

Práctica Empresarial En La Empresa Cimol. Consultoría, Construcciones, Ingenierías Y
Mantenimiento De Oleoductos S.A.S Como Auxiliar De Ingeniería

Juan Felipe Soto Meléndez

Trabajo de Grado para Optar el Título de Profesional en Ingeniería Civil

Directora

Sandra Milena Cote Vargas

MSc. Ing Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2021

Agradecimientos

A mi madre Luz Helena Meléndez, mi familia y amigos por todo el apoyo que me brindaron durante mi proceso formativo.

A la universidad Industrial de Santander por brindarme la formación académica, a CIMOL S.A.S por permitirme poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el curso de mi carrera.

A los ingenieros Sebastián Reyes Bautista, Carlos Rosado, Víctor Humberto Gonzales, Giordan López, Dayan Andrés Segovia, Freddy Sánchez y Fabio Humberto Herrera por orientar y compartir su conocimiento conmigo durante el desarrollo de la práctica.

A todo el personal de la empresa CIMOL S.A.S por acogerme y orientarme en la primera experiencia laboral en la que aplico mis conocimientos adquiridos en la universidad.

A mi directora de proyecto la Ingeniera Sandra Cote por ser mi guía e instructora durante la práctica.

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	11
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo General	12
1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 Cuerpo del trabajo	13
2.1 Plan de calidad:	13
2.2 Plan de inspección y ensayo:	13
2.3 Dossier de construcción de calidad:	13
2.4 Registro de liberación:	13
2.5 Certificado de calidad:	14
2.6 Pruebas destructivas:	14
2.7 Pruebas no destructivas:	14
3 Metodología	15
3.1 Inducción a la empresa Cimol. Consultorías, Construcciones, Ingeniería Y Mantenimiento De Oleoductos S.A.S.....	15
3.2 Asistencia a ingenieros en obra.....	15

3.3 Asignación y desarrollo de actividades.....	15
3.4 Elaboración de informes.....	16
4 Desarrollo De La Practica En la empresa Cimol S.A.S	17
4.1 Revisión y Analisis de Actividades.....	17
4.2 Apoyo en la Creación del Plan de Calidad e Inspección y ensayo	18
4.2.1 Plan de calidad:	18
4.2.2 Plan de Inspección y Ensayo.....	20
4.3 Almacenamiento de materiales y chequeos previos a su uso e instalación.....	21
4.3.1 Matriz de almacenamiento de materiales en obra	21
4.3.2 Instructivo Manejo De Almacén	22
4.4 Apoyo en la Supervisión de Actividades	23
4.4.1 Supervisión de excavaciones:.....	23
4.4.2 Supervisión del mejoramiento de la subrasante:	24
4.4.3 Supervisión y control de rellenos:.....	27
4.4.4 Revisión del acero de refuerzo instalado:	29
4.4.5 Solicitud de concreto y supervisión de fundida:	32
4.4.6 Supervisión en la instalación de imprimación y mezcla densa en caliente:.....	34
4.5 Recolección y Análisis de Evidencias.....	37
4.6 Planos RED LINE y ASBUILT	40

4.7 Dossier de Construcción.....	41
4.7.1 Discusión	41
5 Conclusiones.....	42
Referencias Bibliográficas	44

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1 Diagrama de flujo. metodología para el desarrollo de la práctica empresarial en CIMOL S.A.S	16
Figura 2 Demarcación y excavación.....	24
Figura 3 Demarcación de área a intervenir.....	25
Figura 4 Retiro de material contaminado.	25
Figura 5 Compactación mecánica de crudo de rio.	26
Figura 6 Escarificación del terreno natural.....	27
Figura 7 Extensión mecánica de subbase granular.	28
Figura 8 Control topográfico en rellenos.....	28
Figura 9 Armado acero de refuerzo	29
Figura 10 Posicionado acero de refuerzo.....	30
Figura 11 Armado acero de refuerzo inferior	31
Figura 12 Verificación de geometría del acero de refuerzo.....	31
Figura 13 Vaciado de concreto	33
Figura 14 Aplicación de curador para concreto.....	34
Figura 15 Aplicación de emulsión asfáltica para posterior instalación de Mezcla densa en caliente	35
Figura 16 Instalación de carpeta asfáltica por mediante asfaltadora	36

Figura 17 Compactación mecánica de la carpeta asfáltica	36
Figura 18 Control de temperatura de la mezcla asfáltica.....	37
Figura 19 Toma de densidades por el método del cono de arena en rellenos.....	38
Figura 20 Toma de asentamiento mediante la prueba de slump.....	39
Figura 21 Toma de cilindros de concreto	39

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1 Tiempo de rotura de cilindros de concreto	40
Tabla 2 Convencion de colores para planos Red Line.....	41

Resumen

Título: Practica Empresarial En La Empresa CIMOL. Consultoría, Construcciones, Ingenierías Y Mantenimiento De Oleoductos S.A.S Como Auxiliar De Ingeniería*

Autor: Juan Felipe Soto Meléndez**

Palabras Clave: Calidad, Plan de calidad, Plan de inspección y ensayo, Seguimiento, Control, Asegurar.

