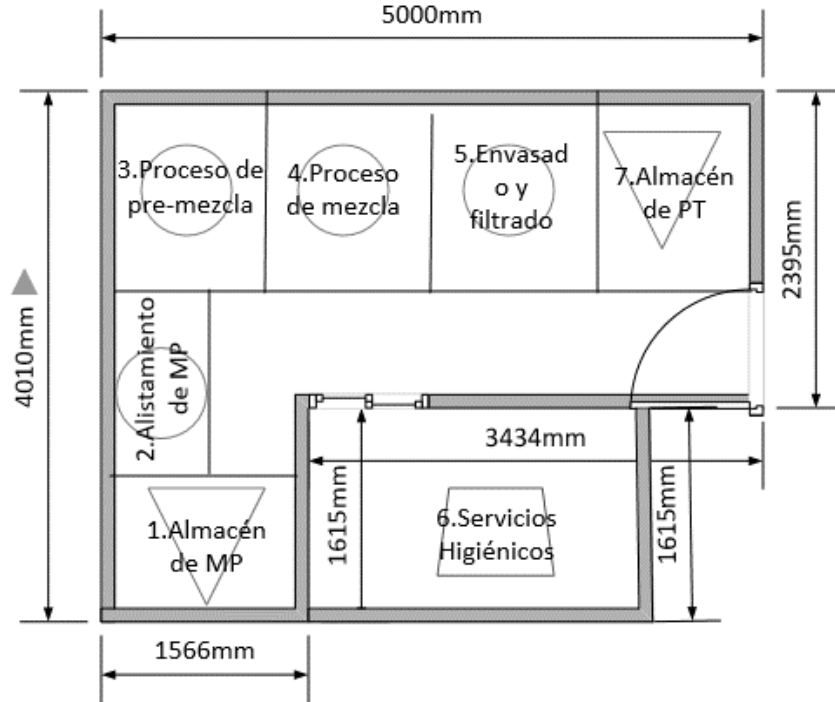


Fig. 18 Plano de vista superior de disposición práctica de espacios del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores.

### B. Validación del diseño propuesto

La validación del diseño propuesto del proceso productivo se realiza mediante el software de simulación Arena. El software permite modelar el proceso de producción para definir, documentar y simular la respuesta futura del sistema, visualizando las operaciones con gráficos dinámicos animados y analizar cómo funcionará el sistema en su configuración real. De igual manera, permite establecer los recursos utilizados como el número de máquinas y operarios, el tiempo de procesamiento de cada recurso y la tasa de flujo de las entradas del sistema [44].

A continuación, en la Figura 29 se presenta el montaje del proceso productivo de la línea de pintura en el software. El sistema de producción implementado en el software es por lotes, iniciando con la entrada de la materia prima en el proceso de alistamiento y pesaje de esta y termina en el proceso de envasado y filtrado del producto terminado. El objetivo de la implementación del modelo del proceso propuesto en el software es validar si el diseño cuenta con la capacidad productiva de 5 000 galones de la línea de pintura al mes que corresponden a 1 000 cuñetes de pintura, como el requisito de producción del propietario de LA EMPRESA (Ver 2023107 – Anexo 21 y 22 – Simulación 1 y 2).

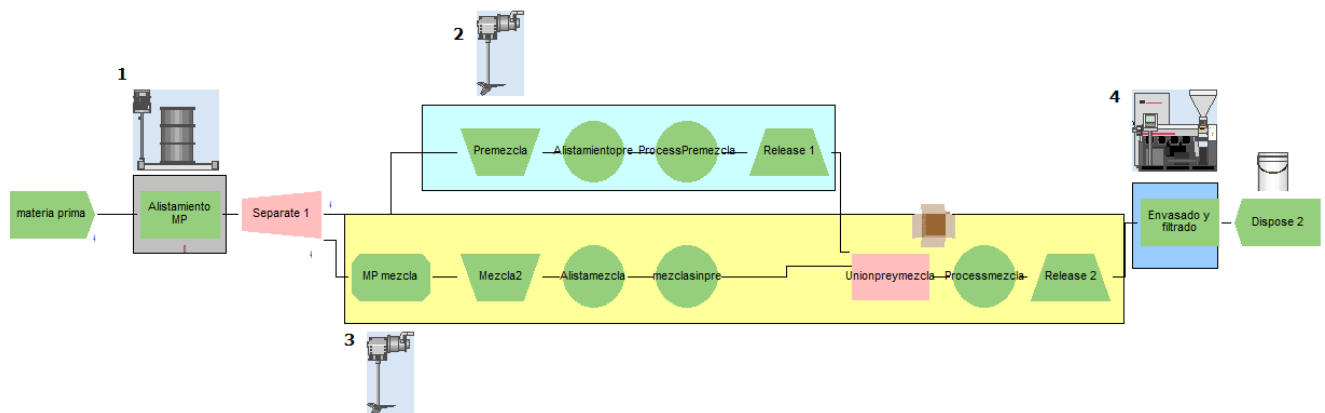


Fig. 19 Montaje del proceso productivo propuesto de la pintura blanca vinílica tipo I para exteriores en el software de simulación Arena

Los tiempos de procesamiento de cada máquina se establecen de acuerdo con algunos parámetros proporcionados por el propietario y por el proceso productivo actual. Los tiempos de procesamiento del operario en la báscula para el proceso de alistamiento de materia prima, de las dos mezcladoras para el proceso de premezcla y mezcla y el de la máquina dispensadora con su respectivo paso por el filtro del proceso de envasado y filtrado, se proporcionan anteriormente mediante diagrama VSM futuro (Ver Figura 16- Diagrama VSM del estado futuro del proceso productivo de la pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores de LA EMPRESA) y del diagrama de flujo del proceso productivo propuesto. Se consideró en la modelación del proceso el tiempo de procesamiento de cada recurso, su desviación de tiempo, los controles de calidad determinados en diferentes puntos del proceso y el tiempo disponible de producción de 168 horas al mes, ya que la jornada laboral es de ocho horas con una hora de descanso y se labora de lunes a sábado, parámetros dados por el propietario.

