



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL

SEMINARIO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
INDUSTRIAL

Tema: “Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA, durante el periodo de Agosto a Noviembre del año 2017”

Tutora: Ing. Elvira Siles

Integrantes: Br. Cristian Israel Duarte Rios 13060764

Br. Nery Alberto Rodríguez Bravo 13043857

Managua, Nicaragua, 12 de Noviembre 2017

Tema:

“Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA, durante el periodo de agosto a noviembre del año 2017”

Subtema:

Proponer un Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA.



DEDICATORIA

*El presente trabajo lo dedico en primer lugar a **Dios Padre Celestial**, por darme las fuerzas en los momentos de debilidad, esperanza en los momentos de dificultad y aliento de vida para cumplir el propósito que me plantee. A Él, por brindarme la sabiduría celestial, la inteligencia y capacidad humana para ver culminada mi formación profesional.*

*Lo dedica con amor a mis Padres, **Juan Ramon Duarte y Maritza Rios**, por el valioso sacrificio que hicieron por mi durante todos estos años, por su apoyo incondicional y la confianza que me brindaron siempre durante toda mi vida, ya que es gracias a ellos que logre finalizar exitosamente mi carrera de Ing. Industrial.*

*A mis hermanos, **Noe Duarte, Jayson Duarte y Mariza Duarte**, por ser parte fundamental de mi vida y a quienes deseo inspirar para seguir adelante en este camino que hasta hoy hemos recorrido juntos.*

Br. Cristian Israel Duarte Rios



DEDICATORIA

A Dios

Por darme la Sabiduría, el entendimiento y los medios para culminar mis estudios. Por ser luz en mi camino, por darme la vida, porque cuando lo llame me respondió y aumento mis fuerzas. En tiempos de enfermedad Él fue mi sanador, en tiempos de escases Él fue mi proveedor y en tiempos de angustia Él fue mi salvador. A Él sea la Honra y la Gloria por los siglos de los siglos, AMEN.

A mis padres

Nery José Rodríguez Díaz y Viveth Bravo Montiel, por el apoyo incondicional, esfuerzo, sacrificio y comprensión en cada momento de esta etapa tan difícil en mi vida. Siempre estuvieron presentes en cada decisión y ahora sin duda aplauden un sueño y triunfo logrado. Su confianza en mí, me hizo creer en mí mismo y sentirme capaz de lograr cada meta que me propuse, su apoyo fue esencial.

Br. Nery Alberto Rodríguez Bravo



AGRADECIMIENTOS

Este trabajo es la meta final de una carrera que emprendí hace 5 años para formarme como Ingeniero Industrial, es por eso que agradezco:

A Dios, por la oportunidad que me da al lograr culminar mis estudios universitarios y llegar a meta, venciendo todos y cada uno de los obstáculos que se fueron presentando durante la carrera.

A Mi familia, por ser el motor de mis sueños, por el apoyo incondicional que siempre me brindaron, por darme la oportunidad de crecer todos estos años bajo su amor y sustento incluso en los momentos más difíciles que se presentaron en mi vida.

A mi tutora Elvira Siles, por su orientación, paciencia y tiempo brindado en nuestra investigación.

A todos los maestros que compartieron conmigo sus conocimientos no solo técnicos sino también en los que dejan las experiencias de la vida, que me enseñaron a ser mejor persona y que siempre me inculcaron honestidad y sabiduría durante todos los años de mi formación como profesional.

A todas aquellas personas que conocí en la universidad que de una u otra manera me han apoyado.

Muchas Gracias.

Br. Cristian Israel Duarte Rios



AGRADECIMIENTOS

Brindo mi especial agradecimiento por mi formación como Ingeniero Industrial en estos cinco años a:

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de estudiar esta carrera a pesar de los obstáculos y situaciones difíciles que se me presentaron durante estos cinco años.

A mi familia, quienes fueron el apoyo incondicional y la inspiración para cumplir este sueño. Por su amor, su comprensión y su confianza con el que he venido creciendo todos estos años y por nunca dejar de creer en mí.

A la profesora Elvira Siles, por servir de tutora y por dedicar tiempo, esfuerzo y apoyo incondicional para el logro de este trabajo.

A las personas que siempre estuvieron al lado mío, aconsejándome y que me sirvieron de apoyo en momentos difíciles.

Br. Nery Alberto Rodríguez Bravo



VALORACIÓN DEL DOCENTE (CARTA AVAL)

2017: “AÑO DE LA UNIVERSIDAD EMPRENDEDORA”

Managua, 12 de noviembre 2017

Ingeniero

ELIM CAMPOS

Director

Departamento de Tecnología

Su Despacho

Estimado Ingeniero Campos:

Sirva la presente para comunicarle que he dirigido y examinado trabajo de Seminario de Graduación realizado por los Bachilleres: Cristian Israel Duarte Rios, Nery Alberto Rodríguez Bravo, titulado: Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA, durante el periodo de agosto a noviembre del año 2017.

Me complace afirmar que el trabajo de culminación desarrollado por los bachilleres Duarte y Rodríguez, se encuentra dentro de las indicaciones orientadas institucionalmente para las distintas formas de culminación de estudios de pregrado y tiene aplicación directa con el perfil de la carrera.

Los bachilleres en mención, han demostrado interés perseverancia, disciplina, entrega y cumplimiento en su trabajo en el tiempo que les fue asignado.

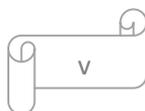
Por lo anterior, considero que puede programarse la defensa final.

Atentamente

MSc. ELVIRA SILES BLANCO

TUTORA

INGENIERIA INDUSTRIAL





RESUMEN

El presente estudio pretende conocer las actividades y procedimientos de Soluciones técnicas integrales para la industria "SOLTIINSA" en materia de prestación de servicios. Debido a la inexistencia de un instrumento técnico que garantice los pasos o metodologías a seguir que den cumplimiento a los objetivos de dicha empresa; para desarrollar este estudio se recopiló información primaria y secundaria que fueron aplicadas al gerente general y operadores de SOLTIINSA.

Con la información obtenida se procedió a hacer un análisis relacionado a la identificación de los procedimientos mediante equipos ultrasónicos, identificando los métodos implementados en cada una de sus actividades. Una vez identificada la información se procedió a proponer un manual de procedimientos para los equipos de ultrasonido ya que este tipo de mantenimiento predictivo resultó ser el de mayor debilidad por su uso y su aplicación.

Se elaboró una propuesta de manual de procedimientos para equipos ultrasónicos que ofrece Soluciones técnicas integrales para la industria "SOLTIINSA" lo cual facilitará la efectividad en el uso de estos equipos a como también, contar con un procedimiento documentado, ordenado y más especializado.



Índice

I.	Introducción	12
II.	Justificación	13
III.	Objetivos	14
IV.	Antecedentes	15
V.	Planteamiento del Problema	16
VI.	Marco Referencial	17
6.1.	Marco Teórico	17
6.2.	Marco Conceptual	27
6.3.	Marco Espacial	30
6.4.	Marco temporal	31
6.5.	Marco Legal	33
VII.	Metodología	34
VIII.	Análisis de los Resultados	36
8.1.	Generalidades de la Empresa	37
8.1.1.	VISION	38
8.1.2.	MISION.....	38
8.1.3.	Estructura Organizativa.....	39
8.1.4.	Mapa de proceso.....	41
8.2.	Resultados en Base a los Objetivos Específicos	42
8.2.1.	Aspectos Generales en Cuanto a los Servicios Brindados en la Empresa SOLTIINSA	42
8.2.2.	Identificación de los procedimientos de SOLTIINSA en referencia al equipo de Ultrasonido.....	52
8.2.3.	Descripción de las Actividades de cada proceso.....	56
8.2.4.	Propuesta del Manual de Procedimientos	78
IX.	Conclusiones.....	167
X.	Recomendaciones	168
XI.	Bibliografía	169
XII.	Anexos	172



Índice de Tabla

Tabla 1. Facilidades del Diagrama de Flujo.....	24
Tabla 2. Simbología ASME	25
Tabla 3. Aplicación de Leyes	33
Tabla 4. Matriz de Descriptores	35
Tabla 5. Pregunta 1 de la primera entrevista	42
Tabla 6. Pregunta 2 de la Primer Entrevista.....	43
Tabla 6. Pregunta 3 de la Primera Entrevista	44
Tabla 8. Pregunta 4 de la primer Entrevista	45
Tabla 9. Pregunta 5 de la Primer Entrevista.....	46
Tabla 10. Pregunta 6 de la primer Entrevista	47
Tabla 11. pregunta 7 de la primer Entrevista	48
Tabla 12. Pregunta 8 de la Primera Entrevista	49
Tabla 13. Pregunta 9 de la Primera Entrevista	50
Tabla 14. Resultado de la Aplicación de la segunda Entrevista en SOLTIINSA	52
Tabla 15. Narrativa del Procedimiento 1.....	56
Tabla 16. Narrativa del Procedimiento 2.....	58
Tabla 17. Narrativa del Procedimiento 3.....	60
Tabla 18. Narrativa del Procedimiento 4, Linealidad Horizontal	62
Tabla 19. Narrativa del Procedimiento 4, Linealidad Vertical.....	63
Tabla 20. Narrativa del Procedimiento 4, Precisión del Control de Amplitud.....	65
Tabla 21. Narrativa del Procedimiento 4, Evaluación.....	65
Tabla 22. Narrativa del Procedimiento 5.....	67
Tabla 23. Narrativa del Procedimiento 6.....	70
Tabla 24. Narrativa del Procedimiento 7.....	72
Tabla 25. Narrativa del Procedimiento 8.....	74



Índice de Ilustración

Ilustración 1. Etapas de proceso administrativo.....	18
Ilustración 2. Vista Satelital de SOLTIINSA.....	30
Ilustración 3. Marco Temporal, Diagrama de Gantt de las Visitas a SOLTIINSA.....	32
Ilustración 4. Estructura Organizativa de la Empresa SOLTIINSA.....	40
Ilustración 5. Mapa de Proceso SOLTIINSA.....	41
Ilustración 6. Pregunta 1 de la Primera Entrevista.....	43
Ilustración 7. Pregunta 2 de la Primera Entrevista.....	44
Ilustración 8. Pregunta 3 de la Primera Entrevista.....	45
Ilustración 9. Pregunta 4 de la Primera Entrevista.....	46
Ilustración 10. Pregunta 6 de la Primera Entrevista.....	47
Ilustración 11. Pregunta 7 de la Primera Entrevista.....	48
Ilustración 12. Pregunta 8 de la Primera Entrevista.....	49
Ilustración 13. Macro proceso de Administración de SOLTIINSA.....	51
Ilustración 14. Esquema de Subprocesos por Ultrasonido, SOLTIINSA.....	55
Ilustración 15. Diagrama de Flujo del Procedimiento 1.....	57
Ilustración 16. Diagrama de Flujo Procedimiento 2.....	59
Ilustración 17. Diagrama de Flujo Procedimiento 3.....	61
Ilustración 18. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 - Linealidad Horizontal.....	62
Ilustración 19. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Linealidad Vertical.....	64
Ilustración 20. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Precisión del Control de Amplitud.....	66
Ilustración 21. Diagrama de Flujo del Procedimiento 5.....	69
Ilustración 22. Diagrama de Flujo de Procedimiento 6.....	71
Ilustración 23. Diagrama de Flujo del Procedimiento 7.....	73
Ilustración 24. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Recto.....	76
Ilustración 25. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Angular.....	77



I. Introducción

Durante años la industria en general ha trabajado de la mano con los avances tecnológicos, de manera que estos le permitan mejorar sus procesos y brindar mayor protección a los recursos tanto humanos como materiales, permitiéndoles hacer de sus empresas negocios productivos. Uno de los factores de mayor importancia para las empresas en el análisis de fallas, ya que su predicción y prevención permitirá garantizar la seguridad, el funcionamiento y uso eficiente de los componentes y/o maquinas a lo largo de su vida útil.

Para ayudar a las tareas antes mencionados se han desarrollado diferentes sistemas de inspección que actualmente han venido siendo utilizadas constantemente. Estos sistemas que se utilizan en la actualidad se engloban, principalmente, en una categoría llamada “ensayos no destructivos”.

En los ensayos no destructivos se encuentran las inspecciones ultrasónicas que han sido muy utilizadas en los últimos años debido a su eficiencia, por su capacidad de transporte al lugar de inspección y su confiabilidad certificada.

El ultrasonido es usado frecuentemente en inspección en diversas áreas, tales estructural, industrias, entre otros. La gran mayoría de estas inspecciones se basan en las características de las fisuras que el material a tratar puede tener.

El presente estudio busca estudiar y brindar una documentación apropiada para el uso del ultrasonido como método de ensayo no destructivo. Donde se describen los distintos procedimientos y técnicas que lo componen reflejados detalladamente en un manual de procedimientos.



II. Justificación

Las grandes compañías en sus procesos de producción, depende de la confiabilidad, donde la confiabilidad operacional se define como una serie de procesos de mejora continua, que incorporan en forma sistemática, avanzadas herramientas de diagnóstico, metodologías de análisis y nuevas tecnologías, para optimizar la gestión, planeación, ejecución y control de la producción industrial.

Actualmente para implementar la confiabilidad en las operaciones, en las empresas se desarrollan programas de mantenimiento predictivo e inspección de materiales, como los ensayos no destructivos, cuya finalidad es detectar defectos o fisuras de los materiales en servicio, antes de que estos puedan producir fallas.

Una de las técnicas de ensayos no destructivos más utilizada en la industria es el ultrasonido. Este método de control de calidad posee un grado de precisión alto, costos mínimos, gran alcance de penetración en los materiales a inspeccionar ya sean de grandes o pequeños espesores, posee gran sensibilidad, permite detectar discontinuidades extremadamente pequeñas, para determinar la posición, orientación y forma de las discontinuidades proporciona gran exactitud en el material a evaluar.

Teniendo en cuenta las anteriores características el ensayo no destructivo ideal para el diagnóstico y detección de posibles fallas es el ultrasonido.

Este documento, estudia los diferentes procedimientos que se utilizan en los ensayos no destructivos por ultrasonidos; esto, teniendo en cuenta que actualmente en Nicaragua este tipo de técnica está siendo de mucha demanda por las empresas, con el fin de predecir las fallas que puedan ocurrir en sus máquinas, tuberías, etc. Por lo que es importante conocer y estudiar los procedimientos que involucran los ensayos no destructivos por ultrasonido como técnica de mantenimiento predictivo.



III. Objetivos

General

Proponer manual de procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en los equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA.

Específicos

- Analizar el área de trabajo en la empresa SOLTIINSA, para conocer las actividades en materia de prestación de servicio.
- Identificar los procedimientos que se desarrollan para la inspección de ensayos no destructivos, mediante el equipo de Ultrasonido en la empresa.
- Describir las actividades de cada proceso u operación del equipo de Ultrasonido a través de entrevistas a los colaboradores en SOLTIINSA.
- Elaborar la documentación del manual de procedimiento para su aplicación y seguimiento, en la empresa SOLTIINSA



IV. Antecedentes

En el 2012 Mabuza teniendo en cuenta las fallas en las placas de acero, destaca la necesidad de métodos de prueba ultrasónicas para el estudio de estructuras de acero y equipos industriales. Se realizaron estudios de simulación para la programación de defectos basada en una integración numérica de ecuación que, además, fueron presentados los resultados teóricos y experimentales para las disciplinas de ensayo ultrasónicas.

Se mostro un método para la medición de la vida remanente de un puente de acero de acuerdo al enfoque de la mecánica de fractura por Yuan en el 2006. Para este se incluyó la inspección ultrasónica y se utilizaron datos medidos para corregir los datos analógicos a fin de aumentar la precisión de cálculo.

En el 2010 Kurz presento un estudio sobre la evaluación del riesgo de fractura en componentes estructurales a través de una simulación computacional, que tiene como base la integración de la inspección no destructiva cuantitativa y la mecánica de fractura probabilística. En el estudio se evaluó la falla bajo cargas estáticas evaluándolas con el formato conocido como Diagrama de Evaluación de Falla.

