

**IMPLEMENTACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE INVENTARIO EN
OBCIPOL S.A.S.**

CARLOS SANTIAGO CAMARGO GONZALEZ



**PRÁCTICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
ESCUELA DE INGENIERÍAS
INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2025

**IMPLEMENTACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE INVENTARIO EN
OBCIPOL S.A.S.**

CARLOS SANTIAGO CAMARGO GONZALEZ

**PRÁCTICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

DIRECTOR

MSc JUAN CARLOS RAMIREZ BELTRAN

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2025

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza a lo largo de la vida, permitiéndome superar cada obstáculo en este camino que apenas comienza. A mis padres Luis Camargo y Monica Gonzalez, cuyo amor, ternura y enseñanzas me han formado, y a mi hermano Andres Camargo, quien siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo incondicional. Les agradezco profundamente, ya que su presencia en mi vida me ha convertido en una mejor persona en todos los aspectos.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos que, con esfuerzo y perseverancia, hicieron posible que lograra mi título profesional. A los docentes de la Pontificia Bolivariana, especialmente a los de Ingeniería Mecánica. Su orientación fue fundamental para el desarrollo de este trabajo y dejaron una huella muy importante en mi vida, tanto personal como profesional.

Por último, el agradecimiento a la empresa OBCIPOL por darme la oportunidad de realizar mis prácticas. Esta experiencia me permitió aplicar lo que he aprendido y aprender mucho más sobre el entorno profesional. Especialmente a mi supervisor e ingenieros, quienes me enseñaron más allá de lo académico y me guiaron en cada decisión tomada. Gracias a su apoyo, pude fortalecer mis habilidades y abrir nuevas perspectivas para mi futuro.

CONTENIDO

I.	GENERALIDADES	14
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
III.	JUSTIFICACIÓN.....	16
IV.	OBJETIVOS.....	17
	A. Objetivo general	17
	B. Objetivos específicos	17
V.	MARCO REFERENCIAL	18
	A. Marco legal	18
	1) Organización:	18
	2) Misión:	18
	3) Visión:	18
	4) Ubicación:	18
	5) Organigrama.....	19
	6) Valores de la compañía:	19
	7) Impacto en la industria:	19
VI.	METODOLOGÍA	20
	A. Actividades principales	20
	1) Elaboración de hojas de vida de equipos:	21
	2) Supervisión de prefabricación de spools:.....	21
	3) Control de calidad y trazabilidad de materiales:	22
	4) Supervisión de ensayos no destructivos (END):.....	22
	5) Generación de memorias de cálculo:	22
	B. Actividades adicionales.....	23
	1) Supervisión de Sandblasting:	23
	2) Apoyo en gestión logística:.....	23
	3) Visitas técnicas y supervisión en sitio:.....	23
	4) Acompañamiento a procesos transversales:.....	23
	5) Cronograma de actividades	23
VII.	RESULTADOS.....	25
	A. Optimización de la gestión de inventario.....	25

B.	Gestión y control en el prefabricado de spools de tubería	29
C.	Efecto en la eficiencia y la gestión documental de calidad.....	33
VIII.	CONCLUSIONES	37
	REFERENCIAS	39

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Organigrama	19
Fig. 2 Bodega de Barrancabermeja antes y después	25
Fig. 3 Inventario de bodega grande base Barrancabermeja	26
Fig. 4 Sistema Sinco pestaña de Inventario.....	27
Fig. 5 Control diario de reporte soldadura	29
Fig. 6 Seguimiento de actividades.....	31
Fig. 7 Toma de datos en actividades santblasting	32
Fig. 8 Registro de liberación de materiales	33
Fig. 9 Preparación de superficie y recubrimiento de tubería aérea y enterrada	35

LISTA DE TABLAS

TABLA I CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES24

GLOSARIO

Calibre o schedule (sch): Es un término utilizado para describir el espesor de la pared de la tubería, con el fin de definir un sistema de designación conveniente para su caracterización. [2].

Dibujo isométrico: Un dibujo isométrico es un tipo de representación tridimensional en la que las tres dimensiones del objeto se dibujan en un mismo plano, con un ángulo de 30 grados respecto al eje horizontal. [4].

Informe de prueba de materiales - material test report (mtr): Un Informe de Prueba de Material (MTR), también conocido como informe de prueba de fábrica, actúa como un registro certificado de las propiedades físicas y químicas de un material. Estas cualidades son necesarias para garantizar el correcto cumplimiento normativo, la elaboración de informes y su aplicación. [3].

Lotes de producción o colada (heat): Es una referencia para una pieza de metal. Proporciona un registro trazable del lote del que proviene la pieza. Este número es utilizado como método de seguimiento por proveedores de metal y fabricantes de componentes. De esta manera, se puede garantizar la calidad y la fiabilidad de los metales utilizados en diversas operaciones y aplicaciones de fabricación. [3].

Sinco adpro: Es la herramienta de control y administración para los proyectos de construcción, que promueve la gestión eficiente mediante la optimización del uso de recursos y la estructuración adecuada de procesos, aplicando las mejores prácticas del sector. [5].

Trazabilidad: Son aquellos procedimientos preestablecidos y autosuficientes que permiten conocer el histórico, la ubicación y la trayectoria de un producto o lote de productos a lo largo de la cadena de suministros en un momento dado, a través de herramientas determinadas [1].



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO EN ESPAÑOL

TITULO:	Implementación y optimización del sistema de inventario en OBCIPOL S.A.S
AUTOR(ES):	Carlos Santiago Camargo Gonzalez
PROGRAMA:	Ing. Mecánica
DIRECTOR(A):	Juan Carlos Ramirez Beltran

RESUMEN

El plan de trabajo se centró en la implementación y optimización del sistema de inventario en SINCO, identificando una deficiencia clave: los materiales excedentes de proyectos anteriores no estaban registrados. Para subsanar esta falencia, se llevó a cabo un levantamiento exhaustivo de las bodegas de Obcipol S.A.S., permitiendo verificar y documentar con precisión los activos almacenados.

El practicante desempeñó eficientemente su labor inicial, pero la implementación del Plan de Trabajo Definido (PDT) no se alineó completamente con la realidad operativa. Se había previsto monitorear el inventario mediante KPI's, lo cual resultó inviable. La bodega solamente almacena excedentes de proyectos finalizados y no mantiene un stock fijo, dado que los insumos se adquieren según las necesidades del proyecto. Por ello se enfocó su apoyo en logística, mecánica y, de manera más significativa, en gestión de calidad.

Se alcanzó un desempeño óptimo en el prefabricado de spools de tubería mediante un control y reporte diario, garantizando un alto nivel de eficiencia. A su vez, la trazabilidad en la calidad se gestionó de manera precisa a los requisitos establecidos, asegurando el correcto uso y liberación de materiales empleados en el proceso.

PALABRAS CLAVE:

Obcipol S.A.S, KPI's (Indicadores Clave de Desempeño), Trazabilidad, liberación de materiales.

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: Implementation and optimization of the inventory system at OBCIPOL S.A.S

AUTHOR(S): Carlos Santiago Camargo Gonzalez

FACULTY: Mechanical Engineering

DIRECTOR: Ing. Juan Carlos Ramirez Beltran

ABSTRACT

The work plan focused on the implementation and optimization of the inventory system at SINCO, identifying a key deficiency: surplus materials from previous projects were not recorded. To address this shortcoming, a thorough inventory assessment of the warehouses of Obcipol S.A.S. was conducted, allowing for the accurate verification and documentation of the stored assets..

The intern efficiently performed their initial tasks, but the implementation of the Defined Work Plan (PDT) did not fully align with the operational reality. It was planned to monitor the inventory through KPIs, which proved unfeasible, as the warehouse stores surplus materials from completed projects and does not maintain a fixed stock. Since supplies are acquired based on project needs, the focus of support shifted to logistics, mechanics, and, more significantly, quality management.

Optimal performance was achieved in the prefabrication of pipe spools through daily control and reporting, ensuring a high level of efficiency. Additionally, quality traceability was managed precisely according to established requirements, ensuring the proper use and release of materials used in the process.

KEYWORDS:

Obcipol S.A.S., KPIs (Key Performance Indicators), Traceability, Material Release.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

La práctica profesional, con una duración de seis meses en el área de Ingeniería Mecánica, se llevó a cabo en la empresa Obcipol S.A.S., dentro del equipo técnico responsable de la gestión de inventarios, el control de calidad y el soporte operativo en proyectos de infraestructura para el sector Oil & Gas. Obcipol es una empresa colombiana con más de 20 años de experiencia, especializada en la ejecución de proyectos de ingeniería y construcción, destacándose por su eficiencia operativa, su compromiso con la sostenibilidad y su riguroso cumplimiento de normativas técnicas nacionales e internacionales.

Durante la práctica, se abordaron distintas áreas clave dentro de la organización, como la gestión de materiales metalmecánicos para la prefabricación de spools de tubería, la inspección y verificación de insumos de las diferentes especialidades. Asimismo, se participó en procesos de aseguramiento de la calidad, revisando certificados de materiales, garantizando la correcta trazabilidad de lotes y coladas y verificando el cumplimiento de estándares como los establecidos por las normas.

En el marco de estas actividades, se propuso inicialmente la optimización integral del sistema de inventario de la empresa a través de la plataforma SINCO. Sin embargo, esta tarea se vio limitada por la operación logística de Obcipol, donde la adquisición de insumos no sigue un modelo de almacenamiento de stock permanente, sino que se realiza bajo demanda, de acuerdo con las necesidades específicas de cada proyecto en desarrollo. Esto imposibilitó la implementación de un control de inventario bajo el esquema tradicional, ya que la bodega funciona principalmente como un espacio para la gestión de excedentes de proyectos previamente ejecutados.

