

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	Documento F-AC-DBL-007	Código 10-04-2012	Fecha A
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	Dependencia	Aprobado SUBDIRECTOR ACADEMICO		Pág. 1(80)

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	ALDAIR REALES DOMINGUEZ
FACULTAD	FACULTAD DE INGENIERIAS
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERIA MECANICA
DIRECTOR	EDWIN ESPINEL BLANCO
TÍTULO DE LA TESIS	INTERVENTORIA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN GASODUCTO GAS CARIBE INTERCONEXION CESAR-MAGDALENA

RESUMEN

(70 palabras aproximadamente)

EL PRESENTE INFORME TIENE COMO OBJETIVO PRINCIPAL DAR A CONOCER LAS DIVERSAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR EL PRACTICANTE DE INGENIERÍA MECÁNICA, BAJO LA MODALIDAD DE PASANTÍAS, EN LA EMPRESA SGS ETSA, ESTUDIOS TÉCNICOS S.A, EN EL PROYECTO GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR – MAGDALENA, EN LOS SECTORES BOSCONIA - TUCURINCA, PUEBLO NUEVO - BOSCONIA - CUATRO VIENTOS, BOSCONIA VALLEDUPAR Y ESTACIONES DE MEDICION Y REGULACION (EMR) DE GASES DEL CARIBE S.A., DURANTE EL II SEMESTRE DEL AÑO 2014, LA CUAL ESTA DIRIGIDA A APOYAR LA COORDINACIÓN Y SUPERVISIÓN DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS END, Y REALIZAR UN SEGUIMIENTO MINUCIOSO DE TODOS LOS PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

CARACTERÍSTICAS

PÁGINAS: 80	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM: 1
-------------	---------	----------------	-----------



VÍA ACOLSURE, SEDE EL ALGODONAL, OCAÑA N. DE S.
Línea Gratuita Nacional 018000 121022 / PBX: 097-5690088
www.ufpso.edu.co



**INTERVENTORIA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN GASODUCTO
GAS CARIBE INTERCONEXION CESAR- MAGDALENA**

ALDAIR REALES DOMINGUEZ

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA MECANICA
OCAÑA
2015**

**INTERVENTORIA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN GASODUCTO
GAS CARIBE INTERCONEXION CESAR- MAGDALENA**

ALDAIR REALES DOMINGUEZ

**Trabajo de grado bajo la modalidad de pasantías presentado para optar el título de
ingeniero mecánico**

**Director
EDWIN ESPINEL BLANCO
Ingeniero Mecánico Esp. Gerencia de Mantenimiento**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS
INGENIERIA MECANICA
OCAÑA
2015**

CONTENIDO

	Pág
	.
<u>INTRODUCCIÓN</u>	12
<u>1. INTERVENTORÍA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) DEL PROYECTO 6L GASODUCTO GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR – MAGDALENA.</u>	13
<u>1.1 BREVE DESCRIPCION DE ESTUDIOS TECNICOS S.A. (SGS ETSA)</u>	13
1.1.1 Visión	14
1.1.2 Valores	14
1.1.3 Objetivos de la empresa	14
1.1.4 Descripción de la estructura organizacional	14
1.1.5 Descripción de la dependencia y/o proyecto al que fue asignado	15
<u>1.2 DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA ASIGNADA</u>	16
1.2.1 Planteamiento del problema	17
<u>1.3 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA</u>	18
1.3.1 General	18
1.3.2 Específicos	18
<u>1.4 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR</u>	19
<u>2. ENFOQUES REFERENCIALES</u>	20
<u>2.1.ENFOQUE CONCEPTUAL</u>	20
2.1.1. Ensayos No Destructivos	20
2.1.1.1. Radiografía Industrial	20
2.1.1.2. Defectos que se pueden presentar en la soldadura	23
2.1.1.3. Líquidos Penetrantes	27
2.1.1.4. Pruebas Por Cambio De Presión (Neumática O Hidrostática)	30
2.1.2. Gasoducto	30
2.1.2.1. Sistema de transporte	31
2.1.3 API 1104 EDICION 2013	31
2.1.4. ASME B 31.8 — Edición de 1999, SISTEMAS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS	31
<u>2.2. ENFOQUE LEGAL</u>	32
<u>3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO.</u>	33
<u>3.1. PRESENTACION DE RESULTADOS</u>	33
3.1.1. Organizar las distintas programaciones de ensayos no destructivos END, de tal forma que no se presenten traumatismos y reproceso a lo largo del proyecto	40
3.1.2. Identificar los defectos más comunes en la soldadura, por medio de resultados de ensayos no destructivos END, con el fin de tomar acciones preventivas para evitar futuras fallas	53
3.1.3. Participar en supervisión de los diversos procesos mecánicos, como soldadura, calibración de tuberías, ensayos no destructivos y otros procesos	67

realizados a lo largo del proyecto

<u>4. DIAGNOSTICO FINAL</u>	68
<u>5. CONCLUSIONES</u>	69
<u>6. RECOMENDACIONES</u>	69
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	70
<u>REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRÓNICAS</u>	71
<u>ANEXOS</u>	72

LISTA DE FIGURAS

	pág
Figura 1. Estructura organizacional de la empresa SGS ETSA, Estudios Técnicos S.A	15
Figura 2. Radiografía Industrial	21
Figura 3. Penetración Incompleta sin Alto/Bajo	23
Figura 4. Penetración Incompleta por Desalineación	24
Figura 5. Falta de Fusión.	24
Figura 6. Concavidad Interna	25
Figura 7. Acumulación de Discontinuidades	26
Figura 8. Gráfica tensión	28
Figura 9. Poder de humectación	28
Figura 10. Muestra de líquido penetrante.	29
Figura 11. Encabezado formato para realizar programación de ensayos no destructivos	34
Figura 12. Parte inferior formato para realizar programación de ensayos no destructivos.	34
Figura 13. Plantilla informe Diario	35
Figura 14. Descripción detallada de actividades	36
Figura 15. Base de datos para programación de ensayos no destructivos	37
Figura 16. Cuadro de programación	38
Figura 17. Verificación de ensayos programados	39
Figura 18. Reporte de inspección por líquidos penetrantes	40
Figura 19. Reporte de inspección por líquidos penetrantes, hoja de resultados	41
Figura 20. Reporte de inspección por líquidos penetrantes, fotografías	42
Figura 21. Reporte de inspección radiografía industrial (RX)	43
Figura 22. Reporte de inspección radiografía industrial (RX). Encabezado y cuerpo del reporte	44
Figura 23. Reporte de inspección radiografía industrial (RX). Defectos más comunes	44
Figura 24. Base de datos END, para líquidos penetrantes	47
Figura 25. Base de datos END, para RX	48
Figura 26. Grafica de defectología frente 1	49
Figura 27. Grafica de defectología frente 2	50
Figura 28. Grafica de defectología frente 3	51
Figura 29. Grafica de defectología frente 4	52

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Matriz DOFA.	pág. 16
Tabla 2. Actividades a desarrollar en la pasantía.	19

LISTA DE FOTOS

	pág.
Foto 1. Reportes de inspección radiografía industrial (RX). Resultados	45
Foto 2. Equipo utilizado para observar placas radiográficas	46
Foto 3. Equipo utilizado para observar placas radiográficas. Revisión de placas	46
Foto 4. Alineación y soldadura, frentes de línea regular, tubería de acero de 8”	55
Foto 5. Alineación y soldadura, frentes de estaciones ERM, tubería de acero de 12” trampas de envío y recibo	55
Foto 6. Soldaduras en filete, para instalaciones de instrumentación, frentes de estaciones ERM,	56
Foto 7. Limpieza de tubería, con cepillos de acero	57
Foto 8. Limpieza de tubería, platina calibradora	57
Foto 9. Carta de registro de temperatura y presión	58
Foto 10. Prueba hidrostática en curso, estación de regulación y medición	59
Foto 11. Indicadores de presión	59
Foto 12. Transporte de tuberías, para toma de radiografías	60
Foto 13. Disposición de tubería para realizar ensayos no destructivos	61
Foto 14. Señalización del área de trabajo	61
Foto 15. Realización de los ensayos no destructivos, RX	62
Foto 16. Realización de los ensayos no destructivos, líquidos penetrantes	62
Foto 17. Armado de estación de regulación y medición.(ERM)	63
Foto 18. Armado de estación de regulación y medición. (ERM)	63
Foto 19. Finalización de la construcción de (ERM) y puesta en marcha	64
Foto 20. Prefabricado de válvulas seccionadoras	65
Foto 21. Montaje de válvulas seccionadoras	65
Foto 22. Medición de espesores	66
Foto 23. Prueba de adherencia	66

RESUMEN

El presente informe tiene como objetivo principal dar a conocer las diversas actividades desarrolladas por el practicante de ingeniería mecánica, bajo la modalidad de pasantías, en la empresa SGS ETSA, Estudios Técnicos S.A, en el proyecto GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR – MAGDALENA, en los sectores BOSCONIA - TUCURINCA, PUEBLO NUEVO - BOSCONIA - CUATRO VIENTOS, BOSCONIA VALLEDUPAR Y ESTACIONES DE MEDICION Y REGULACION (EMR) de GASES DEL CARIBE S.A., durante el II semestre del año 2014, la cual esta dirigida a apoyar la coordinación y supervisión de los ensayos no destructivos END, y realizar un seguimiento minucioso de todos los procedimientos utilizados en la construcción del proyecto.

En el cuerpo del informe se evidencian las actividades desarrolladas, para dar cumplimiento a cada uno de los objetivos propuestos, y el aporte que realiza el practicante al área de ensayos no destructivos, el cual consiste en programar y actualizar de manera constante la base de datos de los ensayos no destructivos realizados a lo largo del proyecto.

INTRODUCCIÓN

SGS ETSA, Estudios Técnicos, es una organización de ingeniería, que presta servicios en todo el país y en el exterior, relacionados con diseño, interventoría (supervisión), estudios, asesoría y consultoría, ingeniería básica y de detalle, gerencia de proyectos e inspección de la fabricación y montaje de equipos. Estudios Técnicos S.A es ahora parte de SGS. (Sociedad General de Supervisiones). Actualmente se encuentra desarrollando un proyecto de interventoría en los departamentos del Cesar y Magdalena en Colombia, en el cual tiene como función la interventoría técnico administrativa y ensayos no destructivos END del gasoducto Gas Caribe.

En este trabajo lo que se busca es dar a conocer la manera en que se desarrollan los ensayos no destructivos END a lo largo de un proyecto, cuáles son las posibles falencias presentes en la coordinación de los mismos y de qué manera se puede organizar para mejorar la calidad de la gestión de esta área.

1. INTERVENTORÍA DE LOS ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) DEL PROYECTO 6L GASODUCTO GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR - MAGDALENA

1.1. BREVE DESCRIPCIÓN DE ESTUDIOS TÉCNICOS S.A. (SGS ETSA)

Establecida en 1878, SGS transformó el comercio del grano en Europa ofreciendo unos servicios de inspección agrícola innovadores. La empresa se registró en Ginebra como Société Générale de Surveillance en 1919. Cotizó en bolsa por primera vez en el Índice suizo (SWX) en 1985. Desde 2001 tenemos únicamente una clase de acciones, que consiste en títulos nominativos.

La estructura actual de esta empresa, compuesta por diez segmentos de negocio que operan en diez regiones geográficas, se formó en 2001. Desde sus inicios en 1878 como centro de inspección de grano hemos crecido constantemente hasta alcanzar el actual nivel de liderazgo sectorial. Lo ha conseguido con la mejora e innovaciones continuas, apoyando las operaciones de sus clientes, mediante la reducción de riesgos y la mejora de la productividad.

SGS es líder mundial en inspección, verificación, ensayos y certificación. Goza de la reputación de ser la referencia mundial en cuanto a calidad e integridad. Cuenta con una red de más de 1650 oficinas y laboratorios en todo el mundo, con más de 80 000 empleados. Sus servicios básicos pueden dividirse en cuatro categorías:

Inspección: nuestra cartera integral de servicios de inspección y verificación, líderes en el mundo, como la comprobación del estado y del peso de los productos comercializados en los transbordos, le ayudan a controlar la cantidad y la calidad, y a cumplir con los requisitos reglamentarios relevantes en diferentes regiones y mercados

Ensayos: nuestra red mundial de instalaciones de ensayos, donde trabaja un personal formado y experto, le permite reducir riesgos, reducir el tiempo de acceso al mercado y probar la calidad, la seguridad y el rendimiento de sus productos según los estándares aplicables de salud, seguridad y reglamentación

Certificación: le ayudamos a probar que sus productos, procesos, sistemas o servicios son conformes a estándares y reglamentos nacionales o internacionales, o bien estándares definidos por el cliente, a través de la certificación

Verificación: garantizamos que los productos y servicios cumplen con los estándares mundiales y las regulaciones locales. Gracias a la combinación de la cobertura mundial con el conocimiento local, así como una experiencia y unos conocimientos técnicos inigualables en casi todos los sectores, SGS abarca toda la cadena de suministro, desde materias primas hasta el consumo final.

Vamos siempre más allá de las expectativas de nuestros clientes y de la sociedad para prestar servicios líderes del mercado allí donde sea necesario. Como líder en la oferta de soluciones de negocio especializadas en la mejora de la calidad, seguridad y productividad y en la reducción de riesgos, ayudamos a nuestros clientes a navegar por un mundo cada vez más reglamentado. Nuestros servicios independientes añaden un valor significativo a las operaciones de nuestros clientes y garantizan la sostenibilidad de los negocios.

Ofrecemos servicios que promueven el desarrollo sostenible, y nuestros valores muestran además un compromiso con la sostenibilidad empresarial. Para nosotros la sostenibilidad se basa en gestionar un negocio rentable a largo plazo tomando en consideración todos los efectos medioambientales, sociales y económicos, positivos y negativos. Puede obtener más información sobre nuestras políticas y programas de sostenibilidad en nuestra sección Sostenibilidad empresarial.¹

1.1.1. Visión. Aspiramos a ser la organización de servicios más competitiva y más productiva del mundo. Nuestras competencias clave en inspección, verificación, ensayos y certificación se someten a un proceso de mejora continua para mantenernos a la vanguardia del sector. Son la médula espinal de nuestra identidad. Los mercados de elección están determinados únicamente por nuestra capacidad de ser los más competitivos, y de ofrecer sistemáticamente servicios sin rival a nuestros clientes de todo el mundo.¹

1.1.2. Valores. Procuramos ser la personificación de la pasión, la integridad, la innovación y el espíritu emprendedor, esforzándonos continuamente por llevar a la práctica nuestra visión. Estos valores nos guían en todo lo que hacemos, y son la roca en la que descansa nuestra organización.¹

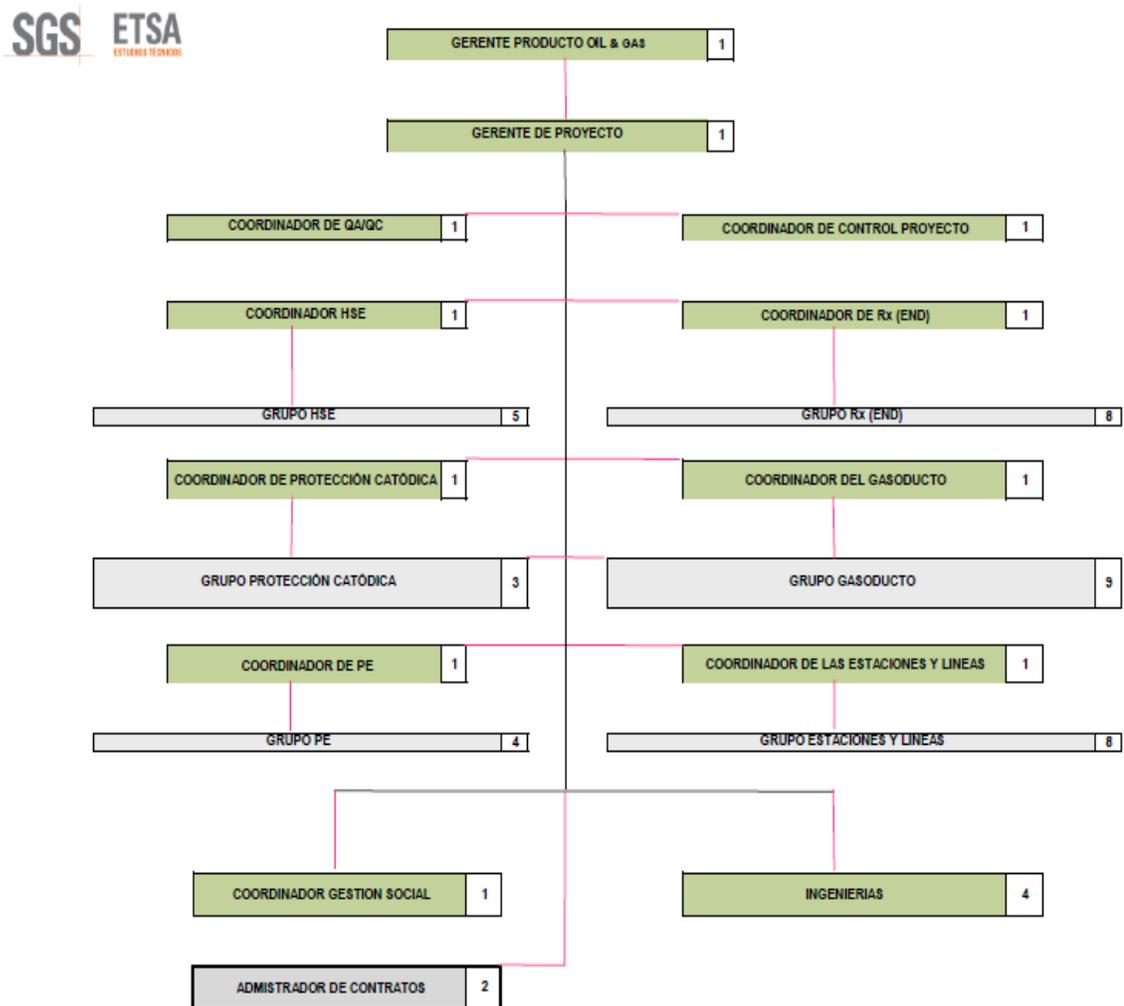
1.1.3. Objetivo de la empresa. Garantizar la calidad de los productos y servicios para nuestros clientes y consumidores a nivel mundial, a través de una verificación, inspección análisis y certificación profesional e independiente.¹