En el 2012 Rodríguez presenta en su tesis doctoral un sistema automatizado de inspección no destructiva de materiales usando ultrasonido para la detección de heterogeneidades en piezas metálicas, en concreto y de acero al carbono. Para ello se utilizaron guías lineales que fueron automatizadas con motores paso a paso cuyo movimiento se controló desde un computador, mediante una aplicación gráfica diseñada específicamente para su trabajo.

Para el trabajo que se está desarrollando no existe en la empresa estudios anteriores relacionados al tema de investigación.



V. Planteamiento del Problema

Actualmente las empresas encargadas de brindar servicios para dar soluciones técnicas a estructuras industriales y cualquier tipo de soldadura; requieren garantizar en sus procesos que sus equipos operen en perfecto estado con el propósito de dar calidad en sus procedimientos, servicios y/o productos finales; para ello se necesita establecer un sistema de mantenimiento confiable donde se pueda demostrar aplicaciones de mantenimiento predictivo, inspecciones eléctricos, sistemas hidráulicos, detección de fugas de gas, entre otros.

Lo anterior empuja a las empresas de nuestro país y específicamente a SOLTIINSA que se encarga del mantenimiento, inspección y restauración de estructuras industriales, a establecer un sistema de monitoreo estructural. Debido a que la implementación de este sistema tiene un costo elevado y la empresa actualmente no está en condiciones de aplicarlo, la opción más próxima y conveniente resulta ser un sistema de inspección estructural, mediante un detector de fallas y defectos ultrasónico.

El estudio presentado en este documento genera una verificación del método de inspección por ultrasonido, mostrándose el porcentaje de error para analizar la conveniencia de esta técnica no destructiva en la inspección estructural.

La conveniencia de este estudio radica en dos puntos: el primero es sobre la verificación de uno de los métodos más usados como técnica de ensayo no destructivo como lo es el ultrasonido. La segunda ventaja, se presenta una forma teórica de inspección para determinar la vida remanente de un elemento estructural, en base a una simple inspección de ultrasonido con un posterior análisis de los datos y condiciones obtenidas de las estructuras inspeccionadas.



VI. Marco Referencial

6.1. Marco Teórico

En las organizaciones un documento fundamental que constituye al buen funcionamiento operativo, es el manual procedimientos, que pertenecen a la familia de los manuales administrativos, la aplicabilidad de este instructivo es importante para ejecutar el método de trabajo adecuado que garantice la calidad del proceso, además sirve como referencia para capacitar a nuevos trabajadores de la empresa, a continuación, se define lo que es un manual de funciones y procedimientos.

Según, (Prieto, 1997) establece que “para que un manual de funciones y procedimientos pueda elaborarse, es necesario tener un amplio conocimiento de las actividades”. Es decir, es necesario analizar la manera óptima para realizar las actividades; esto con el fin de optimizar el uso de los recursos que intervienen y facilitar la ejecución de los procesos.

Es por ello que en este acápite se presentan conceptualizaciones importantes para el presente estudio investigativo, la cual permite fundamentar la necesidad de establecer herramientas para la organización y control de procesos como lo es un manual funciones y procedimientos, por tal razón se plasman conceptos primordiales relacionados al tema como lo es: Proceso administrativo, control interno, manuales de procedimientos y técnicas para descripción y estandarización de procesos de forma sistematizada.

6.1.1. Proceso Administrativo.

Según (Lezama, 2015) lo define como “el encargado de la planificación, organización, dirección y control de los recursos, humanos, financieros, materiales, tecnológicos, del conocimiento, etc., de una organización, con el fin de obtener el máximo beneficio posible” es decir que el proceso administrativo surge con la necesidad de sintetizar las tareas de una empresa.



Por otro lado, (Fayol, 1890) propone un modelo para el proceso administrativo siendo este:

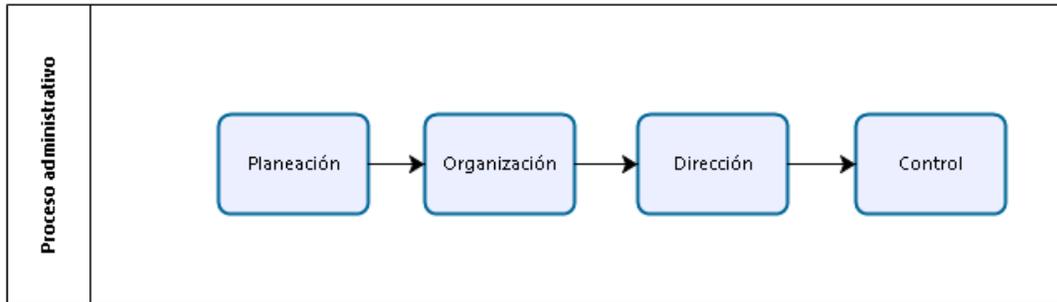


Ilustración 1. Etapas de proceso administrativo.

Es importante mencionar que las funciones de planeación, organización, dirección y control se integran en un proceso administrativo, pues cada una de ellas es interdependiente de las otras.

De acuerdo a (Lopez, 2005) define cada una de las etapas Fayol de la siguiente manera:

1. *Planeación:* Consiste en fijar el curso concreto de acción a seguir, estableciendo principios que habrá que orientarlos, la secuencia de las operaciones para realizarlo y las terminaciones de tiempos y números necesarios para su realización.
2. *Organización:* Es la estructura técnica de las relaciones que deben de existir entre las funciones, niveles y actividades de los elementos materiales y humanos de un organismo social, con el fin de lograr su máxima eficiencia dentro de los planes y objetivos señalados.
3. *Dirección:* Es aquel elemento de la administración en el que se logra la realización efectiva de todo lo planeado por medio de las autoridades pertinentes, ejercida a base de decisiones, ya sea tomada directamente o delegando dicha autoridad, y se vigila de manera simultaneas que se cumplan en la forma adecuada todos las ordenes emitidas.
4. *Control:* Es la medición de los estados actuales y pasados en relación con los esperados, ya sea total o parcialmente, con el fin de corregir, mejorar y formular nuevos planes.



6.1.2. Control interno.

Según el Comité de organizaciones patrocinadoras (COSO, 2014), lo define como “un proceso llevado a cabo por la dirección y el resto del personal de una entidad, diseñado con el objeto de proporcionar un grado de seguridad razonable en cuanto a la consecución de objetivos” dentro de las siguientes categorías:

- Eficacia y eficiencia de las operaciones.
- Confiabilidad de la información financiera.
- Cumplimiento de las leyes, reglamentos y normas que sean aplicables.

Es decir, que el control es un conjunto de procedimientos y políticas diseñadas para asegurar la eficiencia, seguridad y orden en la gestión de procedimientos administrativos de una organización.

6.1.3. Manual de procedimientos

Con referencia al libro “Como preparar manuales administrativos” elaborado por Diamond (1983) establece lo siguiente: El manual de procedimientos es un medio escrito que sirve para registrar y dar información clara respecto a una actividad específica en una organización; coordina de forma ordenada las actividades a seguir para lograr los objetivos específicos, mostrando claramente los lineamientos e instrucciones necesarios para la mejora del desempeño; lo anterior significa que este documento presenta los pasos sistemáticos para desarrollar un proceso, esto permitirá obtener los resultados esperados porque se cumplió con lo establecido.

Para Fincowsky (2009) los manuales de procedimientos “Constituyen un documento técnico que incluye información sobre la sucesión cronológica y secuencial de operaciones concatenadas entre sí, que se constituye en una unidad para la realización de una función, actividad o tarea específica en una organización”.

Gómez (1997) lo describe así “El manual de procedimientos es un documento que contiene la descripción de las actividades que deben seguirse en la realización de las funciones de una unidad administrativa, o de dos o más de ellas”.



Para desarrollar adecuadamente un manual de procedimientos, (Pintos, 2009) en su obra “Los manuales administrativos hoy” manifiesta que este tipo de manuales “describen en detalle los procesos o procedimientos que se realizan en una organización. Constituyen a uniformar la acción del personal, al establecimiento de medidas de calidad y facilitan la racionalización de los procesos.”

En la actualidad existe una gran variedad de presentar un manual de procedimientos y en cuanto a su contenido no existe uniformidad, ya que este varía según los objetivos y propósito de cada dependencia, así como con su ámbito de aplicación.

Los manuales de procedimientos, representan un documento indispensable en las empresas, ya sea de manufactura o de servicio, los beneficios de tener registrados cada uno de los procedimientos, son diversos y se presentan a continuación.

Utilidades de un Manual de Procedimiento.

Según (Palma, 2010). Además de ayudar a la simplificación y racionalización de los procedimientos facilitando a su vez el tránsito a la Administración en la gestión de los procesos, el Manual de Procedimientos tiene como funciones:

- **Documentar y registrar el conocimiento** de la Institución, garantizando que la información se encuentre en poder de la organización, y no únicamente de las personas que la conforman, para poder disponerlo, y poder ofrecerlo de manera universal al conjunto de la organización, y de la ciudadanía, disminuyendo así los costes de formación e información.
- **Favorecer la estandarización y normalización** de las formas de trabajo convirtiéndose en un método de trabajo en sí mismo que aumenta la eficiencia de toda la organización.
- **Introducir la cultura de la calidad y la mejora continua** en la organización. Al enumerar y revisar uno a uno los pasos que se realizan, permiten la identificación de mejoras, de responsabilidades, su medición, y simplifica al máximo el proceso de búsqueda de la falla o factor deficiente permitiendo su corrección.



- **Permite iniciar el proceso de organización de un servicio de atención integral a la ciudadanía**, como los denominados SAC (Servicios de Atención a la Ciudadanía) ya que se trata de una de las herramientas básicas e imprescindibles para iniciar un proceso para su implantación.
- **Mejora la calidad del servicio a la ciudadanía** ayudando a convertirlo en más eficiente y eficaz.
- **Promover la participación de las personas de la organización y el trabajo en equipo.**

Tipos de manuales de procedimientos

Para (Rodríguez, 2002) la clasificación de los manuales de procedimientos, es la siguiente: “manuales de procedimientos de oficina y manuales de procedimiento de fábrica”. También los clasifica en base a la actividad o actividades que comprenden, tales como: “tareas y trabajos individuales, prácticas departamentales y prácticas generales en un área determinada de actividad”. Además, los tipifica como: “procedimiento general y procedimiento específico”.

Importancia de los manuales

Según (Rodríguez, 2002) La importancia de los manuales radica en las ventajas que obtienen las empresas que los utilizan ya que trae como resultado el normal desarrollo y mejoramiento de las actividades de la organización, así como el aprovechamiento óptimo de los recursos que tiene a su disposición.

Los manuales hacen saber al personal ejecutivo el alcance de sus facultades para la toma de decisiones, lo que sobrelleva a una mejor confianza en la actuación del personal además ayuda a los altos ejecutivos a la evaluación de las unidades organizativas, mediante el análisis del logro de los objetivos propuestos.



6.1.4. Técnicas para descripción y estandarización de procesos de forma sistematizada.

Según (CSJ, 2007) la ley 11 publicada por las instituciones nicaragüenses conocida como “Ley de Acceso Electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos” establece en su artículo 34 lo siguiente:

La aplicación de medios a la gestión de los procedimientos, procesos y servicios irá siempre precedida de la realización de un análisis de rediseño funcional y simplificación del procedimiento, proceso o servicio, en el que se consideraran especialmente los siguientes aspectos:

- a) La supresión o reducción de la documentación requerida, mediante su sustitución por datos, transmisiones de datos o certificaciones, o la regulación de su aportación al finalizar la tramitación.
- b) La previsión de medios e instrumentos de participación, transparencia e información.
- c) La reducción de los plazos y tiempos de respuesta.
- d) La racionalización de la distribución de las cargas de trabajo y de las comunicaciones internas.

Revisión y Simplificación.

Según (Palma, 2010), describe que se deben de desarrollar sesiones semanales de duración no superior a los 90 minutos recomendados, las Unidades Administrativas, buscando el mayor consenso posible, deberán en relación a cada procedimiento administrativo del que sean responsables (utilizando las herramientas proporcionadas al efecto):

- Describir el procedimiento tal y como se realiza en la actualidad.
- Realizar un análisis crítico sobre si lo que se está haciendo, y cómo se está haciendo es lo adecuado



- Identificar, y suprimir todo lo que no sea absolutamente necesario, lo que no aporte valor añadido al objeto del procedimiento:
 - ✓ Cualquier trámite,
 - ✓ Actividad de otras Unidades Administrativas,
 - ✓ Formalidad, o requisito,
 - ✓ Documentación a aportar, que no sea indispensable, o esté duplicado u obre en poder de la propia Administración, y pueda recabarse por medios electrónicos.

- Preguntarse qué pasaría si se prescindiera de uno de los requisitos o exigencias que comprende el procedimiento (tal vez la respuesta confirme su improcedencia o innecesaridad)
- Proponer la sustitución de la presentación de documentación por declaraciones responsables.
- Comprobar la adecuada justificación de los tiempos empleados en las diferentes operaciones (si existen desviaciones negativas entre lo establecido por la normativa y la realidad, identificando en su caso las circunstancias que lo provocan); sustituyendo en su caso el principio de sucesión de actividades por el de simultaneidad de las mismas.
- Examinar la adecuación de los recursos humanos y materiales empleados.
- En todo caso, plantearse si no cabe el rediseño radical y completo del procedimiento, para conseguir su racionalización y simplificación.

Se trata de reducir a su expresión más sencilla, menos complicada, cada uno de los procedimientos consiguiendo una mayor eficiencia y eficacia; en definitiva, un mejor servicio.

El paso principal para documentar un proceso es realizar un recorrido por las instalaciones para comprender su funcionamiento, una herramienta fundamental que permite esquematizar el proceso mediante un gráfico es el diagrama de flujo, a continuación, se presenta de forma más detallada en que consiste.



6.1.5. Flujogramación

Según (Prieto, 1997), establece que descrito el procedimiento para su tramitación las Unidades Administrativas deberán representar cada uno de sus procedimientos gráficamente mediante un diagrama de flujo o flujograma, para su incorporación a la ficha, en el que se recojan las diferentes operaciones que lo conforman, así como su desarrollo de forma consecutiva desde el inicio del procedimiento administrativo hasta su término, las Unidades Administrativas implicadas y el tiempo necesario para la cumplimentación de cada una de ellas.

Debido a esto el autor anterior recomienda que el diagrama de flujo o flujograma sea elemental, y se utilice para su elaboración la simbología básica, todo ello con el fin de facilitar su interpretación y comprensión, porque de nada sirve contar con un flujo grama que contenga abundante y diversa simbología si sus destinatarios (organización y ciudadanía) no distinguen sus significados.

Para (Sanchez, 2013) el diagrama de flujo o flujograma es una herramienta que facilita lo visto en la siguiente tabla (Ver Tabla 1):

Tabla 1. Facilidades del Diagrama de Flujo

	Lo que facilita
Diagrama de Flujo	<ul style="list-style-type: none">❖ La visualización de todo el procedimiento en su conjunto.❖ Su comprensión a quien desee consultarlo.❖ Facilita a la organización la identificación de áreas de mejora.

Fuente: Informe de Manual de Funciones



Los diagramas de flujos resultan de gran ayuda para que instituciones públicas y privadas puedan visualizar de forma resumida los pasos a seguir para el eficaz y eficiente desempeño de sus tareas. La sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos, por sus siglas en inglés (ASME) ha desarrollado una serie de símbolos estándares para uso de los diagramas de flujo de procesos administrativos, con el fin de representar las principales operaciones de un procedimiento o parte de él, estableciendo su secuencia cronológica. La simbología por esta normativa se muestra a continuación (ver tabla 2):

Tabla 2. Simbología ASME

Símbolo	Significado	¿Para qué se Utiliza?
	Inicio	Indica el inicio del diagrama de flujo.
	Operación	Símbolo de proceso, representa la relación de una operación o actividad.
	Demora	Indica demora en el desarrollo del procedimiento.
	Decisión	Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa específica de acción.
	Fin	Indica la Culminación de un proceso o el almacenamiento de un determinado producto.

Fuente: ASME, julio 2009

6.1.6. Ventajas Y Desventajas de la inspección por ultrasonido

Según (JAIME HERNANDEZ RAMOS, 2008) La principal ventaja de la inspección por ultrasonido es la comparación con otros métodos para inspección no destructiva en las partes del metal.