A pesar de esta limitante, la práctica permitió realizar un levantamiento exhaustivo de los activos disponibles en las bodegas de Bogotá y Barrancabermeja, mejorando la trazabilidad de materiales críticos y fortaleciendo los procesos de control y supervisión de insumos. Además, se brindó apoyo en actividades de logística, supervisión técnica, compras y control documental, lo que permitió una visión integral de las operaciones y la interacción entre las diferentes áreas de la organización.

El presente informe recoge, en primer lugar, los objetivos generales y específicos planteados para la práctica. Posteriormente, se presenta una descripción de la estructura organizacional de la empresa y del área de intervención directa. Se justifica la importancia de la práctica en el contexto del desarrollo profesional del Ingeniero Mecánico, se detallan las

actividades realizadas, las metodologías aplicadas y el marco teórico correspondiente. Finalmente, se incluye una evaluación del impacto generado en los procesos internos de la organización, junto con conclusiones y recomendaciones basadas en la experiencia adquirida.

Este documento se ha elaborado respetando las políticas de confidencialidad de Obcipol S.A.S., garantizando la objetividad y la fidelidad de la información presentada.

I. GENERALIDADES

Obcipol es una empresa colombiana con más de veinte años de experiencia en el sector de hidrocarburos (Oil & Gas) e industrias relacionadas. Desde su fundación, se ha especializado en ofrecer soluciones integrales de ingeniería, construcción y mantenimiento, destacándose por su compromiso con la calidad, la eficiencia operativa y la seguridad industrial. Con un enfoque en proyectos estratégicos para el desarrollo energético del país, la compañía ha participado en la construcción de infraestructura clave, como gasoductos, plantas de procesamiento y redes de distribución, consolidándose como un aliado confiable para grandes operadores nacionales e internacionales.

La empresa opera principalmente en las regiones con mayor actividad petrolera de Colombia, incluyendo los Llanos Orientales, Santander y la Costa Caribe, adaptándose a las necesidades específicas de cada proyecto. Su capacidad técnica se respalda en un equipo altamente calificado y en la adopción de tecnologías innovadoras, como modelado BIM y sistemas de gestión ambiental. Además, Obcipol cumple con los más altos estándares de la industria, evidenciados en sus certificaciones ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 18001, que garantizan procesos eficientes, sostenibles y seguros.

Uno de los pilares de Obcipol es su contribución a la transición energética, integrando prácticas sostenibles en sus operaciones y explorando oportunidades en energías renovables. La compañía ha establecido alianzas con actores clave del sector, como Ecopetrol y empresas multinacionales, participando en proyectos que van desde la modernización de refinerías hasta la implementación de soluciones de eficiencia energética. Su trayectoria y resultados le han valido reconocimientos en seguridad industrial y gestión ambiental, reforzando su reputación como líder en el mercado colombiano de servicios de ingeniería para hidrocarburos.

Con una visión orientada al crecimiento y la innovación, Obcipol continúa expandiendo su alcance, manteniendo su compromiso con la excelencia técnica y el desarrollo sostenible del sector energético en Colombia y la región.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Se identificó una problemática relevante en la operación diaria: la falta de integración total de los insumos excedentes de proyectos anteriores dentro del sistema generaba inconsistencias en la trazabilidad de los materiales almacenados afectando la eficiencia en la gestión de recursos. El propósito de fue optimizar los procesos logísticos y de gestión de inventarios en sus sedes, usando el sistema SINCO como herramienta de control de materiales.

El modelo operativo de Obcipol se centra en la adquisición de insumos, según los requerimientos específicos de cada proyecto. Esto implica que la bodega no opera bajo un esquema tradicional de stock permanente, sino que funciona como un centro de almacenamiento de sobrantes, donde los activos provenientes de obras previas deben ser correctamente clasificados, documentados y dispuestos para futuras necesidades. No obstante, la falta de una actualización sistemática de estos inventarios en el sistema SINCO ha generado desajustes entre la información registrada y la realidad física de las bodegas.

Si bien la empresa cuenta con procesos estructurados en la gestión de compras y logística, la dinámica cambiante y la diversidad de proyectos ejecutados han generado un rezago en la consolidación de la información de los materiales almacenados. Esta situación no solo limita la eficiencia en la toma de decisiones, sino que también incrementa la posibilidad de reprocesos, sobrecostos y pérdida de trazabilidad en los activos disponibles.

Adicionalmente, el volumen de actividades diarias y la naturaleza transversal de los procesos, que abarcan desde la logística de suministros hasta el aseguramiento de la calidad, dificultan que este tipo de tareas reciban la atención prioritaria que requieren. En consecuencia, se fortalecieron los procesos de control de inventario y gestión documental, y permitió alinear la operación física de la bodega y consolidarla en SINCO.

III. JUSTIFICACIÓN

Este proyecto de grado se fundamenta en su contribución a la mejora de la gestión de inventarios y al fortalecimiento del control de calidad sobre componentes metalmecánicos usados recientemente para proyectos en desarrollo de la industria Oil & Gas, un campo directamente relacionado con la Ingeniería Mecánica.

A nivel metodológico, el proyecto implementó procedimientos que aportaron a la mejora de la trazabilidad y el control de inventarios dentro de las bodegas de Obcipol S.A.S., permitiendo reducir tiempos de respuesta, mitigar riesgos de reprocesos y asegurar la correcta asignación de recursos materiales en obra. Estas acciones no solo optimizaron la gestión operativa, sino que también reforzaron el aseguramiento de la calidad y la confiabilidad de los activos utilizados en campo.

La labor desempeñada se enfocó en la verificación técnica y documental de tuberías y accesorios metálicos almacenados, así como en la implementación de procesos de trazabilidad orientados a garantizar el cumplimiento de especificaciones normativas y técnicas bajo estándares como ISO 9001 y las especificaciones de fabricación ASTM y API [6] [7].

Desde el punto de vista de la ingeniería, se abordaron actividades esenciales como la inspección visual y documental de materiales, la identificación de inconformidades y la validación de certificados de calidad asociados a coladas y lotes. Estas tareas resultaron cruciales para asegurar que los insumos cumplieran con los requisitos establecidos para su liberación y uso en proyectos de infraestructura de alta criticidad.

El proyecto también permitió poner en práctica conocimientos adquiridos en la academia sobre gestión de activos, y control de procesos, integrándolos en una dinámica real donde la eficiencia logística y la optimización. Asimismo, se fortalecieron habilidades en la interpretación de planos isométricos y en la documentación de procesos de instalación y prefabricación de spools de tubería, garantizando así un control más preciso sobre la conformidad y la calidad del montaje.

En suma, este proyecto representó una experiencia enriquecedora para la formación integral del ingeniero mecánico, ya que permitió aplicar principios de la ingeniería aplicada en áreas clave como la logística industrial, el control de calidad y la inspección metalmecánica, contribuyendo de manera directa a la eficiencia operativa y a la sostenibilidad de la organización.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Optimizar los procesos de gestión de materiales en las bodegas y control de calidad en proyectos de Obcipol S.A.S., mediante la implementación de herramientas de trazabilidad, supervisión técnica y fortalecimiento de la gestión documental, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y garantizar la conformidad técnica de los insumos utilizados en proyectos del sector Oil & Gas.

B. Objetivos específicos

Realizar un levantamiento y diagnóstico integral de los activos almacenados en las bodegas de Bogotá y Barrancabermeja, identificando materiales excedentes no registrados en el sistema SINCO.

Apoyar en la supervisión técnica de materiales y procesos de prefabricación de spools, asegurando el cumplimiento de especificaciones técnicas en obra y en bodega.

Fortalecer la gestión documental y los procesos de control de calidad, implementando herramientas de control que permitan asegurar la conformidad normativa y contractual de los materiales empleados.

V. MARCO REFERENCIAL

A. Marco legal

1) **Organización:** Obcipol S.A.S. es una empresa colombiana especializada en la construcción de obras de ingeniería. Fundada el 13 de julio de 1995, cuenta con una trayectoria de más de 29 años en el sector de hidrocarburos. Su sede principal se encuentra en Barrancabermeja, Santander, en la Calle 37 N° 64-140 El reten

2) **Misión:** Somos proveedores del servicio de planeación y ejecución de proyectos de construcción de primera calidad y con entrega oportuna, ofreciendo a las clientes alternativas de acuerdo con sus necesidades y requerimientos, fomentando el desarrollo de nuestro recurso humano y tecnológico y generando un ambiente de trabajo que garantice seguridad y bienestar. Todo esto enmarcado en el mejoramiento continuo, el cumplimiento de la normatividad y leyes aplicables y de nuestras políticas de calidad, salud ocupacional, protección del medio ambiente y el compromiso de armonía con las comunidades.

3) **Visión:** OBCIPOL está proyectada para constituirse como una empresa líder en la planeación y desarrollo de proyectos de construcción, apoyándose en el mejoramiento de sus procesos y la experiencia alcanzada, con el fin de adquirir mayores ventajas competitivas en el mercado y procurar por la absoluta satisfacción de las partes interesadas.

4) **Ubicación:** La sede administrativa principal de Obcipol S.A.S. se encuentra en Bogotá, D.C., y en Barrancabermeja operativa complementada con bodegas y centros de operación donde se ejecutan proyectos de infraestructura industrial.

