



**Instructivos y documentación del proceso de producción en la creación de tanques de PRFV
en el área de materiales compuestos.**

Esteban Congote Cardona

Ingeniero Industrial

Modalidad de Práctica: Semestre de Industria

Asesor

Sergio Hermes Sampedro Bermúdez

Ingeniero Industrial

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Pregrado de Ingeniería Industrial
Medellín
2024

Cita	(Congote, 2024)
Referencia	Congote, E. (2024). Instructivos y documentación del proceso de producción en la creación de tanques de PRFV en el área de materiales compuestos. [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Créditos a escenario de prácticas, personas, proyectos que aportaron al desarrollo de la práctica (interna y externamente: empresa y área de la empresa, grupo de investigación, proyecto, organización)



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: Jhon Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Julio César Saldarriaga.

Jefe departamento: Mario Alberto Gaviria Giraldo.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

Este trabajo va dedicado especialmente a mi madre quien fue la persona más influyente en el resultado de no solo los logros que hoy se cosechan sino de toda una trayectoria que ha marcado para bien en mi vida; siendo de gran apoyo en cada uno de los escalones por los que he tenido que pasar para llegar donde estoy.

A Dios por darme las fuerzas y la valentía para seguir a pesar de las adversidades, a mis hermanas que fueron pilares fundamentales y siempre fueron un apoyo inigualable.

Por último, a mis compañeros, amigos, profesores y a la Universidad de Antioquia que me ha dejado vivir una de las mejores etapas de mi vida y que gracias al apoyo de cada una de las personas con las que compartí estoy recogiendo los frutos que una vez sembré.

Agradecimientos

Un especial agradecimiento a Invesa y Fibratore por permitirme desarrollar mis prácticas profesionales en sus instalaciones, a mi asesor interno Camilo Granada y los supervisores Hernando Gil y Jorge Vélez; a todos los y las integrantes de la planta de materiales compuestos por nunca negarme el conocimiento y darme una oportunidad de seguir aprendiendo y desarrollarme como persona.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1 Objetivos	10
1.1 Objetivo general	10
1.2 Objetivos específicos	10
2 Marco teórico	12
3 Metodología	14
4 Resultados	17
4.1 Identificación y análisis de procesos.	17
4.2 Redacción de instructivos.	21
4.3 Implementación y capacitación.	21
4.4 Evaluación y ajustes.	22
4.5 Documentación y manuales aledaños al proceso productivo.	23
5 Análisis	25
6 Recomendaciones	27
7 Conclusiones	28
Referencias	29

Lista de figuras

Figura 1. Flujos de operación en planta Fibratore de Invesa. Fuente. Elaboración propia.	15
Figura 2. Simulador máquina de filament. Fuente. Invesa.....	17

Lista de imágenes

Imagen 1. Proceso de ubicación de mylan. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.....	18
Imagen 2. Proceso de ubicación de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.....	19
Imagen 3. Proceso de ensamble. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.....	20
Imagen 4. Trazo de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.....	20
Imagen 5. Perforación de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.	20
Imagen 6. Fallo en máquina. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.....	23

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PRFV	Poliéster reforzado con fibra de vidrio
Hoops	Coberturas parciales de fibra y resina en el cilindro
SST	Seguridad y salud en el trabajo
PMI	Premio a la mejor idea
PQR	Peticiones, quejas o reclamos
EPP	Elementos de protección personal
HILAR	Coberturas completas de fibra y resina en el cilindro
MYLAN	Papel tipo acetato
Roving	Programación en máquina del proceso de mylan

Resumen

Las empresas manufactureras enfrentan desafíos como lo son la gestión ineficiente de sus recursos, la falta de estandarización en procesos, problemas con la documentación y capacitación; estos problemas afectan la productividad y la calidad de los productos dificultando la implementación de mejoras.

Invesa en el área de Fibratore posee la producción de materiales compuestos de PRFV en la cual ha enfrentado problemas con la falta de documentación adecuada en los procesos; además la operación crítica de la maquina filament la cual depende excesivamente de unas pocas personas con conocimiento especializado, lo que ha generado ineficiencias operativas, variabilidad en la calidad de los productos y dependencia de personal.

Este proyecto titulado “Instructivos y documentación del proceso de producción en la creación de tanques de PRFV en el área de materiales compuestos” se centra en abordar estos problemas mediante la creación y documentaciones de instructivos detallados, la estandarización de procedimientos y la implementación de programas de capacitación continua; mejorando a su vez la comunicación interna y la coordinación entre áreas asegurándose así que todos los colaboradores comprendan y sigan los nuevos procedimientos elevando la eficiencia, calidad y competitividad en el sector.

Palabras clave: PRFV, documentación de procedimientos, control de calidad, supervisión de actividades, optimización de recursos, producción de materiales compuestos, competitividad empresarial.

Abstract

Manufacturing companies face challenges such as inefficient management of their resources, lack of standardization in processes, problem with documentation and training; these problems affect productivity and product quality making it difficult to implement improvements. Invesa in the area of Fibratore has the production of PRFV composite materials in which it has faced problems with the lack of adequate documentation in the processes; also the critical operation of the filament machine which depends excessively on a few people with specialized knowledge which has generated operational inefficiencies, variability in the quality of the products and dependence on personnel.