- Poder superior de penetración, el cual permite la detección de defectos bajo la superficie del material. La inspección por ultrasonido es realizada en alrededores de espesores de unos



pocos metros en muchos tipos de partes y espesores cerca de 6m en inspección axial de partes como en la longitud de un eje de acero o rotores forjados.

- Alta sensibilidad, permitiendo la detección de defectos extremadamente pequeños.
- Mayor exactitud que otros métodos no destructivos en la determinación de la posición de defectos internos, el cálculo de su tamaño, y caracterizar su orientación, forma, y naturaleza.
- Solamente necesita una superficie para acceder.
- La operación es electrónica, que proporciona indicaciones casi instantáneas de defectos. Esto hace el método conveniente para la interpretación inmediata, la automatización, la exploración rápida, la supervisión en línea de la producción, y el control de proceso. Con la mayoría de los sistemas, permanente los resultados de la inspección se puede anotar para la referencia futura.
- Capacidad volumétrica de la exploración, permitiendo la inspección de un volumen de metal que extiende de superficie delantera a la superficie trasera de una pieza.
- Proporciona una salida que se pueda procesar digital por una computadora para caracterizar defectos y para determinar características materiales.

Las desventajas por la prueba de ultrasonido son las siguientes:

- La operación manual requiere la atención cuidadosa de técnicos experimentados
- El conocimiento técnico extenso se requiere para el desarrollo de los procedimientos de la inspección.
- Las piezas que son ásperas, irregulares en forma, muy pequeña o fina, o no homogéneos son difíciles de examinar.
- Las discontinuidades que están presentes en una capa baja inmediatamente debajo de la superficie pueden no ser perceptibles.



6.2. Marco Conceptual

Manual de Procedimientos: Es una de las diferentes clasificaciones que tienen los manuales administrativos, son un elemento fundamental para transmitir las reglas o normas que debe seguir el trabajo en las organizaciones (Diamond, 1983).

Manual: Es la forma en la cual se gestionan, dentro de los diferentes procesos de la empresa, mecanismos mediante los cuales se pueda aprovechar de una forma inteligente todo el conocimiento que se maneja en la organización (Mùrena, 2002).

Procedimiento: Es una serie de pasos claramente definidos, que permiten trabajar correctamente disminuyendo la probabilidad de error, omisión o de accidente (Prieto, 1997).

Proceso: Es un conjunto de actividades planificadas que implican la participación de un número de personas y de recursos materiales coordinados para conseguir un objetivo previamente identificado (Duran, 2007)

Normas Técnicas de Control Interno: Definen el nivel mínimo de calidad o marco general requerido para el control interno del sector público y proveen la base para que los Sistemas de Administración (SA) y las Unidades de Autoridad Interna (UAI) puedan ser evaluados. Mediante la correcta aplicación de las Normas se alcanzan los Objetivos del Control Interno. (Contraloría General de la República de Nicaragua, N, 2004)

Control Interno: Es el conjunto de acciones, actividades, planes, políticas, normas, registros, procedimientos y métodos, incluido el entorno y actitudes que desarrollan autoridades y su personal a cargo, con el objetivo de prevenir posibles riesgos que afectan a una entidad pública. (Contraloría General de la República de Nicaragua, N, 2004)

Dirección: Es aquel elemento de la administración en el que se logra la realización efectiva de todo lo planeado, por medio de la autoridad del administrador, ejercida a base de decisiones, ya sea tomadas directamente, ya, con más frecuencia, delegando dicha autoridad, y se vigila simultáneamente que se cumplan en la forma adecuada todas las órdenes emitidas. (Contraloría General de la República de Nicaragua, N, 2004)



Planeación: Es la determinación de lo que va a hacerse, incluye decisiones de importancia, como el establecimiento de políticas, objetivos, redacción de programas, definición de métodos específicos, procedimientos y el establecimiento de las células de trabajo y otras más. (Contraloría General de la República de Nicaragua, N, 2004)

Toma de decisiones: Se define como aquella que se desarrolla en tres fases: inteligencia, diseño y elección (Effy, 2008).

Gestión del conocimiento: Se define como el conjunto de metodologías, sistemas y herramientas informáticas que ayudan a las empresas, en relación con los conocimientos que son clave para su actividad, tales como: gestionar su “capital intelectual”, gestionar sus necesidades actuales y futuras, y prevenir y evitar los riesgos de descapitalización, gestionar carencias estructurales y coyunturales, acumular su base de conocimientos en cada evento de trabajo creativo individual o grupal, promover la comunicación e intercambio de ideas y experiencia entre empleados y rentabilizar su base de conocimientos. (Gil & Fleitas, 2008)

Estándar o indicador: Es una imagen o norma simple y clara de las condiciones deseadas y que se pueden medir, de manera que hagan obvias las anomalías a fin de que se implementen acciones que corrijan las desviaciones (Tapping, 2002)

Documento: Es el conjunto de manuales, procedimientos, instrucciones de trabajo, datos y formatos, tanto generados por la misma organización como los que han sido generados externamente a ella, que son requisitos para cumplir con las políticas de gestión de la calidad (Lezama, 2015).

Estandarización: Es garantizar que los procesos que se desarrollan en una organización, sean organización, ejecutados de una manera uniforme por todos los involucrados en él, para asegurar la calidad de los productos/servicios (Effy, 2008).

Flujograma: Es una representación gráfica de la secuencia de actividades de un proceso. Además de la secuencia de actividades, el flujograma muestra lo que se realiza en cada etapa, los materiales o servicios que entran y salen del proceso, las decisiones que deben ser



tomadas y las personas involucradas. El flujograma hace más fácil el análisis de un proceso para la identificación de: Las entradas de proveedores; las salidas de sus clientes y de los puntos críticos del proceso. (Cejás, 1997)

Ultrasonido: El ultrasonido son ondas acústicas, es decir, perturbaciones de tipo elástico (o mecánico), que se propagan por todos los medios materiales mediante el movimiento armónico de sus moléculas. Se llama así, porque su frecuencia de oscilación está por encima de la frecuencia de las ondas audibles, esto es, frecuencias superiores a 20kHz. (Angel C. Veca, 2016)

Inspección visual: Consiste en observar a ojo desnudo o con la ayuda de instrumentos especiales (lupas, endoscopios, etc.) el estado de una pieza, siguiendo criterios establecidos en normas. Es el más ampliamente utilizado por su simplicidad y rapidez, aunque se necesita personal con experiencia y bien capacitado. (Eyheralde, 2015)

Ensayos no destructivos (END): Un Ensayo No Destructivo consiste en la aplicación de ciertas pruebas sobre un Objeto, para verificar su Calidad sin modificar sus propiedades y estado original. (Jorge Bunge, 2013)

Pulso-Eco: Método de ensayo ultrasónico que usa el sonido reflejado como medio de recaudar información. (JAIME HERNANDEZ RAMOS, 2008)

Palpador: Dispositivo electroacústico usado para transmitir, recibir, o transmitir y recibir la energía ultrasónica. Generalmente consiste de una placa de datos, conector, cable coaxial, carcasa y uno o varios elementos piezoeléctricos y cara de desgaste. (Angel C. Veca, 2016)

Calibración: Es establecer con exactitud la correspondencia entre las indicaciones de un instrumento de medida y los valores de la magnitud que se mide con él. (Moro Piñeiro, 2000)



6.3. Marco Espacial

Soluciones Técnicas Integrales para la Industrias S.A (SOLTIINSA) es una empresa que da solución a través del Mantenimiento Predictivo, Soldadura de responsabilidad, Reparación y Recuperación de Piezas; que aporta de esta manera al desarrollo de las empresas e industrias.

La empresa SOLTIINSA, encargada específicamente de brindar servicios de mantenimiento predictivo a las demás Industrias del país, se encuentra ubicada de la entrada al Nuevo Carnic 500 m al Norte y 500 m al Este, Managua – Nicaragua, utilizando la herramienta de Google Maps se observa o se puede visualizar satelitalmente en la ilustración 2 la empresa en donde se desarrolló el presente trabajo.



Ilustración 2. Vista Satelital de SOLTIINSA

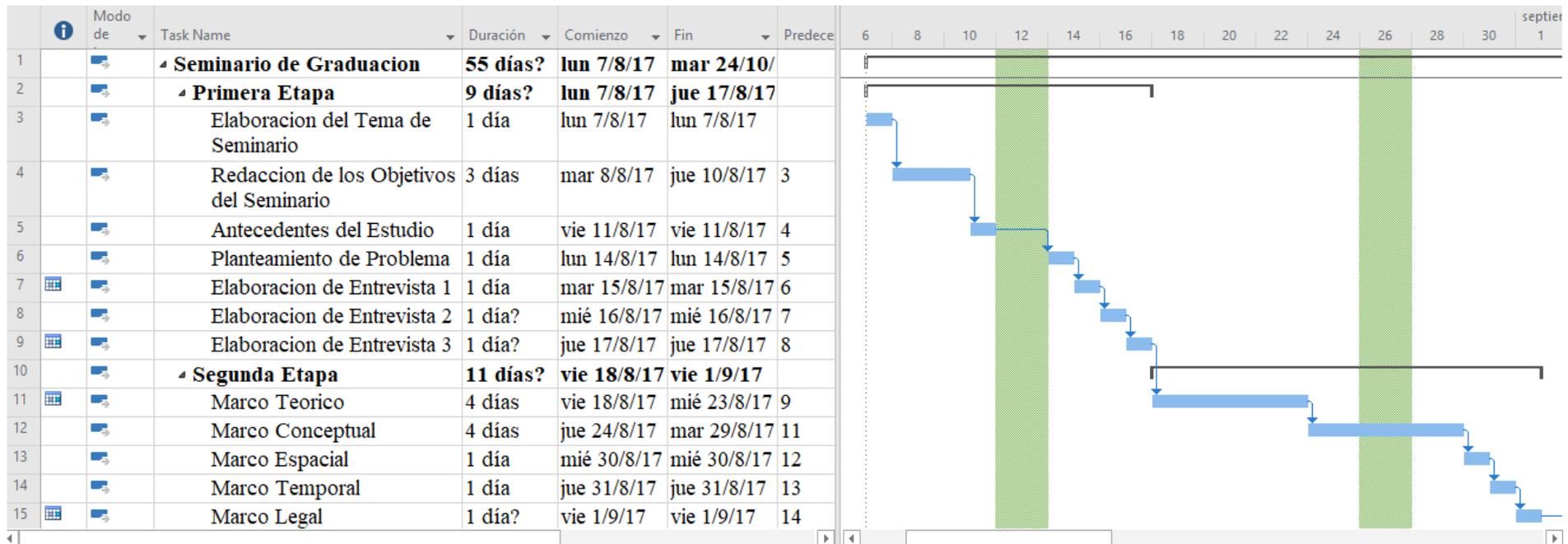


Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA



6.4. Marco temporal

Este estudio que lleva como por nombre elaboración de manual de procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA, 2017 para optar al título de Ingeniero Industrial desarrollándose en el segundo semestre de 5to año del 2017 está basado en cuatro fases y 20 actividades desde la elaboración del tema hasta la entrega del informe final con sus respectivas fechas de elaboración.





Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA

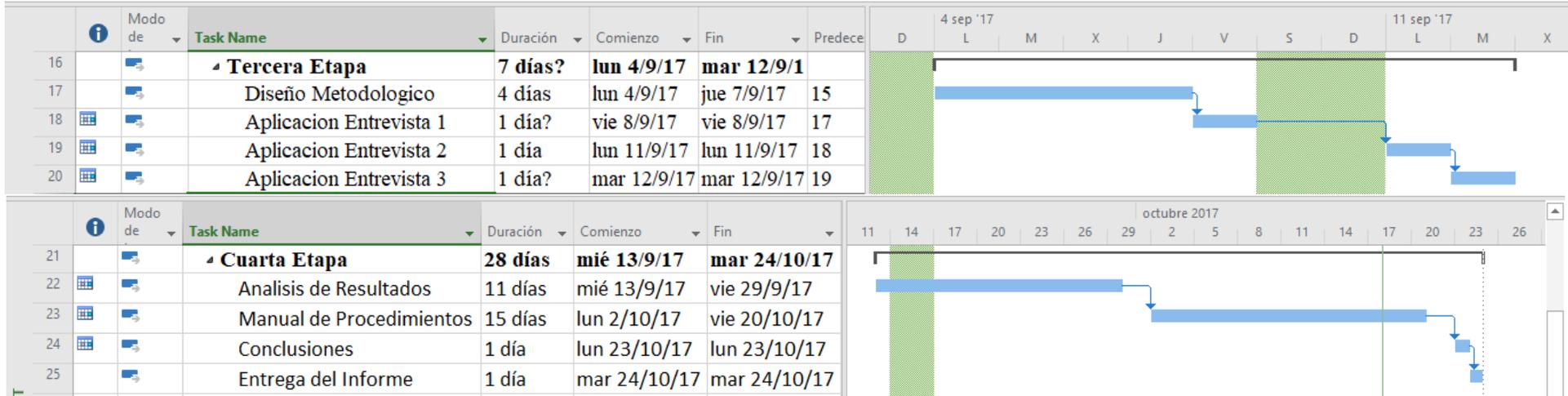


Ilustración 3. Marco Temporal, Diagrama de Gantt de las Visitas a SOLTIINSA

El cronograma de actividades antes visto abarca las fechas en las que se desarrollaron dichas actividades reflejadas mediante un diagrama de Gantt. Cabe recalcar que en dicho diagrama se reflejan los días que se trabajaron, así como los que no se trabajó incluyendo los días feriados dentro del calendario.



6.5. Marco Legal

A continuación, se presentan las leyes y normativas que el estudio a realizar debe de tomar en cuenta para su elaboración, están son las que regulan las actividades y procedimientos de los sistemas Administrativos. (Ver tabla 3)

Tabla 3. Aplicación de Leyes

Ley	Número del Artículo	Lo que establece la Ley
Normas Técnicas de Control Interno - NTCI	I Aspectos Generales - 4.2	Responsabilidades del sector público.
	II. Aspectos Técnicos 1-2	Definición objetivos y conceptos fundamentales sobre el control interno.
	II. Aspectos técnicos 4.	Normas Técnicas de control interno: Ambiente de control, evaluación de riesgos, actividades de control, información y comunicación, monitoreo.
	II. Aspectos Técnicos 5	Normas específicas, alcance de la auditoria interna, objetivos de cumplimiento del servicio público, eficiencia y eficacia de las operaciones, cumplimiento de las leyes y regulaciones aplicables.
Ley de contrataciones administrativas del sector público LEY No. 737	3	Sectores públicos sujetos a esta ley.
	6	Principios que rigen la Contratación Administrativa
	9	Atribuciones y funciones de la Contraloría General de la Republica
	58	Base regulatoria para las contrataciones simplificadas.
	65-69	Garantía de las contrataciones administrativas.
Ley anual de presupuesto general de la república 2015 LEY No. 889	5	Transferencias de los Recursos Financieros.
Ley Orgánica de la Contraloría General de la Republica y del sistema de control de la administración pública y fiscalización de los bienes y recursos del estado Ley 681	8	Financiamientos del presupuesto general de la Republica de Nicaragua.
	28-32	Sistemas de control de la Administración Pública y Fiscalización de los Bienes y Recursos del Estado.
	33-36	Control interno institucional.
	41-42	Control sucesivo sobre la gestión del Presupuesto General de la República
	77-83	Responsabilidad Administrativa.
Autonomía Universitaria. Ley 89.	7	Las Universidades y Centros de Educación Técnica Superior legalmente constituidos, tienen personalidad jurídica
	9	Aprobación de sus estatutos y reglamentos
	16	Este corresponde al consejo Universitario dictar sus propios reglamentos internos, aprobar los Estatutos y los diferentes reglamentos.
	21	Es atribución del Rector las cumplir y hacer cumplir la Ley, los estatutos y reglamentos vigentes.
	55	El buen uso y administración de los recursos y bienes de la institución

Fuente: Leyes Nicaragüenses



VII. Metodología

Tipo de enfoque

La investigación tiene un *enfoque cualitativo*, debido a que no se pretende comprobar una teoría o hipótesis, ni mucho menos realizar un análisis estadístico; más bien está enfocada al análisis del método utilizado en los diferentes procesos desarrollados en la empresa Soluciones Técnicas Integrales para la Industria S.A (SOLTIINSA).