1.1.4. Descripción de la estructura organizacional.

SGS ETSA, está constituida de la siguiente manera:

¹ SGS ETSA Estudios técnicos [Online] Citado el 5 de enero de 2014 Disponible en <http://www.sgs.co/es-ES/Our-Company/About-SGS/SGS-in-Brief.aspx>

Figura 1. Estructura organizacional de la empresa SGS ETSA, Estudios Técnicos S.A



Fuente: SGS ETSA Proyecto 6L 2014-2015²

1.1.5. Descripción de la dependencia asignada. SGS Estudios Técnicos S.A , dentro del proyecto del gasoducto Gas Caribe, interconexión Cesar – Magdalena ubica la dependencia de ensayos no destructivos END en el área mecánica, donde se realizan todos los procedimientos mecánicos relacionados con el proyecto; la práctica profesional en este proyecto tiene como función fortalecer la organización de la dependencia de END, y con esto dar cumplimiento a los diferente procedimientos establecidos para el desarrollo del proyecto, como lo es la coordinación de ensayos, supervisión de procesos y análisis de

² SGS ETSA Proyecto 6L 2014-2015, gasoducto Gas Caribe , interconexión Cesar - Magdalena

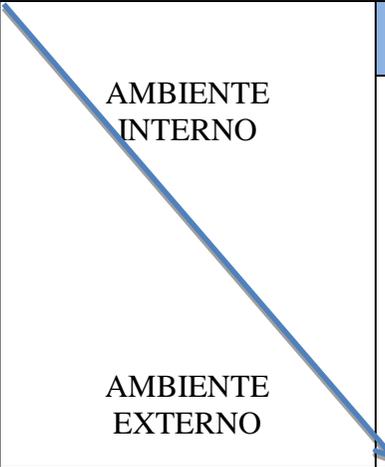
resultados.³ Actualmente la coordinación de esta dependencia se encuentra a cargo del Ingeniero Industrial Nestor Cuesta Lozano.

1.2. DIAGNÓSTICO INICIAL DE LA DEPENDENCIA DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS.

SGS ETSA, es una empresa dedicada a la supervisión de procesos, verificación y certificación, en este proyecto tiene como función realizar la interventoría técnico administrativo y la coordinación de ensayos no destructivos END, dependencia que se encuentra ubicada en el área mecánica de la empresa SGS ETSA, esta dependencia cuenta en sus instalaciones con un equipo de trabajo que consta de cinco cuadrillas, las cuales se han solicitado de acuerdo a lo requerido en el proyecto, primeramente se inicia con dos cuadrillas, y en la medida que aumente la cantidad de ensayos, se solicita el personal para abarcar lo presente en el proyecto, estas se encuentran conformadas por dos inspectores cada una, con sus respectivos vehículos adecuados para realizar ensayos no destructivos de forma segura y ofrecen la ventaja de realizar trabajos con resultados en campo, de las cuales cuatro cuentan con un inspector nivel I y uno nivel II, este último es el encargado realizar la calificación inicial de los ensayos realizados en el proyecto.

El área de ensayos no destructivos está dotada de un negatoscopio, utilizado para observar e interpretar los ensayos radiológicos realizados (radiografías industriales), cuenta con varios kit de líquidos penetrantes suficientes para realizar los ensayos requeridos a lo largo del proyecto, de igual manera se cuenta con dos computadores, en los cuales se encuentran las bases de datos que permiten llevar un control de los distintos ensayos realizados a lo largo del proyecto y analizar la defectología presente en estos.

Tabla 1.Matriz DOFA

 AMBIENTE INTERNO	<u>FORTALEZAS</u>	<u>DEBILIDADES</u>
	- Grupo interdisciplinario formado y capacitado con gran experiencia en proyectos de este tipo. - Personal idóneo para el desarrollo del programa de ensayos no destructivos END	- Mal seguimiento de los procedimientos por parte del ente constructor del proyecto.
AMBIENTE EXTERNO	<u>OPORTUNIDADES</u>	<u>ESTRATEGIAS FO</u>
		<u>ESTRATEGIAS DO</u>

³ SGS ETSA Proyecto 6L 2014-2015, gasoducto Gas Caribe, interconexión Cesar – Magdalena, dependencia de ensayos no destructivos end.

<ul style="list-style-type: none"> - Contar con el apoyo y asesoría permanente de la empresa. - Se cuenta con recursos y experiencia suficiente para la realización de proyectos de este tipo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar capacitaciones al recurso humano de la empresa con la finalidad de fortalecer los procesos que se realicen en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aprovechar los distintos lineamientos establecidos para el desarrollo de los procedimientos en el proyecto, para poder ejecutar las actividades de forma correcta, y de este modo evitar atrasos en el curso del mismo.
<u>AMENAZAS</u>	ESTRATEGIAS FA	ESTRATEGIAS DA
<ul style="list-style-type: none"> - Falta de compromiso por parte de los contratistas, en cuanto el cumplimiento de los distintos procedimientos establecidos en el proyecto - Incumplimiento en las medidas correctivas asignadas por la interventoría. - Retrasos y reproceso en las actividades diarias en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar comités con el fin de establecer orden y claridad en cuanto a los procedimientos estipulados en el proyecto. - Capacitar a los miembros de las diferentes empresas con el fin de fortalecer los conocimientos con referencia al proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un acompañamiento permanente a los contratistas que ejecutan el proyecto, con la finalidad de supervisar un buen desarrollo de los distintos procedimientos de construcción estipulados en el proyecto.

Fuente: Pasante

1.2.1. Planteamiento del problema. La realización de ensayos no destructivos END en los diferentes proyectos industriales son de gran importancia, ya que por medio de estos es posible determinar el estado de las distintas redes que lo conforman, además sus resultados permiten realizar control de calidad en materiales de ingeniería, en procesos de manufactura y mantenimientos de sistemas, en los cuales una falla prematura puede tener consecuencias desastrosas.

En la empresa SGS ETSA encargada de la interventoría técnico - administrativa y de ensayos no destructivos en el proyecto del gasoducto GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR – MAGDALENA, en los sectores BOSCONIA - TUCURINCA, PUEBLO NUEVO - BOSCONIA - CUATRO VIENTOS, BOSCONIA VALLEDUPAR Y ESTACIONES DE MEDICION Y REGULACION (EMR) de GASES DEL CARIBE S.A. Se vienen presentando inconvenientes con la acumulación de resultados de ensayos no destructivos END, esto de es debido al aumento acelerado de las solicitudes de ensayos, ya

que por día se realizan hasta 150 ensayos, los cuales deben ser revisados de forma detallada para poder actualizar las bases de datos de estos, actividad que se le dificulta realizar a una sola persona, puesto que esta tiene como función coordinar y supervisar el cumplimiento de los procedimientos de soldadura y de ensayos no destructivos en los diferentes frentes de trabajo del proyecto. Razon por la cual se requiere de un nuevo recurso humano, que sirva de apoyo en la coordinación y supervisión de los ensayos no destructivos END, para desempeñar funciones específicas, como lo es la actualización constante de las bases de datos de resultados de END realizados a lo largo del proyecto, ya que son actividades críticas, porque a partir del análisis de estos resultados es que se mide la defectología presente en los procesos de construcción (soldadura), y se da vía libre a los siguientes procesos mecánicos requeridos para el desarrollo del proyecto.

Teniendo en cuenta lo anterior, el ingreso de una persona con conocimientos en el área de ingeniería y de END para que se encargue de estas actividades, bajo el cargo de AUXILIAR DE INGENIERIA, se convierte en una herramienta adecuada para promover una mejor organización en el área de END, además de realizar estas actividades también participara en la supervisión de procesos de soldadura y de las diversas labores mecánicas que se realizan a lo largo del proyecto, con el fin de apoyar y garantizar que se esté dando un adecuado cumplimiento a los distintos procedimientos de construcción establecidos en este proyecto. Para así evitar que se generen traumatismo y reproceso en las actividades diarias, que pueden dar origen a un retraso en el proyecto.

1.3. OBJETIVOS DE LA PASANTIA

1.3.1. General

Realizar la interventoría de los ensayos no destructivos (END) en el proyecto 6L gasoducto Gas Caribe, interconexión Cesar - Magdalena.

1.3.2. Específicos

- Organizar las distintas programaciones de ensayos no destructivos END, de tal forma que no se presenten traumatismos y reproceso a lo largo del proyecto.
- Identificar los defectos más comunes en la soldadura, por medio de resultados de ensayos no destructivos END, con el fin de tomar acciones preventivas para evitar futuras fallas.
- Participar en supervisión de los diversos procesos mecánicos, como soldadura, calibración de tuberías, ensayos no destructivos y otros procesos realizados a lo largo del proyecto.

1.4. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES A DESARROLLAR

Tabla 2. Actividades a desarrollar en la pasantía

Objetivo general	Objetivos específicos	Actividades a desarrollar en la empresa para ser posible el cumplimiento de los objetivos específicos
Realizar la interventoría de los ensayos no destructivos (END) en el proyecto 6L gasoducto Gas Caribe, interconexión Cesar - Magdalena.	Organizar las distintas programaciones de ensayos no destructivos END, de tal forma que no se presenten traumatismos y reproceso a lo largo del proyecto.	Coordinar con los contratistas la realización de una programación organizada, y que valla acorde con el desarrollo de las actividades del proyecto.
		Solicitar información de avances diarios en cada frente del proyecto, con nuestros supervisores e inspectores mecánicos que se encuentren en campo.
		Programar las distintas órdenes para la realización de ensayos no destructivos END, y reportar cualquier anomalía al jefe inmediato.
	Identificar los defectos más comunes en la soldadura, por medio de resultados de ensayos no destructivos END, con el fin de tomar acciones preventivas para evitar futuras fallas.	Revisar cada uno de los reportes obtenidos en las pruebas de ensayos no destructivos END.
		Actualizar de manera constante la base de datos de control de ensayos no destructivos END.
		Analizar los datos obtenidos en la base de ensayos no destructivos END, y reportar cualquier anomalía al jefe inmediato.
	Participar en la supervisión de los diversos procesos mecánicos, como soldadura, calibración de tuberías, ensayos no destructivos y otros procesos realizados a lo largo del proyecto.	Diagnosticar falla y asignar tareas al contratista para su respectiva corrección.
		Liberar los tramos por END para continuar con procedimientos mecánicos.
		Supervisar los diversos procesos mecánicos realizados en el proyecto.

Fuente: Pasante

2. ENFOQUE REFERENCIAL

2.1. ENFOQUE CONCEPTUAL

A continuación se realiza la definición y análisis de los términos y conceptos utilizados a lo largo de la pasantía.

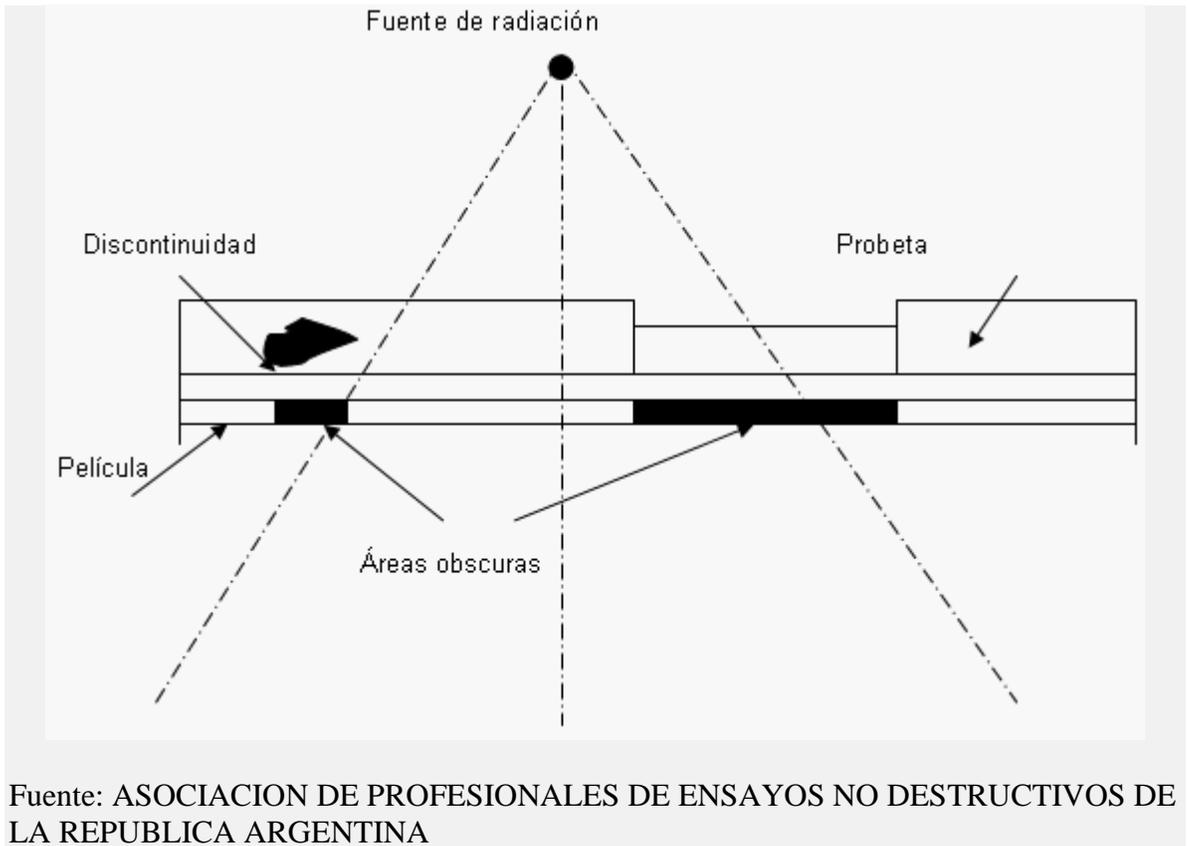
2.1.1. Ensayos no destructivos⁴. Se denomina ensayo no destructivo (también llamado END, o en inglés NDT de no destructive testing) a cualquier tipo de prueba practicada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los ensayos no destructivos implican un daño imperceptible o nulo. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos tales como ondas electromagnéticas, acústicas, elásticas, emisión de partículas sub-atómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada. El objetivo de estos ensayos es detectar discontinuidades superficiales e internas en materiales, soldaduras, componentes e partes fabricadas. Estos no ofrecen una gran cantidad de información comparados con los ensayos destructivos, sin embargo tiene la ventaja, como su nombre los dice, de no destruir lo ensayado, lo que hace que sean más baratos para el propietario de la pieza. Su finalidad es verificar la homogeneidad del material encontrando grietas o micro fisuras en la pieza. Los materiales que se pueden inspeccionar son los más diversos, entre metálicos y no - metálicos, normalmente utilizados en procesos de fabricación, tales como: laminados, fundidos, forjados y otras conformaciones. Todas las soldaduras/uniones presentan fallos, grietas, defectos, discontinuidades, localizar y determinar el tamaño. Los ensayos son realizados bajo procedimientos escritos, que atienden a los requisitos de las principales normas o códigos de fabricación, tales como el ASME, ASTM, API y el AWS entre otros. Los inspectores son calificados como Nivel I, II y III por la ASNT (American Society for Nondestructive Testing) según los requisitos de la Práctica Recomendada SNT-TC-1A, CP-189. A continuación se hablara de los ensayos no destructivos utilizados en el proyecto.

2.1.1.1. RT – Radiografía Industrial:⁵ El caso de la Radiografía Industrial (RT), como prueba no destructiva, es muy interesante; pues permite asegurar la integridad y confiabilidad de un producto; además, proporciona información para el desarrollo de mejores técnicas de producción y para el perfeccionamiento de un producto en particular.