Descripción: Asegurar la calidad de los proyectos de obra civiles es una necesidad que requiere una planeación detallada y minuciosa para obtener productos funcionales estructuralmente, debido a esto, nace la creación de planes de calidad y, de inspección y ensayo. El primero permite crear una ruta para detallar, ejecutar, supervisar, monitorear y controlar las distintas fases del proyecto. El segundo monitorea los materiales instalados y los procesos constructivos, asegurando los criterios y los factores que inciden en las actividades a desarrollar, certificando que cumplan con los criterios establecidos en las normas que rigen a la ingeniería en el país como también las exigencias de los clientes.

La empresa CIMOL S.A.S requiere apoyo en el área de calidad de los proyectos para la creación, seguimiento y el cumplimiento de los planes de inspección y ensayo que desarrolla para ECOPETROL S.A. Para ello se establece el cargo de auxiliar de ingeniería para la creación de Dossiers de Construcción.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Directora: Sandra Milena Cote Vargas. MSc. Ing Civil.

Abstract

Title: Business Practice at The CIMOL Company. Consulting, Construction, Engineering and Maintenance Of Oleoductos S.A.S As An Engineering Assistant*

Author: Juan Felipe Soto Meléndez¹

Key Words: Quality, Quality plan, Inspection and testing plan, Follow-up, Control, Assurance.

Description: Ensuring the quality of civil works projects is a necessity that requires detailed and meticulous planning in order to obtain structurally functional products. Because of this, the creation of quality, inspection and test plans is born. The first one allows to create a route to detail, execute, supervise, monitor and control the different phases of the project. The second monitors the materials installed and the construction processes, assuring the criteria and the factors that affect the activities to be developed, certifying that they comply with the criteria established in the norms that govern engineering in the country as well as the demands of the clients.

The company CIMOL S.A.S. requires support from the quality area in the projects for the creation, follow-up and compliance of the inspection and testing plans developed for ECOPETROL S.A. For this purpose, the position of engineering assistant for the creation of Construction Dossiers is established.

* Degree Work

¹ School of Physicomechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Sandra Milena Cote Vargas. MSc. Ing Civil.

Introducción

Las empresas constructoras, promotores y dirección facultativa, son los primeros interesados en exigir un buen control de calidad en las obras y así evitar sorpresas desagradables, que siempre se convierten en excesos de costes.

Podríamos definir el Control de Calidad en las Obras como la verificación técnica (tanto de los materiales como de su ejecución) de que la obra cuenta con las características específicas técnicas necesarias para evitar futuras fallas, malos métodos y deficientes prácticas constructivas, y asegurar así, que el usuario final va a recibir un producto de calidad (Unicontrol 2019). "Por lo tanto, es importante delimitar claramente el alcance que tendrá el plan de calidad. Con este fin se debe definir si está enfocado a un determinado proyecto o proceso además de descomponerlo en acciones para analizar y describir las características de este (ISOTools 2015).

La empresa CIMOL S.A.S crea un plan de calidad para definir el alcance, objetivos, responsabilidad de la dirección del proyecto, estructura organizacional, gestión y control de documentos, gestión de recursos, requisitos técnicos y legales, ejecución y control del proyecto. Especificando también los aspectos relevantes sobre el diseño de las obras, los métodos que se utilizarán para el control y preservación del producto.

Este documento presenta el resultado del trabajo que se llevó a cabo en la empresa CIMOL S.A.S. contando con el apoyo del coordinador de proyectos en la capacitación para la creación de planes de calidad, planes de inspección y ensayo, procedimientos técnicos, proceso de solicitud de certificados de calidad y licencias ambientales, uso de formatos para soportar cantidades, coordinación de ensayos, construcción de planos RED-LINE, planos AS-BUILT y creación de dossiers de construcción.

1 Objetivos

1.1 Objetivo General

Realizar práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en el área de Ingeniería y Proyectos con la empresa CIMOL. CONSULTORÍAS, CONSTRUCCIONES, INGENIERÍA Y MANTENIMIENTOS DE OLEODUCTOS S.A.S.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar labores de apoyo para verificar el cumplimiento de todas las actividades de los planes específicos de calidad de los proyectos.
- Realizar labores de apoyo en la elaboración de informes de calidad solicitados.
- Realizar labores de apoyo como auxiliar del director de obra en los proyectos.

2 Cuerpo del trabajo

Para el desarrollo de la práctica empresarial es pertinente tener presente la definición de los siguientes conceptos.

2.1 Plan de calidad:

El plan de Calidad es un documento a través del que se detalla cómo debe ser el proceso que garantice la calidad de los proyectos, productos o procesos. Este plan debe dar respuesta a cuestiones como qué acciones se llevarán a cabo, qué recurso serán necesarios o quiénes serán los encargados de aplicar el plan (ISOTools 2015).