La simulación del proceso productivo corresponde a un mes en la jornada laboral de 10 080 minutos y la tasa de flujo del sistema es de doce lotes por 420 minutos, que es la producción teórica del proceso. El número de réplicas programadas fue de diez obteniendo un intervalo de confianza de 95% y el informe de resultados fue programado para que presentara los resultados en la unidad de tiempo minutos (Ver 2023107 – Anexo 23 – Informe de resultados). Los resultados arrojados por la simulación son presentados en la siguiente TABLA XV.

TABLA XVII  
RESULTADOS DEL INFORME DE PROCESO PRODUCTIVO SIMULADO EN EL SOFTWARE ARENA

Descripción	Resultados
Total, de simulaciones corridas	10
Tiempo total de cada simulación	10080 minutos
Materia prima procesada en promedio	287,8 minutos con una eficiencia del 99%
Alistamiento de la materia en proceso es promedio	2847.1 minutos con una eficiencia del 62,6%
Materia prima por alistar en promedio	289 minutos con una eficiencia del 100%
Envasado y filtrado acumulado en promedio	2301,6 minutos con una eficiencia de 97,7%
Tiempo en cola en envasado y filtrado	0 minutos
Tiempo en cola en alistamiento de materia prima	0 minutos
Materia prima premezcla se tarda en promedio	577 minutos
Materia prima premezcla sale en promedio cada	575,7 minutos
Materia prima mezcla se tarda en promedio	576 minutos
Materia prima mezcla sale en promedio	575,4 minutos
Maquina envasado y filtrado en promedio	288 minutos con un tiempo de utilización del 22,8%

Bascula tiempo promedio	289 minutos con un tiempo de utilización del 28%
Máquina mezcladora tiempo promedio	288 minutos con una utilización del 36,9%
Máquina de premezcla tiempo promedio	288 minutos con una utilización del 14,3%
Total, de lotes producidos en promedio	287 lotes/mes

De acuerdo con los resultados obtenidos de la simulación de las 10 corridas realizadas para un mes (24 días por las 7 horas laborales, 10 080 minutos) en el software Arena del proceso productivo propuesto de la línea de pintura se obtiene que, en promedio se produce un total de 287 lotes de acuerdo con los tiempos de ciclo establecidos con su respectiva variación. Cabe resaltar la eficiencia del proceso de alistamiento de la materia prima del 99% lo que quiere decir que en dichos procesos no se pierde nada de materia prima, con un nivel de confianza del 95%. Por otro lado, se observa que el proceso de envasado y filtrado tiene una eficiencia del 97% lo que quiere decir que un 3% de la materia prima se pierde en dicho proceso. No se presenta tiempo de cola en los procesos de envasado y filtrado y alistamiento de materia prima, lo que indica que no existen cuellos de botella en dichos procesos. La máquina más utilizada es la mezcladora con un 36,3 % de utilización, seguida de la báscula con un 28 %, luego el envasado y filtrado con un 22 % y finalmente la mezcladora de la premezcla con un 14,3 %, teniendo que el sistema de fabricación es por lotes, interpretando así que puede existir un cuello de botella en la mezcladora y debe prestar mayor atención a dicho proceso.

A continuación, en la TABLA XVI se presentan los resultados de los indicadores de los KPI establecidos en el proyecto, el cálculo de la participación y la cantidad promedio producida se encuentra en Excel anexo (Ver Anexo 8 - Cálculo participación demanda pintura).

*TABLA XVIII  
RESULTADOS DE KPI*

<b>Variable</b>	<b>Antes de la mejora</b>	<b>Después</b>	<b>Meta</b>	<b>Cumplimiento</b>
Porcentaje de participación en la demanda de pintura en galones por mes	N/A	0,51%	0,30%	Si, se cumplió con la meta
Cantidad promedio producida de pintura en galones por mes.	N/A	8631 galones de pintura al mes	5 000 galones de pintura al mes	Si, se cumplió con la meta

## VERIFICAR

### A. *Medición de los impactos*

#### **Impacto Financiero**

Después de diseñar la cadena de valor, se procedió a verificar y medir los impactos, comenzando con el análisis financiero. Para llevar a cabo dicho análisis, en primer lugar, se identificaron los costos variables asociados con la producción de un lote de pintura, que comprende 6 cuñetes. Estos costos abarcan todos los insumos de materia prima. Además, se consideró el costo del envase, el cual está hecho de material reciclado y tiene una capacidad para 1 cuñete, con un costo de \$11.067. La etiqueta tiene un costo de \$3.000 por cuñete. La mano de obra variable se valora en \$17.546, la comisión de ventas en \$42.000 y, finalmente, los elementos de protección personal en \$3.106. A continuación, se presenta un resumen de estos costos en la TABLA XX

*Tabla XIX  
COSTOS VARIABLES POR UN LOTE DE PINTURA*

<b>UNIDAD DE COSTO.....:</b>	<b>Lote - 6 Cuñetes</b>			
<b>MATERIA PRIMA</b> <i>(Insumos del servicio)</i>	<b>UNIDAD DE COMPRA</b>	<b>COSTO DE UNIDAD</b>	<b>UNIDADES UTILIZADAS</b>	<b>COSTO TOTAL</b>
Preventol	Gramos	\$ 16	461,312	\$ 7.381
Dióxido de Titanio	Libra	\$ 17.500	6	\$ 105.000
Carbonato de calcio	Kilos	\$ 720	153,88	\$ 110.791
Dispersante	Gramos	\$ 21	696	\$ 14.616
Propilenglicol	Gramos	\$ 20	624	\$ 12.480
Acronal 50 solidos	Kilos	\$ 9.983	11,8092	\$ 117.890
Arkopal	Kilos	\$ 21.500	0,89	\$ 19.045
CMC Tixotrol	Gramos	\$ 56	300	\$ 16.800
Anti - espumante	Gramos	\$ 29	606	\$ 17.574
Latekol	Gramos	\$ 15	309,96	\$ 4.649
Esencia de pino	Gramos	\$ 68	120,3	\$ 8.120
<b>TOTALES</b>				<b>\$ 434.346</b>
	Mano de Obra Variable			\$ 17.546
	Comisiones de ventas			\$ 42.000
	Empaque			\$ 66.402
	Etiqueta			\$ 18.000
	Elementos de protección personal			\$ 3.106
	<b>Total Costo Variable</b>			<b>\$ 581.400</b>