⁴ Ensayos no destructivos. (en línea) Disponible en internet en:
<http://blog.utp.edu.co/metalografia/2010/11/05/ensayos-no-destructivos/>

⁵ ASOCIACION DE PROFESIONALES DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA. Ensayos no destructivos.

Figura 2 Radiografía Industrial.



La Inspección por RT se define como un procedimiento de inspección no destructivo de tipo físico, diseñado para detectar discontinuidades macroscópicas y variaciones en la estructura interna o configuración física de un material. En la siguiente imagen se muestra una imagen del arreglo radiográfico empleado con mayor frecuencia.

Al aplicar RT, normalmente se obtiene una imagen de la estructura interna de una pieza o componente, debido a que este método emplea radiación de alta energía, que es capaz de penetrar materiales sólidos, por lo que el propósito principal de este tipo de inspección es la obtención de registros permanentes para el estudio y evaluación de discontinuidades presentes en dicho material. Por lo anterior, esta prueba es utilizada para detectar discontinuidades internas en una amplia variedad de materiales.

Dentro de los END, la Radiografía Industrial es uno de los métodos más antiguos y de mayor uso en la industria. Debido a esto, continuamente se realizan nuevos avances que modifican las técnicas radiográficas aplicadas al estudio no sólo de materiales, sino también de partes y componentes; todo con el fin de hacer más confiables los resultados durante la aplicación de la técnica.

El principio físico en el que se basa esta técnica es la interacción entre la materia y la radiación electromagnética, siendo esta última de una longitud de onda muy corta y de alta energía.

Durante la exposición radiográfica, la energía de los rayos x o Gamma es absorbida o atenuada al atravesar un material. Esta atenuación es proporcional a la densidad, espesor y configuración del material inspeccionado.

La radiación ionizante que logra traspasar el objeto puede ser registrada por medio de la impresión en una placa o papel fotosensible, que posteriormente se somete a un proceso de revelado para obtener la imagen del área inspeccionada; o bien, por medio de una pantalla fluorescente o un tubo de video, para después analizar su imagen en una pantalla de televisión o grabarla en una cinta de video.

Un radioisótopo, como por ejemplo el cobalto 60 o el iridio 192, emiten radiación constante por lo que se emplean contenedores especiales o cámaras para almacenar y controlarlos dentro de una cápsula, que es una pequeña píldora que se conecta al final del cable de control. Cuando la cápsula está en el contenedor, la mayoría de los rayos gamma son absorbidos por el blindaje. Cuando la fuente se sacada del contenedor por medio del cable de control, la radiación del radioisótopo se dispersa en todas las direcciones y es empleada para crear una radiografía.

Aunque existen arreglos especiales, diseñados para casos determinados, el equipo que se emplea con más frecuencia para la inspección radiográfica es el siguiente:

- a) Fuente de radiación (rayos X o rayos gamma).
- b) Controles de la fuente.
- c) Película radiográfica.
- d) Pantallas intensificadoras.
- e) Indicadores de calidad de la imagen.
- f) Accesorios.

Ventajas de la Radiografía Industrial:

- Es un excelente medio de registro de inspección.
 - Su uso se extiende a diversos materiales.
 - Se obtiene una imagen visual del interior del material.
 - Se obtiene un registro permanente de la inspección.
 - Descubre los errores de fabricación y ayuda a establecer las acciones correctivas.
- Limitaciones de la Radiografía Industrial
- No es recomendable utilizarla en piezas de geometría complicada.
 - No debe emplearse cuando la orientación de la radiación sobre el objeto sea inoperante, ya que no es posible obtener una definición correcta.
 - La pieza de inspección debe tener acceso al menos por dos lados.
 - Su empleo requiere el cumplimiento de estrictas medidas de seguridad.

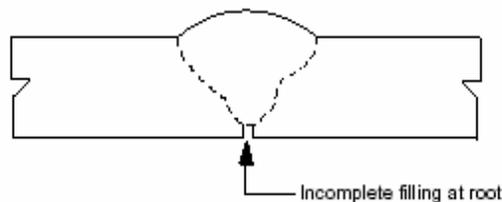
- Requiere personal altamente capacitado, calificado y con experiencia.
- Requiere de instalaciones especiales como son: el área de exposición, equipo de seguridad y un cuarto oscuro para el proceso de revelado.
- Las discontinuidades de tipo laminar no pueden ser detectadas por este método.

2.1.1.2. Defectos que se pueden presentar en la soldadura, y que pueden ser identificados con el método de radiografía industrial:⁶

Penetración Incompleta sin Alto/Bajo: Se define como penetración incompleta sin desalineación (IP) al relleno incompleto de la raíz de la soldadura. Esta condición, se ilustra en la Figura 3. Se considerará un defecto IP, cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. La longitud de una indicación individual de IP excede 1 pulgada (25 mm).
- b. La longitud total de indicaciones de IP en cualquier extensión continua de 12 pulgadas (300 mm) de soldadura excede 1 pulgada (25 mm).

Figura 3: Penetración Incompleta sin Alto/Bajo



Note: One or both root faces may be inadequately filled at the inside surface.

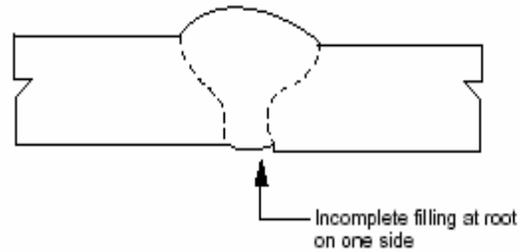
Fuente: Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos

Penetración Incompleta por Desalineación: Se define la penetración incompleta por desalineación (IPD) a la condición que existe cuando un borde (canto) de la raíz, se encuentra expuesta (o no adherida), debido uniones de cañerías o accesorios desalineados. Esta condición se ilustra en Figura 4. Se considerará un defecto IPD, cualquiera de las siguientes condiciones:

- a. La longitud de una indicación individual de IPD excede 2 pulgadas (50 mm).
- b. La longitud total de las indicaciones de IPD en cualquier extensión continua de 12 pulgadas (300 mm) de soldadura excede 3 pulgada (75 mm).

⁶ Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos.

Figura 4: Penetración Incompleta por Desalineación

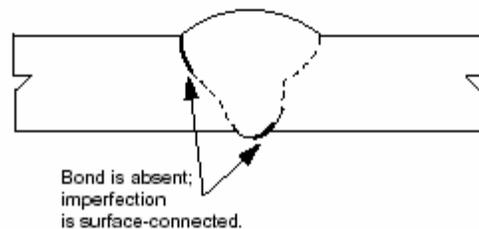


Fuente: Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos

Falta de Fusión: Se define fusión incompleta (IF) como una discontinuidad entre el metal de soldadura y el metal base, abierta hacia la superficie. Esta condición, se ilustra en Figura 5. Se considerará un defecto IF, cualquiera de las siguientes condiciones:

- La longitud de una indicación individual de IF excede 1 pulgada (25 mm).
- La longitud total de indicaciones de IF en cualquier extensión continua de 12 pulgadas (300 mm) de soldadura excede 1 pulgada (25 mm).

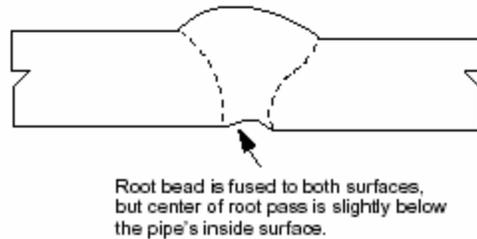
Figura 5: Falta de Fusión



Fuente: Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos

Concavidad Interna: Se define como concavidad interna (IC) y se ilustra en Figura 6. Cualquier longitud de concavidad interna es aceptable, siempre que la densidad de la imagen radiográfica de la concavidad no exceda la densidad más delgada del metal de base adyacente. Para áreas que exceden la densidad de la sección más delgada del metal base, es aplicable el criterio de soldadura quemada (burn-through).

Figura 6: Concavidad Interna



Fuente: Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos

Soldadura Quemada (Burn-Through): Se define como soldadura quemada (burn-through) (BT) a la parte de la pasada de raíz en que la penetración excesiva ha provocado un estallido del metal de relleno hacia la cañería.

Inclusiones de Escoria: Se define una inclusión de escoria como un sólido no metálico atrapado en el metal de soldadura o entre el metal de soldadura y el metal de la cañería.

Porosidad: Se define porosidad como gas atrapado por solidificación del metal de soldadura antes de que el gas tenga la posibilidad de salir a la superficie del relleno fundido y escape. La porosidad es generalmente esférica pero puede ser alargada o de forma irregular, tal como porosidad de cañería (agujero de gusano).

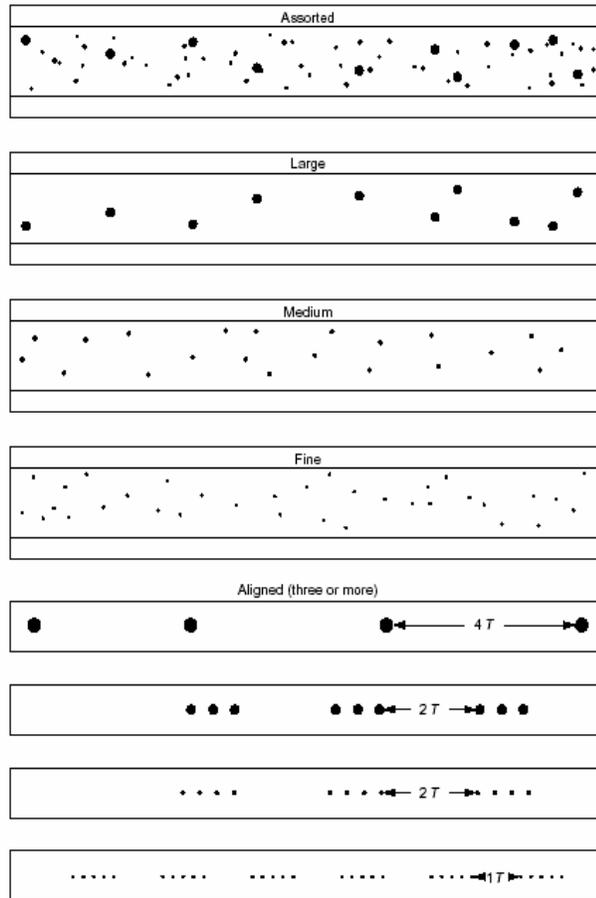
Socavación Interna: Se define como socavación interna a una muesca fundida en el metal base adyacente al borde o raíz de las soldaduras que quedo sin rellenar con el metal de soldadura. La socavación interna adyacente a la pasada de cubierta (EU) o pasada de raíz (IU), debe ser inaceptable cuando exista alguna de las siguientes condiciones:

- a. La longitud total de indicaciones de EU e IU, en cualquier combinación, en cualquier tramo continuo de 12 pulgadas (300 mm) de soldadura exceda 2 pulgadas (50 mm).
- b. La longitud total de indicaciones de EU e IU, en cualquier combinación, exceda un sexto del largo de la soldadura.

Acumulación de Discontinuidades: Excluyendo la penetración incompleta por desalineación y la socavación interna, cualquier acumulación de discontinuidades (AD), debe ser inaceptable cuando exista alguna de las siguientes condiciones:

- a. La longitud total de indicaciones en un tramo continuo de 12 pulgadas (300 mm) de soldadura exceda 2 pulgadas (50 mm).
- b. La longitud total de indicaciones exceda un 8% del largo de la soldadura.

Figura 7: Acumulación de Discontinuidades



Fuente: Código API 1104 EDICION 2013, Ensayos Radiográficos

Para la realización de estos ensayos se requiere de personal calificado y certificado que se conocen como nivel 1 y nivel 2.

Nivel 1

El personal certificado como nivel 1 ha demostrado su capacidad para llevar a cabo las operaciones de END de acuerdo con instrucciones escritas y bajo la supervisión de personal de nivel 2 o nivel 3. Puede estar autorizado por el empleador para realizar las siguientes tareas:

- a) Ajustar el equipo de END.
- b) Efectuar los ensayos.
- c) Registrar y clasificar los resultados en términos de criterios escritos.

d) Informar sobre los resultados.

No será responsable de la elección del método o técnica de ensayo a utilizar, ni de la interpretación y evaluación de los resultados de los ensayos.

Nivel 2

El personal certificado como nivel 2 ha demostrado su capacidad para efectuar y supervisar los END de acuerdo con procedimientos establecidos o reconocidos. Podrá ser autorizado por el empleador para:

- a) Seleccionar la técnica de END a utilizar en el ensayo.
- b) Definir las limitaciones de la aplicación del método de ensayo.
- c) Comprender las normas y especificaciones de END y transcribirlas en instrucciones adaptadas a las condiciones reales de trabajo.
- d) Ajustar el equipo y verificar los ajustes.
- e) Realizar y supervisar los ensayos.
- f) Interpretar y evaluar los resultados de acuerdo con las normas, códigos, procedimientos o especificaciones aplicables.
- g) Preparar instrucciones de ensayo por escrito.
- h) Realizar y supervisar todas las tareas de nivel inferior o igual al nivel 2.
- i) Proporcionar asistencia al personal de nivel inferior o igual al nivel 2.
- j) Informar de los resultados de los ensayos no destructivos.

2.1.1.3. PT – Líquidos Penetrantes: ⁷

Aplicaciones

- Detección de grietas superficiales en todos los metales.

Ventajas

- Simple de usar, preciso y fácil de interpretar.

El análisis no destructivo con Líquidos Penetrantes se emplea generalmente para evidenciar discontinuidades superficiales sobre casi todos los materiales no porosos (o con excesiva rugosidad o escamado) como metales, cerámicos, vidrios, plásticos, etc. característica que lo hace utilizable en innumerables campos de aplicación. El método de LP se introdujo en la industria en los años que precedieron a la Segunda Guerra Mundial, la causa principal fue la necesidad de poder disponer de un control válido alternativo al de Partículas Magnetizables el cual requiere, para su aplicación, materiales con características ferromagnéticas, especialmente en el campo aeronáutico. Su origen se remonta a fines del siglo pasado en los talleres ferroviarios de Harford (EEUU) en donde se aplicaba el

⁷ OBSERVATORIO TECNOLÓGICO DE SOLDADURA. Ensayos no destructivos, disponible en: <http://www.obtesol.es/index.php>

procedimiento de “aceite y blanqueo” para la detección de fisuras de fatiga en componentes de vagones y locomotoras.

Principios físicos del ensayo:

Tensión superficial: La tensión superficial es la forma de cohesión de las moléculas de la superficie del líquido en función de la cual, a igualdad de volumen, asume la forma correspondiente a la mínima superficie compatible con el vínculo externo. La forma de la gota simplifica este concepto. La tensión superficial está definida como una fuerza que actúa sobre toda “saliente” en una superficie acabada.

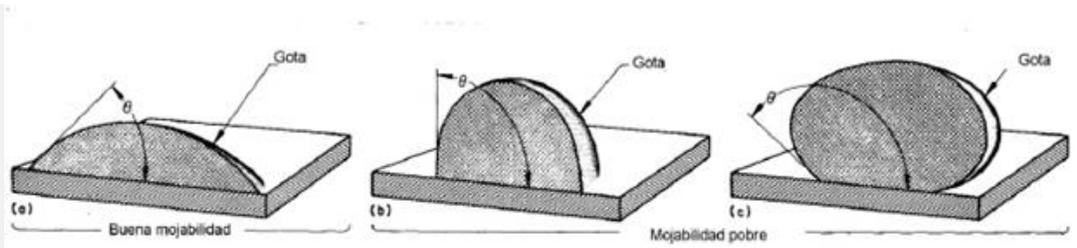
Figura 8. Gráfica Tensión



Fuente: OBSERVATORIO TECNOLOGICO DE SOLDADURA

Mojabilidad o poder de humectación: Por mojabilidad se entiende a la propiedad de un líquido de expandirse adhiriéndose a la superficie de un sólido. Esta depende de la interacción del líquido con la fase sólida y gaseosa en la que se encuentra. La mojabilidad está estrechamente ligada a la tensión superficial, y está determinada por el ángulo “ q ” de contacto con la superficie. Ver Figura 9. En donde se muestran tres condiciones intermedias con $q < 90^\circ$; $q = 90^\circ$, $q > 90^\circ$

Figura 9. Poder de humectación



Fuente: OBSERVATORIO TECNOLOGICO DE SOLDADURA

Capilaridad: Se ha visto que la superficie de un líquido contenido en un recipiente presenta cierta curvatura en las fronteras del líquido y las paredes sólidas del recipiente. Sobre el resto de la superficie, conserva una forma plana. Pero si el tamaño total de la superficie es pequeño, toda la superficie del líquido “sentirá” la influencia de las paredes y este aparece curvo en toda su extensión. En este caso, cuando las dimensiones del recipiente en el que se encuentra el líquido, en el caso más general, si la distancia entre las

superficies limitantes del líquido es comparable al radio de curvatura de su superficie, a estos recipientes se los llamará “capilares”. El desnivel obtenido podrá ser positivo o negativo, según el ángulo de contacto y la mojabilidad del líquido.