2.2 Plan de inspección y ensayo:

Un Plan de Inspección y Ensayo es un programa de evaluación de la conformidad de un grupo de elementos, consta de una serie de etapas donde se establece actividades, tipos de inspección, frecuencia, criterios de aceptación y encargado responsable de cada actividad.

Todas estas actividades están dentro de un procedimiento para llevar a cabo en un determinado tiempo y espacio específico (Prezi 2014).

2.3 Dossier de construcción de calidad:

En el ámbito empresarial, y sobre todo en el sector industrial, cuando hablamos de “dossier de calidad”, nos referimos a un dossier que incluye todos los documentos que certifican que un determinado proceso, producto o servicio se ha realizado conforme a unos estándares de calidad fijados (Jorge Jimeno Bernal 2014).

2.4 Registro de liberación:

Formato en el cual se recoge datos obtenidos después de realizar una actividad. Estos registros tienen como objetivo demostrar al cliente la conformidad con los requisitos especificados en el proyecto.

2.5 Certificado de calidad:

Un certificado de calidad es un documento expedido por una institución ajena a la empresa y que acredita que sus procesos de producción cumplen los parámetros de calidad necesarios para salir al mercado.

El certificado de calidad es un medio de verificación sobre los procesos que una empresa ha desarrollado para la elaboración y/o producción de sus productos y servicios, que acredita el cumplimiento de estándares apropiados de calidad para ser ofrecido a los consumidores. Estos estándares pueden ceñirse a una norma, o bien, ser propios de la entidad que otorga el certificado (Pablo orellana Nirian 2020).

2.6 Pruebas destructivas:

Las pruebas destructivas de los materiales son ensayos incluidos dentro de la rama de la ingeniería forense que se aplican sobre diferentes compuestos para determinar cuáles son sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. El objetivo es verificar si cumplen los estándares de calidad necesarios para garantizar su fiabilidad.

A diferencia de las pruebas no destructivas, los ensayos destructivos modifican las propiedades, estructura o geometría de las piezas examinadas, generando daños como deformaciones o roturas que los invalidan para su uso posterior. Por este motivo, los estudios se hacen sobre una muestra representativa del material denominada probeta, la cual puede tener diversas formas (esfera, cilindro, cubo, etc.) (Infinita Research 2020).

2.7 Pruebas no destructivas:

Son ensayos practicados a un material. Estos ensayos no alteran las propiedades, físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Las pruebas no destructivas generan daño imperceptible o nulo.

3 Metodología

Durante la práctica empresarial se tuvo en cuenta las fases que se presentan a continuación:

3.1 Inducción a la empresa CIMOL. CONSULTORÍAS, CONSTRUCCIONES, INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO DE OLEODUCTOS S.A.S.

El estudiante recibió una inducción y capacitación por parte del tutor designado para familiarizarse con la empresa, conocer sus políticas, filosofía, proyectos que desarrolla. Además de ajustar conocimientos que le permitan desenvolverse mejor en el desarrollo de las actividades que realizará.

3.2 Asistencia a ingenieros en obra

El estudiante acompañó al tutor en visitas de campo para realizar actividades de apoyo en el cumplimiento del plan específico de calidad.

3.3 Asignación y desarrollo de actividades

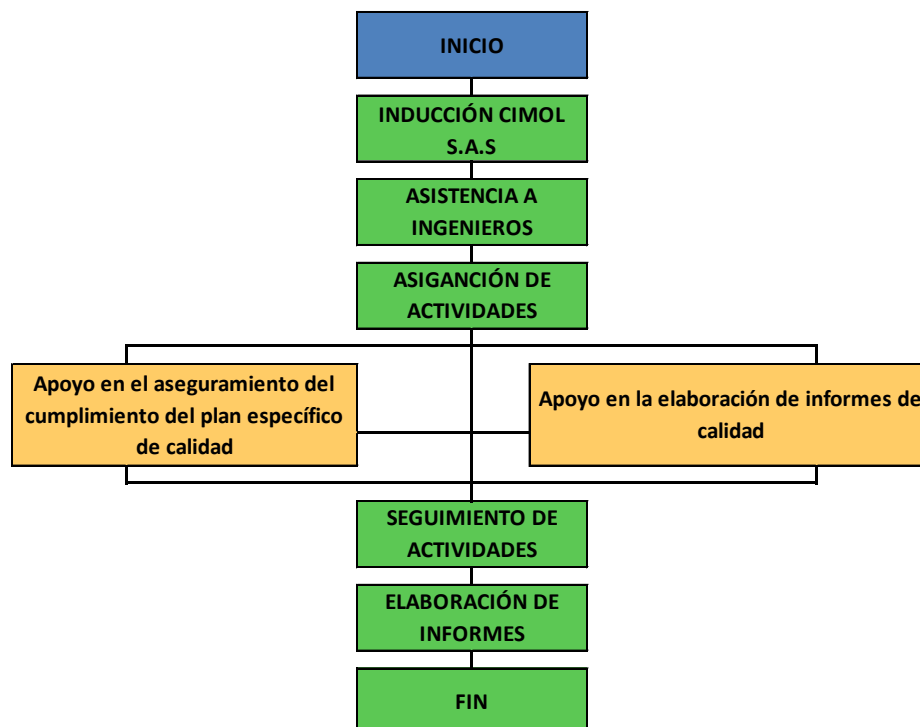
- Se realizará labores de apoyo para verificar el cumplimiento del plan específico de calidad (plan de inspección y ensayo).
- Se realizarán labores de apoyo en la elaboración de informes de calidad solicitados por el cliente.