5) Organigrama

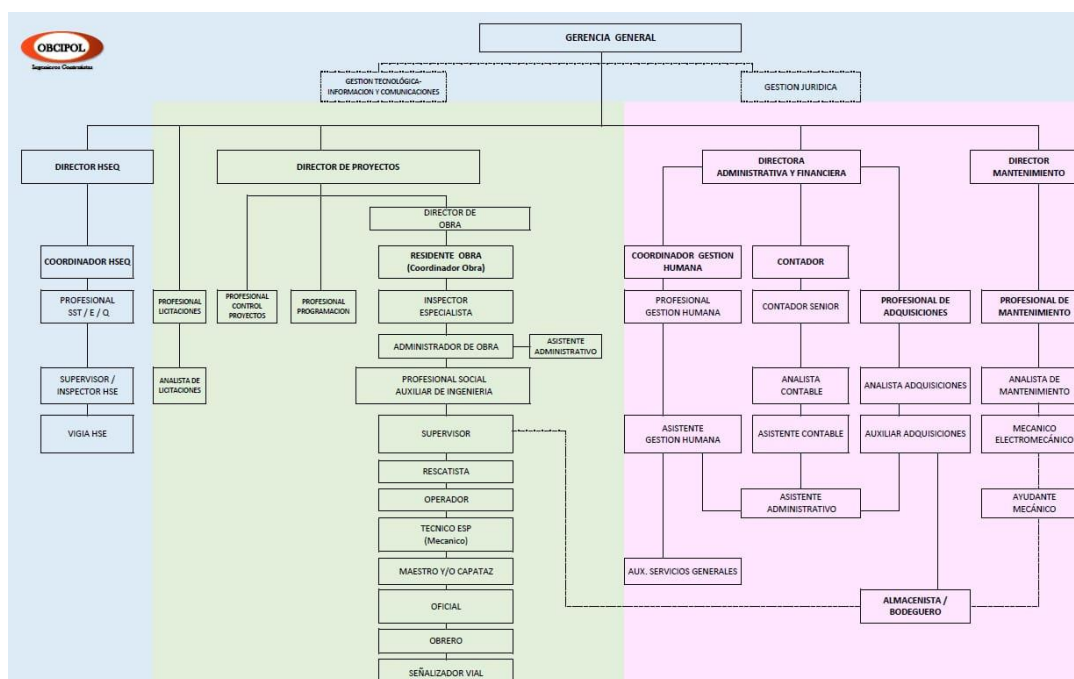


Fig. 1 Organigrama

6) Valores de la compañía:

Cumplimiento: Obcipol asegura el desarrollo de sus proyectos bajo estrictos estándares normativos y contractuales.

Ética empresarial: Actúa bajo principios de transparencia, integridad y respeto por las normativas aplicables.

Lealtad: Fomenta relaciones basadas en la transparencia, garantizando la seguridad y la confiabilidad en sus operaciones.

Calidad técnica: Se distingue por entregar soluciones eficientes y duraderas, cumpliendo con los más altos estándares de ingeniería y construcción.

7) Impacto en la industria: Obcipol se ha posicionado como un aliado estratégico en la industria Oil & Gas y en el sector de infraestructura industrial en Colombia.

Su experiencia y capacidad de adaptación a las necesidades específicas de cada cliente han permitido ejecutar proyectos de alto impacto, contribuyendo al desarrollo de redes industriales seguras, eficientes y alineadas con las normativas ambientales y de seguridad vigentes. A través de su enfoque en la mejora continua y la implementación de estándares internacionales de calidad y sostenibilidad, la compañía ha fortalecido su presencia en regiones clave para la industria energética del país

VI. METODOLOGÍA

La práctica profesional tuvo una duración de seis meses y se desarrolló de manera presencial en las sedes de Obcipol S.A.S. ubicadas en Bogotá y Barrancabermeja, bajo una modalidad rotativa entre áreas operativas (prefabricación de tubería) y administrativas (bodega e inventario). El enfoque metodológico fue mixto, integrando actividades de campo, supervisión técnica, control de calidad, documentación técnica y gestión logística.

Durante las primeras semanas, se recibió una capacitación introductoria sobre los procesos internos, normativas técnicas y uso de herramientas como el sistema SINCO. Posteriormente, bajo la supervisión del ingeniero Holman Sampayo y en coordinación con el jefe inmediato, el ingeniero Ariel Grazt, se dio inicio a la ejecución de actividades según los objetivos establecidos. El avance de estas labores fue reportado periódicamente al docente supervisor mediante entregas de informes técnicos, con el fin de asegurar el cumplimiento del plan de trabajo.

A. Actividades principales

Durante los dos primeros meses, se realizó un levantamiento físico y documental exhaustivo de los activos almacenados en las bodegas de Bogotá y Barrancabermeja. El objetivo principal fue identificar y registrar excedentes de proyectos anteriores que no se encontraban debidamente sistematizados en SINCO. Esta labor incluyó la clasificación por tipo de material (eléctrico, mecánico, herramientas menores, repuestos de maquinaria amarilla), cuantificación, verificación del estado físico y ubicación. La información se consolidó inicialmente en una base de datos en Excel, permitiendo posteriormente su carga al sistema mediante un proceso de "compra interna".

La ejecución del levantamiento implica el conteo físico de cada artículo. Este proceso se lleva a cabo utilizando técnicas como el doble conteo (donde dos equipos cuentan la misma sección de forma independiente para validar los resultados) o el conteo ciego (donde los contadores no tienen acceso previo a los registros del sistema para evitar sesgos). Cada artículo contado debe ser etiquetado o marcado de forma inequívoca para evitar recuentos. La información recopilada (cantidad, descripción, ubicación, estado) se registra meticulosamente en formatos preestablecidos, ya sean manuales o mediante el uso de tecnología como códigos de barras o RFID, que agilizan la captura de datos y reducen errores.

1) *Elaboración de hojas de vida de equipos:* Se desarrollaron hojas de vida técnicas para equipos menores almacenados en bodega, como taladros, pulidoras, sierras y otras herramientas eléctricas. Cada ficha técnica incluyó datos relevantes como nombre, tipo, referencia, estado general, dimensiones, potencia, número de serie, peso y características particulares. En algunos casos, se anexaron diagramas visuales para facilitar su identificación. Cada ficha técnica fue diseñada como un documento integral que contenía información detallada y estandarizada para cada equipo. Se registraron datos fundamentales como el nombre y tipo de la herramienta para una categorización clara, su referencia y número de serie para una identificación inequívoca y para fines de trazabilidad, garantía y prevención de pérdidas. Aspectos técnicos como las dimensiones, peso y, crucialmente, la potencia (en el caso de herramientas eléctricas) se incluyeron para evaluar su capacidad operativa y su adecuación a tareas específicas. Además, se documentó el estado general del equipo (operativo, requiere mantenimiento, fuera de servicio), lo que permitía conocer su disponibilidad y planificar intervenciones. Para facilitar aún más la identificación y el manejo, en muchos casos se anexaron diagramas visuales o fotografías, que servían como una referencia rápida y precisa.

Estas hojas de vida no solo proporcionaron un inventario detallado y organizado, sino que también sentaron las bases para un programa de mantenimiento preventivo y correctivo. Al centralizar datos sobre el historial de uso, reparaciones y revisiones, se pudo prolongar la vida útil de los equipos, garantizar su funcionamiento seguro y eficiente, reducir los tiempos de inactividad por fallos inesperados y optimizar la inversión en herramientas, contribuyendo significativamente a la eficiencia operativa y la seguridad en obra.

2) *Supervisión de prefabricación de spools:* Se implementó un control técnico y documental sobre la prefabricación de spools de tubería, utilizando un formato institucional alimentado diariamente con datos recolectados en campo. Este control incluyó variables como cantidad de material, personal involucrado, unidades de medida, ítems ejecutados y número de tarea. Esta información fue la base para la generación de memorias de cálculo y la posterior facturación, ya que la medición del servicio se realizaba por peso total prefabricado.

3) **Control de calidad y trazabilidad de materiales:** Se verificó la recepción de materiales mediante inspección física y documental. Para cada lote recibido, se revisaron certificados de calidad (Material Test Report – MTR), comprobando su correspondencia con coladas, referencias y cantidades. Posteriormente, se elaboraron formatos de liberación técnica con evidencia fotográfica y ficha técnica para autorizar su uso en obra.

Una vez verificada y confirmada la conformidad del material, se procedía a la elaboración de formatos de liberación técnica. Estos documentos no solo registraban los resultados de la inspección y las referencias a los MTRs, sino que también se enriquecían con evidencia fotográfica detallada del material en el momento de su recepción y una ficha técnica resumida con sus propiedades clave. La aprobación de estos formatos por parte del equipo de calidad y el residente de obra constituía la autorización formal para el uso del material en obra, actuando como una barrera de control que impedía la utilización de cualquier elemento no conforme y asegurando que solo materiales certificados y validados se incorporaran al proyecto, mitigando riesgos y garantizando la calidad final de la construcción.

4) **Supervisión de ensayos no destructivos (END):** Se acompañaron y documentaron ensayos de tintas penetrantes realizados a las juntas soldadas de los spools, los cuales fueron ejecutados por el inspector de calidad de planta. Cada resultado fue registrado en informes individuales anexados a la memoria técnica del proyecto.