Descripción general del método:

Actualmente la técnica de LP, se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Limpieza inicial y secado: Consiste en limpiar perfectamente la zona de interés a ser ensayada de tal forma de dejar, las posibles discontinuidades, libres de suciedad o materiales extraños y su posterior secado.
2. Aplicación del Líquido Penetrante y Tiempo de penetración: Cubrir la superficie de interés con el LP y dejar transcurrir el tiempo necesario para permitir que el LP se introduzca por capilaridad en las discontinuidades
3. Limpieza intermedia: Se removerá el exceso de LP de la superficie, evitando extraer aquel que se encuentra dentro de las fallas. Esta remoción, podrá hacerse, según la técnica empleada, mediante:

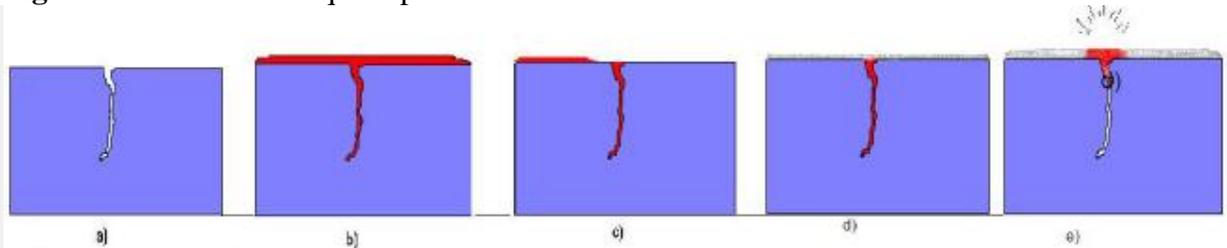
a) lavado con agua.

b) aplicando un emulsionante y posterior lavado con agua.

c) mediante solventes.

1. Secado (según la técnica): Se secará la pieza del agente limpiador. Este paso puede ser obviado según la técnica utilizada.
2. Aplicación del revelador: Sobre la superficie ya preparada se colocará el revelador en forma seca o finamente pulverizada en una suspensión acuosa o alcohólica, que una vez evaporada, deja una fina capa de polvo.
3. Inspección y evaluación: Esta fina capa de revelador absorberá el LP retenido en las discontinuidades, llevándolo a la superficie para hacerlo visible, ya sea por contraste o por fluorescencia (según la técnica empleada) las indicaciones podrán registrarse y evaluarse.
4. Limpieza final: Aunque los agentes químicos utilizados no deberían ser corrosivos de los materiales ensayados, se eliminarán sus restos para prevenir posteriores ataques.

Figura 10. Muestra de líquido penetrante



Fuente: OBSERVATORIO TECNOLÓGICO DE SOLDADURA

2.1.1.4. Pruebas Por Cambio De Presión (Neumática O Hidrostática):⁷ Es la aplicación de una presión o línea de tuberías fuera de operación, con el fin de verificar la hermeticidad de los accesorios brindados y la soldadura, utilizando como elemento principal el agua o en su defecto un fluido no corrosivo, o el aire comprimido. Todo equipo nuevo debe ser sometido a una prueba de presión ya sea hidrostática o neumática.

Características de la prueba hidrostática: La prueba hidrostática es una prueba no destructiva mediante el cual se verifica la integridad física de una tubería ó sistema en donde el agua es bombeada a una presión más alta que la presión de operación y se mantiene a esa presión por un tiempo establecido previamente el cual varía según la longitud del tramo a probar. La prueba hidrostática también aplica cuando se reemplaza o se reparan líneas existentes, nos permite:

- Determinar la calidad de la ejecución del trabajo de fabricación o reparación de la línea o equipo.
- Comprobar las condiciones de operación para garantizar la seguridad tanto de las personas como de las instalaciones.
- Detectar fugas.
- Verificar la resistencia mecánica.
- Probar la hermeticidad de los accesorios.

La presión utilizada en la prueba de presión hidrostática es siempre considerablemente mayor que la presión de trabajo para dar al cliente un margen de seguridad. Normalmente, la prueba se realiza en un 150 por ciento del diseño o la presión de trabajo. Por ejemplo, si una tubería fue calificado con una presión de trabajo de 2000 PSI, que se pondrá a prueba a 3000 PSI.

El agua es el medio de prueba más utilizada porque es menos caro que el aceite y un juego más fácil hasta que el aire, por lo que el costo de las pruebas es menor. END no destructivos de prueba técnicos prueba de tubos, tuberías y bobinas de presión hasta 10.000 PSI, en muchos casos. Todas las pruebas de presión hidrostática se realiza de acuerdo a los requerimientos del cliente y / o especificaciones de la industria.

Características de las pruebas neumáticas

La prueba neumática es un procedimiento que utiliza la presión del aire para testear las tuberías de fuga. Este método no solo sirve para identificar fugas, sino también para limpiar y secar el sistema de tuberías, permitiendo que la tubería quede lista al final del testeo. La prueba neumática se utiliza cuando otros métodos no son factibles; por ejemplo en caso de congelamiento el testeo con agua se ve imposibilitado

2.1.2. Gasoducto: son todas las partes de las instalaciones físicas a través de las cuales se mueve el gas en su transporte, incluyendo tuberías válvulas, accesorios, bridas (incluyendo el empernado y las empaquetaduras), reguladores, recipiente a presión, amortiguadores de pulsación, válvulas de desfogue, y otros accesorios instalados en la tubería, unidades de

compresión, estaciones de medición, estaciones de regulación, y conjuntos fabricados. Se incluyen en esta definición las líneas de transporte y recolección de gas, incluyendo sus complementos o accesorios que se halla instalados costa fuera para el transporte de gas desde las instalaciones de producción a localidades en tierra y equipo es de almacenamientos de gas del tipo de tubería cerrada, que se fabrican o se forjan de tubería o se fabrican con tubería y accesorios.⁸

2.1.2.1. Sistema de transporte: es uno o más segmentos del gasoducto, usualmente interconectados para conformar una red, que transportan gas de un sistema de recolección, desde la salida de una planta de procesamiento, o un campo de almacenamiento, hacia un sistema de distribución de alta o baja presión, un cliente que compra un gran volumen, ú otro campo de almacenamiento.⁸

2.1.3 API 1104 EDICION 2013.

Esta norma incluye la soldadura de gas y de arco de soldaduras de tope, de filete y de socket en cañería de acero de aleación Cobre y carbono utilizadas en la compresión, bombeo y transmisión de petróleo crudo, derivados del petróleo, gases combustibles, dióxidos de carbono y nitrógeno y en donde sea aplicable, incluye soldadura en sistemas de distribución. La soldadura puede hacerse con soldadura de arco metálico protegido, soldadura de arco sumergido, soldadura de arco-tungsten a gas, soldadura de arco a gas, soldadura de arco con nucleo-fundente, soldadura de oxiacetileno, procedimiento de soldadura a tope con arco o mediante una combinación de estos procesos, utilizando una técnica de soldadura manual, semiautomática o automática o una combinación de estas técnicas. Las soldaduras pueden realizarse por posición o con rotación o mediante una combinación de ambos sistemas.⁹

Esta norma también incluye las normas de aprobación a aplicar en soldaduras de producción ensayadas destructivamente o inspeccionadas radiográficamente.

2.1.4. ASME B 31.8 — Edición de 1999.

El Código establece los requerimientos considerados como necesarios para el diseño seguro y la construcción de tuberías a presión. Aunque la seguridad es la consideración básica, este factor solamente no será el que determine las especificaciones finales de cualquier sistema de tuberías. Se previene a los diseñadores, que el Código no es un manual de diseño; no elimina la necesidad del diseñador o del buen criterio del ingeniero competente.⁸

⁷ OBSERVATORIO TECNOLOGICO DE SOLDADURA. Ensayos no destructivos, disponible en:
<http://www.obtesol.es/index.php>

⁸ ASME B 31.8 — Edición de 1999, SISTEMAS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS

⁹ API 1104 EDICION 2013, Soldadura de Cañerías y Facilidades Relacionadas

2.2. ENFOQUE LEGAL

Las normas que rigen estos procedimientos son las siguientes:

- **API 1104 EDICION 2013**
- **CODIGO ASME SECCION V EDICION 2013**
- **ASTM E-94-04 (2010) Standard Guide for Radiographic Examination**
- **ASTM E-1815, Standard Method for Classification of Film System for Industrial Radiographic**
- **ASNT Recommended Practice No SNT-TC-1A EDICION 2011**
- **Procedimiento Especifico de Seguridad Radiológica**
- **NTC ISO 9001.2008. Sistemas de gestión de la calidad.**
- **NTC ISO. 14001.2004. Sistema de gestión ambiental.**
- **Seguridad y Salud en el Trabajo OHSAS 18001**

3. INFORME DE CUMPLIMIENTO DE TRABAJO.

3.1. PRESENTACION DE RESULTADOS.

3.1.1. Objetivo específico 1. Organizar las distintas programaciones de ensayos no destructivos END, de tal forma que no se presenten traumatismos y reproceso a lo largo del proyecto.

Para dar cumplimiento a cada de uno de los objetivos planteados se realizaron una serie de actividades que dan soporte al trabajo realizado en la modalidad de pasantía, en el gasoducto Gas Caribe, Colombia ubicada en los departamentos Cesar – Magdalena.

Actividad 1. Coordinar con los contratistas la realización de una programación organizada, y que valla acorde con el desarrollo de las actividades del proyecto.

Organización de las distintas programaciones de ensayos no destructivos.

Para la organización de las distintas programaciones. Se realizó reunión, entre el personal de SGS ETSA como ente interventor y la empresa contratista, y se determinan los procedimientos debidos para la programación de los ensayos no destructivos END, los cuales se deben llevar a cabo con puntualidad, para garantizar una excelente ejecución de los distintos ensayos y así dar vía libre a los siguientes procedimientos requeridos en el proyecto, evitando de esta manera los reprocesos y atrasos en el mismo.

Dentro del procedimiento se estableció que las programaciones deberían ser realizadas el día anterior a la ejecución de los ensayos, a más tardar las 6:00 pm, con el fin de que los inspectores de ensayos no destructivos END puedan preparar el material necesario para la realización de estos. Dicha programación contara con datos como, la ubicación exacta de las juntas a inspeccionar, frente de trabajo y kilometro (PK), diámetros de la tubería y tipo de junta a realizar, es decir si es una junta especial. Estas programaciones se realizaran por medio de correos electrónicos, o de manera escrita, en un formato diseñado por el área de ensayos no destructivos (*ver figuras 11 y 12*), el cual permitirá cumplir con los requisitos requeridos para realizar la programación.

Figura 11. Encabezado formato para realizar programación de ensayos no destructivos.

LISTADO DE JUNTAS ORDENADAS PARA INSPECCIÓN POR END				FECHA	
PROYECTO:	GASODUCTO GAS CARIBE		FRENTE	BOSCONIA - TUCURINCA	
CANTIDAD JUNTAS		N NIVEL II		N NIVEL II	
ITEM	PK	No. JUNTA	ESPESOR	INSP. VISUAL	OBSERVACIONES

Información requerida para programación de END

Fuente: Autor

Figura 12. Parte inferior formato para realizar programación de ensayos no destructivos.

EMPRESA	ELABORADO POR		REVISADO POR		RECIBIDO POR
FIRMA					
NOMBRE					
FECHA					

Espacio para firmas de aprobación de las programaciones

Fuente: Pasante

Actividad 2. Solicitar información de avances diarios en cada frente del proyecto, con nuestros supervisores e inspectores mecánicos que se encuentren en campo.

Solicitar información de avances diarios en cada frente del proyecto

Para dar cumplimiento a esta actividad se realizó una socialización de los diferentes inconvenientes presentados en las programaciones de los ensayos no destructivos END, con los diferentes inspectores mecánicos que hacen parte del proyecto, con la finalidad de estandarizar un procedimiento para realizar las programaciones en cada frente de trabajo.

Se estableció que los inspectores deberán presentar un informe detallado de las diferentes actividades desarrolladas a diario en el proyecto, donde especificaran el avance diario de las

obras mecánicas,(ver figuras13 y 14) tales como lo son, cantidades de juntas realizadas por día en línea regular y cruces especiales, este informe debe contar con los respectivos registros fotográficos.

Esto se realiza con el fin de conocer cuáles son los sectores donde se pueden realizar los ensayos no destructivos, sin que haya ningún tipo de interrupciones o cruces de actividades con el contratista, y de esta manera poder liberar los sectores ya inspeccionados, para seguir con los distintos procedimientos establecidos para el desarrollo del proyecto, y así evitar reprocesos y atrasos en la obra.

Figura 13. Plantilla informe diario

SGS ETSA ESTERIOS TÉCNICOS		CONTRATO							CODIGO	ET-4NF-03				
INTERVENTORIA TÉCNICO - ADMINISTRATIVA y los Ensayos No Destructivo (END) para la construcción, puesta en marcha y coordinación de todas las actividades que se requieren para la construcción del Proyecto de los Gasoductos Tucuríaca - Bosconia, Pueblo Nuevo - Bosconia - Cuatro Vientos, Bosconia - Valledupar y de las Estaciones de Regulación y Medición (ERM).		INFORME DIARIO DE ACTIVIDADES CIVILES COPEY - TUCURINCA							VERSION	1				
		CONSTRUCCIÓN DE LOS GASODUCTOS PUEBLO NUEVO - BOSCONIA - CUATRO VIENTOS, BOSCONIA - VALLEDUPAR Y BOSCONIA - TUCURINCA Y DE LAS ESTACIONES DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (ERM)							FECHA	abr-14				
		CONTRATISTA							AUTOR	Sandra Gutiérrez				
		CONTRATISTA							APROBADO POR	Rodrigo Jacquin				
FECHA DEL REPORTE DIARIO:		Sabado 10 de Agosto 2014					DURACION:	359						
FECHA INICIO DE ACTIVIDADES:		viernes 7 de marzo de 2014			FECHA FINALIZACION:		sábado 28 de febrero de 2015		DIAS FALTANTES		#VALORI			
ITEM	ESPECIALIDAD (CIVIL / ELÉCTRICA/MECANICA)	% Pesa	UNIDAD	CANTIDAD		EJECUCION				DESCRIPCION	CAJ	HMA	ACUI	
				CANT. CONTRAC	CANT. PROYE	ACUMULADO ANTERIOR	AVANCE DIARIO	ACUMULADO ACTUAL	% AVANC					
PROYECTO CONSTRUCCIÓN GASODUCTO BOSCONIA - VALLEDUPAR 24+000 AL 92+634														
1	INSTALACION DE CAMPAMENTO Y TRANSPORTE DE MATERIALES	100%	global	1	1						Retroexcavadora	6	8	48,00
11	Movilización (Campamentos, Transporte de Materiales)	50%		1	1	0,5		0,5	50,00%		Zanjadora			
12	Elaboración Y Aprobación De Procedimientos	20%		1	1	0,5		0,5	50,00%		buldócer	1	8	8,00
13	Desmovilización (Desmonte Campamento Y Entrega De Materiales)	30%		1	1						Martillo			8,00
2	CONSTRUCCION DE LA LINEA REGULAR													
2.1	Apertura del Derecho de Vía													
2.11	Localización Y Replanteo	20%	ML	93000	93000	93000		93000	100,00%					
2.12	Apertura Ddv	80%	ML	93000	93000	80281		80281	86,32%					
2.2	Apertura de Zanja en roca		m3						#DIY01					
2.3	Apertura de Zanja normal		ML	93000	93000	11010,6		11010,6	1184%					
2.4	Transporte, Tendido y Doblado de la tubería de 9"								#DIY01					
2.5	Alineación y Soldadura de la tubería de 9"								#DIY01					
2.6	Revestimiento de Juntas de tubería de 9"								#DIY01					

Fuente: Pasante

Este informe permitió conocer el avance del proyecto, ya que la información aquí contemplada permite evaluar el desarrollo de las distintas actividades presentes en campo, tanto en el área mecánica, civil, ambiental, administrativa y de seguridad.

Figura 14. Descripción detallada de actividades.