3.4 Elaboración de informes.

- El estudiante Elaboró un informe mensual, en el que se documentó y recopiló las actividades realizadas durante el periodo de tiempo, firmado por el tutor de la empresa y presentando al director de la práctica por parte de la Universidad.
- Por último, se elaboró el documento final donde se presentó un informe con la compilación completa de las experiencias y resultados obtenidos en las actividades asignadas por el tutor de la empresa durante el tiempo de ejecución de la práctica.

Figura 1

Diagrama de flujo. metodología para el desarrollo de la práctica empresarial en CIMOL S.A.S



4 Desarrollo De La Practica En la empresa Cimol S.A.S

En el tiempo que se desempeñó el cargo de Auxiliar de ingeniería en el área de calidad. Se realizaron labores de apoyo en los siguientes proyectos:

- ODS-002: Mejoramiento con pavimento flexible en la vía entre los corregimientos El Pedral y Puente Sogamoso. Fase II, tramo K4+320 – K5+451,32. Zona rural de municipio de Puerto Wilches.
- ODS-003: Obras civiles requeridas para ajustar las facilidades de superficies de los pozos exploratorios Flamencos – 01 y Flamencos – 02, necesarias para el ingreso del equipo workover.

También se realizaron labores de apoyo preliminares en la creación de el plan de calidad y plan de inspección y ensayo de los proyectos:

- Actividades de excavación de contrapozos y obras menores en las locaciones de pozos a abandonar pertenecientes al campo Barrancalebrija, de la vicepresidencia de activos con socios de Ecopetrol S.A
- ODS-004 Construcción de facilidades de superficies para el pozo exploratorio Flamencos – 03, incluye adecuaciones de la locación Flamencos y mantenimiento de la vía de acceso.

4.1 Revisión y Analisis de Actividades

La empresa realiza una visita técnica al área a intervenir para determinar los procesos constructivos que mejor se adecuen al espacio de trabajo y revisar posibles actividades que no estén contempladas en los ítems de del proyecto.

Para garantizar que el proyecto se realice de acuerdo con el tiempo estipulado por el cliente (ECOPETROL S.A). El equipo de trabajo analiza los entregables del proyecto para la creación del

plan detallado de trabajo (PDT), cuantificando la cantidad de materiales, como también el personal, herramienta y maquinaria necesaria para la ejecución del proyecto.

4.2 Apoyo en la Creación del Plan de Calidad e Inspección y ensayo

4.2.1 Plan de calidad:

El plan de calidad es creado según los lineamientos definidos en la norma ISO 10005. En este documento deben reflejarse ciertos datos necesarios para el desarrollo posterior del plan. Los contenidos dependerán de las características del plan y de las necesidades de la empresa. Sin embargo, a modo general algunos de los elementos que se deberían expresar en este documento son (ISOTools 2015):

- **Generalidades:** Se especifica el nombre del proyecto y contrato, se definen los representantes interesados, administrador e interventor por parte del cliente, gerente y coordinador de proyecto de la empresa, valor del proyecto, tiempo de ejecución, objetivo, alcance.
- **Planeación estratégica:** La empresa declara asumir la responsabilidad de la dirección del proyecto, comprometiéndose con el cumplimiento de los entregables, estableciendo los objetivos de calidad y los indicadores de gestión para poder cumplir las metas establecidas.
- **Estructura Organizacional:** El personal, se establece según, los diferentes cargos necesarios para la ejecución del proyecto, así como sus funciones y responsabilidades.

- **Estructura documental del proyecto:** Metodología que seguirá la empresa para el control, clasificación y disposición de los documentos necesarios al inicio del proyecto, así como los que se generen durante la ejecución y finalización del proyecto.

Para cada proyecto se crea un listado maestro de documentos el cual contiene la fecha de creación, versión, código, nombre del documento, responsable, ubicación, estado, tiempo de preservación y disposición final del documento.

- **Gestión de recursos:** la empresa menciona el procedimiento que realizará para la selección del personal, teniendo en cuenta los requisitos del perfil solicitado por el cliente para cada uno de los cargos requeridos en la ejecución del proyecto. Además, indican las pautas y los criterios para garantizar un ambiente de trabajo seguro y adecuado, así como el procedimiento para la realización de compras y adquisiciones de lo relacionado al proyecto.