Esto se llevará a cabo mediante la interacción directa en SOLTIINSA, utilizando herramientas cualitativas para recopilar información confiable que ayude a estandarizar los procesos desarrollados en este departamento.

Tipo de investigación

El tipo de investigación es descriptiva aplicada, ya que se detallarán los procedimientos que realiza SOLTIINSA, esto se logrará a través de un estudio de métodos de trabajo, utilizando las herramientas pertinentes para documentar procesos (SIPOC, Flujogramas).

Con referencia a lo anterior, la documentación de los procesos permitirá la consolidación del método adecuado para desarrollar las actividades de la empresa, es decir se tendrán una serie de pasos sistemáticos que permitirán la calidad del servicio brindado.

Con respecto al tiempo, es una investigación transversal porque está constituida en un periodo de tiempo específico (corto), en este caso el intervalo corresponde a los meses de Agosto - Octubre del 2017.

Universo

El personal que se rigen a la Gerencia de Operaciones en la empresa SOLTIINSA, Managua constituyen el universo del presente trabajo.



Objeto de estudio

La investigación está centrada precisamente en SOLTIINSA, que es una empresa encargada principalmente de brindar soluciones técnicas a cualquier tipo de soldaduras, metales y estructuras.

Técnica de recolección de datos

Debido a la naturaleza de la investigación, se utilizará la técnica de la entrevista, que consiste en una interacción entre dos personas permitiendo al entrevistador obtenga información del entrevistado de forma directa, esta acción es una conversación formal con la intencionalidad de englobar objetivos a cumplir.

La entrevista será según su diseño, semi estructurada debido a que previamente se desarrollaran preguntas específicas, pero en el transcurso de la conversación se podrían realizar otras preguntas.

Matriz de descriptores

Tabla 4. Matriz de Descriptores

Objetivos	¿Qué datos responderán a esta cuestión?	Fuente de información	Responsable	Técnica	Instrumento
Analizar el área de la empresa SOLTIINSA	Estructura organizacional Observación. Entrevista a personal.	Gerente de la empresa SOLTIINSA	Investigador	Entrevista	Cuestionario
Identificación de los procedimientos por ultrasonido.	Observación. Entrevista a personal.	Personal que labora en la empresa.	Investigador	Entrevista	Cuestionario
Descripción de cada procedimiento para la detección de fallas y defectos por ultrasonido	Observación. Entrevista a personal.	Personal que labora en la empresa.	Investigador	Entrevista	Cuestionario

Fuente: Elaboración propia



VIII. Análisis de los Resultados

Para dar inicio a nuestro trabajo investigativo, se procedió a realizar visitas a la empresa con el propósito de conocer las actividades que realiza, para ello se elaboró una guía de preguntas semi estructuradas (ver Anexo XII, Sección 1), lo que nos permitió obtener la siguiente información necesaria.

En este punto se presentan las generalidades de la empresa, desarrollo y análisis de resultados de la investigación, en este acápite se dan respuesta a los objetivos específicos previamente planteados. Tras la aplicación de los instrumentos y técnicas de obtención de información como fuentes primarias, también se empleó fuente de información secundaria como soporte de los criterios y resultados generados.

Para poder dar respuesta al segundo acápite de este punto, el cual es los resultados de los objetivos; se necesita de un proceso largo y detallado. Por lo tanto, esta sección de trabajo se ha dividido en cuatro ítems según el orden de los objetivos específicos.

En el primer ítem se presentan los resultados de la primera entrevista y las debidas observaciones que fueron el primer paso para determinar las generalidades de la empresa en materia de prestación de servicios.

El segundo ítem, se detallan cuáles son los procedimientos desarrollados en SOLTTINSA para la detección de fallas y defectos mediante el equipo de ultrasonido, de los cuales se hará énfasis en el estudio. A la vez se delimita el alcance del manual procedimiento; se ha utilizado la herramienta de la entrevista para poder recopilar la información necesaria.

En el tercer ítem se presenta de forma detalla los procedimientos establecidos para la detección de fallas y defectos por ultrasonido; para la recopilación de esta información se elaboró una nueva entrevista la cual se aplicó al personal calificado y a la vez se utilizó la técnica de observación para el mismo propósito.



De esta forma, se encaminan los ítems anteriores para la elaboración del manual de procedimiento como respuesta a los problemas y necesidades del área de trabajo, con la delimitación de su alcance. Para la realización del manual se utilizaron herramienta como el Sipoc y diagramas de flujos para presentar de manera estandariza cada procedimiento.

8.1. Generalidades de la Empresa

Soluciones técnicas Integrales para la Industria S.A (SOLTIINSA) es una sociedad anónima la cual fue fundada por tres socios y surge en el 2013. La cual tiene como propósito y objetivo principal, el de brindar servicios de mantenimientos y fabricación de piezas a las industrias nicaragüenses. Se encuentra ubicada de la entrada del nuevo Carnic 500 m al Norte y 500 m al Este; la cual da solución a través del mantenimiento predictivo, soldadura de responsabilidad, reparación y recuperación de piezas.

SOLTIINSA abarca dentro de sus servicios tres aspectos en las cuales suele destacarse como empresa:

- **Resolución Científica**

Resolver científicamente las causas de salida de servicio de equipos, desarrollando tecnologías predictivas de diagnóstico de ocurrencia de las fallas.

Realizar diagnósticos y pronósticos en instalaciones industriales, estructuras soldadas, tuberías, recipientes a presión, etc. mediante la utilización de técnicas de ensayo no destructivos.

- **Mantenimiento industrial**

Elaboración de procedimientos para el mantenimiento de equipos industriales, auditoría de la gestión del mantenimiento de las empresas de bienes y servicios. Elaboración de planes de mantenimiento en empresas de bienes y servicios



- **Diseño industrial**

Fabricación y montaje de estructuras metálicas ligeras y parques Biosaludables.

SOLTIINSA es la única empresa que brinda este tipo de servicio por lo tanto la convierte en una empresa con grandes posibilidades de crecimiento o expansión por ser pionera en brindar este tipo de servicio que está siendo de mucha utilidad para las empresas en Nicaragua.

Como toda empresa la misión y visión definen la base de esta, representando el por qué y para qué existe y todas las líneas laborales se trazan en relación a estas definiciones. Se abarcan las ideologías más arraigadas, los valores y propósitos con los que se articula todo el desarrollo de la organización.

8.1.1. VISION

Ser reconocida a nivel nacional e internacional como una empresa líder por la calidad de nuestro trabajo, la preparación de nuestro personal y la capacidad de transmitir los conocimientos necesarios para el éxito de las empresas que atendemos.

8.1.2. MISION

Ofrecer a nuestros clientes soluciones efectivas basadas en servicio oportuno, innovador, guiado por los estándares internacionales y/o científicamente fundamentado y de buena relación precio – valor; que nos diferencien y nos lleven a mantener un liderazgo en el mercado.



8.1.3. Estructura Organizativa.

La estructura organizativa de la empresa Soluciones Técnicas Integrales para la Industria S.A (SOLTIINSA) es el conjunto de dependencias entre los departamentos que la conforman, a través de las cuales se ejercen sus funciones generales y específicas.

La estructura organizativa de la empresa (ver ilustración 3) fue aprobada en el 2013 por el gerente y miembros del personal de trabajo de esta.

En la Ilustración 3 se muestran claramente cuáles son los elementos esenciales de la estructura de la empresa:

- ❖ Gerente General
- ❖ Asesoría Legal y Consultoría Técnica
- ❖ Vice-Gerente General
- ❖ Gerente de Operaciones
- ❖ Área de Taller
- ❖ Área de Mantenimiento Predictivo, END
- ❖ Área de Auditoría y Consultoría



Estructura Organizativa SOLTIINSA

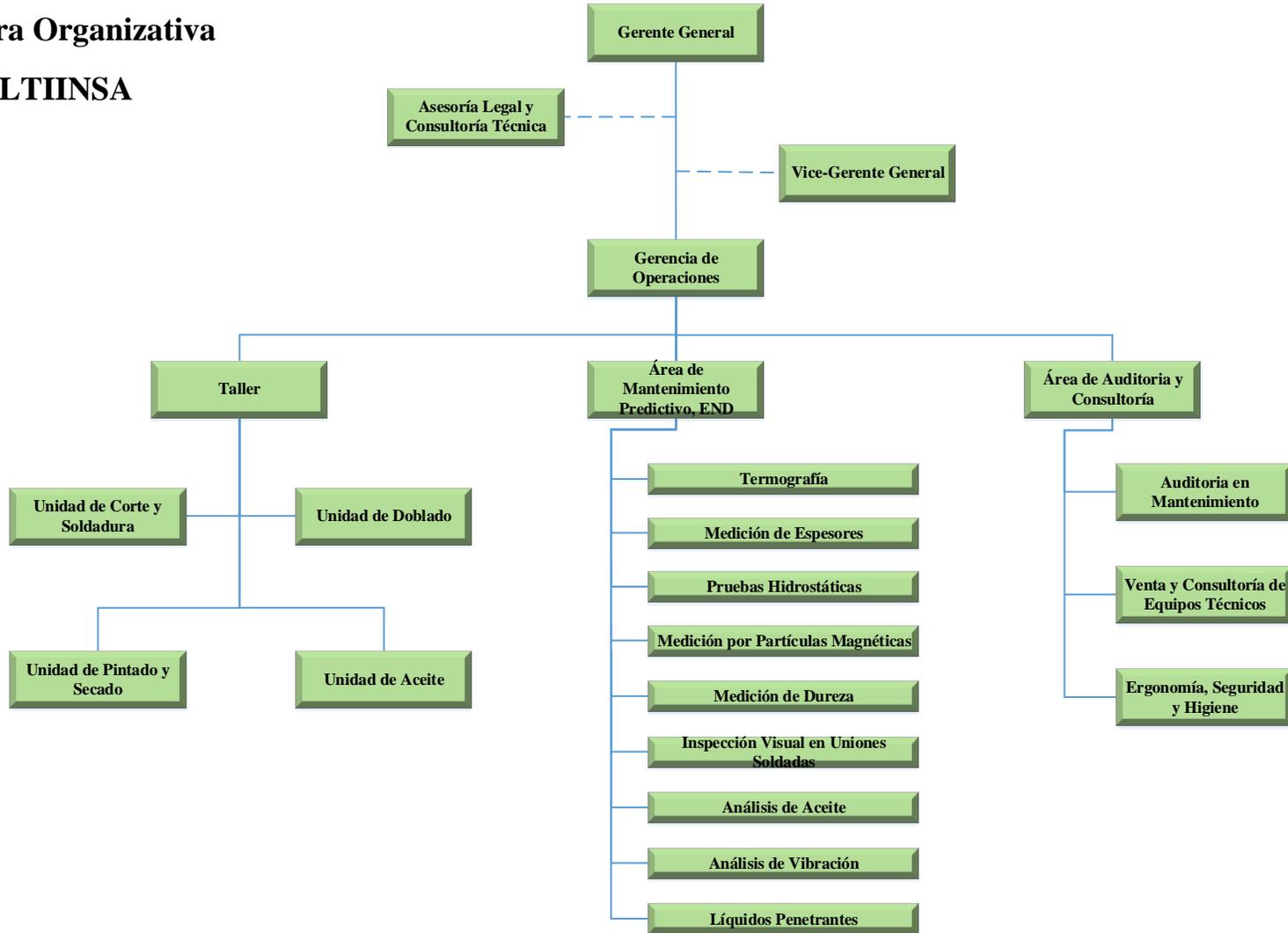


Ilustración 4. Estructura Organizativa de la Empresa SOLTIINSA



8.1.4. Mapa de proceso

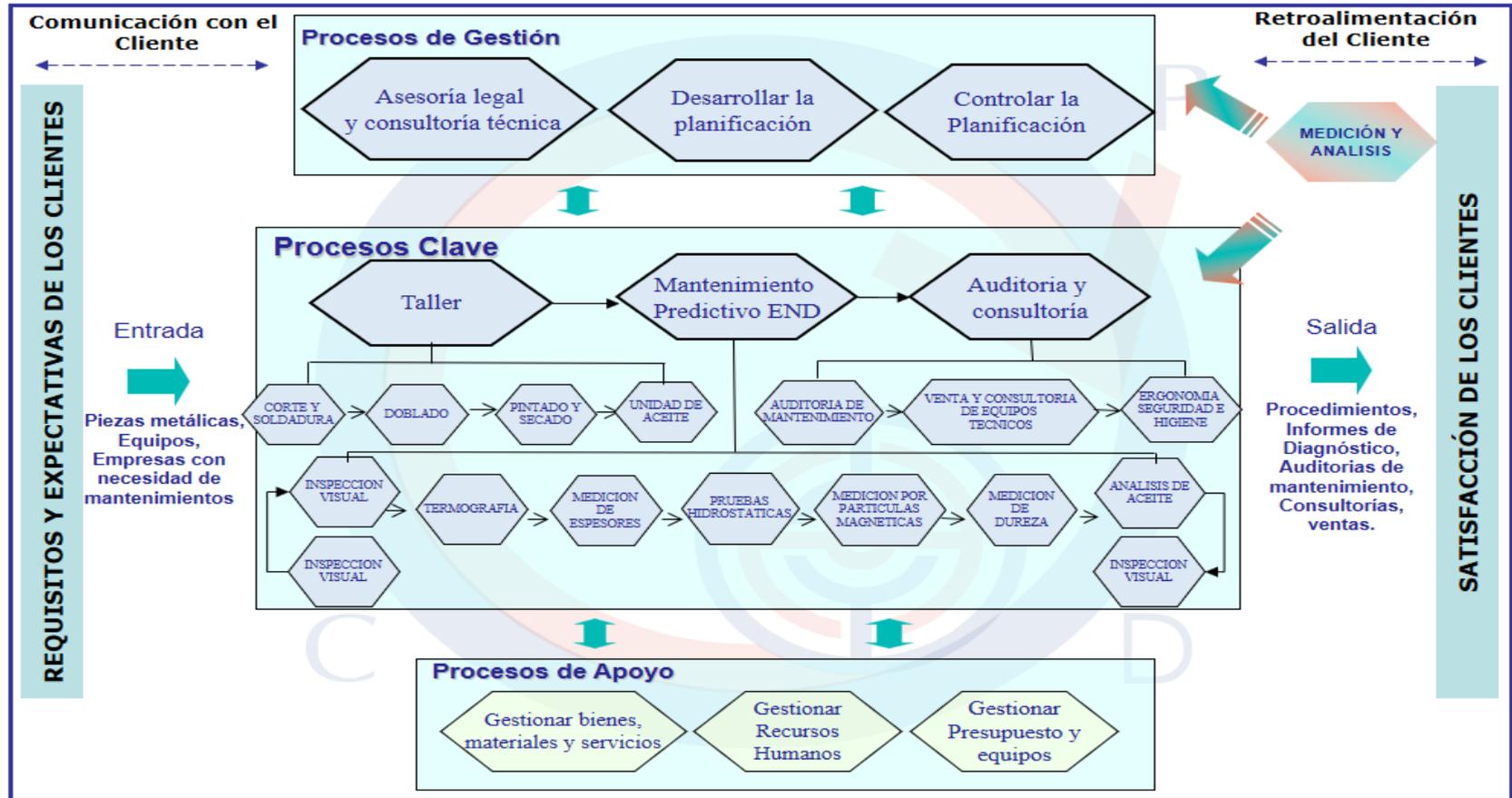


Ilustración 5. Mapa de Proceso SOLTIINSA

Este mapa de procesos es una representación del servicio que brinda SOLTIINSA como empresa. Retomando como entrada los requisitos y expectativas que el cliente exige del servicio, como procesos claves, a todos los procedimientos que pueden realizarse para los distintos servicios que brinda la empresa a las industrias y como salida, a la satisfacción de los clientes después de haber obtenido el servicio por SOLTIINSA.