**OTROS COSTOS VARIABLES.:**

A continuación, se presentan los activos fijos (consultar TABLA XVIII), que son inversiones prioritarias para producir pinturas en LA EMPRESA. Se realizó una investigación en varias plataformas para obtener los mayores descuentos o beneficios posibles para cada producto. El costo total de estos activos fijos asciende a \$22.787.782. La adquisición se realizará mediante un crédito a cinco años, con DTF del 18% más 11 puntos porcentuales, y la depreciación se calculará de manera lineal. Se realizaron consultas en páginas como Homecenter, Falabella y Alkosto, comparando precios con distribuidores locales para seleccionar la opción más adecuada para LA EMPRESA (Ver 2023107 – Anexo 24 – Impacto financiero).

**TABLA XX**  
**ACTIVOS FIJOS**

<b>Producto</b>	<b>Inversión</b>	<b>Observaciones</b>	<b>Forma de pago</b>	<b>Depreciación</b>
Maquinaria y equipo	\$17.833.578	Báscula, Mezcladora, Motor, Llenadora, Viscosímetro	Crédito	Lineal
Muebles y enseres	\$ 1.775.921	Mesón, Envase plástico, Bidón, Silla	Crédito	Lineal

Computadores y afines	\$ 3.178.284	Computador, Celular	Crédito	Lineal
<b>Total Activos año 0</b>	<b>\$</b>	<b>22.787.782</b>		

En cuanto a la estructura, en LA EMPRESA se contará con un Operario al cual se le asignará un salario básico de \$1.300.000. Para el supervisor (el dueño de LA EMPRESA), se le asignará un salario mensual de \$3.000.000. Además, se tendrá un contador al cual se le pagará una asesoría contable mensual de \$600.000.

Para implementar la cadena de valor en LA EMPRESA, hay que considerar el salario de los estudiantes que realizaron el proyecto. Para este caso, se ha estimado que el costo por hora de cada estudiante durante el desarrollo del proyecto es de \$15.115 por hora basado en un salario mensual de \$1.500.000. Asimismo, para dicha actividad, cada estudiante ha matriculado su asignatura de trabajo de grado, la cual tiene un costo de \$600.000 por semestre. Esta asignatura consta de 4 créditos en el primer semestre y 3 en el segundo semestre, resultando en un gasto en asesoría anual de \$11.571.598 (Ver 2023107 – Anexo 24 – Impacto financiero - Costos y Gastos fijos).

Para los costos fijos, se consideró el salario del operario, los servicios públicos, el valor del arrendamiento, transporte y fletes, entre otros, con un total de \$ 3.098.613 mensuales. Con los gastos fijos, se consideraron gastos de papel y miscelánea, telefonía, seguros, asesoría contable, entre otras cosas, dando un total de \$ 9.384.912 al mes.

El precio establecido se determinó con referencia al 'Anexo 9 - Encuesta de Precios de Pinturas' e investigaciones en línea. Se analizaron los precios de la competencia, como Pintuland y Koraza Pintuco, junto con el precio inicial del cuñete proporcionado por LA EMPRESA. Además, se tiene en cuenta un aumento anual del 12%, basado en el Índice de Precios al Consumidor (IPC). En consecuencia, el precio de venta del lote se fijó en \$969.306, lo cual equivale a un precio por cuñete de \$161.551 (Ver 2023107 – Anexo 24 – Impacto financiero).

Después, se calculó el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Para ello, se realizó el flujo de caja a lo largo de cinco años, considerando un incremento del 12% en el Índice de Precios al Consumidor (IPC), una tasa de oportunidad del 40% teniendo en cuenta que dicha tasa debe ser lo suficientemente alta para pagar el préstamo bancario con interés de 29% y justificar el riesgo que asume el Emprendedor al invertir en la Empresa, el cual es mayor al de invertir en CDTs que ofrecen tasas entre el 12 y el 16% efectivo anual. El incremento anual en ventas al año se tomó del 6%, anual pues se prefirió ser conservador debido a algunas situaciones como la disminución de la dinámica de construcción de vivienda en el 2023.

Con estos parámetros, se obtiene una TIR del 56%, que supera la tasa de oportunidad. En cuanto al VPN, se obtiene un valor de \$ 246.070.105 siendo mayor a 0. Estos dos indicadores muestran que el proyecto es viable y rentable. Además, se analizaron otros dos escenarios. En el primero, las ventas crecieron solo el 2% anual, en lugar del 6% y, aun así, la TIR fue del 50% (superior a la tasa de oportunidad) y el VPN de 146.183.114 dólares (es decir mayor a cero), por lo que el proyecto siguió siendo viable. En el segundo escenario, los costos variables aumentaron un 18% en lugar de aumentar con el 12% del IPC, este escenario busca reflejar principalmente posibles aumentos grandes en los costos de las materias primas y los elementos de protección por problemas con la logística internacional post pandemia y por depreciación del peso. En este escenario la TIR fue del 41% (ligeramente superior a la tasa de oportunidad) y el VPN fue de \$ 15.034.781 (mayor a cero) por lo que el proyecto sigue siendo viable, pero con un riesgo de llegar a no serlo. Se concluye, basándose en lo anterior que es crítico buscar acceder a precios de materias primas que aumenten con valores cercanos al IPC para que el proyecto sea viable (Ver Anexo 25 – Incremento ventas 2% y Anexo 26 – Incremento costo variable por encima IPC)

## Impacto ambiental

Como una entidad comprometida con la sostenibilidad, se implementarán diversas medidas para mejorar el impacto ambiental. Una acción fundamental es usar pinturas con agua y no solventes. Este cambio estratégico se basa en la notable reducción de Compuestos Orgánicos Volátiles (VOC) que ofrecen las pinturas a base de agua. Las estadísticas demuestran que esta reducción puede oscilar entre el 50% y, en algunos casos, superar el 90%, dependiendo de factores como la marca, el tipo de pintura y las regulaciones locales [45].