DESCRIPCION DETALLADA DE ACTIVIDADES EJECUTADAS EL DIA DE HOY	
SE VERIFICARON TRABAJOS EN 1 FRENTE DE SOLDADURA, 1 FRENTE DE TENDIDO, 1 FRENTE DOBLADO, UN FRENTE ESPECIAL DE CRUCE DE LINEA Y UN FRENTE ESPECIAL DE CRUCE DE CAMINO CUYAS ACTIVIDADES Y AVANCES SON RELACIONADOS A CONTINUACION:	
1) ESTACION	
2) SOLDADURA ENTRE PK 75 + 500 al 79 + 744	
PK INICIAL: 79+768,6/ J-62.....PK FINAL: 79+005,24/ J-01	<div style="border: 1px solid blue; padding: 5px; display: inline-block;"> Información de juntas realizadas por día </div>
AVANCE: 763,36..... TOTAL JUNTAS SOLDADAS: 62	
DOBLADO DE TUBERIA SECTOR CON RESTRICION	
PK INICIAL: 80+061,75.....PK FINAL: 7952,03	
AVANCE: 1611,15..... TOTAL TUBOS DOBLADOS: 36	
NOTA: SE CONTINÚA HACIENDO DOBLADO SIN TENER EN CAMPO PLATINA CALIBRADORA PESE A REITERADOS REQUERIMIENTOS AL RESPECTO HECHOS AL CONTRATISTA, SE RECOMIENDA HACERLO DE MANERA ESCRITA A FIN DE CUMPLIR CON LO ESTIPULADO TANTO EN EL PROCEDIMIENTO COMO EN CÓDIGO APLICABLE.	
REVESTIMIENTO DE JUNTAS SECTOR CON RESTRICION	

Fuente: Pasante

Con la información aquí suministrada se pudo identificar con claridad el frente del proyecto donde se pueden realizar los ensayos no destructivos, sin intervenir con los trabajos adelantados por el contratista, lo cual da paso a realizar la siguiente actividad para dar cumplimiento al objetivo aquí planteado.

Actividad 3. Programar las distintas órdenes para la realización de ensayos no destructivos END, y reportar cualquier anomalía al jefe inmediato.

Programación de ensayos no destructivos.

Para dar cumplimiento a la actividad mencionada el practicante de ingeniería mecánica debió recurrir a los distintos medios que le brindan esta información, correos, informes diarios, comunicaciones telefónicas, etc. Una vez realizada esta acción y teniendo el conocimiento de lo solicitado por el contratista, se procede a programar la realización de los ensayos no destructivos. Esto se realiza en una base de datos en Microsoft Excel, haciendo uso de las herramientas como tablas dinámicas, (ver figuras 15,16 y17) que permite llevar el control de cuales juntas serán inspeccionadas y que frentes pueden ser liberados para que se continúe con los procedimientos de recubrimientos, bajado y tapado, de la tubería.

Figura 15. Base de datos para programación de ensayos no destructivos.

PK	J	P	Numero	%	Fecha	OBSERVACIONES
PK0	1		82	85%		Inicio 75%
PK1	1		82	78%		
PK2	1	1	82	72%	22/05/2014	
PK3	1	0	61	103%		
PK4	1		82	48%		
PK5	1	0	74	54%		
PK6	1	0	82	40%		
PK7	1	0	83	33%		
PK8	1	0	77	51%		
PK9	1	0	82	39%		
PK10	1	0	82	40%		
PK11	1	1	81	43%	16/04/2014	
PK12	1	0	82	40%		
PK13	1		74	43%		
PK14	1	1	82	41%	06/05/2014	
PK15	1		82	40%		
PK16	1	1	82	40%	26/04/2014	
PK17	1		82	43%		
PK18	1	1	82	40%	08/05/2014	
PK19	1	1	81	40%	09/05/2014	
PK20	1		81	46%		
PK21	1	1	82	55%	05/05/2014	
PK22	1	1	82	40%	11/05/2014	
PK23	1		82	40%		
PK24	1	1	82	49%	12/05/2014	
PK25	1	1	82	73%	12/05/2014	
PK26	1	1	82	82%	23/05/2014	

Fuente: Pasante

En esta imagen se aprecia la apariencia de la base de datos, esta se encuentra dividida en cada uno de los frentes, y contiene los respectivos kilómetros y numero de juntas existentes por frente, también se observa una celda para ingresar la fecha de programación del ensayo para cada junta, la celda del porcentaje permite evaluar el número de juntas inspeccionadas por kilómetro, ya que las inspecciones se realizan a un determinado porcentaje que varía entre el 40% para zonas no pobladas, el 75% para zonas pobladas y un 100% para cruces especiales, estacones de regulación y medición (ERM) y válvulas seccionadoras. Como está establecido en los procedimientos de construcción del proyecto, de igual manera existe otras celdas, una que indica cuantas veces se ha programado ensayo para cada junta, y la de las observaciones que se utiliza para anotar cualquier eventualidad presente a la hora de realizar los ensayos.

Figura 16. Cuadro de programación

PK	J	P	Numero	%	Fecha	OBSERVACIONES
PK0	1	0	0%	0%		
PK1	1	0	0%	0%		
PK2	1	0	0%	0%		
PK2	2					
PK2	3					
PK2	4					
PK2	5					
PK2	6					
PK2	7					
PK2	8					
PK2	9					
PK2	10					
PK2	11					
PK2	12					
PK2	13					
PK2	14					
PK2	15					
PK2	16					
PK2	17					
PK2	18					
PK2	19					

Fuente: Pasante

- 1- Kilometro donde se encuentra ubicada la junta a inspeccionar.
- 2- Nombre de la junta (no se deben repetir).
- 3- Numero veces que ha sido programada la junta.
- 4- Porcentaje al cual debe ir inspeccionado el Kilómetro.
- 5- Fecha de programación de los ensayos.
- 6- Observaciones, esta casilla se usa para identificar casos particulares que involucren la junta a inspeccionar.

Figura 17. Verificación de ensayos programados.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	T	U	
1		B-VA	Fecha programación	29/07/2014					B-PN	Fecha programación	31/07/2014			B-4V	Fecha programación	27/07/2014		TUCU	ESTACIONES
2																			
3			Rótulos de fila						Rótulos de fila					Rótulos de fila					
4			PK95						PK12					PK27					
5	1	17							82					12					
6	2	19							79C					PK30					
7	3	21							81C					24B					
8	4	23							Total general					24C					
9	5	25												24D					
10	6	26												Total general					
11	7	27																	
12	8	29																	
13	9	30																	
14	10	31																	
15	11	33																	
16	12	34																	
17	13	35																	
18	14	37																	
19	15	39																	
20	16	40																	
21	17	41																	
22	18	42																	
23	19	43																	

Fuente: Pasante

Después de realizar la programación se ingresa a una de las tablas dinámicas de la base de datos, con el fin de hacer un barrido y filtrar los ensayos programados en una fecha determinada, para corroborar que no exista algún ensayo sin programar, o de lo contrario que ya haya estado programado en fechas anteriores.

Si esto llegara a suceder el practicante debe dar aviso al jefe inmediato o contactarse con los inspectores mecánicos y verificar que las juntas hayan sido marcadas adecuadamente como lo establece el procedimiento. De no ser así los ensayos que se hayan realizado por error serán cargados a una cuenta adicional al contratista, el cual deberá corregir en el menor tiempo posible la mala marcación, para evitar que se presenten inconvenientes con la trazabilidad de las líneas del gasoducto.

Una vez realizada la programación, se procede a realizar los ensayos no destructivos, y SGS ETSA, y el área de ensayos no destructivo tiene el deber de entregar resultados antes de finalizar el día, para dar vía libre a los procesos que se llevan a cabo en el proyecto.

3.1.2. Objetivo específico 2: Identificar los defectos más comunes en la soldadura, por medio de resultados de ensayos no destructivos END, con el fin de tomar acciones preventivas para evitar futuras fallas.

Para dar cumplimiento a este objetivo el pasante realizó una serie de actividades, las cuales se refieren a continuación.

Actividad 1: Revisar cada uno de los reportes obtenidos en las pruebas de ensayos no destructivos END.

Para dar cumplimiento a esta actividad lo primero que se realizó fue recibir los informes de END, y verificar que todo lo que se encuentra contenido en ellos sea correcto, y valla acorde con las programaciones anteriormente ejecutadas.

Figura 18. Reporte de inspección por líquidos penetrantes.

El formulario es un documento de inspección por líquidos penetrantes emitido por el Sistema Integrado de Gestión de PROINCOLTBA. Incluye campos para cliente (GASES DEL CARIBE SGS E.T.S.A.), lugar (BOSONIA CESAR), fecha (30-04-2014) y descripción del trabajo (GASODUCTO TRAMPA VALLEDUPAR). Se detallan especificaciones de materiales (ACERO AL CARBON), espesores (2" y 4"), códigos de interpretación (Z01 1104) y datos de los productos utilizados (MAGNAFLUX SKL-SP1, SKD-13, SKC-5). Se especifican los tiempos de penetración (15 min) y revelado (20 min) a una temperatura de 18°C. El formulario incluye una sección de observaciones y resultados, así como una tabla de firmas de los inspectores, contratante e interventoría.

INSPECTOR	EJECUTADO POR	CONTRATANTE	INTERVENTORIA
	WILSON VERDANO	Hilario Prieto	Ing. NESTOR CUEVA

Fuente: Pasante

Una vez realizados los ensayos no destructivos anteriormente programados, se procede a revisar cada uno de los reportes de inspección, tanto los de líquidos penetrantes como los de RX, al recibir el reporte se deben hacer una revisión minuciosa de los datos contenidos en este, de tal manera que estos coincidan con las programaciones y lo existente en campo (ver

figuras 18, 19 y 20); entre estos datos se revisan, fechas, números de informe, frente de trabajo, código de interpretación, tipo de líquidos penetrantes utilizados, con su marca y fechas de vencimiento respectivas, identificación del soldador que realizó la junta inspeccionada, equipo utilizado para limpieza de las superficies, tiempos de exposición, temperaturas de la superficie, procedimiento de limpieza final etc.

Figura 19. Reporte de inspección por líquidos penetrantes, hoja de resultados

El formulario muestra los datos de la inspección y una tabla de resultados. Las anotaciones numeradas indican:

- 1: Identificación de la junta inspeccionada (columna 'JUNTA').
- 2: Dimensiones de las juntas inspeccionadas (columna 'DIAMETRO').
- 3: Identificación del soldador que realizó la junta (columna 'ESTAMPE').
- 4: Interpretación del ensayo con líquidos penetrantes (columna 'INTERPRETACIÓN').
- 5: Calificación del ensayo (columna 'CALIFICACIÓN').
- 6: Isométrico donde se ubica la junta inspeccionada (columna 'OBSERVACIONES').

JUNTA	DIAMETRO	ESTAMPE	INTERPRETACIÓN	CALIFICACIÓN	OBSERVACIONES
JF 05	2"	JDG			TRAMPA VALLE
JF 09	2"	JDG		OK	TRAMPA VALLE
JF 01	4"	JDG		OK	TRAMPA VALLE
JF 03	4"	JDG		OK	TRAMPA VALLE

Fuente: Pasante

En esta parte del informe es donde se encuentran contemplados los resultados del ensayo realizado, y las características de cada una de las juntas involucradas en la inspección.

- 1- Identificación de la junta inspeccionada.
- 2- Dimensiones de las juntas inspeccionadas.
- 3- Identificación del soldador que realizó la junta.
- 4- Interpretación del ensayo con líquidos penetrantes.
- 5- Calificación del ensayo.
- 6- Isométrico donde se ubica la junta inspeccionada.

Figura 20. Reporte de inspección por líquidos penetrantes, fotografías

Fotografías de las juntas inspeccionadas, con sus respectivas marcaciones

 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN		Código: F-22	Versión 2
REPORTE DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 30-04-2014	
REPORTE No.: <u>1</u>		Pagina 3 de 5 FECHA: <u>SEPTIEMBRE 09 DEL 2014</u>	
CLIENTE: <u>GASES DEL CARIBE SGS ETSA</u>		LUGAR: <u>BOSCONIA CESAR</u>	
PROYECTO: <u>GASODUCTO ESTACION BOSCONIA</u>			
REGISTRO DE LA INSPECCION			
			
JF 067 ESTACION BOSCONIA			
			
JF 67A ESTACION BOSCONIA			
			
JF 069 ESTACION BOSCONIA			
INSPECTOR	EJECUTADO POR PROVINCIO LTDA	CONTRATANTE	INTERVENTORIA
	WILSON SERRANO	<i>CIVIL BELLO</i>	Ing. NESTOR CUESTAS
FIRMA			
Certificado	C055 PT 1011		

Fuente: Pasante

En esta parte del reporte se contemplan las fotografías que evidencian la realización del ensayo por líquidos penetrantes, dichas fotografías deben contener las marcaciones correspondientes, ya que de esta manera se determinan cuales fueron las juntas inspeccionadas.

Una vez revisado el reporte del ensayo, se procede con la digitación en la base de datos de END para líquidos penetrantes, esto siempre y cuando todo se encuentre en respectivo orden.

Figura 22. Reporte de inspección radiografía industrial (RX). Encabezado y cuerpo del reporte.

Empresa: BOSS DEL CARIBE 9GS-ETSA		Lugar: BOSCONIA (CESAR)		Informe No: 030				
Inspección Radiográfica: TUBERIA DE 8"				Hoja: 3				
GASODUCTO BOSCONIA-PUEBLO NUEVO				De: 3				
				fecha: MAYO 27 de 2014				
Fuente: Ir 192 T Focal: 3x3 mm		Material: ACERO AL CARBONO						
Kv	NIA	mA	NIA	Actividad: 85 CI				
Película: Structurix D7		Dist Fuente-Película: 8.625		Espesor de pared: SCH 30				
Tamaño: 12" x 70mm		Tiempo de Exposición: 8.625		Díametro: 8"				
No de Placas: 90		Mín. Seg: 8"		Indicador de calidad: Norma de Interpretación				
No de Uniones:		Técnica de exposición: EPD/VPS		ASTM: API 11L				
		Nombre Técnico N II: LUIS ARTURO M...						
KM	Ø	JUNTA	ESTAMPE	PLACA	NO. DE PLACAS	INDICACION	DEFECTOS	OBSERVACIONES
12	8"	75	FAS	A - B			OK	
				B - C			OK	
			RM				OK	
12	8"		FAS	A - B			OK	
				B - C			OK	
			RM	C - A		PE	OK	
12	8"	78	FAS	A - B		CI	OK	
				B - C		SE	OK	
			RM	C - A		SE	OK	
12	8"		FAS	A - B			OK	
				B - C			OK	

Fuente: Pasante

Figura 23. Reporte de inspección radiografía industrial (RX). Defectos más comunes

PI- Penetración inadecuada en la raíz (Inadequate Penetration)	Q- Quemones o Cráteres (Burn - Trough)	PT- Porosidad Tubular (Wormholes)
FI- Fusión incompleta en la raíz (Incomplete fusion)	IEE- Inclusiones de escorias elongadas (Wagon Tracks)	PV- Porosidad Alargada Vermiforme
PH- Penetración inadecuada debido a HI-Low- Desalineamiento	IEA- Inclusiones de escoria aislada (Isolated slag inclusions)	GL- Grieta Longitudinal (Cracks)
CI- Concavidad Interna (Internal Concavity)	PE- Porosidad Esférica (Spherical Porosity)	GT- Grieta Transversal (Cracks)
IFP- Incompleta fusión entre paseos (Inc. Fusion due to cold lap)	PAG- Porosidad Agrupada (Cluster Porosity)	SI- Socavado Interno (Internal Undercut)
		SE- Socavado Externo (External Undercut)
		A- Acumulación de discontinuidades
		CIR- Cordon Irregular
		O- Otros defectos
Nombre: WILSON SERRANO		Recibido:
Firma Técnico:		
NIVEL II, R2 337 C008 1213		

Fuente: Pasante

Una vez revisado todos los reportes se verifica que lo estipulado en ellos coincidan con el numero de placas entregadas, esto para el caso de los ensayos de RX. El numero de inspecciones debe ser igual al numero de placas existentes. (Ver foto 1)

Foto 1. Reportes de inspección radiografía industrial (RX). Resultados



Fuente: Pasante

Después de verificar los reportes, se procede a revisar cada uno de los ensayos y se realiza una comparación entre lo existente en el reporte escrito y lo observado en los resultados entregados (placas radiográficas), para realizar esta comparación el pasante cuenta con un equipo específico para el desarrollo de esta actividad.

El negatoscopio es un equipo utilizado para observar las placas radiográficas y los defectos que presenta la soldadura y analizar la presentación de la misma. (*Ver fotos 2 y 3*) Además de esto se cuenta con personal calificado que brinda apoyo a esta actividad.

De igual manera el pasante debe apoyarse en el código con el cual se realizan las interpretaciones, esto se realiza con el fin de corroborar lo existente en los reportes de ensayos no destructivos de RX

Foto 2. Equipo utilizado para observar placas radiográficas.



Fuente: Pasante

Foto 3. Equipo utilizado para observar placas radiográficas. Revisión de placas



Fuente: Pasante

En este proceso también se verifica que las placas radiográficas se encuentran marcadas como corresponde e indican los procedimientos de marcación de las placas radiográficas, en el cual se deben encontrar datos tales como, nombre de la compañía, fecha, frente de trabajo, datos específicos de la junta inspeccionada; todo esto debe encontrarse por fuera del área de interés, es decir no puede existir ninguna marca sobre el cordón de soldadura.

Actividad 2: Actualizar de manera constante la base de datos de control de ensayos no destructivos END.

Para la realización de esta actividad es necesario que todos los reportes de ensayos no destructivos se encuentren correctamente, para no generar ningún retraso, traumatismo o reproceso en el desarrollo de las actividades ligadas a los END.