This Project entitled “Instructives and documentation of the production process in the creation of PRFV tanks in the area of composite materials” focuses on addressing these problems through the creation and documentation of detailed instructions, the standardization of procedures and the implementation of continuous training programs, improving internal communication and coordination between areas, thus ensuring that all employees understand and follow the new procedures, increasing efficiency, quality and competitiveness in the sector.

Keywords: PRFV, documentation of procedures, quality control, supervision of activities, optimization of resources, production of composite materials, business competitiveness.

Introducción

Invesa se distingue en el mercado por su compromiso con la innovación, calidad y la sostenibilidad. Su enfoque en la producción de PRFV busca garantizar productos de alta resistencia y durabilidad adecuados para una amplia gama de productos y aplicaciones industriales; esto se ha logrado con altos estándares en sus procesos productivos, priorizando la eficiencia y la satisfacción del cliente mediante la adopción de tecnologías avanzadas y prácticas de gestión eficientes.

En el área de Fibratore de Invesa dedicada a la producción de materiales compuestos de PRFV se han identificado problemas significativos relacionados con la falta de documentación adecuada de los procesos y la operación crítica de la máquina de filament dado a su vez por la dependencia excesiva de un pequeño grupo de personas con conocimiento especializado; generando ineficiencias operativas, variabilidad en la calidad de los productos y una preocupante dependencia del personal.

Este proyecto tiene como objetivos crear y documentar instructivos detallados para los procesos de producción, estandarizar los procedimientos operativos, implementar programas de capacitación continua, mejorar la comunicación interna y coordinación entre áreas y reducir la dependencia de personal especializado asegurando la consistencia en la calidad del producto.

Para el desarrollo de este proyecto se adoptó una metodología basada en diversas actividades claves tales como la realización de entrevistas presenciales al personal del proceso productivo, la elaboración de reportes detallados de actividades de producción, la investigación y aplicación de programas de producción, la evaluación de programas de capacitación, la supervisión de proyectos de producción, el cumplimiento de plazos y la colaboración en la planificación de estrategias de operaciones.

Los resultados obtenidos reflejan una mejora significativa en la documentación y estandarización de los procesos, un mayor control de calidad y una reducción de la dependencia en personal clave para la operación de la maquinaria crítica. Estas mejoras han optimizado los recursos y mejorado la eficiencia operativa, contribuyendo a la sostenibilidad y competitividad de Invesa en el mercado.

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Establecer un sistema de instructivos detallados y estandarizados para los procesos de producción de tanques de PRFV en Fibratore de Invesa, con un énfasis en el proceso de filament; con el fin de mejorar la eficiencia, la transmisión de conocimientos y garantizar la continuidad operativa.

1.2 Objetivos específicos

- Documentar exhaustivamente el proceso de filament y otros procesos críticos asociados con la creación de tanques de PRFV.
 - Realizar un análisis detallado de cada etapa del proceso de filament.
 - Recopilar información y mejores prácticas de los operarios actuales.
 - Estandarizar la documentación para facilitar la comprensión y aplicación.
- Crear instructivos detallados para cada etapa del proceso de producción, facilitando la capacitación y reduciendo la dependencia de conocimientos empíricos.
 - Desarrollar guías paso a paso para cada fase requerida del proceso.
 - Incluir gráficos, diagramas o fotografías para una mejor comprensión visual.
 - Asegurarse que los instructivos sean accesibles y fáciles de usar para todo el personal.
- Establecer estándares de calidad y seguridad en cada fase del proceso con énfasis en la operación de maquinaria específica y la manipulación de materiales.
 - Definir criterios de calidad específicos para cada etapa de producción.
 - Implementar protocolos de seguridad claros y concisos.
 - Asegurarse que todos los estándares cumplan con las normativas industriales y de seguridad.
- Capacitar al personal nuevo y existente en el uso correcto de los instructivos, asegurando la continuidad operativa y la eficiencia del proceso.
 - Desarrollar programas de capacitación basados en los nuevos instructivos.

- Organizar talleres y sesiones de formación para el personal.
- Establecer un sistema de evaluación para asegurarse que el personal comprenda y aplique correctamente los instructivos.

2 Marco teórico

Uno de los conceptos más importantes a entender para los materiales compuesto y como tal para la planta es el **poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)**, material usado con técnicas como lo son Filament Winding la cual consiste en fabricar estructuras compuestas por fibras enrolladas bajo una tensión las cuáles sirven como refuerzo. Otra técnica también utilizada para el proceso de materiales PRFV es el Hand Lay Up en la cual se construye un material a base de varias capas de compuesto reforzado; adicional a esto se tiene el método Spray Up el cual es una combinación de resina catalizada en un equipo de aspersión junto con fibras de vidrio en diferentes presentaciones de acuerdo al producto a fabricar, esta combinación permite impregnar superficies o moldes con el fin de crear piezas como lo son tanques, postes, tuberías, refuerzos, etc. La técnica de pultrusión en el cual los filamentos de fibra son impregnados de resina y mediante la tracción y el calor generado por los compuestos se adhieren permitiendo crear secciones o materiales de poliéster reforzado con fibras de vidrio (PRFV); un proceso mayormente usado para la creación de camisas para postes, perfiles, etc.