Esta decisión no solo impacta positivamente en la calidad del aire en los espacios interiores, creando ambientes de trabajo más saludables, sino que también desempeña un papel significativo en la mejora de la calidad del aire exterior.

Otro aspecto clave para reducir el impacto ambiental es la durabilidad de las pinturas, que excede significativamente la vida útil de las pinturas convencionales del mercado. Con una duración que puede ser de 2 a 3 veces mayor, el consumo de recursos necesarios para mantener las superficies pintadas se reduce en 15 años.

En cuanto al manejo de residuos, si bien no se cuenta con datos históricos precisos, se ha planeado un sistema para cuantificar y disponer adecuadamente de los residuos generados en la producción. Los residuos representan aproximadamente el 0.5% de las materias primas totales, teniendo en cuenta lo que queda adherido a las superficies de los equipos. Esta medida refleja el compromiso con la gestión sostenible de los desechos, contribuyendo así a la preservación del medio ambiente.

Además, para abordar el uso de envases plásticos se alentará a los clientes a devolver los tarros, se espera que devuelvan el 2% de los tarros, contribuyendo así a la circularidad y reduciendo la demanda de nuevas materias primas. Asimismo, existe un mercado informal en Cali de venta de envases reciclados, donde estos se comercializan a un precio de \$8.000.

A continuación, se realiza una estimación de la cantidad de tarros ahorrados al cabo de 15 años, considerando la comercialización de 3 444 lotes al año y el reciclaje del 2% de los tarros devueltos por los clientes, se estima que (Ver Anexo 27 – Estimación General Ambiental), desde el primer año, se habrían reciclado aproximadamente:

Año 1: 413,28 cuñetes de plástico.

Año 5: 2.066,4 cuñetes de plástico.

Año 10: 4.132,8 cuñetes de plástico.

Año 15: 6.199,2 cuñetes de plástico.

### **Impacto social**

Ahora bien, la cadena de valor de producción para industrializar un proceso de producción artesanal de pinturas tradicionales genera múltiples impactos sociales

- **Mejora de la infraestructura local:** Los fondos generados por el pago de impuestos por parte de LA EMPRESA contribuyen a aumentar los recursos del gobierno para mejoras en aspectos como por ejemplo carreteras, parques y otras instalaciones públicas.
- **El aumento de la capacidad productiva de la pintura blanca tipo I** puede generar el que se contrate una persona medio tiempo mínimo (o tiempo completo como se proyectó) y también de un estudiante, si las labores que realiza el dueño de LA EMPRESA a nivel administrativo, de ventas y de producción de otros productos colman su tiempo.
- **Servicios de Apoyo:** la formalización de la producción contribuye a la formalización de LA EMPRESA, manejando por contrato servicios como el de contabilidad, mantenimiento de equipos y limpieza semanal.
- **Entrenamiento:** la estandarización del proceso permite que se pueda formar una persona para operarlo, contribuyendo a mejorar sus conocimientos.
- **Asequibilidad Mejorada:** A futuro, a medida que la eficiencia del proceso aumente y los costos operativos se reduzcan, hay una oportunidad para que tal vez LA EMPRESA disminuya los precios de manera que las pinturas de calidad sean más accesibles para una gama más amplia de consumidores.
- **Variedad y Elección:** La capacidad para producir en lotes y de manera más estandarizada permite una mayor diversidad en la gama de productos ofrecidos en el mediano plazo aumentando el número de colores y analizando que otros productos pueden producirse con los mismos equipos como por ejemplo el Graniplast.
- **Acceso a Productos Mejorados:** La implementación de prácticas de Lean Manufacturing y la estandarización del proceso productivo ayudan a la consistencia y calidad del producto final. Esto se traduce en pinturas más duraderas, con propiedades técnicas mejoradas y estéticamente atractivas. Los consumidores finales y las empresas que utilizan estas pinturas experimentarán un acceso mejorado a productos de alta calidad.

- **Participación en la Calidad de Vida:** La calidad de los productos puede influir directamente en la calidad de vida de los consumidores. Pinturas duraderas y de alta calidad pueden reducir la necesidad de mantenimiento constante en hogares y edificaciones, lo que a su vez ahorra tiempo y recursos para las personas y empresas de la comunidad. Que las pinturas tengan menos solventes contribuye a la salud de los consumidores. Además, el uso de elementos de protección personal protege la salud de la persona que lleve a cabo la producción

#### *B. Estandarización de la solución – POE'S (plan de control)*

Para establecer las pautas y pasos para realizar las operaciones clave de LA EMPRESA, garantizando la eficiencia, calidad y seguridad en el proceso productivo de la línea de pintura blanca a base de agua tipo I para exteriores, se establece un documento como Procedimiento Operativo Estándar. Dicho documento hace referencia a información y elementos como el gráfico de flujo, el VSM futuro, el flujograma y el diagrama hombre-máquina que se encuentran en el cuerpo del trabajo (Ver anexo 28 – POE). La información del POE va acompañada de una lista de chequeo y una instrucción de trabajo, abarcando todas las actividades relacionadas con la fabricación de la línea de pintura, desde la recepción y alistamiento de materias primas hasta el almacenaje de producto terminado.

En primer lugar, se identificaron en el documento los puntos críticos a lo largo del proceso de producción de pinturas blancas tipo I, desde la recepción de materias primas hasta la fase de envasado. Cada paso se desglosó en tareas específicas y medibles. La lista de chequeo no solo se centra en aspectos técnicos, sino que también abarca consideraciones de calidad, seguridad y medio ambiente. Además, se asignaron responsabilidades claras a los miembros del equipo para ejecutar y documentar las verificaciones.