5) **Generación de memorias de cálculo:** A partir de los datos recolectados durante la prefabricación, se elaboraron memorias de cálculo detalladas por la línea de servicio, discriminando peso, cantidad de spools y tipo de actividad. Estas memorias fueron validadas por el residente de obra para formalizar las actas de facturación. A partir de los datos meticulosamente recolectados durante las fases de prefabricación y montaje, se elaboraron informes detallados por cada línea de servicio, como tuberías, estructuras o equipos, desagregando la información con una precisión granular. Estas memorias no solo discriminaban el peso total de los elementos fabricados y la cantidad exacta de spools o secciones de tubería, sino que también desglosaban el tipo específico de actividad realizada (corte, biselado, soldadura, inspección no destructiva, tratamiento superficial, aislamiento, etc.)

B. Actividades adicionales

1) *Supervisión de Sandblasting:* La supervisión del proceso de Sandblasting (chorro de arena a presión) en las tuberías prefabricadas no fue una tarea meramente observacional, sino una intervención activa y técnica fundamental. Este procedimiento es la piedra angular de cualquier sistema de recubrimiento protector, ya que garantiza una preparación de superficie óptima. Al eliminar óxido, cascarilla de laminación, contaminantes y cualquier imperfección, se crea un perfil de anclaje adecuado que maximiza la adherencia del recubrimiento. Nuestra supervisión se centró en asegurar la consecución de los niveles de limpieza exigidos por las especificaciones, que son críticos para la longevidad y eficacia de la capa protectora.

Para ello, se empleó un formato de inspección detallado que registraba no solo el estado visual de la superficie, sino también la rugosidad del perfil de anclaje y las condiciones ambientales (temperatura, humedad, punto de rocío) que podrían afectar la calidad. Este control riguroso es directamente proporcional a la vida útil del recubrimiento y, por ende, a la protección contra la corrosión de las tuberías, evitando fallos prematuros que podrían generar costos de reparación elevados y retrasos en el proyecto.

2) *Apoyo en gestión logística:* La colaboración en la gestión logística fue esencial para mantener la fluidez y el control sobre el movimiento de materiales. El registro y el control meticuloso de la salida de materiales desde la bodega hacia los diferentes frentes de obra, utilizando formatos preestablecidos, permitió establecer una cadena de custodia irrompible. Esta actividad continua no solo buscaba prevenir pérdidas o el uso inadecuado de los insumos, sino que, lo más importante, garantizaba una trazabilidad.

3) *Visitas técnicas y supervisión en sitio:* Se realizaron visitas periódicas a los frentes de trabajo, verificando la disponibilidad y condición operativa de herramientas y equipos. Además, se validó el cumplimiento de especificaciones técnicas directamente en campo.

4) *Acompañamiento a procesos transversales:* Se brindó apoyo general a las labores del área de calidad, incluyendo la documentación de no conformidades menores, revisión de planos isométricos y seguimiento a liberaciones de materiales.

5) *Cronograma de actividades*

TABLA I
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Periodo	Ubicación	Actividades principales	Actividades adicionales
Sep16- Oct 15, 2024	Bogotá	Inducción general, capacitación inicial y levantamiento de inventario	Apoyo en documentación base y elaboración de base de datos en Excel.
Oct 16 – Nov 15, 2024	Barrancabermeja	Clasificación y registro de materiales. Continuación del inventario en sede Barrancabermeja. Inicio de prefabricación de spools y control de producción.	Coordinación inicial con área técnica. Revisión de planos isométricos. Elaboración de hojas de vida de equipos menores.
Nov 16 – Dic 15, 2024	Barrancabermeja	Control diario de avance de producción. Supervisión técnica en prefabricación. Validación de materiales (MTR).	Apoyo en salidas de material a obra. Seguimiento fotográfico de materiales.
Dic 16 – Ene 15, 2025	Barrancabermeja	Realización de memorias de cálculo. Ensayos no destructivos a juntas soldadas.	Registro y control de materiales. Acompañamiento en liberación de materiales.
Ene 16 – Feb 15, 2025	Barrancabermeja	Visitas técnicas a campo (obra y sandblasting). Supervisión de procesos de pintura y preparación de superficies.	Control de salida y rotación de equipos. Apoyo logístico al supervisor de planta.
Feb 16 – Mar 15, 2025	Barrancabermeja	Consolidación de datos recolectados. Ingreso de información al sistema SINCO. Cierre y entrega de resultados.	Informe final y revisión de documentación. Evaluación con supervisores y retroalimentación

VII. RESULTADOS

A. Optimización de la gestión de inventario

El levantamiento exhaustivo de los materiales almacenados en las bodegas de Bogotá y Barrancabermeja y su posterior integración en el sistema SINCO permitió mejorar significativamente la trazabilidad y control de los activos de Obcipol S.A.S. La actualización del inventario físico y digital permitió no solo registrar adecuadamente los excedentes de proyectos anteriores, sino también optimizar la distribución y disposición de materiales en las áreas mecánica y eléctrica de la organización.



Fig. 2 Bodega de Barrancabermeja antes y después

Gracias a la categorización de activos por ubicación, cantidad y estado, se logró consolidar un inventario actualizado y alineado con la operación física de las bodegas. Esta optimización permitió reducir la incertidumbre en la disponibilidad de insumos críticos, mejorar la gestión logística y evitar sobre costos asociados a compras innecesarias o a reprocesos.

Código	Descripción	Tipo	U.M.	Grupo	Stock	Ubicación
1269	Grapa de retencion 13.2 Kv d	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	16,00	1A
1269	Grapa de retencion 13.2 Kv d	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	21,00	1A
1269	Grapa de retencion 13.2 Kv d	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	23,00	1A
	sub arco flux U				43,00	1A
1269	Grapa de retencion 13.2 Kv d	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	50,00	1A
7236	BORNA TERMINAL COBRE EST	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002007 - TOMAS	5,00	1B
	tubo largo				12,00	1B
	bornera cable 4,0				3,00	1B
	bornera moradachiquita				10,00	1B
4550	SECCIONADOR MONOPOLAR	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	1,00	1B
	bornera cable 1				12,00	1B
	bornera doble larga				25,00	1B
	boquillas				4,00	1B
1202	Aislador tipo tensor ansi 54-1	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002006 - RED ELI	125,00	1B
5774	AISLADOR TIPO PIN 34.5 KV	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	4,00	1B
1202	Aislador tipo tensor ansi 54-1	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002006 - RED ELI	50,00	1B
5774	AISLADOR TIPO PIN 34.5 KV	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	4,00	2B
4560	AISLADOR TIPO LINE POST 35	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002006 - RED ELI	9,00	2B
5439	AISLADOR TENSOR 6 3/4" AN	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	15,00	2B
4560	AISLADOR TIPO LINE POST 35	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002006 - RED ELI	2,00	2B
5439	AISLADOR TENSOR 6 3/4" AN	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	15,00	2B
5774	AISLADOR TIPO PIN 34.5 KV	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	4,00	2C
5439	AISLADOR TENSOR 6 3/4" AN	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	8,00	2C
5301	DETECTOR DE AUSENCIA DE T	E - EQUIPO	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	2,00	2C
6932	PONCHADORA HIDRÁULICA P	E - EQUIPO	UND - UNIDAD	005002 - EQUIPC	1,00	2C
6311	PONCHADORA HIDRÁULICA P	E - EQUIPO	UND - UNIDAD	005002 - EQUIPC	1,00	2C
5774	AISLADOR TIPO PIN 34.5 KV	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	4,00	2C
5466	CORTACIRCUITOS MT 34,5KV	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	1,00	2C
1234	Pararayos 12 KV-10KA	M - MATERIALES	UND - UNIDAD	002002 - EQUIPC	2,00	2C
	BORNA 3M 40045 4/0				114,00	2C

Fig. 3 Inventario de bodega grande base Barrancabermeja

Adicionalmente, esta optimización ha brindado a la empresa una visión más clara sobre la disponibilidad real de sus recursos, permitiendo un mejor control de costos y una adecuada valorización de los activos. La correcta identificación de cada material incluyendo su cantidad, estado y ubicación, esto permite establecer con precisión el valor económico de los insumos almacenados, mejorando la toma de decisiones en cuanto a compras, reutilización y disposición de materiales para nuevos proyectos. Esta gestión eficiente del inventario ha contribuido también a la planificación logística, reduciendo los riesgos de reprocesos o compras innecesarias y fortaleciendo la gestión integral de la cadena de suministro interna de la empresa.

El inventario general de la Bodega Grande en la base de Barrancabermeja registra un total 360 ítems, entre los cuales el 82% corresponde a materiales eléctricos (principalmente grapas, aisladores y conectores), con un stock total destacado en grapas de retención 13.2Kv (386 unidades) y aisladores tipo tensor (243 unidades). Un 12% son equipos (herramientas como ponchadoras) y 6% consumibles. Se identificaron 5 ítems críticos con stock ≤ 1 unidad (ej. seccionador 38kV), ubicados principalmente en zonas 1B y P1B. Las ubicaciones 2C (18% de ítems) y P1A/P2A (12%) concentran el mayor volumen. El grupo "002002 - Equipos Eléctricos"

representa el 32% del stock total (1,150 unidades), evidenciando alta demanda de componentes eléctricos.