Con el fin de generar estándares de calidad en la industria de tanques de almacenamiento el producto debe cumplir con todas las normativas vigentes y así lograr ser una empresa líder en el mercado; para esto se requiere tener mediciones de calidad a lo largo del proceso productivo en sus propiedades físicas, mecánicas y químicas. Las propiedades físicas permiten analizar el desempeño cuando el producto es sometido a situaciones que generen un impacto o posible deterioro, las propiedades mecánicas permiten ver el resultado del material cuando se somete a cargas externas que podrían atentar contra la vida útil del producto; finalmente las propiedades químicas permiten determinar la durabilidad del material frente agentes químicos y/o térmicos. Este trabajo no busca indagar a fondo sobre el comportamiento o posibles cambios que se puedan generar a los productos ya que estos deben cumplir con ciertas normas, sin embargo, se debe entender el comportamiento del producto y la manera en que este debe resistir tanto al producto que va almacenar como a las condiciones externas a las cuales se verá expuesto.

Con el fin de generar un sistema de gestión de la calidad que permita poseer un conjunto de normas y estándares internacionales y así cumplir los requisitos de calidad que una empresa

requiere y así satisfacer las necesidades y requisitos solicitados por sus clientes mediante el esfuerzo de sus colaboradores y la mejora continua, se deben cumplir con los lineamientos que permitan dar un correcto seguimiento y control a los puntos críticos; una manera de lograr este paso es gracias a los sistemas de gestión de calidad y las normativas vigentes con las que cuenta Invesa como lo son la NTC ISO 9001:2015, NTC ISO 14001:2015, NTC ISO 45001:2018. Según la Organización Internacional de Normalización (ISO) estas regulaciones y seguimientos que debe realizar Invesa están asociadas así:

- NTC ISO 9001:2015: Sistema de gestión de la calidad en red de procesos, mejora el desempeño global de la organización y proporciona una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible.
- NTC ISO 14001:2015: Sistema de gestión medioambiental, proporciona un marco para las organizaciones con el fin de implementar y mejorar continuamente el desempeño ambiental.
- NTC ISO 45001:2018: Sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SST), con este sistema las organizaciones gestionan los posibles riesgos a los que se está expuesto según el área de trabajo.

3 Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se tomó un enfoque cualitativo, permitiendo tener un mejor entendimiento y visualización de los procesos en la planta de materiales compuestos dado la naturaleza única y personalizada de los productos para cada cliente; junto con las pequeñas cantidades producidas para algunos casos dificultaban un análisis cuantitativo. De esta manera se logró una interpretación más precisa de la toma de datos, el desarrollo de la propuesta y los resultados finales. Se utilizaron técnicas de observación directa del proceso de producción, entrevistas con operarios expertos en el tema (calificados, oficiales y supervisores), cuya experiencia permitieron identificar correcciones que no se detectaron con la observación directa; además se realizó una revisión de documentos internos para visualizar el proceso actual, identificar posibles mejoras, cambios, actualizaciones y faltantes.

Para alcanzar los objetivos propuestos, se elaboraron documentos adicionales a los actuales en planta los cuales permitieron un mayor control de la operación y mejores resultados. Entre estos documentos se encuentran el instructivo para el manejo de la maquina de giros de fondos y abombados, el instructivo de rodillos eléctricos y niñeras, el manual de seguridad operativa y las tablas de control de eficiencia operacional, estos documentos se realizaron con el formato empresarial, teniendo en cuenta la seguridad como factor primordial y mencionando todos los implementos necesarios y sugerencias para la operación.

En la fase de identificación y análisis de procesos, se realizó un análisis inicial de los procesos activos en planta tomando en cuenta que la producción no es lineal debido a que se trabaja bajo pedido y en la mayoría de los casos los productos no tienen las mismas características a pesar de ser para un mismo cliente. Se comenzó con la visualización del proceso de la maquina de filament winding dado que había pendiente la producción de un tanque con este método, este proceso recibió un mayor seguimiento por ser un proceso crítico para la creación de tanques dada la reciente adquisición de esta maquina y la transición del método hand lay up a este nuevo método; lo que genero controversias, estudios y cambios significativos en la planta destacando la importancia de los instructivos y la necesidad de reducir la dependencia de unos pocos colaboradores. Para esta fase se adoptó un enfoque investigativo, preguntando a los colaboradores sobre el funcionamiento y programación de la máquina de filament, además de utilizar videos ilustrativos sobre el funcionamiento y programación de la maquina y poder conocer procesos similares. Para el manejo de la maquina de filament se realizaron instructivos con las programaciones requeridas para cada proceso; incluyendo el giro de la maquina de filament, el movimiento de la bancada de hilar o máquina de riel y los procesos de operación como la ubicación de mylan, hilar y la aspersion en la máquina de riel.

Una vez finalizado el proceso de filament, se realizo seguimiento en los procesos de ensamble del cilindro, que incluía la unión entre cilindros; cabe mencionar que algunos procesos pueden llevarse a cabo en paralelo dependiendo de la disponibilidad de la planta, la materia prima y el personal disponible.