- **Identificación y trazabilidad:** Son las series de procedimientos y pruebas que se le realizarán a los materiales, equipos y entregables a monitorear en el proyecto. Esto permite seguir la evolución del proyecto.

En este apartado se indican el manejo y almacenamiento que se realizará a los materiales. De igual manera el procedimiento para garantizar la preservación del producto.

- **Control de dispositivos de seguimiento y medición:** Es necesario definir los criterios de los equipos y las herramientas que se usarán para asegurar los valores y las cantidades de obra establecidas en el proyecto.

Los dispositivos de medición usados en campo deben presentar los respectivos certificados de calibración inicial avalados por la ONAC (Organismo Nacional de Acreditación de Colombia) y se les realizara las verificaciones pertinentes durante su ejecución. Al mismo tiempo el proveedor deberá soportar la graduación de los equipos usados en la realización de pruebas destructivas y no destructivas.

- **Medición, análisis y mejora:** La empresa se recopilará los datos de todas las actividades para analizarlas y crear estrategias de mejora durante y en futuros proyectos.

4.2.2 Plan de Inspección y Ensayo

La creación del plan de inspección y ensayo o plan específico de calidad contempla las actividades a ejecutar en el proyecto, además, en este se establecen una serie de parámetros que se deben cumplir para asegurar los criterios establecidos por las normas establecidas en el país, tanto como los exigidos por el cliente.

A modo general, estos parámetros son:

- **Responsable:** Es la persona encargada de coordinar y supervisar la actividad.
- **Características para revisar:** Son los parámetros a los cuales se les realizará el seguimiento durante la ejecución de las actividades.
- **Pruebas específicas:** Pruebas destructivas, no destructivas y tipos de medición que serán utilizados para verificar el cumplimiento de las características de los entregables.
- **Frecuencia:** Periodicidad establecidas en las normas que indican cuando, como y en qué momento se deben realizar las pruebas.

- **Criterio de aceptación:** Son las particularidades que deben cumplir los materiales previos a su uso, así como las peculiaridades de los entregables del proyecto.
- **Equipo y herramienta:** Equipos y herramientas que serán usados durante la ejecución de las actividades.
- **Documentos de referencia:** Lineamientos que seguirá la empresa para la correcta ejecución de las actividades. Estos documentos pueden ser normas, especificaciones, procedimientos e instructivos creados por la empresa, planos y fichas técnicas.
- **Registros:** Son los formatos que usará la empresa para registrar y evidenciar la correcta realización de las actividades.

4.3 Almacenamiento de materiales y chequeos previos a su uso e instalación

En toda obra de ingeniería civil se debe garantizar el correcto almacenado de los materiales que estarán a disposición. Por este motivo, durante el desarrollo de las practicas se realizó labores de apoyo en la creación de los instructivos manejos de almacén y, matriz de almacenamiento de materiales.

4.3.1 Matriz de almacenamiento de materiales en obra

La exposición de los materiales a la intemperie puede provocar que estos pierdan sus propiedades, por ende, queden inutilizables.

La matriz dicta la manera en que serán almacenados los materiales en la obra, además menciona los recursos necesarios para su correcto acopio.

El cemento, material de uso considerable en las obras civiles se debe almacenar sobre estibas, tableros de madera o plástico y cubierto con lona para aislarlo del suelo y protegerlo de la humedad, apilándolos en capas transversales.

Los materiales lineales rígidos (acero de refuerzo, perfiles y tubos metálicos) son acopiados sobre puentes rígidos tipo H, separados por diámetros, longitud y resistencia (fy).

Los agregados pétreos serán acopiados en superficies relativamente planas, limpias y firmes, separados por características físicas definidas; triturado, arena gruesa, arena fina, canto rodado.

La tubería PVC se debe almacenar horizontalmente sobre una superficie plana, sobre soportes distribuidos cada 1.5 [m] para evitar posibles curvaturas, no apilar más de 1.5 [m] de altura. En caso de exposición prolongada al sol, proteger las tuberías con un material opaco y con ventilación para evitar el sobrecalentamiento. El color blanco es preferible porque evita el sobrecalentamiento de las tuberías (Molecor2021).

Los productos contenidos en recipientes deben ser almacenados en lugares cubiertos y frescos para evitar el calentamiento.

4.3.2 Instructivo Manejo De Almacén

El instructivo manejo de almacén describe la metodología para el control y manejo de materiales o insumos, herramientas y equipos a utilizar en los proyectos. Estos lineamientos son:

- **Preparación de las instalaciones:** Las áreas designadas para el acopio de materiales serán dotadas con los recursos que permitan el correcto almacenamiento, estos son estibas, tableros de madera o plástico para cubrir, marcos metálicos tipo H.
- **Documentación y chequeo:** El proveedor adjuntará al pedido la remisión, la factura y toda la documentación necesaria de los equipos, materiales o herramientas como: guía de uso, fichas técnicas y certificados de calidad.