Figura 24. Base de datos END, para líquidos penetrantes.

FONDEO						PRESENTACIÓN							
ITEM	UBICACIÓN		FECHA	No INFORME	GRUPO	LECTURA	REPARACION	FECHA	No INFORME	GRUPO	LECTURA	REPARACION	
	Ø (")	JUNTA					GRUPO	LECTURA				GRUPO	LECTURA
1	2	JF 05 TVA	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
2	2	JF 09 TVA	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
3	4	JF 01 TVA	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
4	4	JF 03 TVA	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
5	2	JF 05 TTU	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
6	2	JF 09 TTU	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
7	4	JF 01 TTU	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
8	4	JF 03 TTU	05/08/2014	001	PY	OK			04/09/2014	002	TR	OK	
9	4	JF 01 TPN	05/08/2014	004	PY	OK			03/09/2014	002	TR	OK	
10	4	JF 03 TPN	05/08/2014	004	PY	OK			03/09/2014	002	TR	OK	

Fuente: Pasante

En esta base de datos se digitan los resultados de los ensayos no destructivos END, líquidos penetrantes, (ver figura 24) esta base se divide en dos fases, la fase del ensayo en la raíz y en la presentación de la soldadura, por tal razón se repiten las casillas para el ingreso de datos.

Esto se realiza con el fin de identificar con facilidad en cual de los procedimientos se encuentra el defecto, para que un ensayo este completo es necesario que se realicen la prueba en los dos pases, raíz y presentación.

- 1- Dimensiones de la junta
- 2- Identificación de la junta
- 3- Fecha de la realización del ensayo
- 4- Numero de informe
- 5- Grupo que realiza los ensayos
- 6- Resultado de los ensayos
- 7- Pase de presentación (la información suministrada es la misma mencionada anteriormente, todo lo correspondiente al ensayo realizado).

La actualización constante de la base de datos permite conocer la defectología presente en la soldadura y según sea esta información se puede dar vía libre a otros procedimientos asociados con la soldadura, de igual manera facilita la disponibilidad de la información en caso de ser requerida para liberaciones, ya sean para pruebas hidrostática o neumáticas, recubrimientos, pinturas, bajado, tapado, etc.

Figura 25. Base de datos END, para RX.

ITEM	FECHA	No INFORME	URBICACIÓN	TIPO	RESULTADO	RESULTADO	LECTURA	SOLDADOR	PLACAS
			Km	JUNT	A - B	B - C	C - A	FONDEO	INFORME
1	11/04/2014	001	26	70			CI		
2	11/04/2014	001	26	78			PI		
3	11/04/2014	001	26	80	EXC	CI			
4	11/04/2014	001	27	1			CI		
5	11/04/2014	001	27	3	SE	SE	PE	IEA	
6	15/04/2014	002	25	74			PAG		
7	15/04/2014	002	25	79				PAG	
8	15/04/2014	002	26	1			IEA		
9	15/04/2014	002	26	8			PE		
10	15/04/2014	002	26	18			IEA		
11	15/04/2014	002	26	27	SE		IEA		
12	15/04/2014	002	26	35	EXC	CI	PE		

Fuente: Pasante

- 1- Matriz indicadora de defectología.
- 2- Fecha de realización de ensayos.
- 3- Numero de informe.
- 4- Kilometro donde se ubica la junta a la cual se le realiza el ensayo.
- 5- Identificación de la junta.
- 6- Tramos inspeccionados y ubicación de los defectos.
- 7- Resultado del ensayo.
- 8- Área de reparaciones.

La base de datos de ensayos no destructivos de RX permite conocer los avances diarios en cuanto a realización de ensayos no destructivos, (ver figura 25) y de esta manera se sabe si se puede dar paso a que se continúe con los demás procedimientos relacionados con los END

Actividad 3: Analizar los datos obtenidos en la base de ensayos no destructivos END, y reportar cualquier anomalía al jefe inmediato.

Para dar cumplimiento a este objetivo lo que se realiza es un análisis de la defectología presente en los ensayos realizados, esto se realiza con el fin de identificar cual es el defecto que se presenta con más frecuencia, y de esta manera poder analizar porque se generan, y que se puede hacer para disminuir la proporción de estos.

El análisis en las graficas se realiza en tres tramos A-B, B-C y C-A, ya que los ensayos se realizan en estas tres posiciones.

A continuación se observaran la representación grafica de los defectos más comunes en la soldadura, los cuales son.

PI – Penetración inadecuada

PHL - Penetración inadecuada por deslizamiento

CI – Concavidad Interna

IEE – Inclusiones de escorias elongadas

PE – Porosidad esférica

PT – Porosidad tubular

EXC – Exceso de penetración

GT – Grieta transversal

SE – Socavado externo

CIR – Cordón irregular

FI- Fusión incompleta

Q – Quemones o cráteres

IFP – Fusión incompleta entre pases

IEA – Inclusiones de escoria aislada

PAG – Porosidad agrupada

PV – Porosidad alargada vermicular

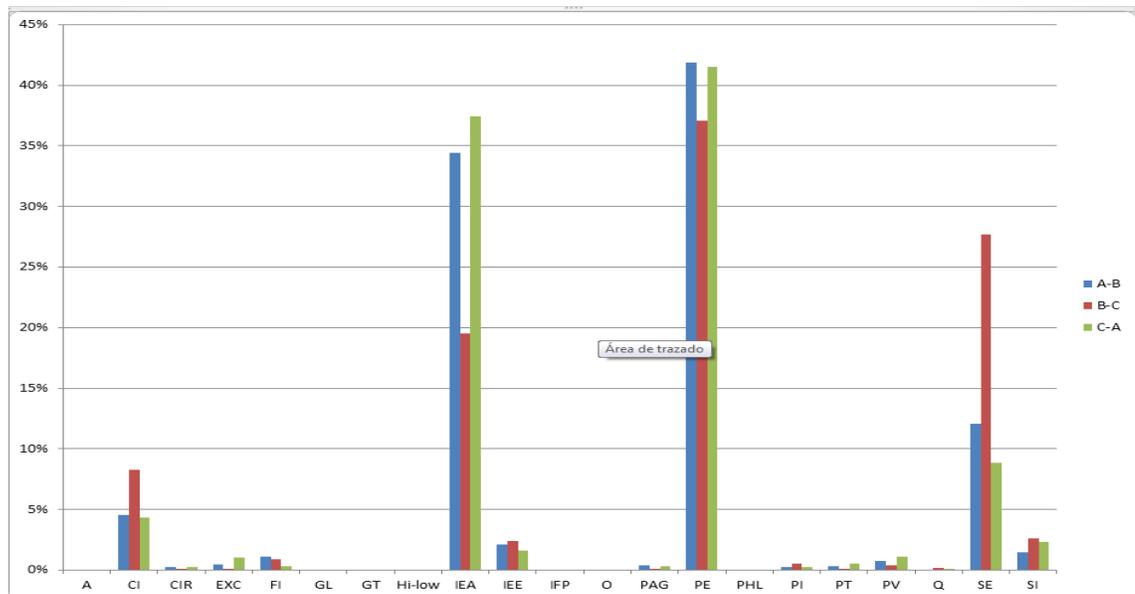
GL – Grieta longitudinal

SI – Socavado interno

A – acumulación de discontinuidades

O – Otros defectos

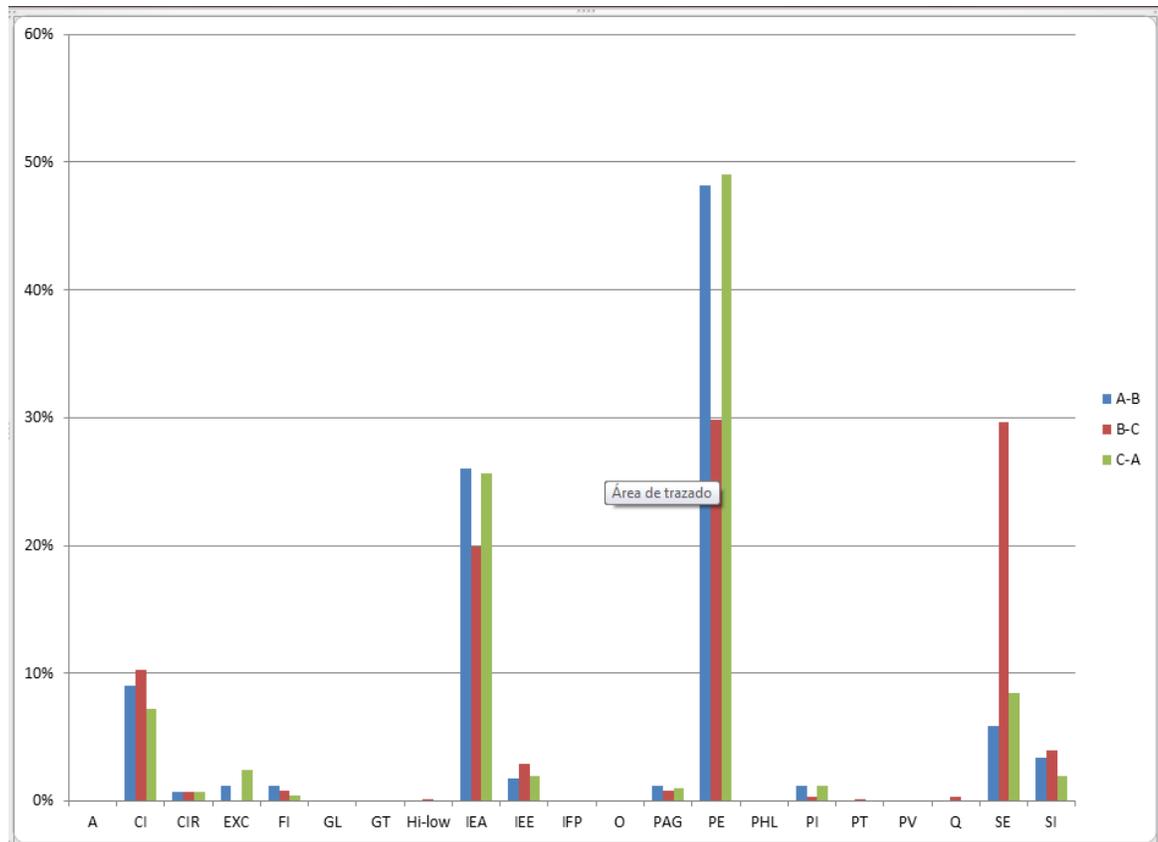
Figura 26. Grafica de defectología frente 1



Fuente: Pasante

Esta grafica muestra de forma clara que entre los defectos mas comunes se encuentran, porosidad esférica, inclusión de escoria, socavado externo, superando el 10 % en los tres tramos. Cabe resaltar que la existencia de estos defectos no representan siempre una falla en la soldadura, ya que se encuentran dentro de rango especifico, el cual es aceptado por el código utilizado para su calificación.

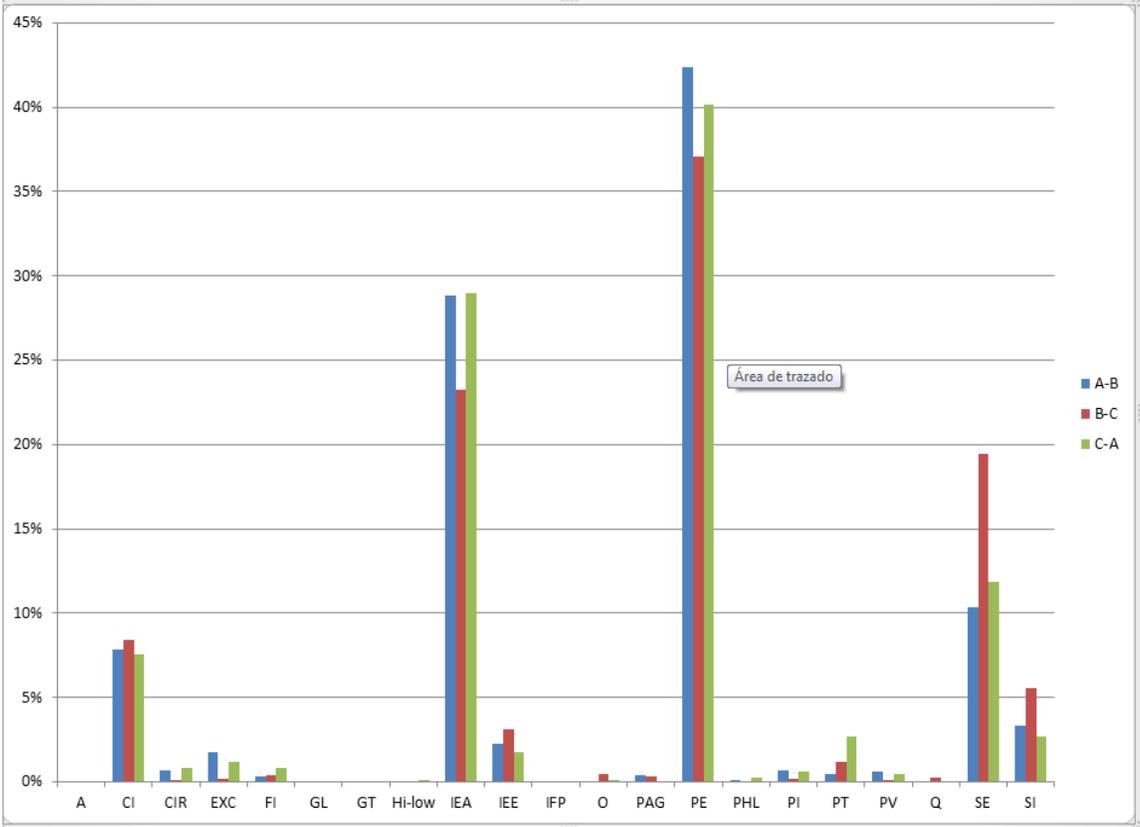
Figura 27. Grafica de defectología frente 2



Fuente: Pasante

Esta grafica permitió identificar la presencia de defectos tales como porosidades esféricas, inclusiones de escoria y socavados externos, superando el 10%

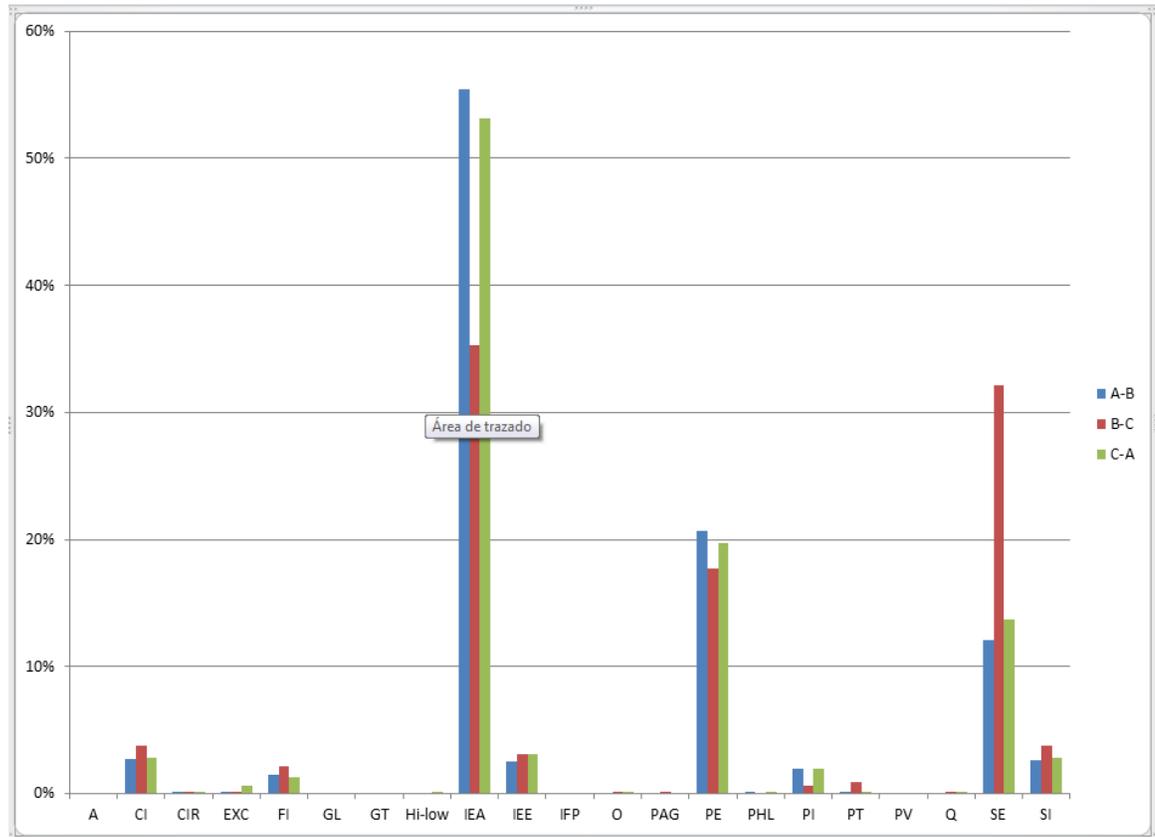
Figura 28. Grafica de defectología frente 3



Fuente: Pasante

Esta grafica permitió identificar la presencia de defectos tales como porosidades esféricas, inclusiones de escoria y socavados externos, superando el 10%

Figura 29. Grafica de defectología frente 4



Fuente: Pasante

Esta grafica permitió identificar la presencia de defectos tales como inclusiones de escoria, porosidades esféricas y socavados externos, superando el 10%, con la diferencia que en este caso se encuentran por encima las inclusiones de escoria.