8.2. Resultados en Base a los Objetivos Específicos

8.2.1. Aspectos Generales en Cuanto a los Servicios Brindados en la Empresa SOLTIINSA

Se ha realizado una entrevista (ver Anexo XII, Sección 1) al gerente general de SOLTIINSA, donde esta tiene por objeto la de conocer más a fondo el área de trabajo de la empresa, a como también sus generalidades y las actividades en materia de prestación de servicios.

A continuación, se presentan los resultados de la entrevista aplicada al gerente general de SOLTIINSA presentándose en una tabla el resumen de las preguntas realizadas en la entrevista con sus respectivas respuestas.

Se muestra un consolidado lógico de resultados en donde en la primera columna de la tabla se refleja la pregunta que se realizó, en la segunda columna se refleja el resultado de dicha pregunta y en la tercera columna se reflejan las observaciones que se pudieron apreciar en relación a la pregunta abordada.

Tabla 5. Pregunta 1 de la primera entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿La empresa está cumpliendo con los objetivos planteados?	Si está cumpliendo con los objetivos en los cuales está la base de la empresa porque es una de la única con este tipo de mantenimiento y con el transcurrir de los años la empresa ha presentado un crecimiento muy significativo a como también he transmitido confiabilidad y seguridad a sus clientes.	A pesar de que SOLTIINSA es una empresa pequeña, se observa que tiene bien definidos sus objetivos y su servicio e intentan lograr cumplir siempre dichos objetivos para la calidad de su servicio.

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 6. Pregunta 1 de la Primera Entrevista

En relación a los objetivos que se plantea SOLTIINSA como empresa, en el gráfico anterior se puede apreciar que cumple con sus objetivos en un 85% y no cumple en un 15% representando que aun puedan existir aspectos por mejorar como empresa.

Tabla 6. Pregunta 2 de la Primer Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Cuentan con el personal adecuado para prestar el servicio?	Si se cuenta con el personal adecuado y calificado. En SOLTIINSA se cuenta con un operador calificado en lo que refiere a ensayos no destructivos que posee un nivel 2 en inspección por ultrasonidos. Por lo tanto, el personal está altamente calificado para responder y atender a las necesidades del cliente.	De acuerdo a su personal SOLTIINSA presta su servicio con operarios especializados y de gran experiencia.

Fuente: Elaboración propia

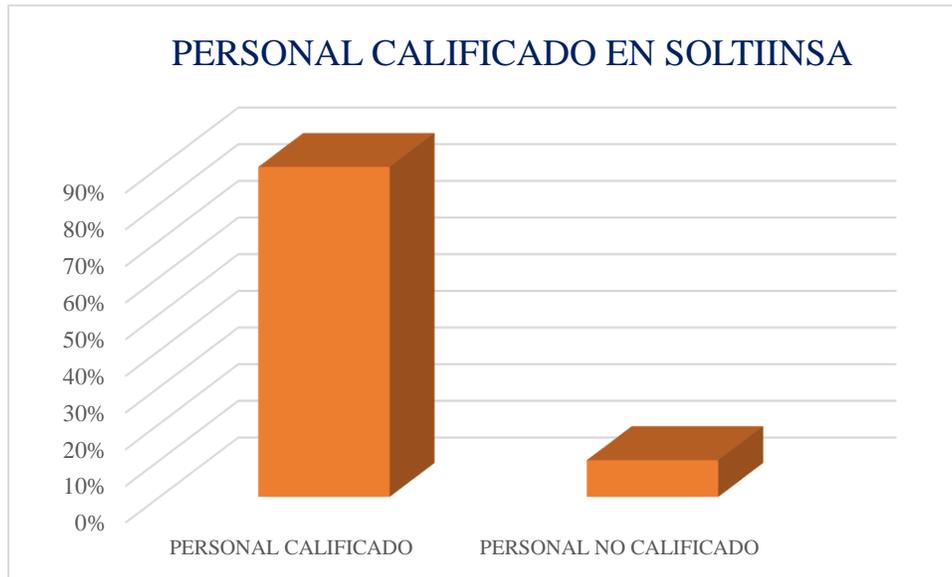


Ilustración 7. Pregunta 2 de la Primera Entrevista

En relación al gráfico anterior podemos observar que un 90% del personal de SOLTIINSA se encuentra capacitado para desarrollarse en los servicios que las empresas solicitan.

Tabla 7. Pregunta 3 de la Primera Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Se cuenta con los equipos necesarios para prestar el servicio adecuadamente?	Si se cuenta con los equipos suficientes para los servicios que presta la empresa. Es uno de los aspectos por la cual se caracteriza SOLTIINSA adquiriendo equipos más avanzados y necesarios continuamente, todo esto para poder responder a las demandas de las industrias, así como también brindar un servicio más óptimo y de mayor confiabilidad. La empresa para laborar cuenta con un 90% de disponibilidad de los equipos.	Se puede observar que la cantidad de equipos con los que cuenta SOLTIINSA son los adecuados para satisfacer la demanda de sus clientes. Cabe recalcar que no todas las empresas cuentan en un 100% con todos los equipos que necesitan.

Fuente: Elaboración propia



Ilustración 8. Pregunta 3 de la Primera Entrevista

En relación al gráfico anterior se puede observar que la empresa SOLTIINSA cuenta con un 90% de disponibilidad de equipos para la prestación de sus servicios

Tabla 8. Pregunta 4 de la primer Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Cuáles son los recursos físicos con los que cuenta la empresa para prestar sus servicios?	Los recursos con los que cuenta la empresa son los siguientes: cámaras termográficas, medidores de espesores, durómetros, endoscopios, equipos ultrasónicos, entre otros. Son una serie de instrumentos con los cuales perfectamente se puede prestar el servicio que se propone la empresa.	A pesar de que no cuenta con una infraestructura y un taller amplio y adecuado, en SOLTIINSA se cuenta con una amplia gama de equipos para brindar sus servicios.

Fuente: Elaboración propia

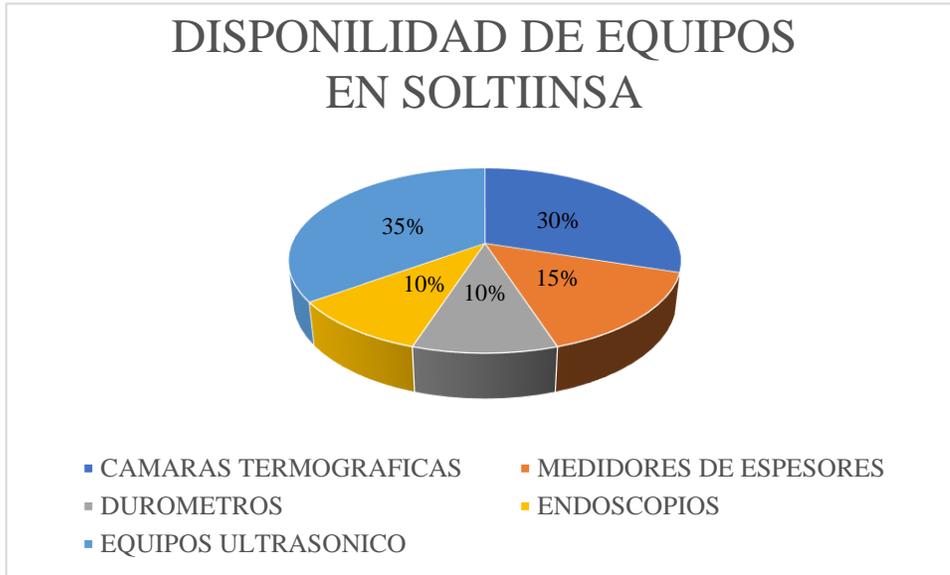


Ilustración 9. Pregunta 4 de la Primera Entrevista

La grafica anterior muestra en porcentajes la cantidad de equipos existentes para en SOLTIINSA utilizados para la prestación de sus servicios.

Tabla 9. Pregunta 5 de la Primer Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Los procesos son adecuados o necesitan redefinirse?	Los procesos y procedimientos que se utilizan en SOLTIINSA son los adecuados, ya que se rigen de las normativas a como son la ISO y ASME y no necesitan redefinirse. Cabe recalcar que los procesos son llevados a cabo por un personal capacitado con un amplio conocimiento de los procesos.	Los procesos y métodos que implementa SOLTIINSA se observa que los procesos siguen los patrones que establecen las normativas.

Fuente: Elaboración propia



Tabla 10. Pregunta 6 de la primer Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Qué servicios presta? ¿A quiénes presta este servicio?	La empresa SOLTIINSA presta el servicio de mantenimiento predictivo y la fabricación de piezas a las industrias, ya que la mayoría de las industrias subcontratan a empresas como SOLTIINSA para que le realice sus respectivos mantenimientos por la inexistencia de esta área en algunas empresas. Las empresas a la que SOLTIINSA les presta servicio son la PEPSI, CAFÉ SOLUBLE, INGENIO SAN ANTONIO, CARGIL, RETEXA, SERVITEL, entre otras.	Se logro observar que SOLTIINSA es muy solicitada por la inexistencia de un área de mantenimiento en las industrias, esto se debe a que ven al mantenimiento como un gasto y no como una necesidad.

Fuente: Elaboración propia

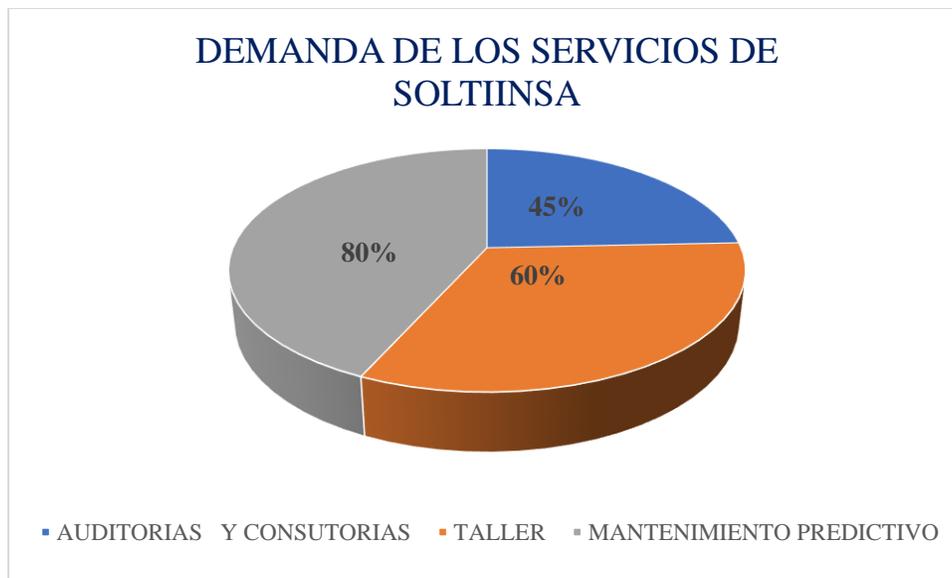


Ilustración 10. Pregunta 6 de la Primera Entrevista

El grafico anterior refleja en porcentajes los tres servicios con más demandas en SOLTIINSA. Por lo tanto, podemos observar que el servicio con más demanda es el de mantenimiento predictivo.



Tabla 11. pregunta 7 de la primer Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿La empresa es eficiente?	La empresa es eficiente pues todos sus procedimientos son realizados de una manera ordenada y la prestación de servicio a sus clientes resulta ser satisfactoria. La eficiencia en SOLTIINSA se puede observar en la entrega a tiempo de sus servicios y en la calidad que muestran sus trabajos.	Constantemente SOLTIINSA adquiere equipos más especializados haciendo que sus servicios sean cada vez más eficaces.

Fuente: Elaboración propia

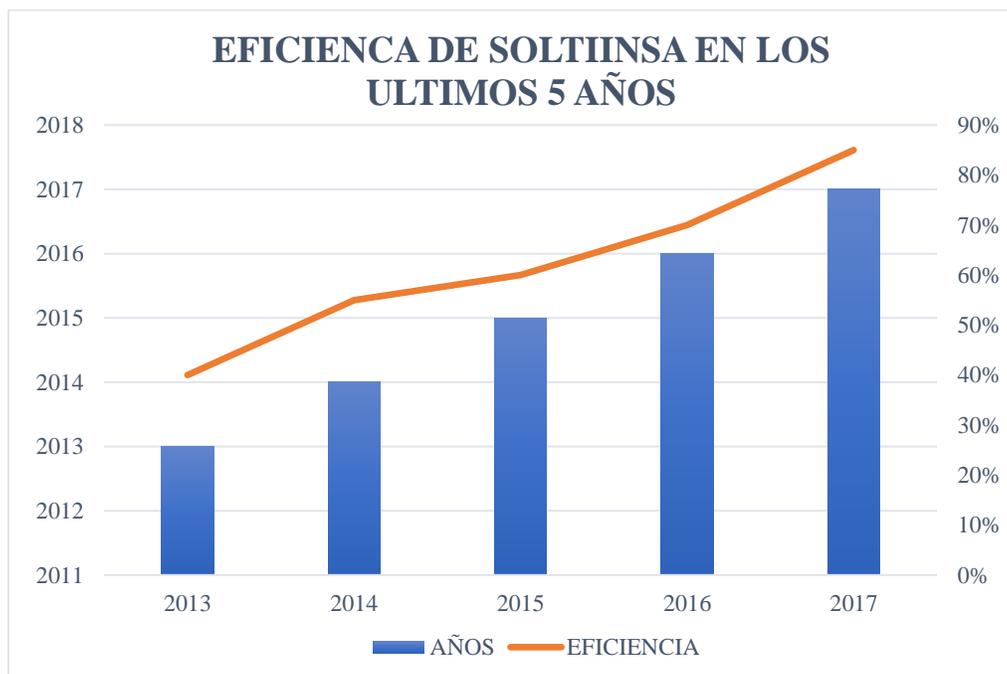


Ilustración 11. Pregunta 7 de la Primera Entrevista

El gráfico anterior nos muestra que la eficiencia de SOLTIINSA en los últimos 5 años, aproximadamente ha venido escalando cada vez más y esto refleja que es una empresa que va con un buen crecimiento y un gran desarrollo en su servicio.



Tabla 12. Pregunta 8 de la Primera Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿Cuál es la posición competitiva de la empresa en la prestación de estos servicios?	En relación a la competencia SOLTIINSA se encuentra muy bien posicionada, pues es la única y pionera en brindar este tipo de servicio como es el de mantenimiento predictivo a las empresas nicaragüenses. Además de que sus equipos son más especializados y por lo tanto de mayor preferencia para sus clientes.	Se logro observar que SOLTIINSA es la empresa más reconocida por brindar este tipo de mantenimiento, pero también cabe recalcar que existen personas con equipos que brindan este servicio, pero no como empresa y de muy poca confiabilidad.

Fuente: Elaboración propia

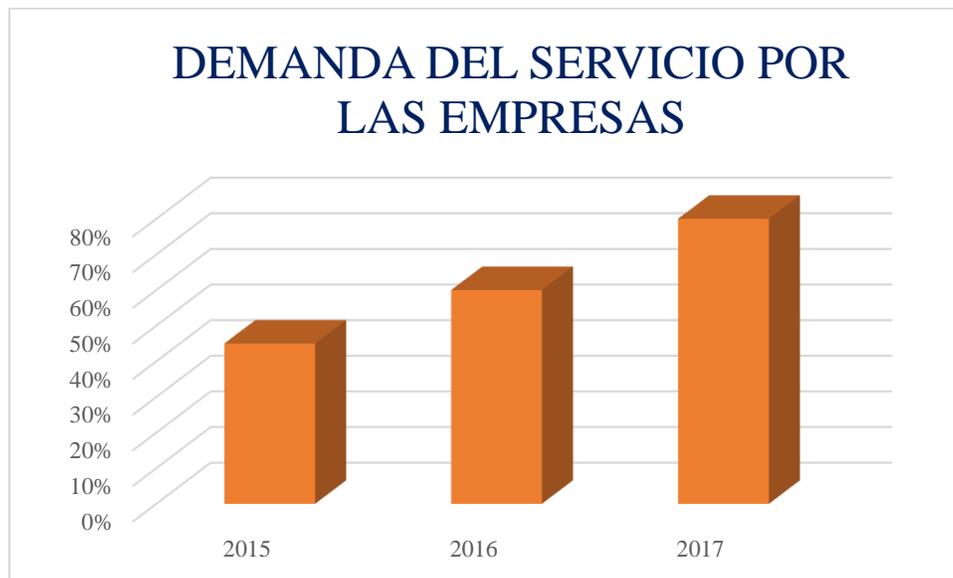


Ilustración 12. Pregunta 8 de la Primera Entrevista

La comparación del gráfico anterior muestra la demanda del servicio de SOLTIINSA en los últimos tres años en relación a la competencia que cabe destacar que es mínima.