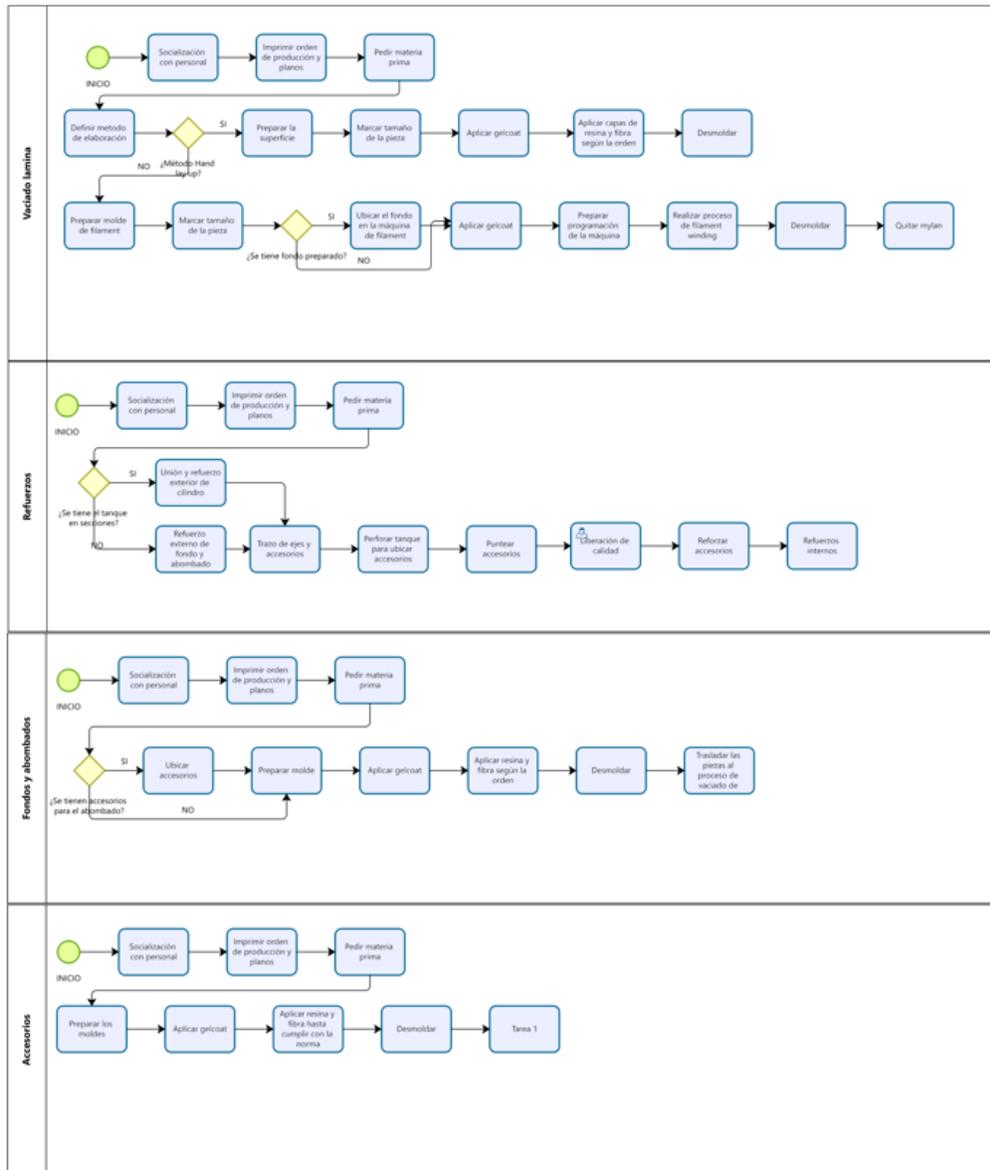


Figura 1. Flujos de operación en planta Fibratore de Invesa. **Fuente.** Elaboración propia.

En algunos casos los tanques a realizar pueden realizarse en un solo tramo ocasionando que ciertos procesos sean omitidos según las especificaciones. La intervención de calidad debe ser rigurosa al tratarse de productos que pueden almacenar agua potable, químicos, agua lluvias u otro producto que según sean los requerimientos del cliente busque almacenar; es por esto que en este punto el departamento de calidad daba un aval al verificar los trazos y perforaciones que se realizaron una vez unido los cilindros. Esta verificación es de suma importancia para el proceso de ensamble de cilindro ya que en el resultado final tendrá un gran impacto el por ejemplo tener un anclaje mal ubicado o una brida torcida llegando a generar que no encaje en el espacio destinado

que tiene el cliente para el tanque o que no se pueda realizar una correcta unión entre las bridas y las tuberías.

Se pudo identificar que los procesos actuales son en su mayoría manuales dificultando la estandarización de tiempos, adicional a esto se tiene que los instructivos actuales o las guías en planta tienen un enfoque hacia el uso correcto de los elementos de protección personal, cantidades de fibra y/o resina a utilizar según el accesorio a ubicar, por su parte las ordenes de producción detallan la materia prima, tiempos disponibles y clientes final; teniendo como faltantes los instructivos previamente mencionados y para los cuales se requería una redacción con los estándares de calidad de la empresa pero que pudieran ser entendidos por cualquiera de los colaboradores. Es por esto que en la fase de redacción se utilizó el método cualitativo cuyo objetivo principal fue permitir a todos los operarios de planta interpretar y manejar correctamente la maquina de filament por ello se hizo énfasis en cada detalle de la máquina, sugerencias de uso, elementos de protección necesarios, riesgos asociados e imágenes ilustrativas.