En la estandarización del proceso se logró:

- **Dividir cada proceso en tareas específicas y medibles.**
- **Definir criterios claros para cada tarea:** especificar lo que se espera en términos de calidad, cantidad y otros estándares relevantes.
- **Incluir verificaciones periódicas:** programar verificaciones regulares en puntos clave del proceso. Asegurarse de que estas verificaciones sean factibles y proporcionen una supervisión continua.
- **Considerar calidad, seguridad y medio ambiente:** incorporar elementos relacionados con la calidad del producto, la seguridad del proceso y las prácticas ambientales.
- **Asignar responsabilidades:** definir claramente quién es responsable de ejecutar y documentar cada tarea. Esto garantiza la rendición de cuentas y una ejecución consistente.
- **Recopilar retroalimentación y revisar continuamente:** establecer un sistema para recopilar retroalimentación de los empleados involucrados y revisar la lista de chequeo regularmente.

Como recomendación se tiene que el Procedimiento Operativo Estándar (POE) sea revisado periódicamente para asegurar su relevancia y eficacia, con las actualizaciones necesarias implementadas de acuerdo con los cambios en los procesos o estándares de LA EMPRESA. Este POE es de cumplimiento obligatorio para todo el personal involucrado en las operaciones de fabricación.

#### *C. Conclusiones*

La oportunidad consistía en, diseñar la cadena de valor de producción de la pintura blanca en agua para exteriores tipo I de LA EMPRESA para que sea escalable. La Oportunidad se logrará aprovechar mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing para industrializar el proceso y aumentar la capacidad productiva, cumpliendo con cada uno de los objetivos específicos del plan de trabajo, detallados a continuación:

- **Caracterización del proceso productivo actual:** El examen detallado del proceso de producción actual revela una operación mayormente artesanal con poca precisión en la medición de materias primas. La falta de maquinaria y

herramientas especializadas contribuye a tiempos de producción prolongados, alcanzando los 44.6 minutos por cuñete de pintura. La dependencia de la experiencia del propietario para tareas críticas, como la verificación de viscosidad y el pesaje de materias primas, subraya la necesidad de mejoras. Este análisis resalta claramente la oportunidad de implementar tecnologías para mejorar la capacidad y la calidad del producto. Además, subraya la importancia de establecer controles precisos y estandarizados para garantizar la consistencia y la excelencia en la producción.

- **Propuesta de Cadena de Valor Estandarizada:** La identificación y eliminación de actividades que no añaden valor, como los tiempos de espera y procesos manuales innecesarios, se tradujeron en un proceso más ágil que aprovecha más los recursos. Introduciendo máquinas como mezcladoras y envasadoras, la propuesta no solo aborda las deficiencias identificadas, sino que redefine el proceso completo. Al reducir el tiempo total de producción de 44.6 minutos a 33 minutos, se logra una mejora significativa y se aumenta la capacidad de producción. El uso de *Poka Yoke* asegura la calidad del producto al prevenir errores durante el proceso, mientras que la metodología 5S optimiza la organización del espacio y garantiza una producción ordenada. Este enfoque integral, respaldado por el análisis del VSM, establece las bases para una producción más eficiente y consistente, facilitando la capacitación de nuevos operarios y permitiendo una fácil escalabilidad del proceso.
- **Validación Mediante Simulación:** La fase de validación se realizó mediante simulaciones detalladas en Arena, respaldando la robustez del diseño de la cadena de valor. Los resultados, respaldados por indicadores clave de rendimiento (KPI), son testimonio de su éxito: La participación de mercado experimentará un ascenso sustancial, alcanzando el 0,51%, superando la meta inicial del 0,30%. Asimismo, la producción mensual promedio de pintura ascenderá a 8,631 galones, superando la meta de 5,000 galones. La simulación también puso de manifiesto la eficiencia del diseño en la gestión de recursos y la reducción de tiempos de inactividad, validando la efectividad de las estrategias implementadas. Es crucial destacar que la simulación probó que no solo cumplió con los KPI establecidos, sino que también resaltó cómo el diseño se traduce de manera palpable en mejoras tangibles.
- **Evaluación de Viabilidad Financiera:** Se destaca la robustez del diseño propuesto, evidenciando su capacidad para generar beneficios sostenidos. Con un Valor Presente Neto (VPN) de \$9,589,779 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 22%, el proyecto asegura no solo rentabilidad atractiva, sino también flujos de efectivo consistentes a lo largo del tiempo. La proyección financiera se respalda con escenarios diversos que contemplan fluctuaciones económicas, reafirmando la resiliencia del proyecto ante un aumento de las ventas y la vulnerabilidad ante un crecimiento menor al esperado. Estos escenarios no solo exploran las posibilidades positivas, sino que también identifican y mitigan riesgos potenciales, proporcionando así una visión más completa y preparada para la toma de decisiones.

#### *D. Recomendaciones*

- LA EMPRESA puede considerar la incorporación de tecnologías avanzadas de automatización en áreas específicas del proceso, como mezcla y envasado, para aumentar la eficiencia y minimizar errores. Además, explorar alianzas estratégicas con proveedores tecnológicos para mantenerse a la vanguardia en innovación y tener acceso a las últimas soluciones automatizadas.
- LA EMPRESA puede evaluar la expansión del portafolio de productos mediante la diversificación de la línea de pinturas para abarcar nuevas necesidades del mercado. Asimismo, debería considerar la posibilidad de adoptar materiales más sostenibles en la formulación de pinturas para alinearse con las demandas crecientes de productos sostenibles y fortalecer la imagen de LA EMPRESA como una empresa comprometida con la sostenibilidad.
- Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real permitirá a LA EMPRESA obtener datos precisos sobre el rendimiento del proceso, permitiendo una toma de decisiones más ágil. Complementariamente, LA EMPRESA debería invertir en programas de capacitación continua para el personal, asegurando que estén actualizados con las últimas tecnologías y metodologías.
- LA EMPRESA puede explorar la posibilidad de expandirse a nuevos mercados geográficos o segmentos de clientes, identificando oportunidades de crecimiento y fortaleciendo la posición competitiva en la industria.

- LA EMPRESA debe comprometerse con la investigación y desarrollo constante para estar a la vanguardia de las tendencias del mercado y anticiparse a posibles cambios en la demanda o en la tecnología, asegurando la posición líder de LA EMPRESA en la industria de pinturas.