El Coordinador de Bodega o almacenista, revisa que la documentación se encuentra completa y en orden. En caso de no ser así, realizará una comunicación interna al

Subgerente o Administrador de la obra, Qa/Qc o auxiliar administrativo y financiero, según aplique para solicitar al proveedor la documentación faltante.

- **Recibido y verificación de materiales:** El coordinador de bodega recibe los materiales y verifica que las cantidades y especificaciones suministradas por el proveedor correspondan a las establecidas en la orden de compra.

El director de obra, el Ingeniero Residente, supervisor o QA/QC o almacenista, verifica que el producto comprado se encuentre en buen estado y cumpla con los requisitos, especificaciones, normas técnicas y cantidades. Para manejar y controlar el ingreso de equipos, materiales y herramientas a bodega el almacenista, diligencia el formato PS-F-15 “CONTROL DE MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS”.

4.4 Apoyo en la Supervisión de Actividades

En el tiempo que se desarrolló la práctica empresarial, desempeñando las funciones de auxiliar de ingeniería se brindó también apoyo a los Residentes de los proyectos que la empresa estaba ejecutando, por tanto, las actividades desarrolladas estuvieron bajo sus direcciones y coordinación.

Las labores realizadas fueron las siguientes:

4.4.1 Supervisión de excavaciones:

Se ubico el área con ayuda de la comisión topográfica, demarcando con cal [Figura 2] y se verifico las coordenadas de acuerdo con lo establecido en los planos APC y los criterios de aceptación establecidos para en el plan de inspección y ensayo del respectivo proyecto.

Antes de iniciar la actividad se verifico que la maquinaria se encontrara en condiciones apta para realizar el trabajo y evitar posibles accidentes. Esta información quedo constatadas en los registros preoperacionales.

Figura 2

Demarcación y excavación. Fuente: Elaboración propia.

**4.4.2 Supervisión del mejoramiento de la subrasante:**

Verificar que se esté aprobada la última revisión de los planos APC, luego se procede a la escarificación del material, de acuerdo con la profundidad o tipo de material se opta por el método de excavación (mecánico o manual).

Las zonas que presentaron asentamientos fueron señalizadas y demarcadas, excavando y retirando el material contaminado [Figura 3 y 4].

Figura 3

Demarcación de área a intervenir. Fuente: Elaboración propia.



Figura 4

Retiro de material contaminado. Fuente: Elaboración propia.



Se procede a rellenar con canto rodado y compactar de manera mecánica, conformando capas de 20 a 30cm.

Figura 5

Compactación mecánica de crudo de río. Fuente: Elaboración propia.



Completando la extracción de los fallos, se procede a escarificar y replantear el terreno natural con ayuda de la motoniveladora y el vibrocompactador.

Escarificación del terreno natural. Fuente: Elaboración propia.

Figura 6



4.4.3 Supervisión y control de rellenos:

Antes de iniciar la labor se revisó los resultados de los ensayos, verificando que se encuentren dentro de los parámetros solicitados.

La comisión topográfica instala pines o estacas, indicando en nivel que tendrá el relleno, luego se procede a iniciar, depositando el material en el área y extendiéndolo con la maquinaria (retrocargador o motoniveladora) en capas con espesores entre 20 y 30 [cm]. Compactando de forma mecánica, humedeciéndolo, partiendo desde los extremos hacia el centro de esta.

Figura 7

Extensión mecánica de subbase granular. Fuente: elaboración propia.



Figura 8

Control topográfico en rellenos. Fuente: elaboración propia.



4.4.4 Revisión del acero de refuerzo instalado:

Se verifica que cada uno de los elementos estructurales cumplan con la cuantía, distribución y separación indicada en los planos APC.

Para las reducciones de contrapozos, se revisó la acero longitudinal y transversal, ganchos de refuerzos, pernos de anclaje, separación de los estribos. Se verifico que se instalaran separadores para garantizar el recubrimiento del acero (5cm).

Figura 9

Armado acero de refuerzo. Fuente: elaboración propia.



Figura 10

Posicionado acero de refuerzo. Fuente: elaboración propia.



En las placas para el soporte de tanques gun barrel y placas taladro [Figura 11 y 12] se verifico que el refuerzo inferior y superior cumpliera con las cantidades y espaciado, así como su correcta ubicación con el uso de posicionadores y el recubrimiento mínimo del acero apoyando el emparrillado inferior sobre separadores.

Figura 11

Armado acero de refuerzo inferior. Fuente: elaboración propia.



Figura 12

Verificación de geometría del acero de refuerzo. Fuente: elaboración propia.