La fase de implementación y capacitación se centro en visualizar el comportamiento de los instructivos y la documentación pertinente a la operación, se realizó con la participación de operarios con conocimientos previos al proceso y operarios sin conocimiento previo a la maquina o proceso a utilizar con el fin de verificar la efectividad y simplicidad de los instructivos; esta capacitación en planta se llevo a cabo resolviendo dudas sugeridas durante la operación correspondiente al instructivo, facilitando así una comprensión mas amplia y sencilla de la operación. Finalmente, en la fase de evaluación y ajustes se realizaron los ajustes necesarios en los documentos según las dudas que iban surgiendo en cada parte del instructivo, estos ajustes se presentaron al personal correspondiente de la empresa para su autenticación, evaluación y generación de un código único el cual permitirá realizar seguimiento a futuro, incluirlo en la plataforma de la empresa, asegurarse del cumplimiento de las normativas de la empresa y realizar ajustes en caso de requerirse más adelante, a su vez en donde surgían más falencias se hacían un mayor énfasis y explicaciones las cuales permitían identificar que palabras o imágenes no eran claras para los operarios o que puntos sentían que no aportaban o le faltaban detalles permitiendo tener una documentación clara, ordenada, ajustada a los estándares de la empresa y cumpliendo las necesidades planteadas.

4 Resultados

4.1 Identificación y análisis de procesos.

4.1.1 Identificación de procesos activos.

Se realizó un análisis inicial para identificar y documentar los procesos productivos activos en la planta dado que la producción no es lineal y varía según el pedido o producto a fabricar; esta identificación fue crucial para entender las operaciones en curso.

4.1.2 Análisis del proceso de filament.

Se observó y documentó el proceso de creación de tanques con la máquina de filament ya que es uno de los procesos más críticos y automatizados en planta y tiene una alta dependencia a unos pocos operarios quienes son los encargados del manejo de la máquina, esta información fue recopilada mediante entrevistas con los operarios sin tener un formato de entrevista ya que al no ser una producción lineal no se podía tener un estándar en la programación de la máquina, habrá aspectos que varían para la creación del cilindro del tanque como lo es altura, desfase, hoops, ancho del tanque, etc.

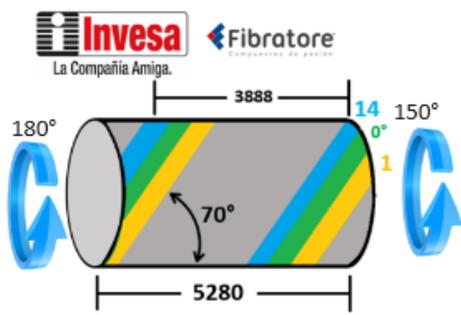


Figura 2. Simulador máquina de filament. **Fuente.** Invesa.

Estas programaciones son dadas por el jefe de planta gracias a un simulador que permite generar el mejor evento el cual logra hacer una cobertura total de resina y fibra sobre el molde y evitar el mayor desperdicio posible de materia prima.

Adicional a esto se tomó como referencia videos de procesos similares e instrucciones de operaciones de “MAGNUM VENUS PRODUCTS” empresa líder en la creación de maquinaria para la creación de productos PRFV.

4.1.3 Documentación de programación de la maquina filament.

Se registraron las programaciones utilizadas en la maquina filament incluyendo la captura de imágenes, datos específicos sobre los parámetros de configuración y operaciones de la máquina. Se siguió el formato de documentación de la empresa en el cual se presentaban cuidados a tener en planta, paso a paso de la programación, sugerencias de operaciones e instrucciones y sugerencias para una correcta y fácil operación, adicional a esto se propuso ciertos cambios en el formato actual de la empresa al presentarse una programación a seguir, para lo cual se tomo una escritura lineal que permitiera identificar la actividad a realizar, operarios necesarios, paso a paso de la actividad, imágenes de guía y sugerencias o comentarios.

Para la programación de la maquina se debe tener previamente una socialización realizada por el jefe de planta, supervisores, ingeniería, calidad y los operarios responsables del proceso; sumado a esto se requiere el resultado del simulador para la programación en algunos parámetros de la máquina. Según el proceso y producto a realizar habrá algunas validaciones que se deben verificar antes de poner en funcionamiento la máquina, ejemplo de ello sería el primer paso para iniciar la elaboración del tanque como lo es el proceso de ubicación de mylan, para el cual el operario debió realizar una validación con el supervisor y verificar si el simulador coincide con los resultados mostrados luego de realizar la programación en la máquina.

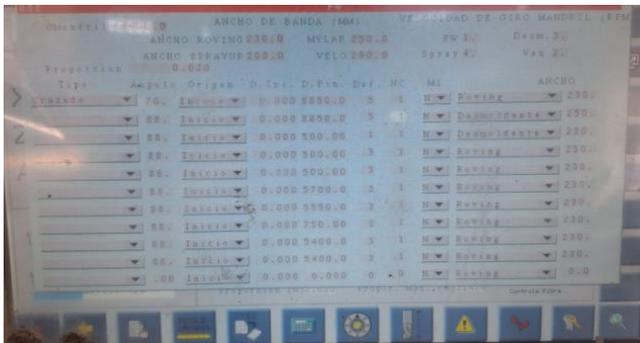


Imagen 1. Proceso de ubicación de mylan. **Fuente.** Imagen suministrada de Invesa.