Tabla 13. Pregunta 9 de la Primera Entrevista

Pregunta	Resultado	Observaciones
¿La empresa tiene políticas, manuales de procedimiento y descripción de cargos y funciones escritos, para toda la organización?	SOLTIINSA si cuenta con sus políticas que rigen como empresa, cuenta con manuales de procedimientos, pero no muy adecuados para la organización. Existe muy poca documentación en la cual se está trabajando actualmente.	Se logro observar que no existen manuales de procedimientos para el uso de los equipos y la documentación no está muy detallada.

Fuente: Elaboración propia

8.2.1.1. Macroproceso de la administración de soluciones técnicas integrales para la industriales S.A SOLTIINSA

Un macro proceso es un proceso global, de gran alcance que normalmente suele atravesar las delimitaciones de una unidad o área de trabajo.

A continuación (ver ilustración 12), se refleja el macroproceso de la administración de soluciones técnicas integrales para la industria S.A SOLTIINSA, con los aspectos más relevantes para su análisis y la descripción general de los mismos.

Los criterios que se intentarán abordar de manera global y general en el macro proceso serán los siguientes:

- A. Descripción general de la empresa
- B. Servicios que presta
- C. Cargos de dependencia
- D. Áreas de comunicación
- E. Leyes



Macroproceso de la administración de soluciones técnicas integrales para la industriales S.A

SOLTIINSA

Descripción general:

Brindar un servicio de mantenimiento a las industrias nicaragüenses. La cual da solución a través del mantenimiento predictivo, soldadura de responsabilidad, reparación y recuperación de piezas.

Leyes:

- ISO 9000
- ISO 9001
- ISO 8501
- ISO 2400
- ASTM E254-09
- ASTM E114-10
- ASTM 317
- ASTM E543
- ASNT SNT-TC-1A
- ASME B31.1
- ASME SECCION 5

Áreas de comunicación:

- Asesoría Legal y Consultoría Técnica.
- Gerencia de Operaciones.
- Área de recursos humanos

Cargos de dependencia:

- Asistente administrativo
- Auxiliar de gerencia de operaciones
- Contador

Servicios:

Taller

- Unidad de Corte y Soldadura
- Unidad de Pintado y Secado
- Unidad de Aceite

Área de Mantenimiento Predictivo, END.

- Termografía
- Medición de espesores
- Pruebas Hidrostáticas
- Medición por Partículas Magnéticas
- Medición de Dureza
- Inspección Visual en Uniones Soldadas
- Análisis de Vibración

Área de Auditoria y Consultoría

- Auditoria en Mantenimiento
- Venta y Consultoría de Equipos Técnicos

SOLTIINSA

Ilustración 13. Macro proceso de Administración de SOLTIINSA



8.2.2. Identificación de los procedimientos de SOLTIINSA en referencia al equipo de Ultrasonido

A través de la segunda entrevista (ver Anexo XII, Sección 1) con el gerente de la empresa y operador de equipo ultrasónico, obtuvimos la información que nos permitirá desarrollar la identificación de los procedimientos para un desarrollo correcto de las actividades; con esto le dimos respuesta al segundo objetivo específico que planteamos en el presente trabajo.

A continuación (ver tabla 12), se presentan los resultados obtenidos, en el que principalmente se dio respuesta a este mediante la elaboración de un esquema de proceso.

Tabla 14. Resultado de la Aplicación de la segunda Entrevista en SOLTIINSA

Nº	Pregunta	Resultado
1	¿Qué es Ultrasonido?	Podemos decir que son ondas acústicas, es decir, perturbaciones de tipo elástico (o mecánico), que se propagan por todos los medios materiales mediante el movimiento armónico de sus moléculas. Se llama así, porque su frecuencia de oscilación está por encima de la frecuencia de las ondas audibles, esto es, frecuencias superiores a 20kHz.
2	¿Cómo funciona el equipo de Ultrasonido?	El funcionamiento del equipo de ultrasonido se basa en la propagación del sonido en el medio que constituye la pieza a analizar y tiene aplicación en todo tipo de materiales. Esta propagación se realiza en todo medio que sea elástico, es decir, que cumpla con la ley de Hooke. Las ondas ultrasónicas son provocadas a partir de una frecuencia determinada y no son audibles al oído humano.
3	¿Cuántos procedimientos por medio de este equipo se realizan?	En nuestra empresa(SOLTIINSA), podemos diferenciar 8 tipos de procedimientos que podemos realizar con este equipo ultrasónico, el cual es muy eficiente y fácil de dominar.
4	¿Cuáles son los procedimientos que se realizan mediante ultrasonido?	Los procedimientos que realizamos en la empresa con este equipo son los siguientes: <ul style="list-style-type: none"> ➤ Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Recto. ➤ Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular. ➤ Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual. ➤ Procedimiento para la Verificación de Calibración del Equipo Ultrasónico. ➤ Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas. ➤ Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada. ➤ Procedimiento General para la Inspección Ultrasónica de Placas Roladas. ➤ Procedimiento General para la Inspección Ultrasónica de Productos Forjados.



Continuación		
5	¿Cómo se comunican con los otros departamentos?	La comunicación entre los departamentos o entre las áreas de Taller, Auditoría y Consultoría de la empresa, se realizan de la manera más comunes como es: ir al área personalmente, por llamada telefónica y mediante el correo electrónico. Esta comunicación como en toda empresa se realiza para solicitar cualquier recurso que necesiten de ellos.
6	¿Cómo se comunican con los clientes para la prestación del servicio?	Los clientes llaman directamente al Gerente General de la empresa solicitándole sus servicios, en otras ocasiones por correo electrónico se comunican con ellos; en esto le hacen saber en qué consiste el servicio que necesitan que les preste SOLTIINSA.
8	¿Existe satisfacción al prestar estos servicios?	SOLTIINSA realiza sus procedimientos con calidad y profesionalización, cuenta con una gran eficiencia al realizar o prestar servicios. Es por ello que podemos decir que hay satisfacción en sus clientes ya que no pierde su demanda.

Fuente: Elaboración Propia



8.2.2.1. Esquema de subprocesos por Ultrasonido

En el siguiente esquema (ver ilustración 13), se refleja la identificación de los procedimientos por Ultrasonido que realiza la empresa. Mediante el esquema de subproceso podemos apreciar claramente que SOLTIINSA tiene un proceso general que sería la Gestión de Operaciones; de esta con relación a nuestro trabajo podemos decir que se divide solo en dos, la de Gestión de Auditoría y Consultoría, y la Gestión de Ensayos no Destructivos (Ultrasonido).

La Gestión de Auditoría y Consultoría se refiere a todos aquellos procesos que brinda esta área a los demás departamentos de la empresa que necesitan seguimiento y acompañamiento; en cuanto a lo que es Mantenimientos, Ergonomía, Seguridad e Higiene. La Gestión de Ensayos no destructivos (Ultrasonido) son todos los procesos que realiza la empresa para atender a los pedidos de servicio que le hacen los clientes, en cuanto a lo que se refiere a inspección de estructuras soldadas, placas roladas, probeta soldada y productos forjados.



Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTINSA

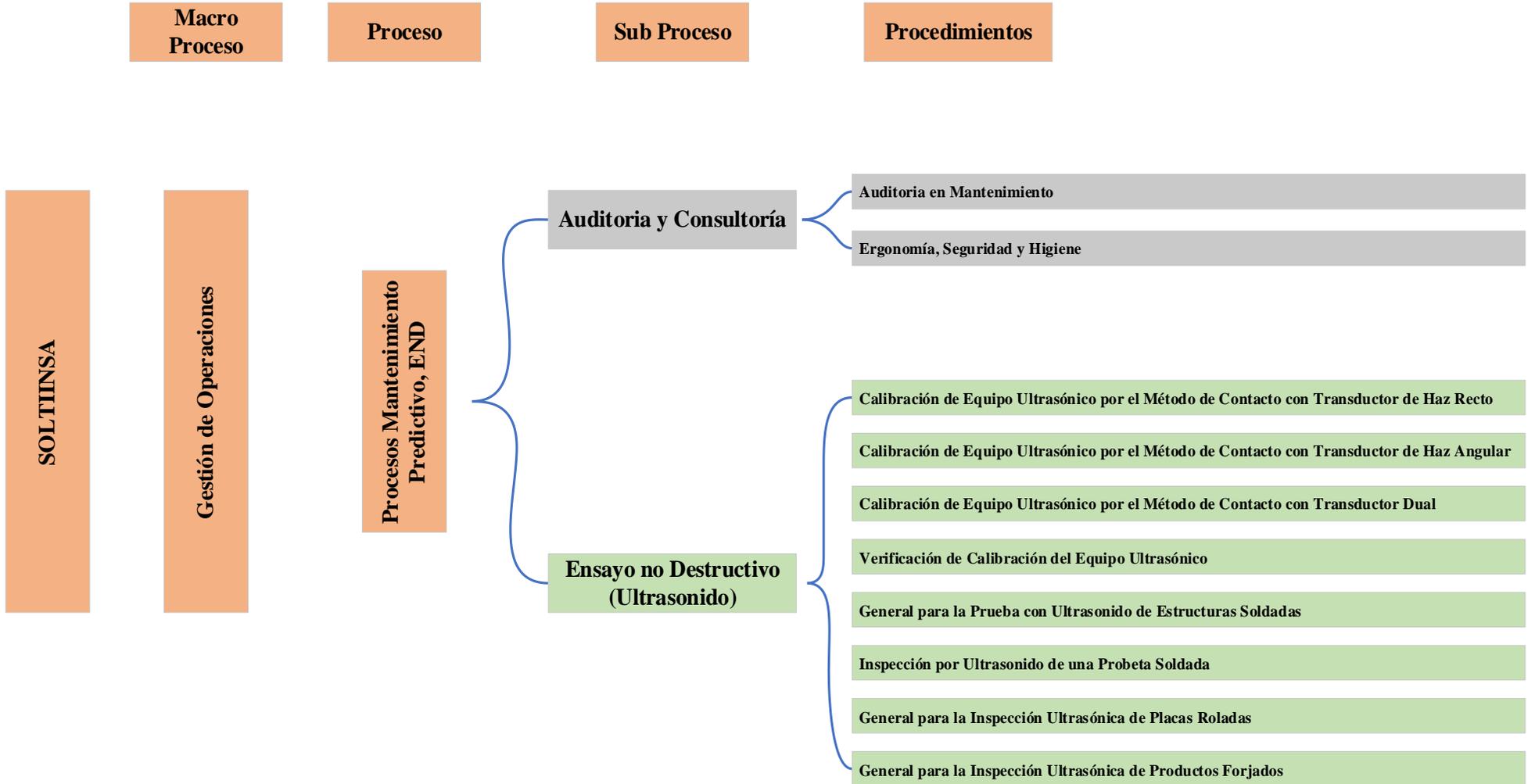


Ilustración 14. Esquema de Subprocesos por Ultrasonido, SOLTINSA



8.2.3. Descripción de las Actividades de cada proceso

A través de la tercera entrevista (ver Anexo XII, Sección 1), a los operadores calificados del equipo ultrasónico, obtuvimos la información que nos permitió describir cada proceso de forma detallada; con esto le dimos respuesta al tercer objetivo específico que planteamos en la presente investigación.

A continuación (ver tabla 13 a tabla 20), se presentan los resultados obtenidos, en el que principalmente se dio respuesta a este mediante la elaboración de tablas de narrativas de proceso donde se detalla la manera de realizar cada procedimiento; seguidamente se presenta un diagrama de flujo de cada proceso, que nos permite apreciar de manera más sencilla y estandarizada dicho proceso.

Tabla 15. Narrativa del Procedimiento 1

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conecte el transductor en el conector transmisor (TRANSMIT-7)
2	Operador Calificado	Conecte el selector p/e-dual, en p/e (P/E-DUAL-6).
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia con el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SWEEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Colocar el transductor en el bloque de calibración y adicionarle acoplante en la zona de contacto, además suministrar sensibilidad al equipo para que se visualicen las señales, con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho "pasto" o interferencia eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si se requiere ajustar la sensibilidad y resolución utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la primera señal con el control de retardo (DELAY-33) y amplificarla (80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
11	Operador Calificado	Localizar la primera y segunda señal con el control de retardo (DELAY-33)



Continuación

12	Operador Calificado	Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
13	Operador Calificado	Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en que deben aparecer. Esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo variable (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.
14	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración se obtiene el primer eco del reflector correspondiente, colocando su amplitud a una determinada altura (nivel de referencia), para ello se utilizan los controles de ganancia (GAIN 8,10,12,14).
15	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
16	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el sector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en off
17	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis y se puede localizar en el diagrama anexo.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

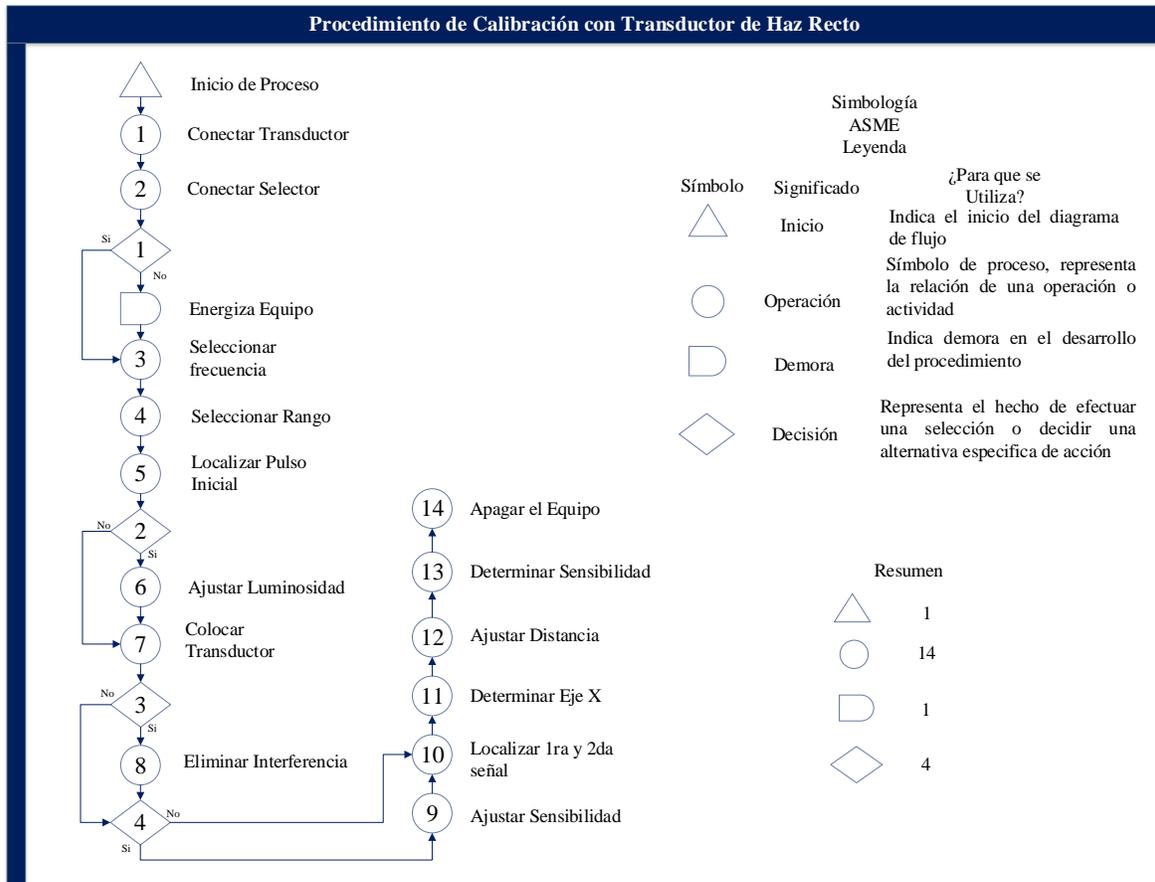


Ilustración 15. Diagrama de Flujo del Procedimiento 1



Tabla 16. Narrativa del Procedimiento 2

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conecte el transductor angular en el conector transmisor (TRANSMIT-7).
2	Operador Calificado	Conecte el selector p/e-dual, en p/e (P/E-DUAL-6).
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia con el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Verificar el ángulo de incidencia del transductor adicionándole acoplante y colocándolo en la posición B o C del patrón IIW Tipo 1 ó tipo 2, o en la posición K del patrón DSC (ver diagramas en los anexos 8.2 y 8.3), además de proporcionarle sensibilidad al equipo para visualizar la señal con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho “pasto” o interferencia eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si se requiere ajustar la sensibilidad y resolución utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la 1ª. Señal de reflexión con el control de retardo variable (DELAY-33) y ajustar su amplitud (80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (DELAY-33).
11	Operador Calificado	Maximizar la señal obtenida para verificar el punto de salida del haz ultrasónico.
12	Operador Calificado	Para calibrar por distancia seguir los siguientes pasos: a) Colocar el transductor en la posición D del patrón IIW Tipo 1 o tipo 2, en la posición J o L del patrón DSC b) Localizar la 1ª. Y la 2ª. Señal con el control de retardo variable (DELAY-33). c) Ajustar la amplitud de las señales (1ª. Señal al 80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14). d) Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo. e) Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en que deben aparecer. Esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo variable (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.
13	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración se procede como sigue: a) Se coloca el transductor en la posición A del patrón IIW Tipo 1 o Tipo 2, o en la posición K del patrón DSC, esto se hace para tomar como referencia el barreno del patrón. b) Desplazar el transductor hacia delante y hacia atrás para obtener la máxima amplitud de la reflexión del agujero. c) Usando los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14) ajustar la amplitud de la señal al nivel de referencia seleccionado. d) Pueden ser utilizados otros blocks de calibración para determinar la sensibilidad (Básico ASME, etc.).