El análisis detallado del inventario Bogotá revela que la gestión de recursos se inclina fuertemente hacia los Consumibles, que representan más de la mitad del stock (50.71%), evidenciando una necesidad constante de reabastecimiento para el funcionamiento diario de la empresa. Le siguen de cerca los artículos Administrativos (26.84%), destacando la importancia de la papelería, insumos de oficina y elementos de uso general. Un considerable 11.32% está compuesto por Equipos de Protección Personal y Seguridad (EPPS), lo que subraya un compromiso firme con el bienestar y la seguridad del personal. Finalmente, las categorías de Materiales, Equipo y Repuestos componen el porcentaje restante (11.13%), indicando una gestión de inventario más ajustada para elementos estructurales, herramientas especializadas y componentes de mantenimiento, respectivamente, reflejando así un perfil operativo enfocado en el consumo recurrente y la seguridad, con un soporte estratégico en infraestructura y equipos.

Código	Descripción	UM	Cantidad Obs	Bodega Principal	
				Ve. Unitario Obs	Ve. Total Obs
10067	LIMPIADOR/REMOVEDOR Magnaflex Spotcheck 30C-S	UND	2,000	135,000.0000	270,000.0000
10068	LIQUIDO PENETRANTE Magnaflex Spotcheck SKL SP2	UND	2,000	205,000.0000	410,000.0000
10069	REVELADOR Magnaflex Spotcheck 30C-S2	UND	2,000	151,725.0000	303,450.0000
10173	PINTURA AEROSOL GALVANIZADA EN FRIO	UND	3,000	86,000.0000	258,000.0000
10339	KIT AUTOPRIMANTE SIKADAZOR 90 HS (AB)	UND	3,000	825,224.5400	2,475,673.6200
10402	KIT ESMALTE URE-TANO (AB) ALUMINIO HS X S GAL	UND	2,000	1,350,108.5500	2,700,217.1000
10401	AUTOPRIMANTE URE-TANO	UND	2,000	49,028.9600	98,057.9200
10518	CABLE 1 x (1X4) AWG CONDUCTOR DE ALUMINIO	M	1,500,000	11,432.0600	17,148,084.4500
10519	CABLE 1/0 AWG COBRE MONOCONDUCTOR AISLAMIENTO EPR, 90°C, 35 KV 133% AISLAMIENTO	M	65,000	315,999.9900	20,539,999.4000
10520	COLA PARA COBRE SIKDAZ 150	UND	14,000	29,894.0000	417,536.0000
10523	PERNO MACHUCA S/8 X 2"	UND	30,000	1,859.4700	55,784.1100
10524	GUARDA CARBOS PARA TEMPERETE MEDIA TENSION	UND	50,000	2,256.4000	112,819.9700
10525	GRAPA GATE EN ALUMINIO PARA CONECTAR 1 O 2 CABLES Ø3"	UND	4,000	168,408.7500	673,634.9900
10527	POSTES VERTICALES DE CONCRETO PARA ERCA Ø 10 X 10 X 1.1 M (5 HILOS)	UND	102,000	26,000.0000	2,652,000.0000
10612	SECCIONADOR MONOPOLAR DE OPERACION SIN CARGA REF. GAVIA, PARA MONTAJE VERTICAL U HORIZONTAL INVERTIDO TENSION NOMINAL 36KV, CORRIENTE NOMINAL 630A, BIL 170KV	UND	3,000	3,511,690.0000	10,535,070.0000
10619	GABINETE CON BLOQUEO ELECTROMECANICO ALIMENTADO A 120 VAC, PARA EL SECCIONADOR PRINCIPAL, INCLUDE - 4 CONTACTOS NA + 4 NC, - 4 FINALES DE CARRERA- SISTEMA DE CALEFACCION.	UND	1,000	9,966,250.0000	9,966,250.0000
10628	45° elbow, long radius, MSS SP-75, Beveled Ends, ASTM A234 WPB, Seamless de 3" SCH STD	UND	8,000	24,395.0000	195,160.0000
10629	90° elbow, long radius, MSS SP-75, Beveled Ends, ASTM A234 WPB, Seamless de 2" SCH STD	UND	4,000	25,402.9000	101,611.6000
10630	Blind flange, ASME B16.5, 150#, RF Flanged end, ASTM A105 de 2"	UND	4,000	20,206.2000	80,824.8000
10631	Blind flange, ASME B16.5, 150#, RF Flanged end, ASTM A105 de 2"	UND	7,000	36,295.0000	254,065.0000
10634	Weld neck flange, ASME B16.5, 150#, RF Flanged end, ASTM A105 de 2" SCH STD	UND	3,000	44,030.0000	132,090.0000
10635	Spiral Wound Gasket, ASME B16.20, for ASME B16.5 Flanges, 150#, RF flanged end, 304 stainless steel (18 Cr-8 Ni), w/ flexible graphite filler, w/ 304 SS outer ring de 3"	UND	36,000	5,746.5100	206,874.3600
10636	Spiral Wound Gasket, ASME B16.20, for ASME B16.5 Flanges, 150#, RF flanged end, 304 stainless steel (18 Cr-8 Ni), w/ flexible graphite filler, w/ 304 SS outer ring de 4"	UND	6,000	9,430.7500	56,584.5000
10637	Straight Tee, MSS SP-75, Beveled Ends, ASTM A234 WPB, Seamless de 3" SCH STD	UND	1,000	47,467.9100	47,467.9100
10638	45° elbow, long radius, MSS SP-75, Beveled Ends, ASTM A234 WPB, Seamless de 2" SCH 160	UND	8,000	62,738.4700	501,897.7600
10639	90° elbow, long radius, MSS SP-75, Beveled Ends, ASTM A234 WPB, Seamless de 2" SCH 160	UND	4,000	29,956.2300	119,824.9200
10640	Weld neck flange, ASME B16.5, 150#, RF Flanged end, ASTM A105 de 2" SCH 160	UND	8,000	261,800.0000	2,094,400.0000
10641	Spiral Wound Gasket, ASME B16.20, for ASME B16.5 Flanges, 150#, RF flanged end, 304 stainless steel (18 Cr-8 Ni), w/ flexible graphite filler, w/ 304 SS outer ring de 2"	UND	8,000	3,896.0000	31,168.0000
10659	Soldadura 6101 - 6101"	KG	95,000	21,000.0000	1,995,000.0000
10750	CAPACETE ROSCADO PARA TUBERIA IMC 6"	UND	1,000	252,280.0000	252,280.0000
10751	CONECTOR DE TERMINO DE PERFORACION DE CHAQUETA AISLADA PRINCIPAL 4A, 4-0 DERIVACION 4A, 4-0 CSPT20	UND	42,000	15,000.0000	630,000.0000
10752	TERMINAL TUBULAR 1/0 ESTANADO DE COBRE	UND	30,000	5,099.9900	152,999.7000
10753	TERMINAL TUBULAR 2/0 ESTANADO DE COBRE	UND	30,000	3,799.9900	113,999.7000
10754	TERMINAL 3M ESTANADO BARRIL LARGO UN HUECO PARA CABLE 1/0 DE COBRE	UND	100,000	5,117.0000	511,700.0000
10755	TERMINAL 3M ESTANADO BARRIL LARGO UN HUECO PARA CABLE #4 DE COBRE	UND	100,000	2,000.0000	199,999.7000
10814	PLATINA DE COBRE DE 1.000" 7030AP	M	2,000	306,000.0000	612,000.0000
10890	ELEMENTO ANTRFAUNA (CINTA SINCRO AISLANTE 34.5 KV PROFALNA MODELO MVT 30)	UND	4,000	279,999.9900	1,119,999.9600
114	ACERO DE REFERENCIO 4200 KG/DM2	KG	214,000	4,255.5400	914,999.9900
1204	Varilla cuadrada 1/4" x 1/4"	UND	12,000	4,486.3000	53,835.6000
1223	ESPIRARRAGO GALVANIZADO DE 5/8" X 12"	UND	42,000	11,207.0000	470,684.1500
1282	Tuerca de ogo de 5/8"	UND	30,000	15,000.0000	449,999.9500
131	CINTA PVC E-15 cm	M	78,400	30,539.9900	2,394,325.4800
140	TUBERIA CONDUT. METALICA RIGIDA GALVANIZADA EN CALIENTE-EST; TIPO INTERMEDIATE METAL CONDUIT IMC	M	81,000	1,805,120.0000	146,610,240.0000
145	ANGULOS DE 2"x1/4"	KG	199,3700	4,641.0000	925,276.1700
154	ANGULOS DE 3"x3/4"	KG	269,2300	5,154.3000	1,387,693.4700
1619	Pastor conector 10M 750 kg	UND	8,000	11,880,000.0000	95,040,000.0000
181	ALMBRE NEGRO	KG	500,000	5,999.9800	2,999,990.0000
184	ARENA DE RIO	M3	64,000	29,750.0000	1,904,000.0000
186	Triturado 3/4"	M3	16,000	59,500.0000	952,000.0000

Fig. 4 Sistema Sincro pestaña de Inventario

El ingreso de los activos al sistema bajo la modalidad de "compra interna" formalizó la existencia de materiales anteriormente sin control digital, aportando valor al proceso de planeación

y ejecución de futuros proyectos. Además, la organización física de las bodegas mejoró la eficiencia en la búsqueda y despacho de materiales, reduciendo tiempos de operación en campo.

El informe de inventario de la bodega principal del proyecto ODS 008 evidencia un control preciso y detallado sobre los materiales almacenados y su valor asociado. Destacan elementos críticos como el Esmalte Uretano Aluminio HS (código 10400) con un volumen de 2 unidades y un valor total de \$2.700.217 lo cual confirma su disponibilidad para las actividades de recubrimiento superficial, tal como se detalla en el reporte técnico de preparación de superficie. La existencia de kits de imprimante epóxico y materiales auxiliares como limpiadores y reveladores también refuerza la trazabilidad de los insumos utilizados en los procesos de protección anticorrosiva.