A pesar de que el proceso de filament es el proceso más automatizado en la planta siempre necesita entre 2 a 3 operarios para el funcionamiento (sin contar los operarios requeridos para las preparaciones previas) ya que hay pasos que no tienen un parámetro

como el resultado del simulador y requiere de la coordinación y comunicación entre operarios, como lo es el girar el molde, mover el carro de hilar y realizar pruebas antes de la operación.

4.1.4 Evaluación de procesos paralelos.

Se evaluaron procesos que pueden realizarse en paralelo considerando la disponibilidad de la planta, la materia prima y el personal. Ejemplo de esto tenemos procesos como lo son la creación de accesorios, sin embargo, como el proceso crítico estaba en la máquina de filament se decidió seguir en su totalidad los productos que pasaran por este punto y una vez finalizados se pasó a documentar los demás procesos productivos entre los que se encuentran pega de fondo y abombado y la creación de los mismo, sellos internos y externos, pega y trazos de accesorios y su preparación, pintura y acabados finales.

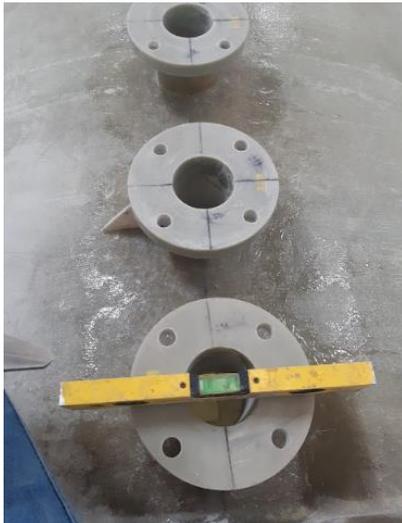


Imagen 2. *Proceso de ubicación de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa..*



Imagen 3. *Proceso de ensamble. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.*



Imagen 4. *Trazo de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.*



Imagen 5. *Perforación de accesorios. Fuente. Imagen suministrada de Invesa.*

4.1.5 Seguimiento de procesos posteriores al filament.

Los procesos mencionados previamente los cuales son posteriores al proceso de filament y algunos en paralelo permitieron identificar áreas que requerían estandarización y documentación adicional o cambios en algunos parámetros por posibles cambios que han surgido y de esta manera ser agregados como entregables a la empresa.

4.2 Redacción de instructivos.

4.2.1 Desarrollo de instructivos para la máquina de filament.

Se elaboraron instructivos detallados que describen cada paso del proceso de filament winding en los cuales se mencionan el paso a paso a seguir según el producto a elaborar, los operarios requeridos en cada parte incluyendo imágenes, sugerencias y diagramas que permitan facilitar la comprensión.

Estos instructivos debían seguir el formato de la empresa y especificar las seguridades pertinentes a tener en cada fase, el que hacer, cuantos lo hacen y algunas observaciones que pueden facilitar la operación y recordar algún paso importante.

4.2.2 Creación de instructivos para procesos manuales.

La empresa aun cuenta casi en su totalidad con una producción manual apoyada por herramientas por tal motivo el riesgo es mucho mayor en esta planta que en una con una producción automatizada. Se tomaron los procesos de manejo de la máquina de giros de fondos y abombados, instructivo de rodillos eléctricos y niñeras, manual de seguridad operativa y tablas de control de eficiencia operacional, se les hizo el mismo seguimiento que se realizó con el instructivo de la máquina de filament tomando en cuenta que ya no se presentaba programaciones de algún tipo para el funcionamiento de la máquina por ende se tuvo un mayor enfoque en la seguridad y los pasos a seguir para una correcta y segura operación que permita minimizar los riesgos, estableciendo estándares de calidad y seguridad para cada fase del proceso analizado con un enfoque particular en la operación de maquinaria y manipulación de materiales. Finalizando con la revisión y validación de los operarios experimentados, jefe de planta y personal encargado de SST.

4.3 Implementación y capacitación.

4.3.1 Prueba de instructivos.

Se realizaron prueba de los instructivos en la planta con la participación de operarios calificados y operarios que no tuvieran conocimiento de la manipulación de la máquina. Estas pruebas ayudaron a identificar posibles mejoras y ajustes necesarios en los documentos.

Se pudo observar que los operarios al tener un conocimiento en su mayoría empírico y que no requiere del uso de programación, se les dificulto el entendimiento de algunos puntos ya que como primera prueba se les pidió que interpretaran los instructivos según sus conocimientos e hicieran un ensayo de programación sin poner en funcionamiento la máquina logrando visualizar en cuales puntos fue donde se presentar mayores falencias.

La jerga utilizada por los operarios en planta generó algunos inconvenientes con la interpretación ya que para la documentación se debían seguir algunos estándares de redacción y para el léxico que entre los operarios manejaban hubo ciertos desacuerdos por

lo que se buscó utilizar palabras que fueran de conocimiento para todos y las que no se les dio una pequeña aclaración de su significado.

4.3.2 Capacitación del personal.

Mediante las pruebas de instructivos se realizó una capacitación del personal que hizo la prueba con las dudas que surgieran en sitio y realizando un acompañamiento previo a la programación de prueba que se realizó, se intervinieron en los puntos críticos que se omitieron o se programaron mal y se realizaron correcciones en las interpretaciones que se tomaron por parte de los operarios.