## GLOSARIO

**CAMACOL:** (Cámara Colombiana de la Construcción), organización sin fines de lucro que representa a la industria de la construcción en Colombia. Su objetivo es promover el desarrollo sostenible del sector y mejorar la calidad de vida de la población [44].[45]

**DANE:** (Departamento Administrativo Nacional de Estadística), entidad pública colombiana encargada de recolectar, producir, analizar y difundir información estadística sobre diferentes aspectos de la realidad social, económica, ambiental y demográfica del país [46].

**EAM:** (Encuesta Anual Manufacturera), encuesta realizada por el DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística) de Colombia para obtener información sobre la producción, el personal ocupado, el consumo intermedio, el valor agregado y otros aspectos de la actividad manufacturera en Colombia [47].

**GQSP Colombia:** Es el Grupo de Calidad y Seguridad de los Productos de Colombia, una entidad creada por el Gobierno Nacional para garantizar la calidad y seguridad de los productos que se comercializan en el país [48].

**MINAMBIENTE:** Es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, encargado de formular, adoptar y coordinar las políticas, planes, programas y proyectos del sector ambiental en Colombia [5].

**MINCIT:** Es el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia, encargado de formular y adoptar políticas y programas que promuevan el desarrollo empresarial y la competitividad en el país [49].

**NTC:** (Normas Técnicas Colombianas), conjunto de estándares técnicos que establecen las características y requisitos mínimos de calidad y seguridad que deben cumplir los productos, procesos y servicios en Colombia [50].

**ONUDI:** (Organización de Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial), organización internacional que tiene como objetivo promover el desarrollo industrial sostenible en los países miembros y en vías de desarrollo. Fue fundada en 1966 y cuenta con 170 países miembros [51].

**PIB: (Producto Interno Bruto), medida económica que representa el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos en un país durante un período determinado, generalmente un año [51].[52]**

**VOC:** (Compuestos Orgánicos Volátiles), es un término general que se refiere a una amplia gama de compuestos orgánicos que tienen una alta presión de vapor a temperatura ambiente y que pueden ser liberados en el aire por diversas fuentes, incluyendo procesos industriales, productos de consumo y procesos biológicos.

**DNP: (Departamento Nacional de Planeación), entidad técnica que impulsa una visión estratégica del país en los campos social, económico y ambiental, mediante el diseño, la orientación y evaluación de las políticas públicas colombianas, el manejo y asignación de la inversión pública y la concreción de estas en planes, programas y proyectos del Gobierno [52].[53]**

## REFERENCIAS

- [1] ONUDI, “Programa de calidad para la cadena de químicos. Valoración de las tendencias de la cadena de valor de químicos. Sector de pinturas. Colombia: Un programa de: ONUDI, SECO, MINCOMERCIO Y Colombia Productiva.”
- [2] GALEANO BALAGUERA PAULA, “Los desembolsos para la financiación de vivienda cayeron un 37,7%,” <https://www.portafolio.co/economia/los-desembolsos-para-la-financiacion-de-vivienda-cayeron-un-37-7-574273>.