Continuación

14	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
15	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el sector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en off.
16	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

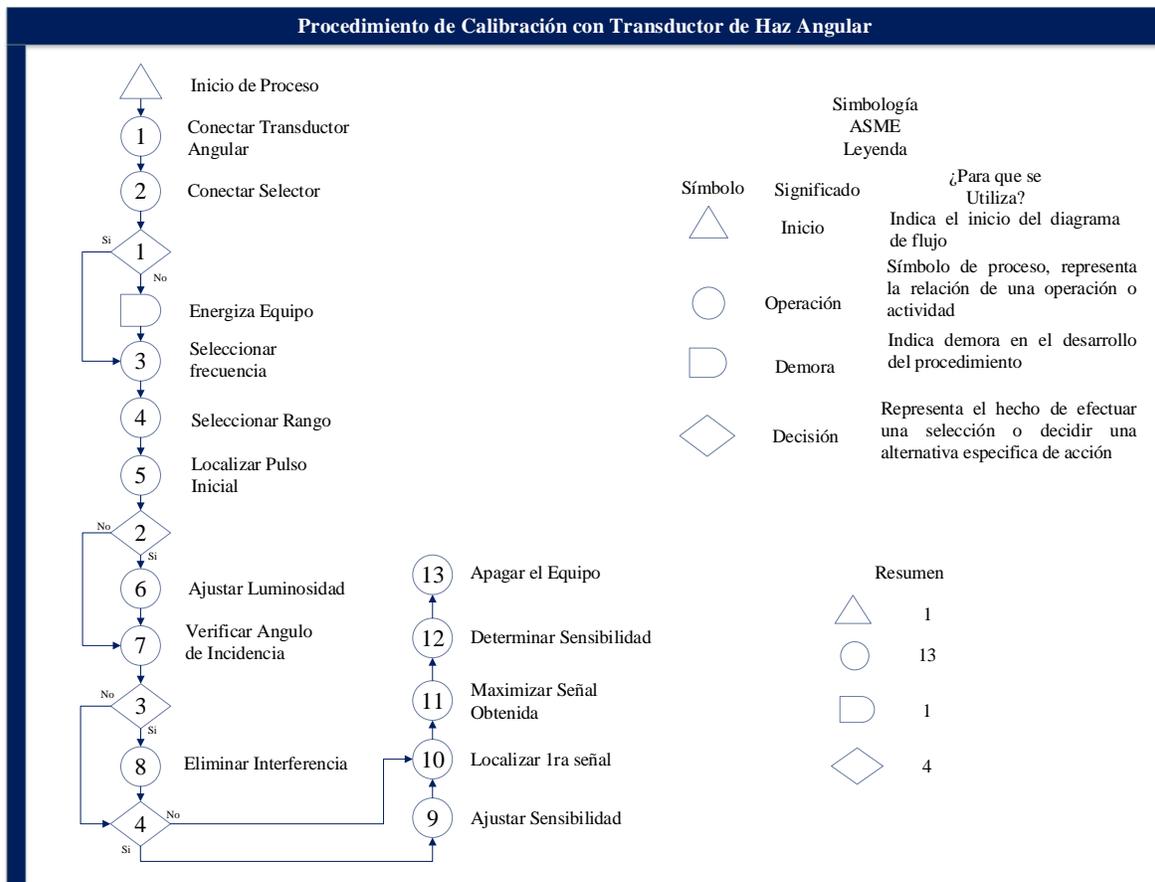


Ilustración 16. Diagrama de Flujo Procedimiento 2



Tabla 17. Narrativa del Procedimiento 3

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conectar el transductor dual; la terminal emisora conectarla en el conector transmisor (TRANSMIT-7) y la terminal receptora en el conector receptor (RECEIVE-5).
2	Operador Calificado	El selector p/e-dual debe colocarse en dual (P/E-DUAL-6) ya que se va a utilizar un transductor de doble cristal.
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia de calibración con el selector de frecuencia (FREQ. SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Colocar el transductor en el bloque de calibración y adicionarle acoplante en la zona de contacto, además suministrar sensibilidad al equipo para visualizar las señales con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho “pasto” o interferencia, eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si requiere ajustar la sensibilidad y resolución, utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la 1ª. y 2ª. Señal con el control de retardo (DELAY-33) y amplificar la primera al 80% de ATP $\pm 5\%$ con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
11	Operador Calificado	Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
12	Operador Calificado	Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en el que debe aparecer, esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.
13	Operador Calificado	Verificar la calibración en otra sección diferente a la que se utilizó, pero del mismo material y ajustar según sea necesario.
14	Operador Calificado	Repetir paso 12 y 13 hasta que se establezca la calibración seleccionada.
15	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración, se obtiene el eco del reflector correspondiente, colocando su amplitud a una determinada altura (nivel de referencia), para ello se utilizan los controles de ganancia (GAIN-8,10,12, 14).
16	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
17	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en OFF.
18	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis y se puede localizar de manera sencilla en el equipo.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento de Calibración con Transductor dual

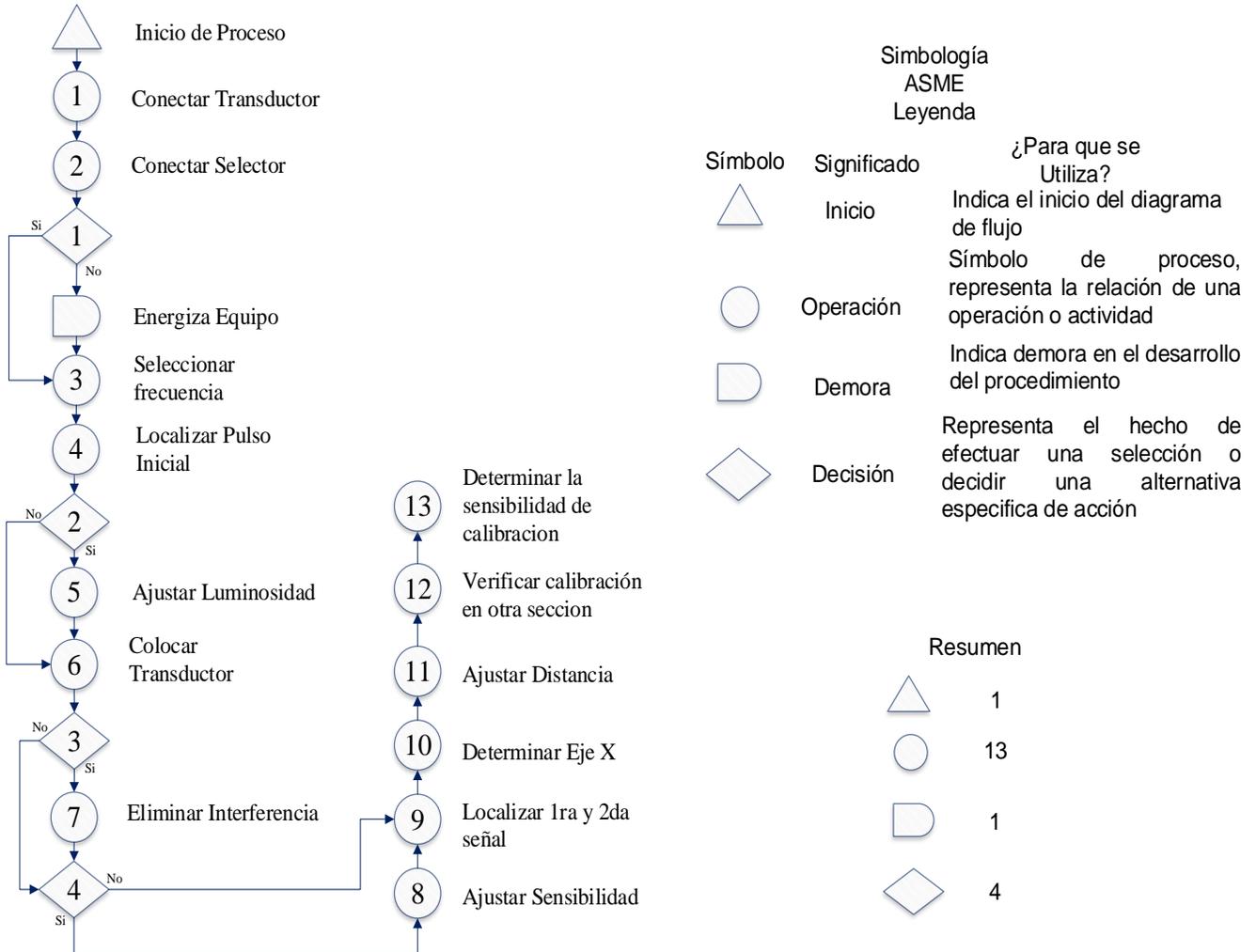


Ilustración 17. Diagrama de Flujo Procedimiento 3



Tabla 18. Narrativa del Procedimiento 4, Linealidad Horizontal

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el espesor de 25.4 (1 pulg) del bloque de calibración IIW y obtenga en la pantalla II ecos de reflexión sin interferencia
2	Personal calificado	Con los controles de retardo variable y rango, coloque la tercera y novena señal en las divisiones del 20% y 80% respectivamente de la escala horizontal de la pantalla
3	Personal calificado	Ajuste con el control de ganancia las señales aproximadamente al 50% de la altura de la pantalla antes de leer su posición. (La altura de la pantalla no debe ser menor al 50%)
4	Personal calificado	Leer y registrar en un formato de reporte, las desviaciones en % del total de la pantalla de las posiciones de los ecos múltiples. Las lecturas deben efectuarse con la mayor precisión posible.
5	Personal calificado	Grafique el número de ecos contra su posición en la pantalla para mostrar la linealidad horizontal del instrumento.
6	Personal calificado	Calcule la desviación de la linealidad para cada punto de lectura
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: El límite de linealidad horizontal tiene significado cuando la profundidad de una discontinuidad es requerida. Cuando un instrumento no tiene linealidad horizontal es posible cometer errores al evaluar los espesores de un material o la profundidad de una indicación.

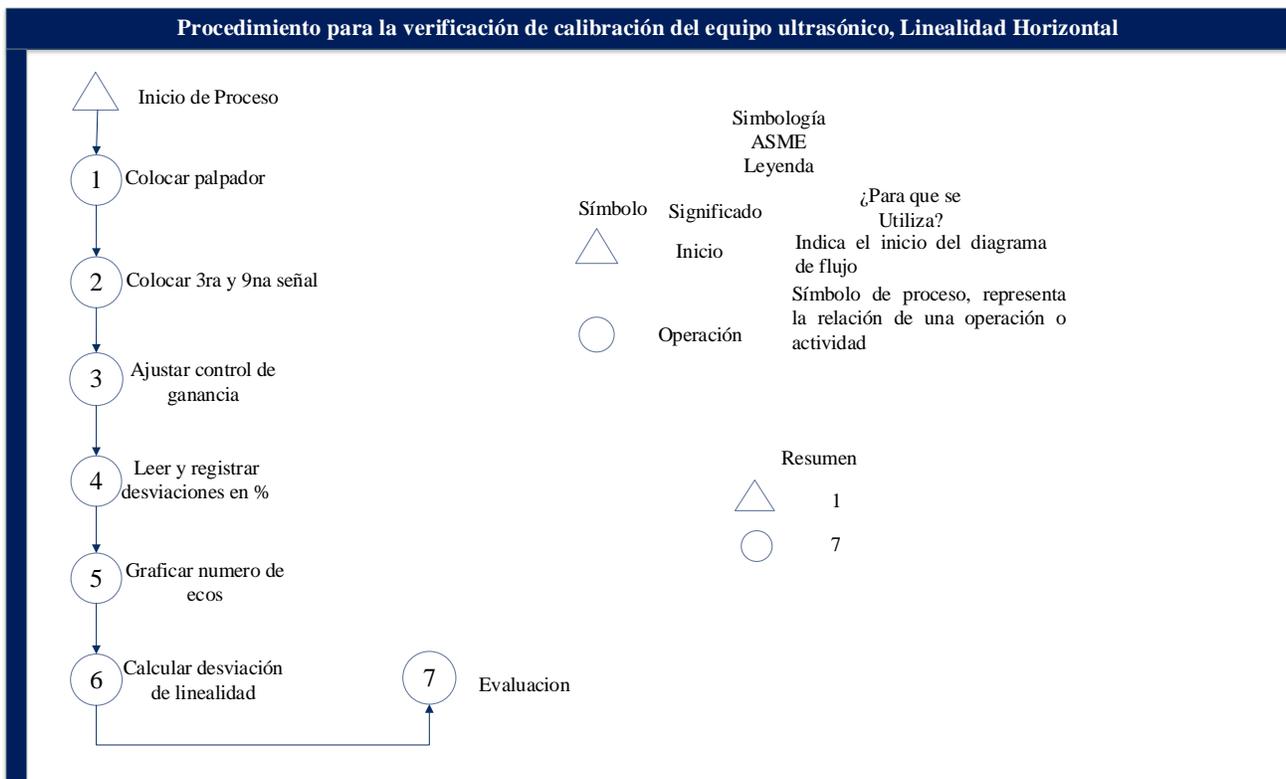


Ilustración 18. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 - Linealidad Horizontal



Tabla 19. Narrativa del Procedimiento 4, Linealidad Vertical

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el bloque de calibración IIW dirigiendo el haz ultrasónico hacia la ranura de resolución de tal manera que se obtengan tres señales, empleándose para la verificación sólo dos, las que más convengan. Pudiéndose emplear la correspondiente al espesor de 4 pulgadas y la ranura, o colocar el palpador en el bloque DS en la cara A para obtener dos señales.
2	Personal calificado	Coloque una señal al 60% de la altura de la pantalla y ajuste la segunda señal seleccionada al 30% mediante un ligero movimiento del palpador. Las amplitudes de las señales deberán tener una relación de 2:1. Para obtener la condición mencionada se pueden utilizar los controles de amortiguamiento y ganancia, pero no el de rechazo.
3	Personal calificado	Una vez obtenida la relación de amplitudes de 2:1, se deben mantener fijos el palpador y el control de amortiguamiento.
4	Personal calificado	Con el control de ganancia final ajuste la señal más alta (A_1) al 50% de la altura de la pantalla y anote el porcentaje de la amplitud de la otra señal (A_s)
5	Personal calificado	Realice el paso anterior reduciendo la amplitud de la señal más alta al 40% y registre el valor en porcentaje de la señal más pequeña y así sucesivamente en decrementos del 10% hasta que la señal más alta llegue a una altura del 10% de la pantalla
6	Personal calificado	Coloque nuevamente la señal más alta al 60% de la pantalla y aumente en rangos del 10% hasta llegar al 100% de la altura de la pantalla. En cada paso registre el porcentaje de amplitud de la señal más pequeña.
7	Personal calificado	El registro de resultados se debe realizar en el formato anexo.
8	Personal calificado	Grafique los valores en un plano de ejes cartesianos donde el eje de las coordenadas represente el porcentaje de la amplitud más alta (A_1) y el eje de las abscisas el porcentaje de la amplitud de la señal más pequeña (A_2).
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: La linealidad vertical tiene significado cuando las amplitudes de las señales van a ser determinadas para la evaluación de discontinuidades y la aplicación de los criterios de aceptación-rechazo.