Se preparo la capacitación de grupo primario que permite dar una capacitación general a toda la planta en la cual se expone en su totalidad todos los instructivos, documentos y cambios realizados en planta, esta reunión es por parte de supervisores, jefe de planta y demás personal que estén involucrados en el grupo primario.

4.4 Evaluación y ajustes.

4.4.1 Realización de ajustes en instructivos.

Se realizaron los ajuste necesarios en los instructivos basándose en la retroalimentación dada por los mismos operarios y por lo percibido en la prueba realizada. Estos ajuste fueron con el fin de asegurarse de que todos los documentos fueran precisos y fáciles de entender para todos los operarios, se hicieron cambios principalmente en la redacción teniendo en cuenta que este sería un documento oficial de operación y por ende no podía tener una jerga poco ética solamente por el entendimiento rápido, se generaron cambios en la programación de la maquina en el proceso de colocar mylan (Roving) el cual presentaba un fallo en la alineación de los ejes, este problema no se había presentado en los pasos anteriores dando veracidad de la importancia de la retroalimentación; adicional a esto se debe reiterar en que los productos tienen variación entre ellos por tal motivo pueden generarse diferentes programaciones entre los mismos.

Una vez analizado el fallo se pasó a verificar la solución dada por los operarios capacitados y se añadió al instructivo generando un cambio importante.

4.5.2 Integración de documentos en la plataforma.

Se presentaron los documentos e instructivos al personal encargado de realizar el seguimiento y verificación y que los apartados de seguridad fueran los correctos y cumplieran con las normativas de la empresa.

Se realizaron los mismo pasos para la documentación de los instructivos anteriores, realizando encuestas al personal encargado, se tomó evidencia fotográfica, se presentó al personal encargado y se realizaron los cambios pertinentes y sugeridos por el personal.

4.5.3 Actualización continua.

Se estableció un procedimiento para la actualización continua de los documentos gracias al formato con el que cuenta la empresa y las variaciones presentadas con los instructivos realizados; de esta manera se logra visualizar los documentos, clasificarlos y verificar si se encuentran desactualizados, en proceso o terminados.

Estos documentos pueden tener actualizaciones en un futuro ya sea por adquisición de nueva maquinaria, cambios en la operación, PMI (que permitan reducir tiempos, ayudar ergonómicamente, reducir costos, etc.). Por tal motivo se debe dejar abiertas las puertas a los posibles cambios y tener un correcto seguimiento de los procedimientos actuales y posibles cambios que puedan surgir a partir de un nuevo producto o un nuevo procedimiento.

La implementación de un sistema de instructivos y documentos detallados y estandarizados permitieron mejorar significativamente la eficiencia, la capacitación y la continuidad operativa en la producción de tanques de PRFV, estos documentos logran dejar la dependencia de unos pocos operarios especializados en el área y permiten tener a todos los operarios en capacidad de cumplir cualquier función en planta y de suplir faltantes.

5 Análisis

1.1 Eficiencia operativa.

Antes de la implementación de los instructivos la planta enfrentaba una alta dependencia de unos pocos operarios con conocimientos específicos sobre la máquina de filament, este problema no solo ralentizaba la producción cuando estos operarios no estaban disponibles ya se por estar prestados en otra planta, en vacaciones o incapacitados pudiendo generar una variabilidad significativa en la calidad del producto dado que además de la programación en la maquina se requería que el personal tuviera el conocimiento de las operaciones aledañas a la máquina, procesos que están incluidos en los instructivos realizados.

Con el desarrollo de los instructivos, se observó una reducción en el tiempo de capacitación de nuevos operarios y antiguos ya que la maquinaria puede ser manejada por cualquier operario quitando la dependencia de unos pocos colaboradores. La producción logra tener un estándar en tiempos ya que logra disminuir tiempos de inactividad y aumento la consistencia en la calidad de los productos en esta área; a su vez se presenta una disminución del error humano.

1.2 Calidad del producto.

La falta de estandarización provocada por el tipo de producción en planta llevaba a inconsistencias de la calidad de los tanques producidos, las especificaciones y métodos variaban según el operario y la interpretación personal frente a los procedimientos; esto generaba reprocesos, inconformidades o posibles PQR. Los instructivos y estándares generados lograron establecer y asegurar que todos los operarios siguieran los mismos procedimientos por lo menos en las áreas intervenidas; llevando a una notable mejora en la uniformidad y calidad de los tanques, reduciendo defectos y reprocesos.

1.3 Análisis financiero.

La reducción de costos operativos generados por la estandarización y la mejora en la eficiencia operativa está ligada a la reducción de los tiempos de inactividad y una menor

tasa de defectos dando como resultado menos gastos en corrección de errores y desperdicios de materiales.

El impacto en la reducción de tiempos de producción permitió eliminar la variabilidad y las interrupciones causadas por la falta de conocimiento estandarizado; de esta manera se logra un flujo de trabajo más continuo y predecible, mejorando la capacidad de planta para cumplir con los plazos de entrega.