4.4.5 Solicitud de concreto y supervisión de fundida:

Procediendo a la medición del elemento para cuantificar el volumen a fundir, a este valor se incrementa un porcentaje (%) de pérdida que se puede presentar al momento de la fundida, este oscila entre el 2% y 5% dadas las condiciones, si el elemento presenta sus lados regulares el porcentaje de pérdidas sugerido es 2%, de lo contrario se recomienda el 5%. En necesario tener presente el porcentaje de pérdida debido que durante la actividad el concreto se adhiere a las herramientas y equipos usados.

Definido el volumen se decide si el concreto será hecho en obra o premezclado. Para elementos de poca sección transversal se recomienda la primera opción y para elementos de gran volumen los cuales se especifiquen de construcción monolítica se optará por la segunda opción.

La solicitud del concreto se efectúa considerando el volumen del elemento, la resistencia f_c requerida para el elemento, tiempo de entrega y tiempo de llegada del mixer en el caso de concreto premezclado.

El vaciado del concreto se realizó por medio del sistema tobogán del mixer, ya que los elementos a fundir se encontraban a nivel del terreno.

Es importante vibrar el concreto con el fin de eliminar los vacíos que se generan durante su colocación para dar el carácter sólido monolítico. Es importante el vibrado porque estos disminuyen la densidad del concreto haciendo que sea más permeable.

Figura 13

Vaciado de concreto. Fuente: elaboración propia.



Para evitar la pérdida prematura de humedad ocasionada por las altas temperaturas de la región, se aplicó curador para concreto [Figura 14] al evaporarse el agua de exudación (cuando el concreto cambia de tono brillante a mate) para garantizar el correcto curado y evitar fisuramiento del elemento.

Figura 14

Aplicación de curador para concreto. Fuente: elaboración propia.

**4.4.6 Supervisión en la instalación de imprimación y mezcla densa en caliente:**

Para la imprimación, se comprobó que la superficie cumpla con los parámetros especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado, limpiándola cuidadosamente con equipos mecánicos o escobas según las condiciones, de polvo, barro seco y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial. La aplicación de la emulsión asfáltica se hace por medio de un carro tanque irrigador [Figura 15].

Figura 15

Aplicación de emulsión asfáltica para posterior instalación de Mezcla densa en caliente. Fuente: elaboración propia.



Los parámetros de diseño fueron entregados al laboratorio encargado de realizar el diseño de la mezcla en caliente por el método Marshall.

La aplicación se realizó por medio de la asphaltadora, depositando la mezcla en la tolva, extendiéndola de manera continua en franjas longitudinales de ancho apropiado con acabado uniforme, sin arrastres ni segregaciones y con un espesor tal que luego de compactarla se ajuste a la rasante y la sección transversal indicada en los planos. Tras la maquina se dispone de personal especializado encargado de agregar mezcla caliente y enrasando según se precise.

Figura 16

Instalación de carpeta asfáltica por mediante asfaltadora. Fuente: elaboración propia.



Figura 17

Compactación mecánica de la carpeta asfáltica. Fuente: elaboración propia.



Figura 18

Control de temperatura de la mezcla asfáltica. Fuente: elaboración propia.



4.5 Recolección y Análisis de Evidencias

Durante y después de las actividades se realizaron pruebas para controlar que los elementos construidos cumplan con los criterios solicitadas por el cliente y por las normas que rigen la ingeniería en el país.

En la actividad de relleno se realizan pruebas de densidades en campo por el método del cono de arena, para verificar que las capa que cumpla con el grado de compactación definido [Figura 19].

Figura 19

Toma de densidades por el método del cono de arena en rellenos. Fuente: elaboración propia.



Para el concreto se realizó ensayo de asentamiento mediante la prueba de Slump para contrastar que su fluidez fuese según la solicitada, para monitorear su resistencia se realizaron muestras de cilindros, estos fueron de $\text{Ø}=150\text{mm}$, $h=300\text{mm}$ [Figura 20 y 21]. Luego de 24 horas se depositaron en un tanque con agua y cal para iniciar su proceso de curado. Es importante recalcar que durante el proceso de curado no se les debe aplicar carga.

Figura 20

Toma de asentamiento mediante la prueba de slump. Fuente: elaboración propia.



Figura 21

Toma de cilindros de concreto. Fuente: elaboración propia.



Los ensayos de rotura de cilindros se realizaron según la edad de la muestra como lo indica la norma INVIAS I.N.V.E-410-07 [Tabla 1].

Tabla 1

Tiempo de rotura de cilindros de concreto Fuente: Norma INVIAS I.N.V.E-410-07.

Edad del Ensayo	Tolerancia Permisible
12 horas 24 horas	0.25 horas ó 2.1% ± 0.5 horas ó 2.1%
3 días	2 horas ó 2.8%
7 días	6 horas ó 3.6%
28 días	20 horas ó 3.0%
56 días	40 horas ó 3.0%
90 días	2 días ó 2.2%

Los resultados de las pruebas quedan constatados en los formatos de registros de liberación, estos son aprobados por el Coordinador del proyecto y el responsable de la supervisión y control de la obra (Interventor).