- [3] LEGISCOMEX, “Inteligencia de Mercados- pinturas y pigmentos en Colombia.” <https://www.legiscomex.com/BancoMedios/Documentos%20PDF/estudio-pinturas-colombia-consumo.pdf>.
- [4] FedeDesarrollo, “Tendencia Económica - Fedesarrollo.org.co,” [https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/te\\_feb2023\\_0.pdf](https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/te_feb2023_0.pdf).
- [5] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, “Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,” <https://www.minambiente.gov.co/>.
- [6] DANE, “Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción (IEAC),” [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib\\_const/Bol\\_IEAC\\_IVtrim22.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib_const/Bol_IEAC_IVtrim22.pdf).
- [7] Corte Constitucional de Colombia, “Sentencia C-1141/00,” <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2000/c-1141-00.htm#:~:text=La%20Constituci%C3%B3n%20ordena%20la%20existencia,satisfacci%C3%B3n%20de%20sus%20necesidades%20humanas.>
- [8] F. Duarte, “Informe pronostica crecimiento del mercado de pinturas en Latinoamérica.” [Online]. Available: <https://www.zonadepinturas.com/2023052313573/noticias/empresas/informe-ponostica-crecimiento-del-mercado-de-pinturas-en-latam.html>
- [9] W. G. Zapata Sánchez, “ESTUDIO DE MERCADO: FABRICACIÓN DE PINTURAS, BARNICES Y REVESTIMIENTOS SIMILARES, TINTAS DE IMPRENTA Y MASILLA.” [Online]. Available: <https://ode.medellindigital.gov.co/wp-content/uploads/2021/02/Doc-23-Pinturas-barnices-y-revestimientos.pdf>
- [10] V. M. NIETO and S. A. PEREA, “Cadena Productiva de Pinturas, Masillas, Pigmentos, Tintas y Removedores Estructura, Comercio Internacional y Protección.” [Online]. Available: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/485.pdf>
- [11] MinSalud, “GUÍA PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PROMOCIÓN Y PREVENCIÓN EN LAS FÁBRICAS DE PINTURAS,” <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/7guias-actividades-pyp-fabrica-pinturas.pdf>.
- [12] W. A. Torres Parra, “Estudio de viabilidad para el desarrollo de la Franquicia Cosechas en Tenjo,” Especialización, Universidad Santo Tomás, 2018. Accessed: May 19, 2023. [Online]. Available: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/16251/2019williamtorres.pdf>
- [13] M. R. Kirchmayr *et al.*, “Manual para la estandarización de los procesos de producción del mezcal guerrerense,” *Repositorio Institucional de CIATEJ*, 2014.
- [14] Cárdenas Álvarez Paúl Alejandro, “Estandarización de los procesos productivos de Pieles de ganado vacuno en le Empresa de Curtiembre Artesanal Pieles Puma en la ciudad de Ambato,” Pregrado, Universidad Tecnológica Indoamérica, Ambato - Ecuador, 2021. Accessed: May 19, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2184/1/C%3%81RDENAS%20%C3%81LVAREZ%20PA%3%9AL%20ALEJANDRO.pdf>
- [15] J. A. Prieto Medina, “Estandarización de los procesos operativos para la elaboración de cerveza artesanal en la microempresa Caranqui Libre,” Pregrado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra - Ecuador, 2020. Accessed: May 19, 2023. [Online]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10712/2/03%20EIA%20512%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- [16] R. U. Delgado Araujo, “Optimización de la línea de producción de bombones de la planta artesanal Don Eli a través de la estandarización de las actividades de los procesos, con la metodología de tiempos y movimientos,” Magister, Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2018. Accessed: May 19, 2023. [Online]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19387/1/CD-8772.pdf>
- [17] A. M. Ovalle Castiblanco, “Metodología para el diseño de los sistemas de trabajo en el proceso de cosecha manual de árboles frutales en condiciones de pendiente. Caso de aplicación: Cítricos en Caldas-Colombia,” Doctorado, Universidad Nacional de Colombia, Manizales - Colombia, 2021.
- [18] S. A. Sánchez Soto, “Propuesta de mejora en el proceso de cosecha manual de arándano biloxi para aumentar la eficiencia en la empresa agroindustrial Camposol S.A.,” Pregrado, Universidad Privada del Norte, 2020.
- [19] D. S. Murillo García, “Modelo de negocio para la Producción y Comercialización de Caracoles,” Magister, Universidad Autónoma de Bucaramanga, Bucaramanga, 2021.
- [20] “Báscula de Piso Industrial BAXIC 60 KG,” Badecol. [Online]. Available: <https://www.badecol.com/products/bascula-de-piso-industrial-baxic-60-kg>
- [21] “ENVASE PLASTICO,” Sypel. [Online]. Available: <https://sypel.com.co/producto/envase-plastico/>
- [22] “Motor Electrico POWER Monofasico 1hp 1800rpm,” Equipmaster. [Online]. Available: <https://equipmaster.com.co/product/motor-electrico-power-monofasico-1hp-1800rpm/>
- [23] “CUÑETE 5 GALONES,” Nisteplast. [Online]. Available: <https://www.nisteplast.com/productos/cunete/>
- [24] “Motor Electrico POWER Monofasico 3hp 1800rpm,” Equipmaster. [Online]. Available: <https://equipmaster.com.co/product/motor-electrico-power-monofasico-3hp-1800rpm/>
- [25] “BIDON TAPA ROSCA 30 GALONES,” Nisteplast. [Online]. Available: <https://www.nisteplast.com/productos/bidon-tapa-rosca-30-galones/>
- [26] “Taza De Viscosidad De Pintura, Taza De Viscosímetro Con,” Mercadolibre. [Online]. Available: [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1344704801-taza-de-viscosidad-de-pintura-taza-de-viscosimetro-con\\_JM](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1344704801-taza-de-viscosidad-de-pintura-taza-de-viscosimetro-con_JM)
- [27] “Tester de Ph Phep Hi 98107,” Homecenter. [Online]. Available: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/519680/tester-de-ph-phep-hi-98107/519680/>
- [28] “PINTURAS AL AGUA TIPO EMULSIÓN,” NORMA TÉCNICA NTC COLOMBIANA 1335. [Online]. Available: [https://members.wto.org/crntattachments/2016/TBT/COL/16\\_0285\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crntattachments/2016/TBT/COL/16_0285_00_s.pdf)
- [29] “Llenadora por peso 200 litros Líquidos/viscosos,” Tecnoembalaje. [Online]. Available: <https://tecnoembalaje.com/producto/llenadora-de-liquidos-viscosos-por-peso-200lt/>
- [30] “Bolsas De Filtro De Pintura De 5 Galones, Color Blanco Regul,” Mercadolibre. [Online]. Available: <https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-1235330568-bolsas-de-filtro-de-pintura-de-5-galones-color-blanco-regul->

\_JM?matt\_tool=70147493&matt\_word=&matt\_source=google&matt\_campaign\_id=14633851809&matt\_ad\_group\_id=122277564930&matt\_match\_type=&matt\_network=g&matt\_device=c&matt\_creative=545410559217&matt\_keyword=&matt\_ad\_position=&matt\_ad\_type=pla&matt\_merchant\_id=717941635&matt\_product\_id=MCO1235330568&matt\_product\_partition\_id=2163484155058&matt\_target\_id=pla-2163484155058