Las graficas descritas anteriormente corresponden a 4 frentes diferentes donde se realizo trabajos de soldadura e inspección por ensayos no destructivos de los mismos, en estas graficas se evidencio una diferencia notable entre los diferentes tipos de defectos presentes en las uniones soldadas, en las que sobresalen defectos tales como porosidades esféricas, inclusiones de escoria socavados internos entre otros.

Las porosidades suelen ser consecuencia de reacciones químicas que se producen en el baño de fusión y que dan lugar a la formación de gases.

Este hecho, unido a un posible enfriamiento rápido del cordón, hace que estos gases interiores no tengan tiempo suficiente para evacuarse hacia el exterior, quedándose reclusos y formando pequeñas burbujas o porosidades en el interior.

Estas porosidades internas merman la resistencia mecánica del cordón, dado que son el origen de futuras grietas que terminan propagándose hasta la superficie produciendo el colapso de la soldadura por fatiga ante la acción de cargas dinámicas. En las zonas donde se produce una interrupción y posterior reanudación del arco suelen aparecer también porosidades internas en el cordón. Generalmente va acompañado de falta de penetración

Las inclusiones son discontinuidades que consisten en partículas de escorias que quedan aprisionadas durante la solidificación del baño.

Generalmente, las partículas de escorias que quedan ocluidas en el interior provienen del revestimiento del electrodo, y en otras ocasiones son el resultado de reacciones químicas que tienen lugar en el baño de fusión.

La existencia de estos defectos termina siendo muy común a la hora de realizar una inspección ya que son muchos los factores que influyen en su origen dentro los que se destacan

- Empleo de electrodos inadecuados;
- Metal base con un alto contenido en C y S;
- Velocidad de soldeo excesivamente alta;
- Presencia de impurezas superficiales;
- Alto voltaje;
- Mala preparación de bordes.
- Condiciones climáticas.

Sin embargo la utilización de los ensayos no destructivos permite la identificación de estos y determinan cuales son los defectos que sobrepasan los límites permitidos. Ya que pueden existir defectos en las uniones soldadas siempre y cuando sus dimensiones no comprometan la integridad de la unión y la soldadura, como se encuentra estipulado en los códigos.

3.1.3. Objetivo específico 3: Participar en supervisión de los diversos procesos mecánicos, como soldadura, calibración de tuberías, ensayos no destructivos y otros procesos realizados a lo largo del proyecto.

Para dar cumplimiento a este objetivo se debe realizar una serie de actividades en las cuales el practicante con el apoyo de personal técnico de cada área realiza visitas y bajo la supervisión de superiores conoce a cerca de los distintos procesos que se llevan a cabo a lo largo del proyecto.

Actividad 1: Diagnosticar falla y asignar tareas al contratista para su respectiva corrección.

Para dar cumplimiento a esta actividad fue necesario que el practicante contara con la base de datos de ensayos no destructivos END actualizada, ya que es en esta donde se puede observar cuales son las fallas que existen en uniones o juntas específicas.

La información requerida para la realización de esta actividad es suministrada por los técnicos en ensayos no destructivos, dicha información se encuentra en los reportes que a diario son entregados por parte de los técnicos.

El practicante tiene como función dar aviso al jefe inmediato al momento de existir cualquier anomalía en alguno de los reportes, dicha anomalía se puede presentar como una reparación. Lo cual indica que los defectos presentes en la soldadura inspeccionada superan los límites establecidos en los códigos y normas utilizados para realizar la calificación de los ensayos.

Posteriormente al recibimiento de los reportes e identificación del defecto se revisa de manera detallada la junta involucrada y las placas respectivas, para corroborar la existencia del defecto. En el reporte debe existir adjunto un calco, donde se identifica el defecto sobre el cordón de soldadura, dicho calco contiene la información necesaria para que el soldador calificado para la realización de reparaciones realice la reparación, este calco cuenta con el tipo de defecto, longitud del defecto, tramo donde se ubica y posición del defecto.

Una vez identificado el defecto y revisado el reporte se procede a dar aviso al contratista, para que no se continúen con procedimientos en la unión afectada, hasta que sea reparada.

Actividad 2: Liberar los tramos por END para continuar con procedimientos mecánicos.

Para dar cumplimiento a esta actividad es necesario que el practicante de ingeniería mecánica cuente con la base de datos de ensayos no destructivos actualizada, ya que con esta se identifican cuales son los tramos a los que se le ha realizado inspecciones, y en que porcentajes se encuentran cada uno.

Una vez identificado los tramos inspeccionados y teniendo claridad en cuanto a su estado se da aviso al contratista para que prosiga con los diferentes procesos mecánicos requeridos para el desarrollo del proyecto. Esta actividad se realizó durante todo el periodo de ejecución del proyecto, ya que es requerido para dar un avance diario.

Actividad 3: Supervisar los diversos procesos mecánicos realizados en el proyecto.

Esta es una actividad de gran importancia, ya que el pasante tiene la oportunidad de conocer los distintos procesos mecánicos que se desarrollan a lo largo del proyecto, cabe resaltar que las actividades aquí realizadas se hacen con el debido acompañamiento de personal que se desempeñan en el área, ya sean coordinadores de líneas y ensayos no destructivos, coordinadores de estaciones o inspectores mecánicos.

Dentro de estos procesos se encuentran los siguientes:

Visita a los frentes de soldadura: en esta visita el pasante pudo evidenciar de que manera se realiza el proceso de soldadura, cuales son las condiciones en las que se realizan este tipo de trabajos.

Foto 4. Alineación y soldadura, frentes de línea regular, tubería de acero de 8”



Fuente: Pasante

Foto 5. Alineación y soldadura, frentes de estaciones ERM, tubería de acero de 12”, trampas de envío y recibo.



Fuente: Pasante

Foto 6. Soldaduras en filete, para instalaciones de instrumentación, frentes de estaciones ERM,



Fuente: Pasante

Estas visitas le permiten al practicante de ingeniería mecánica familiarizarse con el entorno del proyecto, de igual manera permite que se adquiere conocimiento en cuanto a los diversos procesos mecánicos que se realizan en el proyecto, además se amplía el conocimiento en cuanto a las técnicas utilizadas para la alineación, limpieza y soldadura de tuberías de acero.

Limpieza de tuberías: Entré las salidas a campo el practicante de ingeniería mecánica hace presencia en varios de los procedimientos realizados para poder realizar pruebas en la tubería del gasoducto, uno de estos procedimientos es la limpieza de tuberías, la cual consiste en retirar todo tipo de basura presente en el interior de la tubería, (escorias, arena, animales muertos, agua, etc.), esto se realiza con el fin de garantizar el buen estado de la tubería y de los equipos posteriormente instalados en ella, como lo son válvulas, medidores de flujo, indicadores, termómetros, etc.

Foto 7. Limpieza de tubería, con cepillos de acero.



Fuente: Pasante

Foto 8. Limpieza de tubería, platina calibradora.



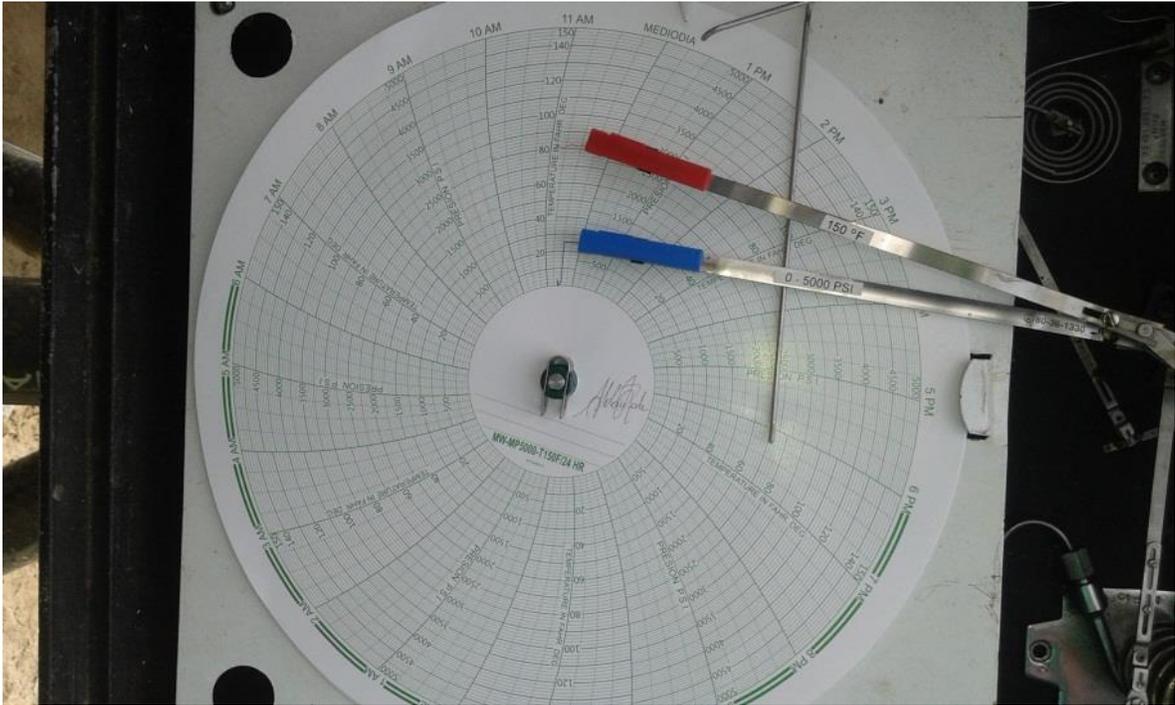
Fuente: Pasante

En la realización de este procedimiento se utiliza un marrano, que es el que viaja a lo largo de la tubería, impulsado con aire proveniente de un compresor, este marrano posee un cepillo de acero que se encarga de recojer y arrastra residuos de soldadura, escoria, arena, animales entre otras, una vez enviado en varias ocasiones se dispone a enviar un marrano con una platina calibradora, la cual debe tener un diametro menor a la tubería sometida a limpieza, esta se envía con el fin de arrastrar cualquier exeso de soldadura presente en el interior de la tubería, esta platina cuenta con una serie de ranuras que permiten que esta se deforme en caso de impactar con un exeso, de ser así se debe continuar con esta acción hasta lograr obtener la platina sin ningún tipo de deformación.

Pruebas hidrostática: El pasante tuvo la oportunidad de hacer presencia en la realización de pruebas hidrostáticas, La prueba hidrostática es una prueba no destructiva mediante el

cual se verifica la integridad física de una tubería ó sistema en donde el agua es bombeada a una presión más alta que la presión de operación y se mantiene a esa presión por un tiempo establecido previamente el cual varía según la longitud del tramo a probar.

Foto 9. Carta de registro de temperatura y presión.



Fuente: Pasante

Foto 10. Prueba hidrostática en curso, estación de regulación y medición



Fuente: Pasante

Foto 11. Indicadores de presión.



Fuente: Pasante

Es necesario resaltar que para que este tipo de pruebas se puedan realizar la tubería debe estar liberada por ensayos no destructivos END, y contar con una liberación en cuanto certificados de calidad de materiales, de lo contrario estas pruebas no se podrían realizar.

Coordinación de la realización de ensayos no destructivos END: Es parte de las funciones del pasante apoyar a la coordinación y supervisión de los ensayos no destructivos, y garantizar que estos se realicen en las fechas estipuladas en las programaciones, por tanto el pasante se dirigió en ocasiones al sitio de trabajo para verificar que se realicen los ensayos no destructivos de forma segura.

Foto 12. Transporte de tuberías, para toma de radiografías.



Fuente: Pasante

Foto 13. Disposición de tubería para realizar ensayos no destructivos.



Fuente: Pasante

Foto 14. Señalización del área de trabajo



Fuente: Pasante

Foto 15. Realización de los ensayos no destructivos, RX



Fuente: Pasante

Foto 16. Realización de los ensayos no destructivos, líquidos penetrantes



Fuente: Pasante

Visitas a estaciones de regulación y medición: El practicante de ingeniería mecánica de manera constante durante el tiempo de ejecución de su trabajo, realizó visitas frecuentes a los distintos frentes de trabajo en los que se incluyen las estaciones de regulación y medición (ERM). Y se le permitió hacer parte del equipo supervisor de actividades en estos frentes, dándole oportunidad de familiarizarse con los procesos mecánicos aquí realizados.

Foto 17. Armado de estación de regulación y medición.(ERM)



Fuente: Pasante

Foto 18. Armado de estación de regulación y medición. (ERM)



Fuente: Pasante

Las fotografías muestran el desarrollo en la construcción y armado de la ERM proceso en el cual el pasante estuvo presente, desde la prefabricación, ensayos no destructivos, finalización y puesta en marcha.

Foto 19. Finalización de la construcción de (ERM) y puesta en marcha.



Fuente: Pasante

Instalaciones de Válvulas seccionadoras: En varias de sus salidas a campo, el practicante de ingeniería mecánica estuvo presente en el prefabricado de válvulas seccionadoras, ensayos no destructivos realizados a estas, su montaje y puesta en funcionamiento

Foto 20. Prefabricado de válvulas seccionadoras



Fuente: Pasante

Foto 21. Montaje de válvulas seccionadoras.



Fuente: Pasante

Realización de pruebas de adherencias: el practicante realizó acompañamiento a inspectores mecánicos para la realización de pruebas de adherencias y medición de espesores en la pintura de las estaciones de regulación y medición (ERM) y las válvulas seccionadoras.

Foto 22. Medición de espesores.



Fuente: Pasante

Foto 23. Prueba de adherencia.



Fuente: Pasante

Esta prueba se realiza con el fin de determinar que tan bueno fue el perfil de anclaje de la película utilizada para la protección de las válvulas seccionadoras y estaciones de regulación y medición.

4. DIAGNOSTICO FINAL

Durante el desarrollo de las actividades en el proyecto del gasoducto GAS CARIBE, INTERCONEXIÓN CESAR – MAGDALENA, en los sectores BOSCONIA - TUCURINCA, PUEBLO NUEVO - BOSCONIA - CUATRO VIENTOS, BOSCONIA VALLEDUPAR Y ESTACIONES DE MEDICION Y REGULACION (EMR) de GASES DEL CARIBE S.A. el área de ensayos no destructivos END, se observo la necesidad de ingresar un nuevo miembro para que apoyara a la coordinación y supervisión de los ensayos no destructivos, y ayudara a mejorar la organización de las programaciones y actualizaciones de los ensayos no destructivos.

Con la presencia del nuevo miembro, el área de ensayos no destructivos se permitió organizar de mejor manera las programaciones de los END, y permitió distribuir de mejor manera los recursos con que contaba, ya que el coordinador podía realizar las labores en campo con mas frecuencia y de esta manera se tiene mas conocimiento de las actividades desarrolladas en el proyecto.

El aporte profesional que se dio, tuvo énfasis en la estandarización de los procesos de organización de las programaciones de ensayos no destructivos y la movilidad que se brindo al proyecto a partir de esto, debido a que la realización de los ensayos de manera efectiva evita la existencia de atrasos y reprocesos en los demás procedimientos requeridos para el desarrollo del proyecto.

De igual manera se pudo hacer recomendaciones en cuanto a los procesos de soldadura, para mitigar la existencia de defectos en las presentaciones de estas, haciendo uso de equipos especializados y procedimientos específicos.

5. CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de esta práctica, se pudo conocer la importancia que representa la realización de ensayos no destructivos END dentro de este tipo de proyectos, ya que buscan garantizar la integridad y seguridad de quienes se encuentran involucrados en el proyecto de manera directa o indirecta.

El uso de bases de datos y programas específicos permiten organizar y realizar actividades de manera coordinada, garantizando así un avance progresivo y mejora constante de los procesos mecánicos presentes en un proyecto.

Se obtiene conocimiento acerca de las distinta defectología que se puede llegar a presentar en los procesos de soldadura, y de que manera se pueden disminuir, haciendo uso de técnicas y procedimientos adecuados.

Esta experiencia permitió fortalecer conocimientos en cuanto al manejo de personal y trabajo en equipo, de igual forma permitió conocer la importancia que tiene seguir de forma precisa los lineamientos establecidos para el desarrollo de actividades específicas, como procedimientos de construcción, inspección, supervisión, etc.

Se identifican una gran variedad de defectos que se presentan con frecuencia en los procesos de soldadura, al igual que las causas que permiten que estos aparezcan, y de que modo se pueden mitigar para garantizar unas mejores características en los diversos procesos mecánicos desarrollados en el proyecto.