4.6 Planos RED LINE y ASBUILT

Los planos ASBUILT se inician con la elaboración en la obra de los planos RED LINE, donde siguiendo códigos de colores se van dejando registrados no solo los cambios de la obra nueva, si no aquellas modificaciones realizadas durante las obras de mantenimiento y las modificaciones encontradas, como infraestructura no registrada en los documentos que poseemos como referencia para adelantar nuestro trabajo (Estosoi 2019).

Tabla 2**Convención de colores para planos Red Line Fuente: elaboración propia.**

Color	Convención
Amarillo	Revisado y está correcto.
Verde	Debe ser borrado.
Rojo	Agregar Cambio.
Azul	Comentarios.

Finalizada la Obra se Procede a la Creación de lo ASBUILT mediante un software de diseño, en estos planos quedan representados lo construido durante el proyecto.

4.7 Dossier de Construcción

El dossier de construcción contiene todos los documentos y registros que certifican que el proyecto se realizó acorde a las metas de calidad fijadas, este contiene: los procedimientos, información del personal que intervino en el proyecto, subcontratistas, registros de las actividades realizadas, certificados de calidad de los materiales instalados, preguntas técnicas e instrucciones en sitio, cambios constructivos y la bitácora de obra.

4.7.1 Discusión

De acuerdo con los resultados obtenidos en la ejecución de los proyectos apoyados durante la práctica se puede afirmar que la implementación de un plan de calidad facilita la organización y planeación de las actividades programadas para le ejecución de los proyectos.

La creación e implementación de un plan de inspección y ensayo permite detallar los procesos constructivos y tener mayor control en el aseguramiento de lo criterios establecidos para los proyectos.

Dicho lo anterior, es importante resaltar que estos planes son indispensables ya que además de facilitar y permitir la ejecución controlada de las actividades, sirven como base para la realización del Dossier de Construcción.

5 Conclusiones

Los planes de inspección y ensayo son herramientas útiles para identificar los momentos del proceso constructivo de los elementos que necesitan mayor control y una correcta toma de ensayos para garantizar las especificaciones técnicas de los entregables del proyecto.

Una correcta supervisión de las actividades permite tener mayor control del proceso constructivos para garantizar el cumplimiento de los parámetros de diseño físicos y técnicos, evitando atrasos en la ejecución del proyecto.

El plan de calidad permite definir los aspectos y características propias del proyecto para establecer una ruta de trabajo adecuada que facilite asegurar cada aspecto de un proyecto de ingeniería.

La práctica empresarial brinda las facilidades para aprender reglas y tan minuciosos principios que no son transmitidos a través de la enseñanza, enfrentándose a problemas reales.

El correcto control del almacén en la obra ayuda a salvaguardar las propiedades químicas y/o físicas, incidiendo de manera positiva en parámetros técnicos de los elementos estructurales construidos.

La realización de ensayos destructivos permite medir las características químicas y mecánicas de los elementos construidos, indicando el nivel de cumplimiento de los parámetros de diseño.

La toma de evidencias de las actividades aumenta el nivel de confianza del cliente hacia el cliente, soportando que el proyecto fue ejecutado según los estándares de calidad fijados.

Los planos red line registra los cambios presentados durante la ejecución del proyecto, mostrando una representación gráfica del avance parcial de la obra.

Referencias Bibliográficas

- Estosi (2019). ¿Qué es un plano ASBUILT? Recuperado de: <https://estosi.com/que-es-un-plano-asbuilt/>
- Infinita Research (2020) Ensayos destructivos y cuando aplicarlos. Recuperado de: <https://www.infinitiaresearch.com/noticias/ensayos-destructivos-y-cuando-aplicarlos/>
- ISOTools (2015) Fases para la elaboración del plan de calidad de un proyecto. Recuperado de: <https://www.isotools.org/2015/04/16/fases-para-la-elaboracion-del-plan-de-calidad-de-un-proyecto/>
- Jorge Jimeno bernal (2014) Como elaborar un dossier de calidad (dosieres finales, dosieres de fabricación). Recuperado de: <https://www.pdcahome.com/6707/elaborar-dossier-de-calidad/>
- Molecor (2021). Transporte, almacenamiento y manipulación de las tuberías TOM® de PVC-O. Recuperado de: <https://molecor.com/es/transporte-almacenamiento-manipulacion-tuberias-tomr-pvc-o>
- Pablo Orellana Nirian. (2020). Certificado de Calidad. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/certificado-de-calidad.html>
- Prezi (2014) ¿Que es un plan de inspección y ensayo (PIE)? Recuperado de: <https://prezi.com/nzntmbqic5nq/plan-de-inspeccion-y-ensayo/?frame=5547d7b54bdcc34dc4ddb05fe036af9bb10d493c>
- Unicontrol (2019) Control de Calidad en las Obras y su importancia en la Construcción. Recuperado de: <https://unicontrolsl.com/2019/09/16/control-de-calidad-en-las-obras-y-su-importancia-en-la-construccion/>