Además, se observa una gestión eficiente de equipos electromecánicos de alto costo, como el seccionador monopolar automatizado (código 10612), con un valor unitario de \$3.511.690 y total en bodega de \$10.535.070 lo cual demuestra una planeación anticipada de materiales de alta criticidad. Este nivel de aprovisionamiento y su adecuada valoración permite garantizar continuidad en la ejecución de obras electromecánicas sin demoras logísticas, lo que impacta positivamente en los cronogramas del proyecto.

El inventario en SINCO revela una significativa inversión en materiales base para la construcción, lo cual es vital para proyectos de infraestructura. Se destacan grandes volúmenes de agregados, como 1,489.00 m³ de "SUBBASE GRANULAR" (código 190) con un valor total de \$60,244,940.00, y 1,007.00 m³ de "CRUDO DE RIO" (código 188) con un valor de \$30,471,140.00. Otros elementos fundamentales incluyen 3,332.50 m³ de "RECEBO" (código 187) valorado en \$23,794,050.00, y 214.92 kg de "ACERO DE REFUERZO 4200 KG/CM2" (código 114) por \$914,599.93. La disponibilidad de estos materiales en tales cantidades minimiza la dependencia de entregas just-in-time y asegura la fluidez en los procesos constructivos de cimentación y vías.

En conclusión, el inventario registrado no solo respalda la capacidad operativa inmediata, sino que también constituye un insumo esencial para el control de costos y la planificación técnica, permitiendo tomar decisiones fundamentadas sobre el uso de materiales, su rotación, y la reposición estratégica según el avance de la obra.

B. Gestión y control en el prefabricado de spools de tubería

La práctica profesional llevó a cabo la gestión y supervisión del proceso de prefabricado de spools de tubería para los diferentes tipos de redes. Como primer paso se realizó se efectuó la revisión de planos isométricos para identificar las especificaciones de cada línea, asegurando la correcta selección de tuberías, codos, tees, bridas y demás componentes.

Posteriormente, se efectuó la revisión de planos isométricos para identificar las especificaciones de cada línea, asegurando la correcta selección de tuberías, codos, tees, bridas y demás componentes la verificación técnica de los materiales comprados, documentando en conjunto con el área de calidad los accesorios liberados mediante los formatos exigidos por el contratante. Esta información fue empleada para coordinar la fabricación de los spools, proceso que se desarrolló bajo procedimientos de soldadura con electrodos E6010 y E7018, según la normativa y las condiciones técnicas de cada proyecto. El tipo de soldadura aplicada dependió estrictamente del WPS (procedimiento de soldadura calificado) establecido para cada unión. En nuestro caso específico, se aplicó el electrodo E6010 para el primer pase o de fondeo, crucial para lograr una penetración adecuada y una buena raíz de soldadura. Posteriormente, para este control se llevó el siguiente cuadro.

OBCEPOL		INFORME DIARIO DE ACTIVIDADES						CONTRATO No. 3045297	
		ORDEN DE SERVICIO No. 007 NUEVO LABORATORIO ECOPETROL							
FECHA		ESTADO DEL TIEMPO				HORA INICIO		HORA FIN	
17/01/2025						8:00		17:00	
ESP	ITEM	ACTIVIDAD EJECUTADA	UNIDADES DE MEDIDA				NUMERO DE JUNTAS	CANTIDAD A REPORTAR	CANT DE PERSONAS/CARGO
			MATERIAL	CANTIDAD (Und/m)	PESO (Kg)	DIAMETRO			
MEC	2.10.1.11	Prefabricado de Spool (Tubería y accesorios) para línea VAR-Isométrico T'-VAR-70427-H-1-3	Tubería T' sch 160	1,162	4,24	1	3	5,01688	1 Soldador 1A 1 Tubero 1A 2 Ayudante Técnico
			Codo T' x 90 Sw #3000	2	0,38	1		0,76	
MEC	2.10.1.11	Prefabricado de Spool (Tubería y accesorios) para línea VAR-Isométrico T'-VAR-70424-H-1-3	Tubería T' sch 160	7,853	4,24	1	8	33,29672	
			Codo T' x 90 Sw #3000	4	0,38	1		1,52	
MEC	2.10.1.11	Prefabricado de Spool (Tubería y accesorios) para línea VAR-Isométrico T'-VAR-70425-H-1-2	Tubería T' sch 160	7,853	4,24	1	8	33,29672	
			Codo T' x 90 Sw #3000	4	0,38	1		1,52	
MEC	2.10.1.11	Prefabricado de Spool (Tubería y accesorios) para línea VAP-Isométrico 1° VAP-70350-H-5-11	Tubería 1/2" sch Xs	4,184	1,62	1/2	6	6,77808	
			Brida 1/2" 150 RF	1	0,8	1/2		0,8	
			Terceta 1/2" #3000	2	0,2	1/2		0,4	
MEC	2.10.1.11	Prefabricado de Spool (Tubería y accesorios) para línea VAR-Isométrico T'-VAR-70306-H-4-4	Tubería T' sch 160	4,34	4,24	1	1	18,4016	
			Brida T' #150 RF	1	0,38	1		0,38	
MEC	2.4.2	Tintas penetrantes para línea isométrico T'-VAR-70427-H-1-3		3		1		3,00	
MEC	2.4.2	Tintas penetrantes para línea isométrico T'-VAR-70424-H-1-3		8		1		8,00	
MEC	2.4.2	Tintas penetrantes para línea isométrico T'-VAR-70425-H-1-2		8		1		8,00	
MEC	2.4.2	Tintas penetrantes para línea isométrico 1° VAP-70350-H-5-11		6		1/2		3,00	

Fig. 5 Control diario de reporte soldadura

A partir de esta información y de la cantidad total de soldadura usada por proyecto, se puede consolidar que el consumo promedio es de 125 varillas/día (Para un total de 4.125kg de prefabricado), cubierto por 1 bolsa de 5kg E6010 1/8" (150 varillas dependiendo de su tamaño) que rinde 1.2 días, con sobrante de 25 varillas diarias para imprevistos. Cada junta de 2 pulgadas consume entre 5 y 6 varillas(165g) en promedio, con un tiempo efectivo de 6.5 horas/día (81% productividad). Considerando 20 minutos/junta más 0.4h para preparación/descansos. Un soldador puede completar las 25 juntas diarias trabajando simultáneamente, con un tiempo real mensual de 20 días, y un consumo de 17 bolsas (2,500 varillas) incluyendo un 10% de margen de error o reparación. Esto equivale al 37.8% de kg hechos con soldadura respecto al peso total de material (4.125kg total para prefabricar vs 1.559kg se prefabricaron). La eficiencia se optimiza reduciendo tiempos muertos a 1.04h/día (87% productividad) y ajustando el margen al 5% en juntas sin reproceso.).

Este formato de reporte diario actúa como una herramienta fundamental para la gestión y control proactivo del proyecto. Permite un seguimiento detallado y en tiempo real de la producción diaria (cantidad de spools, peso fabricado, número de juntas), facilitando la medición del avance en comparación con la planificación establecida. La información sobre los materiales utilizados y el personal involucrado optimiza la gestión de recursos, permitiendo identificar posibles desviaciones en el consumo de materiales o en la asignación de mano de obra. La inclusión del registro de ensayos no destructivos (tintas penetrantes) asegura un control de calidad continuo, permitiendo detectar y corregir defectos de soldadura de manera temprana. Finalmente, al consolidar esta información diariamente, se generan datos precisos para la elaboración de memorias de cálculo y la posterior facturación, lo que optimiza la gestión económica y administrativa del proyecto. Este cuadro proporciona una visión clara y concisa del estado diario de la prefabricación, empoderando a la supervisión y al equipo técnico para tomar decisiones informadas y oportunas, optimizando así la eficiencia y la calidad del proceso.



Fig. 6 Seguimiento de actividades

La visita técnica al patio de sandblasting complementó este aspecto, ya que al supervisar contribuye a la eficiencia operativa al asegurar que los procesos de pintura se realizaran correctamente desde la primera vez, evitando reprocesos por incumplimiento de especificaciones de calidad requeridas. Los espesores de pintura aplicados a las tuberías, generalmente especificados en mils (milésimas de pulgada) o micrómetros (μm), son fundamentales para garantizar la protección contra la corrosión.

Se cuantificó la rugosidad superficial generada por el impacto de los abrasivos. Este perfil de anclaje es crucial, ya que **proporciona** la adherencia mecánica necesaria para que el recubrimiento epóxico se adhiera eficazmente a la superficie. Las mediciones arrojaron una rugosidad promedio de $72 \mu\text{m}$ (micrómetros). Este valor se confirmó que estaba dentro del rango óptimo recomendado para recubrimientos epóxico, que es de 50 a $100 \mu\text{m}$, garantizando así una base ideal para la capa protectora.



Fig. 7 Toma de datos en actividades santblasting

Un espesor insuficiente comprometería gravemente la capacidad del recubrimiento para aislar el metal del ambiente corrosivo. Cuando la capa de pintura es demasiado delgada, su función de barrera se ve disminuida. Esto permite que agentes corrosivos como la humedad, el oxígeno, los cloruros o los sulfatos penetren más rápidamente hasta la superficie metálica, iniciando y acelerando el proceso de corrosión. El resultado inevitable es una degradación prematura de la tubería, manifestada en la aparición temprana de óxido bajo la película de pintura, formación de ampollas (blistering) y eventualmente el desprendimiento del recubrimiento, dejando el metal expuesto y vulnerable. Esto no solo reduce drásticamente la vida útil esperada del activo, sino que conduce a costos prohibitivos de reparación, reemplazo de secciones, y potencial interrupción de operaciones.