Se logro conocer más acerca de un sector muy importante en el territorio colombiano como lo es el sector de hidrocarburos, y la importancia que este tiene en el desarrollo constante de nuestro país.

6. RECOMENDACIONES

Actualizar de forma constante los distintos procedimientos de inspección, de tal manera que siempre se mantengan a la vanguardia, en los temas de inspección y supervisión de procesos.

Recomendar al contratista una mejora continua en los distintos equipos y procedimientos utilizados para la realización de los procesos de soldadura, para así disminuir la presencia de defectos en los procesos mecánicos realizados.

Realizar un seguimiento minucioso a los distintos soldadores presentes en el proyecto, para evaluar su rendimiento dentro del mismo y proceder con una recalificación del procedimiento de soldadura si se requiere.

Asignar un cargo que se ocupe de actualizar y organizar de manera constante los distintos ensayos no destructivos desde el inicio en el proyecto.

BIBLIOGRAFIA

ASME B 31.8 — Edición de 1999, SISTEMAS DE TUBERÍA PARA TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS.

API 1104 EDICION 2013, Soldadura de Cañerías y Facilidades Relacionadas

ASOCIACION DE PROFESIONALES DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA. Ensayos no destructivos.

WILLIAM F. SMITH, Fundamentos de la ciencia e ingeniería de materiales

REFERENCIAS DOCUMENTALES ELECTRONICAS

Ensayos no destructivos. (en línea) Disponible en internet en:
<http://blog.utp.edu.co/metalografia/2010/11/05/ensayos-no-destructivos/>

OBSERVATORIO TECNOLOGICO DE SOLDADURA. Ensayos no destructivos,
disponible en: <http://www.obtesol.es/index.php>

ANEXOS

Anexo 1. Consolidado de ensayos no destructivos END.

Microsoft Excel (Error de activación de productos) - CONTROL SOLDADURA 09-12-14

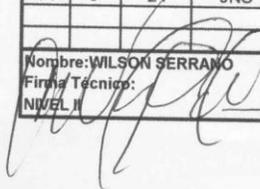
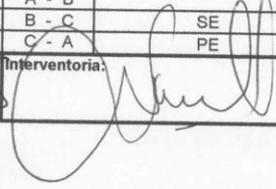
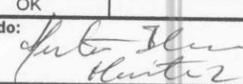
	A	B	C	D	E	F	G	H	L
1	LINEA	13946							
2		RX AL CORTE	RECHAZADAS	DEFECTOLOGIA	FECTO MAS COM	REPARACIONES	REPARACIONES	CORTE	% EXAMINADO
3	BOSCONIA - VALLEDUPAR	4030	78	2%	PE	78	3	0	51%
4	VALLEDUPAR 6"	425	16	4%	PE	16	0	0	100%
5	VALLEDUPAR LA PAZ	161	0	0%	PE	0	0	0	100%
6	PUEBLO NUEVO - BOSCONIA	1310	25	2%	PE	25	0	0	55%
7	BOCONIA - CUATRO VIENTOS	1910	48	3%	PE	47	3	0	69%
8	BOCONIA - TUCURINCA	4318	52	1%	IEA	51	0	0	63%
9		12154	219	2%		217	6	0	60%
10									
11	VALVULAS								
12		RX AL CORTE	RECHAZADAS	DEFECTOLOGIA	FECTO MAS COM	REPARACIONES	REPARACIONES	CORTE	
13	VALVULAS VALLEDUPAR	197	7	4%	IEA	7	1	0	
14	VALVULAS PUEBLO NUEVO	36	1	3%	IEA	0	0	0	
15	VALVULAS CUATRO VIENTOS	50	1	2%	PE	1	0	0	
16	VALVULAS TUCURINCA	167	10	6%	PE	9	1	0	
17		450	19	4%		17	2	0	
18									
19	ESTACIONES								
20		RX AL CORTE	RECHAZADAS	DEFECTOLOGIA	FECTO MAS COM	REPARACIONES	REPARACIONES	CORTE	
21	ESTACION VALLEDUPAR	267	7	3%	IEA	7	0	0	
22	ESTACION PUEBLO NUEVO	169	7	4%	IEA	7	1	0	
23	ESTACION CUATRO VIENTOS	169	11	7%	IEA	10	0	0	
24	ESTACION - TUCURINCA	151	6	4%	PE	6	0	0	
25	ESTACION BOCONIA	586	13	2%	IEA	6	0	0	
26		1342	31	2%		30	1	0	
27									

Consolidado Rx BOS-VALL VALLEDUPAR 6" VALLE-LA PAZ P NUEVO -BOS 4v -BOS (2) BOS - TUCURINCA Programación Formato Pro H

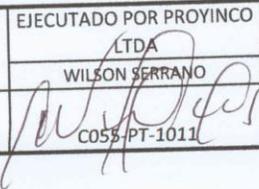
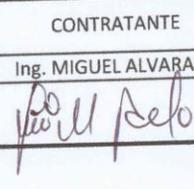
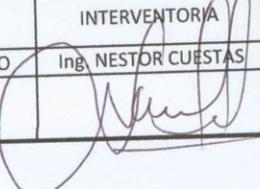
Anexo 2. Informe de ensayos no destructivos END, RX

 		Empresa:	Lugar:	Informe No: 090P			
		GASES DEL CARIBE	BOSCONIA				
SGS-ETSA	(CESAR)	Inspeccion Radiografica:					
		TUBERIA DE Ø 8"		Hoja : 1			
		GASODUCTO BOSCONIA-TUCURINCA		De : 3			
				Fecha : JULIO 28 DE 2014			
Kv	N/A	mA	N/A	Material			
				ACERO AL CARBON			
				Espesor de pared			
				SCH 30			
				Diametro			
				8"			
				Indicador de calidad			
				Norma de Interpretación			
				ASTM			
				API 1104			
				Inspector:			
				WILSON SERRANO			
No de Placas	No de Uniones		Tecnica de exposicion	Nombre Tecnico N II			
90	30		EPD/WPS	WILSON SERRANO			
KM	Ø	JUNTA	ESTAMPE	PLACA No	INTERPRETACION	CALIFICACION	OBSERVACIONES
70	8"	62	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	64	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
70	8"	65	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	66	JNS	A - B	IEA	OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	68	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	69	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
70	8"	70	JNS	A - B	PI IEA	OK	
				B - C	IEA FI(35-39)	REPARAR	
				C - A		OK	
70	8"	71	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA SE	OK	
				C - A		OK	
70	8"	72	JNS	A - B	IEA	OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
PI- Penetración inadecuada en la raiz (Inadequated Penetration)		Q- Quemones o Cráteres (Burn - Trough)		PT- Porosidad Tubular (Wormhole)			
FI- Fusion incompleta en la raiz (Incomplete fusion)		IEE- Inclusiones de escorias alargadas (Wagon Tracks)		PV- Porosidad Alargada Vermicular			
PHL- Penetracion inadecuada debido a Hi-Low- Desalineamiento		IEA- Inclusiones de escoria aislada (Isolated slag inclusions)		EXC- Exceso de Penetracion			
CI- Concavidad Interna (Internal Concavity)		PE- Porosidad Esferica (Spherical Porosity)		GL- Grieta Longitudinal (Cracks)			
IFP- Incompleta fusion entre pases (Inc. Fusion due to cold lap)		PAG- Porosidad Agrupada (Cluster Porosity)		GT- Grieta Transversal (Cracks)			
Nombre: WILSON SERRANO		Interventoria:		SE - Socavado Externo (External Undercut)			
Firma Técnico:				A- Acumulación de discontinuidades			
NIVEL II R2-837-C008-1218				CIR- Cordon Irregular			
				O- Otros defectos			
				Recibido:			

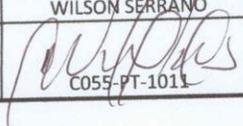
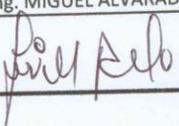
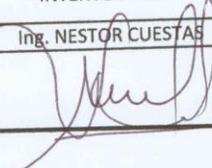
Anexo 2. Informe de ensayos no destructivos END, RX

 		Empresa: GASES DEL CARIBE SGS-ETSA		Lugar: BOSCONIA (CESAR)		Informe No: 090P	
		Inspeccion Radiografica: TUBERIA DE \varnothing 8" GASODUCTO BOSCONIA-TUCURINCA					Hoja : 2 De : 3 Fecha : JULIO 28 DE 2014
KM	\varnothing	JUNTA	ESTAMPE	PLACA No	INTERPRETACION		OBSERVACIONES
70	8"	73	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
70	8"	74	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A	IEE	OK	
70	8"	75	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	77	JNS	A - B		OK	
				B - C	SE	OK	
				C - A		OK	
70	8"	78	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA SE	OK	
				C - A		OK	
70	8"	79	JNS	A - B		OK	
				B - C	SE	OK	
				C - A		OK	
70	8"	80	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
70	8"	81	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
71	8"	2	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA SE	OK	
				C - A		OK	
71	8"	4	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
71	8"	6	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
71	8"	10	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
71	8"	15	JNS	A - B		OK	
				B - C		OK	
				C - A		OK	
71	8"	20	JNS	A - B		OK	
				B - C	IEA	OK	
				C - A		OK	
71	8"	24	JNS	A - B		OK	
				B - C	SE	OK	
				C - A	PE	OK	
Nombre: WILSON SERRANO Firma Técnico: 		Interventoria: 		Recibido: 			

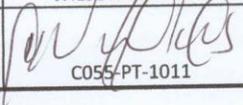
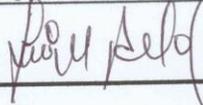
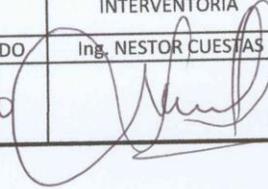
Anexo 3. Informe de ensayos no destructivos END, líquidos penetrantes

 PROYINCOLTDA Proyectos Integrales de Ingeniería y Consultoría	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código: F-22	Versión 2
	REPORTE DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 30-04-2014
REPORTE No.: <u>3</u>	FECHA: <u>AGOSTO 04 DE 2014</u>	Pagina 1 de 4	
CLIENTE: <u>GASES DEL CARIBE SGS ETSA</u>	LUGAR: <u>BOSCONIA CESAR</u>		
TANQUE: <input type="checkbox"/>	ESTRUCTURA: <input type="checkbox"/>	TUBERIA: <input type="checkbox"/>	ACCESORIO: <input checked="" type="checkbox"/>
PROYECTO: <u>GASODUCTO ESTACION PUEBLO NUEVO</u>			
DESCRIPCION: <u>SE INSPECCIONO COOPLING DE 1/2" Y 3/4" EN PASO CALIENTE Y PRESENTACION</u>			
MATERIAL: <u>ACERO AL CARBON</u> ESPESOR: <u>1/2"</u>			
CODIGO DE INTERPRETACION: <u>API 1104</u> ESTAMPE: <u>JPV</u>			
PENETRANTE MARCA <u>MAGNAFLUX SKL-SP1</u> FECHA VENCIMIENTO <u>NOV. 2015</u> LOTE <u>09B06K</u>			
REVELADOR MARCA <u>MAGNAFLUX SKD-S2</u> FECHA VENCIMIENTO <u>MAY. 2015</u> LOTE <u>10E11K</u>			
LIMPIADOR MARCA <u>MAGNAFLUX SKC-S</u> FECHA VENCIMIENTO <u>OCT. 2016</u> LOTE <u>11K01K</u>			
LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE <u>Grata Mecánica</u>		LIMPIEZA FINAL <u>Manual</u>	
TIEMPO DE PENETRACION (min) <u>15</u>		REMOCION <u>Solvente Manual</u>	
TIEMPO DE REVELADO (min) <u>20</u>		REMOCION <u>Solvente Manual</u>	
TEMPERATURA DE SUPERFICIE (°C / °F) <u>18 °C</u>			
OBSERVACIONES <u>Se inspeccionaron ocho (8) juntas de 1/2"</u>			
RESULTADOS: <u>Se detallan por junta en la hoja numero 2 del reporte</u>			
INSPECTOR	EJECUTADO POR PROYINCO	CONTRATANTE	INTERVENTOR/A
	LTDA <u>WILSON SERRANO</u>	<u>Ing. MIGUEL ALVARADO</u>	<u>Ing. NESTOR CUESTAS</u>
FIRMA Certificado	 C055 PT-1011		

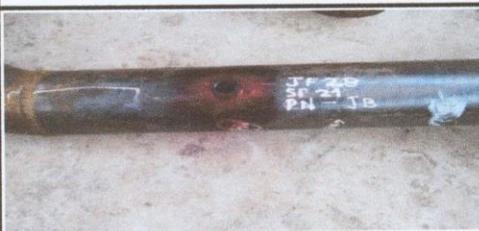
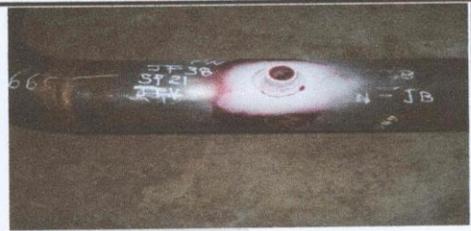
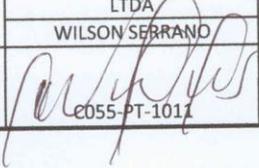
Anexo 3. Informe de ensayos no destructivos END, líquidos penetrantes

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código: F-22	Versión 2		
	REPORTE DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 30-04-2014		
Pagina 2 de 4					
REPORTE No.: <u>3</u>	FECHA: <u>AGOSTO 04 DE 2014</u>				
CLIENTE: <u>GASES DEL CARIBE SGS ETSA</u>					
PROYECTO: <u>GASODUCTO ESTACION PUEBLO NUEVO</u>		LUGAR: <u>BOSCONIA CESAR</u>			
RESULTADOS					
JUNTA	DIAMETRO	ESTAMPE	INTERPRETACION	CALIFICACION	OBSERVACIONES
JF 17	3/4"	JPV		OK	SPOOL 06
JF 16	1/2"	JPV		OK	SPOOL 14
JF 33	1/2"	JPV		OK	SPOOL 16
JF 28	3/4"	JB		OK	SPOOL 21
JF 14	1/2"	JPV		OK	SPOOL 29
JF 15	1/2"	JPV		OK	SPOOL 29
JF 12	1/2"	JPV		OK	SPOOL 30
JF 13	3/4"	JPV		OK	SPOOL 30
LISTA DE DISCONTINUIDADES EN UNIONES SOLDADAS ABIERTAS A LA SUPERFICIE: POROS (P), FISURAS (F), GRIETAS (G), SOCAVADO EXTREMO (SE).					
INSPECTOR	EJECUTADO POR PROYINCO LTDA		CONTRATANTE	INTERVENTORIA	
	WILSON SERRANO		Ing. MIGUEL ALVARADO	Ing. NESTOR CUESTAS	
FIRMA					
Certificado	C055-PT-1011				

Anexo 3. Informe de ensayos no destructivos END, líquidos penetrantes

 PROYINCOLTDA Proyectos Integrales de Ingeniería y Consultoría	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código: F-22	Versión 2
	REPORTE DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 30-04-2014
Pagina 3 de 4			
REPORTE No.: <u>3</u>	FECHA: <u>AGOSTO 04 DE 2014</u>		
CLIENTE: <u>GASES DEL CARIBE SGS ETSA</u>			
PROYECTO: <u>GASODUCTO ESTACION PUEBLO NUEVO</u>	LUGAR: <u>BOSCONIA CESAR</u>		
REGISTRO DE LA INSPECCION			
			
J. F17 SPOOL 06			
			
J. F16 SPOOL 14			
			
J. F33 SPOOL 16			
INSPECTOR	EJECUTADO POR PROYINCO LTDA	CONTRATANTE	INTERVENTORIA
	WILSON SERRANO	Ing. MIGUEL ALVARADO	Ing. NESTOR CUESTAS
FIRMA Certificado	 C055-PT-1011		

Anexo 3. Informe de ensayos no destructivos END, líquidos penetrantes

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Código: F-22	Versión 2
	REPORTE DE INSPECCIÓN POR LÍQUIDOS PENETRANTES		Fecha: 30-04-2014
Pagina 4 de 4			
REPORTE No.: <u>3</u>	FECHA: <u>AGOSTO 04 DE 2014</u>		
CLIENTE: <u>GASES DEL CARIBE SGS ETSA</u>			
PROYECTO: <u>GASODUCTO ESTACION PUEBLO NUEVO</u>		LUGAR: <u>BOSCONIA CESAR</u>	
REGISTRO DE LA INSPECCION			
			
J. F 28 SPOOL 21			
			
J. F14 Y J. F15 SPOOL 29			
			
J. F12 Y J. F13 SPOOL 30			
INSPECTOR	EJECUTADO POR PROYINCO LTDA	CONTRATANTE	INTERVENTORIA
	WILSON SERRANO	Ing. MIGUEL ALVARADO	Ing. NESTOR CUESTAS
FIRMA Certificado	 e055-PT-1011	