1.4 Análisis de seguridad y salud en el trabajo (SST).

Uno de los aspectos críticos analizados durante la implementación del sistema de instructivos y documentación fue la seguridad y salud en el trabajo; este análisis fue enfocado en identificar y mitigar los riesgos operativos asociados con la producción de tanques de PRFV.

La necesidad de esta documentación radica en las medidas de seguridad necesarios como el uso de equipos de protección personal (EPP), procedimientos de manejo de materiales peligrosos y respuestas adecuadas antes situaciones adversas.

La implementación de la documentación incluyo módulos sobre seguridad los cuales permiten a los operarios nuevos y existentes obtener las mejores prácticas en SST. De esta manera se genera una reducción en riesgos operativos.

Se ve ligado también en este apartado la reducción en costos por posibles accidentes laborales, estos costos están asociados con lesiones, días perdidos y posibles sanciones por incumplimiento de normativas de seguridad; con operarios más seguros y entrenados la productividad en planta mejora debido a menores interrupciones generando un flujo de trabajo más continuo y eficiente.

6 Recomendaciones

1. Capacitación continua de los operarios:

La formación constante del personal es crucial para el aseguramiento de un manejo adecuado y eficiente de las maquinas, en especial las automatizadas como lo son la máquina de filamet winding; al invertir en programas de capacitación continua permitirá a la empresa reducir la dependencia de un numero limitado de operarios minimizando así el riesgo de paradas operativas debido a la falta de personal capacitado, adicional a esto se tiene que una fuerza laboral bien entrenada en diferentes áreas fuera de su zona de confort lo que ayuda adaptarse más rápidamente a procesos y tecnologías nuevas en planta mejorando la flexibilidad y la capacidad de respuestas de la planta.

2. Documentación y actualización regular de instructivos:

El mantener actualizados los instructivos y manuales operativos es fundamental dado que la planta trabaja bajo pedido y cada producto puede tener características únicas; ahí es donde los instructivos deben reflejar las mejores practicas y los cambios en los procesos; se deben realizar revisiones periódicas y actualizaciones de estos documentos asegurándose también que los operarios siempre tengan acceso a la información de manera precisa y de fácil entendimiento.

3. Automatización adicional de los procesos:

Evaluar donde y cuando se es viable implementar tecnologías automatizadas con el fin de ayudar a la planta a mejorar su capacidad de producción, reducir tiempos y costos; esta inversión en tecnologías también puede ayudar a la empresa a posicionarse como industria 4.0 aprovechando las tendencias emergentes en manufactura.

4. Desarrollo de un plan de contingencia:

Tener un plan de contingencia bien estructurado para posibles interrupciones en la producción como fallas en los equipos, apagones de energía, escasez de materias primas o ausencias de personal clave, este plan debe incluir estrategias para mantener la continuidad operativa y mitigar el impacto negativo.

7 Conclusiones

El proyecto titulado “Instructivos y documentación del proceso de producción en la creación de tanques de PRFV en el área de materiales compuestos” en Fibratore de Invesa permitieron generar documentos detallados que describen los pasos del proceso, teniendo una comprensión más clara y una ejecución más precisa de las tareas; reduciendo la variabilidad de la calidad del producto y mejorando la eficiencia operativa.

Se logra una facilidad en la capacitación del personal y se reduce la dependencia de conocimientos empíricos y de una reducida mano de obra especializada en un área. Los instructivos han sido clave para asegurar que todos los operarios comprendan y sigan los procedimientos de manera uniforme, aumentando la consistencia y calidad de los productos fabricados; también se logra mejorar las condiciones de trabajo y se reducen los riesgos operativos asegurando que los productos y el personal cumplan con las normativas y estándares.

Los resultados obtenidos demuestran una mejora significativa en la eficiencia operativa, la reducción de errores y tiempos muertos junto con una mayor consistencia en la producción sumado a una mayor productividad y competitividad en el mercado por parte de Invesa.

En general, el proyecto ha logrado los objetivos de mejorar la documentación y estandarización de los proceso de producción, capacitación del personal, generar y establecer altos estándares de calidad y seguridad visualizados en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad laboral. Este éxito no solo ha solucionado las problemáticas iniciales, sino que también ha fortalecido la capacidad de Invesa para mantener y mejorar continuamente sus procesos, asegurando su competitividad y sostenibilidad en el sector de materiales compuestos.

Referencias

Sarmiento, Y. (2019). DISEÑO SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD ISO 9001: 2015 PARA LOS PROCESOS PLÁSTICOS TERMOESTABLES REFORZADOS CON FIBRA DE VIDRIO (Prfv) DE LA EMPRESA IMSAGUAS LTDA. <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/e96fbef5-1fab-4963-a299-f814780cfb68/content>

ISO. (s.f.). ISO - International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/home.html>

Álvarez, A. Procedimiento de análisis mediante ingeniería inversa en productos de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV) para caracterización de materiales compuestos. Trabajo de grado profesional, Ingeniería de Materiales, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, 2022. <https://hdl.handle.net/10495/29993>

Invesa. (s. f.). MATERIALES COMPUESTOS. <https://www.invesa.com/fibratore-materiales-compuestos/>

Invesa. (s. f.). ENERGIA Y TELECOMUNICACIONES. <https://www.invesa.com/fibratore-energia-y-telecomunicaciones/>

MAGNUM VENUS PRODUCTS. (s. f.). Magnum Venus Products. <https://www.mvpind.com/>