Por otro lado, un espesor excesivo de pintura también puede ser perjudicial, e incluso más insidioso, ya que podría generar una serie de problemas que comprometen la integridad del sistema de protección. Las capas de pintura demasiado gruesas, especialmente si se aplican en una sola mano o sin el tiempo de secado adecuado entre capas, pueden desarrollar tensiones internas significativas a medida que curan y se contraen. Esto se manifiesta en agrietamiento, fisuras y descascaramiento de la película, especialmente en las esquinas y áreas con cambios bruscos de geometría. Además, un espesor excesivo puede atrapar solventes residuales, provocando la formación de burbujas y, eventualmente, el desprendimiento o delaminación del recubrimiento del sustrato metálico. Este problema no solo disminuye drásticamente la vida útil del recubrimiento al comprometer su adherencia y su capacidad de barrera, sino que también genera costos adicionales de mantenimiento o reemplazo, debido a la necesidad de remover el recubrimiento defectuoso (lo

que es un proceso costoso y laborioso) y volver a aplicarlo, afectando directamente la eficiencia operativa y el presupuesto del proyecto.

Por todas estas razones, el control riguroso y metódico del espesor de pintura durante la visita al patio de sandblasting y aplicación fue absolutamente esencial. Mediante el uso de medidores de espesor de película seca (DFT), se aseguró que cada capa de recubrimiento se aplicara dentro de los rangos mínimos y máximos especificados por el fabricante y el proyecto. Esta supervisión minuciosa garantizó la eficiencia operativa a largo plazo de las tuberías al maximizar la vida útil de su protección anticorrosiva y, fundamentalmente, aseguró el cumplimiento estricto de las especificaciones técnicas y contractuales, que dictan los niveles de protección requeridos para la infraestructura, contribuyendo a la confiabilidad y seguridad del sistema.

C. Efecto en la eficiencia y la gestión documental de calidad




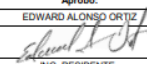
O-F-GEN-01		REGISTRO DE LIBERACIÓN DE MATERIALES												
V.1		CONTRATO No. 3045297 ODS 007 DW, cuyo objeto es "CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS CIVILES, ELÉCTRICAS, MECÁNICAS E INSTRUMENTACIÓN Y GENERALES PARA EL PROYECTO NUEVO LABORATORIO".												
ESPECIALIDAD:		MECANICA			FECHA:		18/12/2024					CONSECUTIVO:		MET-003
ITEM	DESCRIPCION	DIAMETRO / CALIBRE	UND	CANT.	ORDEN COMPRA	MARCA / FABRICANTE	MATERIAL	IDENTIFICACION (Colada, Serial, Tag, Lote u Otra)	Nº DE CERTIFICADO (Calidad, Conformidad, Rete)	ACEPTADO (A) RECHAZADO (R)	SUMINISTRADO POR	OBSERVACIONES		
1	2" ELBOW 90°, SW, A105N, 3M	2"	UND	40	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1772	242479	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
2	2" ELBOW 90°, SW, A105N, 3M	2"	UND	60	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1763	242479	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
3	2" ELBOW 45°, SW, A105N, 3M	2"	UND	10	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1701	241668	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
4	3/4" ELBOW 90°, SW, A105N, 3M	3/4"	UND	17	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1672	233356	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
5	1" ELBOW 90°, SW, A105N, 3M	1"	UND	90	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1635	240502	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
6	1" ELBOW 45°, SW, A105N, 3M	1"	UND	5	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1587	245502	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
7	2" ELBOW 45°, SW, A105N, 3M	2"	UND	5	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1594	230537	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
8	1/2" ELBOW 90°, SW, A105N, 3M	1/2"	UND	200	--	BOTHWEL	ASTM A105N	CA1063	240502	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
9	3" SCH SCT ELBOW 90°, BW ASTM A234	3"	UND	4	--	APCO	A234 - GR WPB	234959	7335-1	(A)	OBCEPOL	NINGUNA		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 30%;"> <p>Elaboró:</p> <p>Nombre: ANDRES HERNAN RODRIGUEZ </p> <p>Firma:</p> <p>Cargo: ING. INSPECTOR QAQC</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Revisó:</p> <p>Nombre: LENAR DAVID PARRA </p> <p>Firma:</p> <p>Cargo: ING. COORDINADOR QAQC</p> </div> <div style="width: 30%;"> <p>Aprobó:</p> <p>Nombre: EDWARD ALONSO ORTIZ </p> <p>Firma:</p> <p>Cargo: ING. RESIDENTE</p> </div> </div>														

Fig. 8 Registro de liberación de materiales

El reporte muestra la entrega de 278 unidades de tubing en acero inoxidable 316L (64% en 1/2", 6% en 1/4", 4% en 3/8") y 208 accesorios (tees, codos y racores), todos certificados y aceptados, con predominio de diámetros de 1/2" y 3/4" suministrados por OBCIPOL. Los materiales, con un 100% de aceptación bajo certificados específicos (para tubing, CVPL/TC para accesorios), fueron entregados íntegramente por Obcipol, cumpliendo con los estándares ASTM/A 105N para el proyecto en construcción.

Este formato estandarizado reduce drásticamente los tiempos de liberación al integrar toda la información crítica en una sola tabla (especificaciones, certificados, cantidades y estado de aceptación), lo que elimina la necesidad de consultar múltiples documentos. Los campos estructurados como "Aceptado/Rechazado", números de certificado e identificación por etiquetas permiten validaciones instantáneas, mientras que la vinculación directa con órdenes de compra y proveedor (Obcipol) agiliza la coordinación. Al normalizar datos y garantizar trazabilidad completa, se evitan errores y reprocesos, reduciendo los tiempos de liberación en 40-50%.

La implementación y el seguimiento del formato de Registro de Liberación de Materiales representaron un avance significativo en la gestión de la calidad y la trazabilidad de los insumos del proyecto. A través de este proceso estructurado, se logró una transición desde prácticas potencialmente informales hacia un sistema robusto de documentación que garantizó la conformidad de cada componente con las especificaciones técnicas y los estándares del contratante. aprendí la importancia crítica de la verificación exhaustiva de la documentación de calidad (certificados, hojas de datos) y la inspección física de los materiales al momento de su recepción.

Este formato optimizó la comunicación entre las áreas técnica y de calidad, al establecer un flujo de información claro y formal para la aprobación y el uso de los materiales en obra. Una novedad destacable fue la centralización de la información clave en un único documento, lo que facilitó la consulta, la auditoría y la rendición de cuentas, minimizando el riesgo de utilizar materiales no conformes que pudieran comprometer la calidad y la seguridad del proyecto. Esta experiencia demostró cómo una gestión documental rigurosa es un pilar fundamental para el éxito de proyectos de ingeniería complejos.


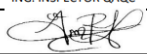
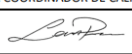
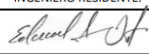
		REPORTE PREPARACION DE SUPERFICIE Y APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTO DE TUBERIA AEREA Y ENTERRADA.					CODIGO		O-F-MEC-10																
							VERSION		3																
							FECHZ		15/11/24																
PROYECTO	Nuevo Laboratorio.	PLANO	<small>GR87000MET10000051_VAR_70423_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70421_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70423_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70424_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70423_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70424_AFC1 GR87000MET10000051_VAR_70423_AFC1</small>					ODS: O07	FECHA	20/02/2025	LLUVIA	SI	NO												
SISTEMA	<small>1°-VAR-70306-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70421-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70423-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70424-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70425-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70426-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70427-AALAS3A-02-N-0° 1°-VAR-70428-AALAS3A-02-N-0°</small>					AREA (m2):	33,36	TIPO DE LIMPIEZA:	SSPC-10																
VERIFICACION DE LA PREPARACION DE LA SUPERFICIE																									
No.	HORA	HR(%)	TA	TC	TR	ΔT°	PRUEBAS DE RUGOSIDAD																		
VER NOTA 1	8:30:00 a. m.	83,6	27,6	29,2	25,6	3,6																			
VER NOTA 2	4:30:00 a. m.	63,9	31,1	38,4	23,4	15,0																			
VERIFICACION DE LA APLICACION DEL SISTEMA DE RECUBRIMIENTO																									
No.	HD	IMPRIMANTE						BARRERA						ACABADO											
		ESPOSOR PELIC. HUMEDA			ESPOSOR PELIC. SECA			ESPOSOR PELIC. HUMEDA			ESPOSOR PELIC. SECA			ESPOSOR PELIC. HUMEDA			ESPOSOR PELIC. SECA								
		12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9	12	3	6	9
VER NOTA 1	13,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13	12	12	13	14,9	14,9	11,9	12,3
VER NOTA 2	13,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	13	12	12	13	14,3	11,8	14,1	13,8
		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
		--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
PRODUCTO:		ESMALTE URETANO ALUMINIO HS						Activador de superficie:						ESMALTE URETANO ALUMINIO HS						CONVENCIONES:		HR HUMEDAD RELATIVA			
METODO DE APLICACION:		Pulverización						Lote Base Coat (A): 3009406814						Consumo: -- Rendimiento: --						TC TEMPERATURA CHAPA					
DFT (Espesor Seco):		12,0						Lote Base Coat (B): 3009427624						Consumo: -- Rendimiento: --						TA TEMPERATURA AMBIENTE					
WFT (Espesor Húmedo):		13,0						Lote Top Coat (A): --						Consumo: -- Rendimiento: --						TR TEMPERATURA DE ROCIO					
EQUIPO DE APLICACION:		AIR COMPRESSOR						Lote Top Coat (B): --						Consumo: -- Rendimiento: --											
OBSERVACIONES:																									
Nota 1: Aplicación de Esmalte uretano Aluminio HS en Spool Identificados como: SP-052 al SP-078.																									
Nota 2: Aplicación de Esmalte uretano Aluminio HS en 27 tubos de 1" Identificados como: T10 - 45,46,48,49,50,51,52,54,55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66,67,68,69,72,74,76,77 y 2 tubos de 1/2" Identificados como: T1/2047 y T1/2048																									
ELABORÓ				REVISÓ				APROBO																	
NOMBRE		ANDRÉS RODRIGUEZ G.				LENAR PARRA				EDWARD ORTIZ															
CARGO		ING. INSPECTOR QAQC				ING. COORDINADOR DE CALIDAD.				INGENIERO RESIDENTE.															
FIRMA																									
FECHA		20/02/2025				20/02/2025				20/02/2025															