- [31] Organización Internacional del Trabajo, “Mejora de la seguridad y salud en el trabajo en las pequeñas y medianas empresas.” [Online]. Available: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_dialogue/---lab\\_admin/documents/publication/wcms\\_792224.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/---lab_admin/documents/publication/wcms_792224.pdf)
- [32] Congreso Colombia, “Ley 1562 SISTEMA DE RIESGOS LABORALES Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES EN MATERIA DE SALUD OCUPACIONAL.” [Online]. Available: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-1562-de-2012.pdf>
- [33] “Respirador Reutilizable de Media Cara 3M™ 7500,” 3M. [Online]. Available: [https://www.3m.com.co/3M/es\\_CO/p/d/b00039314/](https://www.3m.com.co/3M/es_CO/p/d/b00039314/)
- [34] “Cartucho Vapor Orgánico /Gas Ácido 3M™, 6003/07047, (AAD) Protección Respiratoria, 60/Caja,” 3M. [Online]. Available: [https://www.3m.com.co/3M/es\\_CO/p/d/v000093369/](https://www.3m.com.co/3M/es_CO/p/d/v000093369/)
- [35] “Filtro para partículas 3M™ P100, para Ozono y Vapores Orgánicos, 2097, 100/Caja,” 3M. [Online]. Available: [https://www.3m.com.co/3M/es\\_CO/p/d/v000173649/](https://www.3m.com.co/3M/es_CO/p/d/v000173649/)
- [36] “Delantal en pvc,” BISOC S.A.S. [Online]. Available: <https://www.bisoc.com.co/producto/delantal-en-pvc/>
- [37] “GUANTE QUIMICO 747,” Urigo. [Online]. Available: <https://urigo.com/product/guante-quimico-747/>
- [38] “Monogafa de seguridad ATREO Lente Claro AF,” Homecenter. [Online]. Available: <https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/358936/monogafa-de-seguridad-atreo-lente-claro-af/358936/>
- [39] “Poka-Yoke, un método a prueba de errores.” [Online]. Available: <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/poka-yoke-un-metodo-a-prueba-de-errores>
- [40] “Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera,” scielo. [Online]. Available: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1810-99932021000200249](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000200249)
- [41] “La importancia de una buena gestión visual,” globallean. [Online]. Available: <https://globallean.net/gestion-visual/>
- [42] J. N. FETECUA QUECANO and N. BARRAGÁN BERMÚDEZ, “PROPUESTA PARA EL APROVECHAMIENTO DEL AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE RESINAS ALQUÍDICAS EN LA EMPRESA PINTURAS SUPER LTDA.” [Online]. Available: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6589/1/6112768-2017-2-IQ.pdf>
- [43] A. Ramírez Sandoval, “CUADERNILLO DE EJERCICIOS DE DIAGRAMA DE RECORRIDO y BLOQUES,” TECNOLOGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MEXICO. [Online]. Available: <http://www.tesoem.edu.mx/alumnos/cuadernillos/2013.013.pdf>
- [44] “CONCEPTOS FUNDAMENTALES EN LA SIMULACIÓN CON ARENA,” Biblus.us. [Online]. Available: <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/30142/fichero/CAPITULO+5.pdf>
- [45] CAMACOL, “Quiénes somos,” <https://camacol.co/nosotros/quienes-somos#:~:text=Camacol-,Somos%20una%20asociaci%C3%B3n%20gremial%20de%20car%C3%A1cter%20nacional%20sin%20C3%A1nimo%20de,de%20valor%20de%20la%20construcci%C3%B3n.>
- [46] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, “DANE,” <https://www.dane.gov.co/>.
- [47] DANE, “Encuesta Anual Manufacturera - EAM,” <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/industria/encuesta-anual-manufacturera-enam/eam-historicos#:~:text=La%20EAM%20busca%20obtener%20informaci%C3%B3n,su%20estructura%2C%20evoluci%C3%B3n%20del%20desarrollo.>
- [48] ONUDI, “GQSP COLOMBIA – PROGRAMA DE CALIDAD PARA LA CADENA DE QUÍMICOS,” <https://ods9.org/resource/160/gqsp-colombia-programa-de-calidad-para-la-cadena-de-quimicos>.
- [49] I. y T. Ministerio de Comercio, “Ministerio de Comercio, Industria y Turismo,” <https://www.mincit.gov.co/>.
- [50] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, “Normas Técnicas Colombianas - NTC,” <https://www.icontec.org/normализacion/los-beneficios-de-las-normas-tecnicas-en-tu-vida-diaria/>.
- [51] Ministerio de relaciones exteriores, “Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI),” <https://www.cancilleria.gov.co/international/multilateral/united-nations/unido>.
- [52] Banco de la República - Colombia, “Producto interno bruto (PIB),” <https://www.banrep.gov.co/es/glosario/producto-interno-bruto-pib>.
- [53] Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia, “Departamento Nacional de Planeación (DNP) de Colombia | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo,” <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/instituciones/departamento-nacional-de-planeacion-dnp-de-colombia>.

## ANEXOS

### TABLA XXI

#### TABLA DE ANEXOS

No. Anexo	Nombre	Desarrollo (propio o terceros)	Tipo de Archivo (PDF, HTLM, Excel, Word...)
-----------	--------	--------------------------------	---

1	2023107 - Anexo 1 - Ficha Técnica Actual	Propio	Excel
2	2023107 - Anexo 2 - Encuesta aceptación de Pinturas	Propio	Excel
3	2023107 - Anexo 3 - Encuesta Demanda Pintura	Propio	Excel
4	2023107 – Anexo 4 - Encuestas grupo Clientes	Propio	Excel
5	2023107 – Anexo 5 - Encuestas grupo Comunidad Local	Propio	Word
6	2023107 - Anexo 6 - Antigua Tabla Requerimientos Grupos de Interés	Propio	Word
7	2023107 - Anexo 7 - Plan para Recolección de Datos	Propio	Excel
8	2023107 - Anexo 8 - Calculo participación demanda pintura	Propio	Excel
9	2023107 - Anexo 9 - Encuesta precio de Pinturas	Propio	Excel
10	2023107 – Anexo 10 - Matriz AHP	Propio	Excel
11	2023107 – Anexo 11 - Project	Propio	Project
12	2023107 – Anexo 12 - Project Charter	Propio	Excel
13	2023107 – Anexo 13 – VSM actual	Propio	Excel
14	2023107 – Anexo 14 – Diagrama analítico actual	Propio	Excel
15	2023107 – Anexo 15 – VSM futuro	Propio	Excel
16	2023107 – Anexo 16 – Diagrama H-M	Propio	Excel
17	2023107 – Anexo 17 – Ficha técnica equipos	Propio	Excel
18	2023107 – Anexo 18 – Número operarios	Propio	Excel
19	2023107 – Anexo 19 – Matriz de Riesgos	Propio	Excel
20	2023107 – Anexo 20 - Diseño propuesto del anverso y reverso de la etiqueta del cuñete de pintura	Propio	Excel
21	2023107 – Anexo 21 – Simulación 1	Propio	Excel
22	2023107 – Anexo 22 – Simulación 2	Propio	Excel
23	2023107 – Anexo 23 – Informe de resultados	Propio	Txt
24	2023107 – Anexo 24 – Impacto financiero	Propio	Excel
25	2023107 – Anexo 25 – Incremento ventas 2%	Propio	Excel
26	2023107 – Anexo 26 – Incremento costo variable por encima IPC	Propio	Excel
27	2023107 – Anexo 27 – Estimación General Ambiental	Propio	Txt
28	2023107 – Anexo 28 – POE	Propio	Pdf