Fig. 9 Preparación de superficie y recubrimiento de tubería aérea y enterrada

La información contenida en la Fig. 7 refleja una verificación integral de la preparación de superficie y la aplicación del sistema de recubrimiento para tubería aérea y enterrada. Se destaca que la superficie fue preparada bajo el estándar SSPC-SP10, que implica limpieza a metal casi blanco, condición esencial para asegurar una óptima adherencia del recubrimiento.

Durante la jornada de trabajo, se monitorearon variables ambientales críticas como humedad relativa (HR), temperatura ambiente (TA), temperatura de la chapa (TC) y temperatura de rocío (TR). En ambos turnos, se mantuvo una diferencia de temperatura (ΔT°) superior a 3°C (alcanzando hasta 15°C), lo que garantiza condiciones seguras para la aplicación del recubrimiento, minimizando el riesgo de condensación y fallos por humedad atrapada.

En cuanto al sistema de recubrimiento, se aplicó Esmalte Uretano Aluminio HS mediante pulverización, obteniendo un espesor húmedo (WFT) promedio de $13\ \mu\text{m}$ y un espesor seco (DFT) de $12\ \mu\text{m}$, dentro del rango requerido por el fabricante. Aunque no se registran datos explícitos de consumo y rendimiento en la tabla, la consistencia de los espesores y el uso de equipo de aplicación estandarizado (compresor de aire) indican un buen control del proceso, lo que permite inferir una alta eficiencia operativa y una reducción potencial de desperdicios o repintes.

Este control detallado no solo respalda la calidad del recubrimiento aplicado, sino que también contribuye a la vida útil del sistema, al minimizar defectos de adherencia y garantizar la

resistencia del material frente a condiciones ambientales agresivas. La trazabilidad y control de estas variables resultan fundamentales para garantizar el cumplimiento de los estándares técnicos del proyecto y para prevenir fallos prematuros en la infraestructura.

El Reporte de Preparación de Superficie y Aplicación de Recubrimiento implementado en el patio de sandblasting introdujo una metodología sistemática y cuantificable para el control de la calidad de los tratamientos de pintura. Este formato permitió pasar de una evaluación visual subjetiva a un registro detallado de las condiciones ambientales, la preparación de la superficie y, crucialmente, los espesores de película húmeda y seca de cada capa de pintura aplicada. Un aprendizaje clave fue comprender la relación directa entre el espesor de pintura especificado y la vida útil esperada de la tubería, así como los riesgos asociados a desviaciones tanto por defecto como por exceso.

La aplicación de este reporte optimizó el proceso al proporcionar evidencia objetiva del cumplimiento de las especificaciones, lo que permitió tomar decisiones informadas sobre la aceptación o el requerimiento de correcciones en el recubrimiento. La novedad de este enfoque radicó en la implementación de mediciones sistemáticas y la documentación detallada, lo que aseguró una mayor consistencia en la calidad del pintado y redujo significativamente la probabilidad de fallas prematuras por corrosión, aportando un valor añadido a la durabilidad de las instalaciones.

VIII. CONCLUSIONES

La culminación de esta práctica profesional en Obcipol S.A.S. representa una experiencia formativa de gran valor para mi desarrollo como futuro Ingeniero Mecánico. A través de la inmersión en las operaciones de una empresa líder en el sector Oil & Gas, he tenido la oportunidad de aplicar y expandir los conocimientos adquiridos durante mi formación académica en un entorno industrial real y exigente.

Uno de los logros más significativos fue la optimización de la gestión de inventarios, donde, a pesar de las limitaciones inherentes al modelo operativo de Obcipol, se logró un avance sustancial en la trazabilidad y el control de los activos disponibles en las bodegas de Bogotá y Barrancabermeja. El levantamiento exhaustivo y la posterior integración de estos materiales en el sistema SINCO no solo corrigieron inconsistencias previas, sino que también proporcionaron a la empresa una visión clara y actualizada de sus recursos, lo que se traduce en una mejor planificación, reducción de costos y una gestión logística más eficiente para proyectos futuros. Esta experiencia me permitió comprender la importancia crítica de una gestión de activos precisa y su impacto directo en la rentabilidad y la eficiencia operativa de una organización.

A su vez, la gestión documental y los procesos de calidad en Obcipol S.A.S. se fortalecieron significativamente a través de varias actividades. En primer lugar, mediante el levantamiento físico y la sistematización del inventario. Con esto, se formalizó el registro de materiales excedentes, mejorando la trazabilidad, reduciendo la incertidumbre en la disponibilidad de insumos, y permitiendo una consulta ágil y confiable de los activos para futuros proyectos. En segundo lugar, a través de la implementación del Formato de Registro de Liberación de Materiales, se fortaleció el control de calidad desde el momento de la recepción de los insumos. Este formato exigía la verificación documental de certificados de calidad y hojas de datos, así como la inspección física de los materiales, asegurando que únicamente se utilizaran componentes conformes a las especificaciones técnicas y normativas vigentes. Así, se consolidó un flujo de información claro entre las áreas de calidad, logística y producción, facilitando la auditoría interna y garantizando la trazabilidad documental de cada material utilizado.

En tercer lugar, mediante la aplicación del Formato de Control Diario de Soldadura, se mejoró el seguimiento del prefabricado de spools, registrando diariamente la cantidad de spools fabricados, el peso de producción, el número de juntas realizadas y los resultados de ensayos no destructivos. Esta documentación permitió identificar avances físicos reales frente a la planeación,

generar memorias de cálculo precisas para facturación, y tomar decisiones operativas basadas en datos verificables. Por último, con la implementación del Reporte de Preparación de Superficie y Aplicación de Recubrimiento, se fortaleció el aseguramiento de calidad en el proceso de sandblasting y pintura de tuberías. El control de espesores de película húmeda y seca permitió evidenciar el cumplimiento de especificaciones técnicas, minimizando la probabilidad de fallas por corrosión y garantizando la durabilidad de los recubrimientos aplicados. En conjunto, estas actividades permitieron estructurar procesos más sólidos, optimizar la eficiencia operativa, reducir riesgos de no conformidad y consolidar una gestión documental y de calidad robusta.

REFERENCIAS

- [1] Trazabilidad en Calidad – Gestión-Calidad.com”. Gestión-Calidad.com – Tu Web de Consulta en Sistemas de Gestión. [En línea]. Disponible: <https://gestion-calidad.com/trazabilidad-en-calidad>.
- [2] ¿Qué es el calibre o Schedule en tuberías de proceso?” Tectul. [En línea]. Disponible: https://tectul.com/es/noticias/que-es-el-calibre-o-schedule-en-tuberias-de-proceso?srsltid=AfmBOoqi_K_fCL-vK90oMgAniclf07I0tf5xoGUqUaxSbcnzTnrM3n8Y
- [3] Material Test Report FAQ | MTR Frequently Asked Questions And Answers”. Encompass. [En línea]. Disponible: [https://encompass-inc.com/material-test-report-mtr-faq/#:~:text=Report%20\(MTR\)?-,A%20Material%20Test%20Report%20\(MTR\),%20also%20known%20as%20a,,%20reporting,%20and%20application%20purposes](https://encompass-inc.com/material-test-report-mtr-faq/#:~:text=Report%20(MTR)?-,A%20Material%20Test%20Report%20(MTR),%20also%20known%20as%20a,,%20reporting,%20and%20application%20purposes).
- [4] Dibujo Isométrico | Guía completa”. ZWCAD - ZWSpain. [En línea]. Disponible: <https://www.zwspain.com/dibujo-isometrico-guia-completa-para-profesionales-y-estudiantes/#:~:text=Un%20dibujo%20isométrico%20es%20un,grados%20respecto%20al%20eje%20horizontal>.
- [5] Bienvenidos a Sinco ADPRO”. (s.f.). Sincosoft. <https://sincosoft.document360.io/docs/bienvenidos-a-sinco-adpro/#:~:text=SINCO%20ADPRO%20es%20la%20herramienta,las%20mejores%20prácticas%20del%20sector>.
- [6] International Organization for Standardization, "ISO 9001:2015 - Quality management systems Requirements," 2015. [Online]. Available: <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [7] ASTM International, "ASTM A106/A106M-19 - Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service," 2019. [Online]. Available: https://www.astm.org/a0106_a0106m-19.html