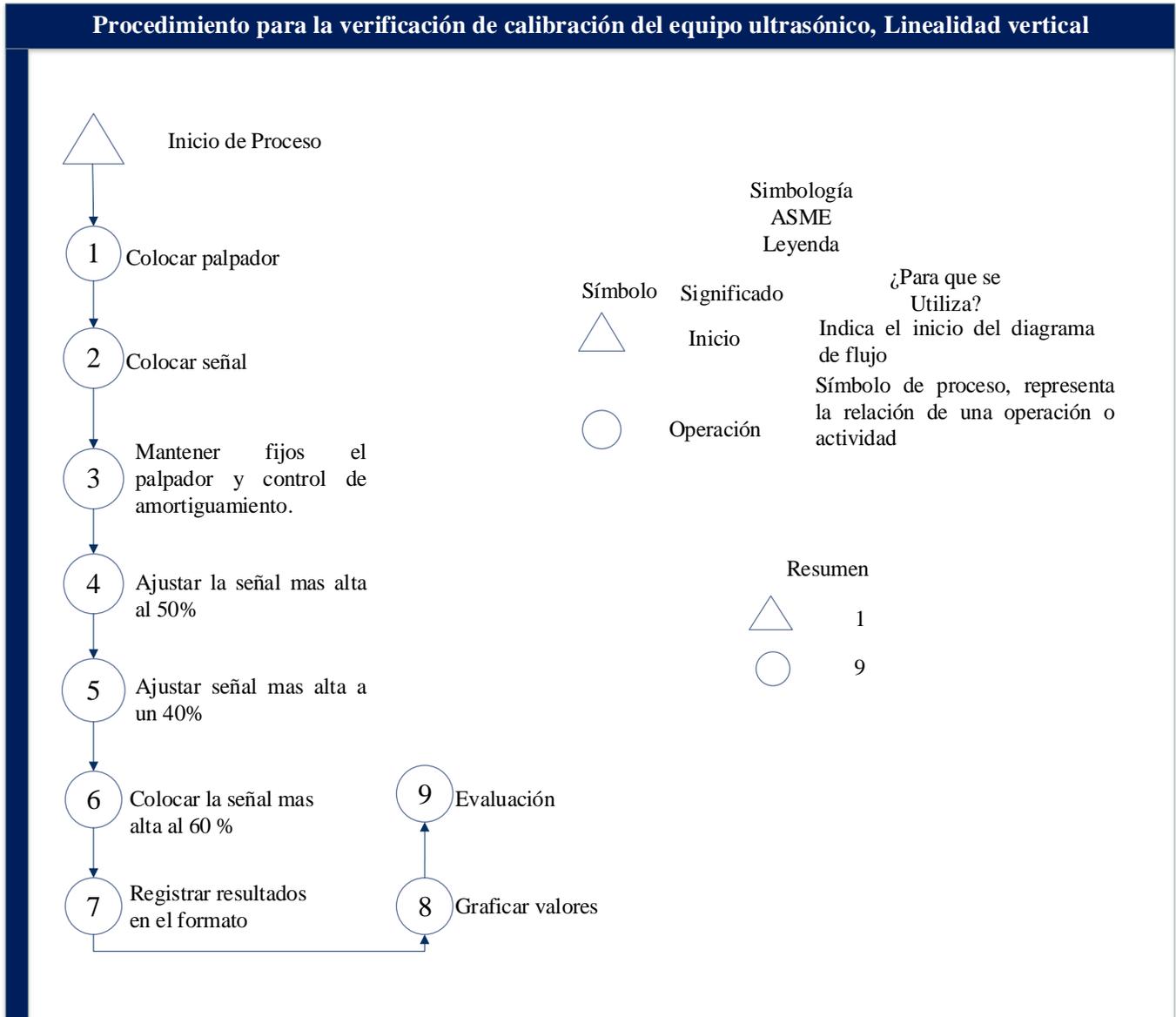


Ilustración 19. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Linealidad Vertical.



Tabla 20. Narrativa del Procedimiento 4, Precisión del Control de Amplitud

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el espesor de 25.4 mm (1 pulg) en el bloque de calibración IIW y calibre el sistema de prueba de tal manera que se obtenga una indicación en la escala media horizontal de la pantalla
2	Personal calificado	Ajuste con el control de ganancia la señal aproximadamente al 60% de la altura de la pantalla.
3	Personal calificado	Coloque el atenuador externo y registre la posición del mismo (decibeles de ganancia o decibeles de atenuación).
4	Personal calificado	Aumente la ganancia del equipo en el incremento más pequeño recomendable y agregue suficiente atenuación externa para regresar la indicación al 60% de la altura de la pantalla
5	Personal calificado	Con incrementos del atenuador de un decibel o menores, la amplitud debe encontrarse siempre entre el 56% y 64% de la altura total de la pantalla cuando el paso usado es correcto.
6	Personal calificado	Registre las posiciones del control de ganancia y el atenuador externo.
7	Personal calificado	Vuelva a realizar el procedimiento hasta que el rango completo del control del equipo haya sido verificado.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Cuando se van a realizar mediciones cuantitativas de las señales de amplitud por comparación contra una indicación de referencia, el uso correcto de los controles de ganancia calibrados es necesario cuando la relación de amplitudes difiere significativamente de la armonía. Por esto se asume que los controles son calibrados en unidades convencionales de decibeles.

Tabla 21. Narrativa del Procedimiento 4, Evaluación

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	LINEALIDAD HORIZONTAL. La desviación de la linealidad horizontal no debe ser mayor de 1% de la escala horizontal de la pantalla y de 2% de la escala horizontal de la pantalla si el instrumento no cuenta con graduaciones menores.
2	Personal calificado	LINEALIDAD VERTICAL El instrumento debe proporcionar una linealidad vertical de $\pm 1\%$ para $A_1 = 60\%$ y $A_2 = 30\%$ y $\pm 6\%$ en los extremos de la gráfica.
3	Personal calificado	PRECISION DEL CONTROL DE AMPLITUD. La desviación del control de ganancia del equipo con respecto al atenuador externo no debe ser mayor de 1% o de 2% si el equipo no cuenta con graduaciones menores.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Cabe señalar que este paso de evaluación se hace en los tres procesos del procedimiento 4, por ello la tabla anterior no tiene flujograma.



Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico, precisión del control de amplitud

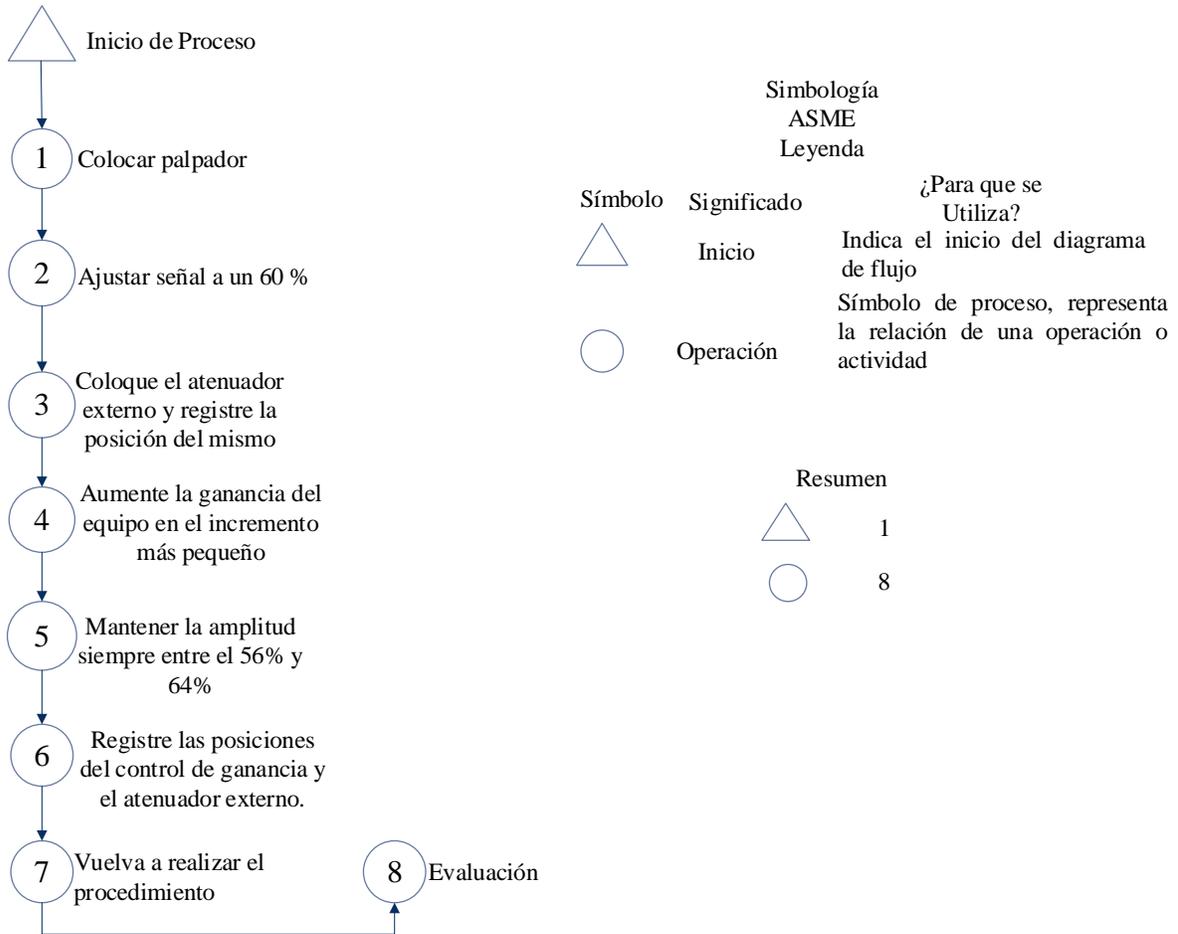


Ilustración 20. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Precisión del Control de Amplitud



Tabla 22. Narrativa del Procedimiento 5

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Una línea X para la localización de fallas debe ser marcada en la cara de prueba de la junta soldada y en dirección paralela a la axialidad de la soldadura. La localización de la distancia perpendicular a la axialidad de la soldadura está basada en las dimensiones del dibujo y usualmente alineadas a la línea central de las soldaduras de tope y cayendo siempre en la cara cercana de los miembros conectados en "T" y juntas en esquina.
2	Operador Calificado	Una "Y" acompañada con el número de identificación de la soldadura debe ser claramente marcado en el metal base adyacente al cordón de soldadura que es probado. Estas marcas son usadas para el siguiente propósito: <ol style="list-style-type: none"> Identificación de la soldadura. Identificación de cara "A". Distancia medida y dirección (+ ó -) de la línea "X". Medición de la localización del fin del cordón de soldadura o bordes.
3	Operador Calificado	Todas las superficies de acoplamiento deben estar libres de salpicaduras de soldadura, polvo o lodo, aceite (excepto el que se utilice como acoplante), pintura y cascarilla, que interfieran con la prueba.
4	Operador Calificado	El acoplante utilizado para la prueba debe ser glicerina o goma de celulosa con agua de una consistencia adecuada. Aceite ligero de maquinaria puede ser usado como acoplante en los bloques de calibración.
5	Operador Calificado	El metal base a través del cual el ultrasonido va a viajar para probar la soldadura debe ser examinado para verificar posibles "laminaciones". Si cualquier área del metal base presenta una pérdida total de reflexión de pared posterior o una indicación igual o mayor a la altura de la reflexión de pared posterior original, esta debe ser dimensionada, localizada y medida su profundidad, y reportada en el informe de resultados. Otro procedimiento alternativo debe ser usado. <ol style="list-style-type: none"> El procedimiento utilizado para la evaluación del dimensionado del reflector será el de la caída de 6 db. Si parte de una soldadura es inaccesible para prueba, debido a indicaciones laminares, la prueba debe ser conducida usando uno o más de los siguientes procedimientos alternativos, aquellos que sean más convenientes: <ul style="list-style-type: none"> Esmerilar al raz del metal base el refuerzo. Realizar pruebas por ambos lados cara "A" y "B". Otros transductores angulares deben ser usados.
6	Operador Calificado	Las soldaduras deben ser examinadas usando transductores angulares y con el debido ángulo indicado. La sensibilidad debe ser incrementada del nivel de referencia para el rastreo de soldadura respectivamente, de aquel que sea aplicable para la prueba. <ol style="list-style-type: none"> El ángulo de prueba y procedimiento se deberá de determinar previamente. Todas las juntas soldadas a tope deben ser probadas de cada lado de la axialidad de la soldadura. Juntas soldadas en esquina o en "T", deben primeramente ser probadas de un lado de la axialidad de la soldadura únicamente. El rastreo debe ser el adecuado para detectar discontinuidades longitudinales y transversales.



Continuación

-	-	<p>c) Cuando una indicación de discontinuidades aparece en la pantalla, la máxima indicación alcanzable de la discontinuidad debe ser ajustada para producir una reflexión de señal de nivel de referencia horizontal en la pantalla, y la lectura en db del instrumento debe ser registrada como "a" "nivel de indicación.</p> <p>d) El "factor de atenuación" "c", en el reporte de prueba es obtenido por la sustracción de 25 mm (1.0") de la distancia angular y multiplicado el resto por 2. Este factor debe ser redondeado a el valor en db más cercano. Valores fraccionarios menores a 0.5 db deben ser reducidos al nivel en db menor y aquellos iguales o mayores a 0.5 db incrementando al nivel superior.</p> <p>e) La "clase de identificación" "d", en el reporte de ultrasonido está representado por la diferencia algebraica en decibeles entre el nivel de indicación y el nivel de referencia con el factor de atenuación y queda expresado como sigue: $a - b - c = d$</p>
7	Operador Calificado	La longitud de las fallas debe ser determinada por la técnica de caída de 6 db, esto no aplica para indicaciones de la clase "d".
8	Operador Calificado	Cada discontinuidad de la soldadura debe ser aceptada o rechazada con base en la clase de indicación y su longitud, para estructuras con cargas estáticas, para estructuras sometidas a cargas dinámicas. Únicamente aquellas discontinuidades que son rechazables necesitan ser registradas, excepto que por documento contractual se designen soldadura como "fractura crítica", incluyendo aquellas que estén arriba de 6 db. menos críticas que las rechazables, serán registradas.
9	Operador Calificado	Cada discontinuidad rechazable debe ser indicada en la soldadura por marcado directo en ésta y en toda su longitud. La profundidad de la indicación y su clase debe ser anotada en la parte más cercana del metal base.
10	Operador Calificado	La evaluación de área de soldadura reparada y reexaminada debe ser tabulada en una nueva línea en el formato de reporte. Si el reporte original es usado, una letra R1,R2,...Rn deben anexarse al número de indicación. Si un reporte adicional es usado, la letra será anexada al número de reporte.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento para la prueba de Estructuras Soldadas

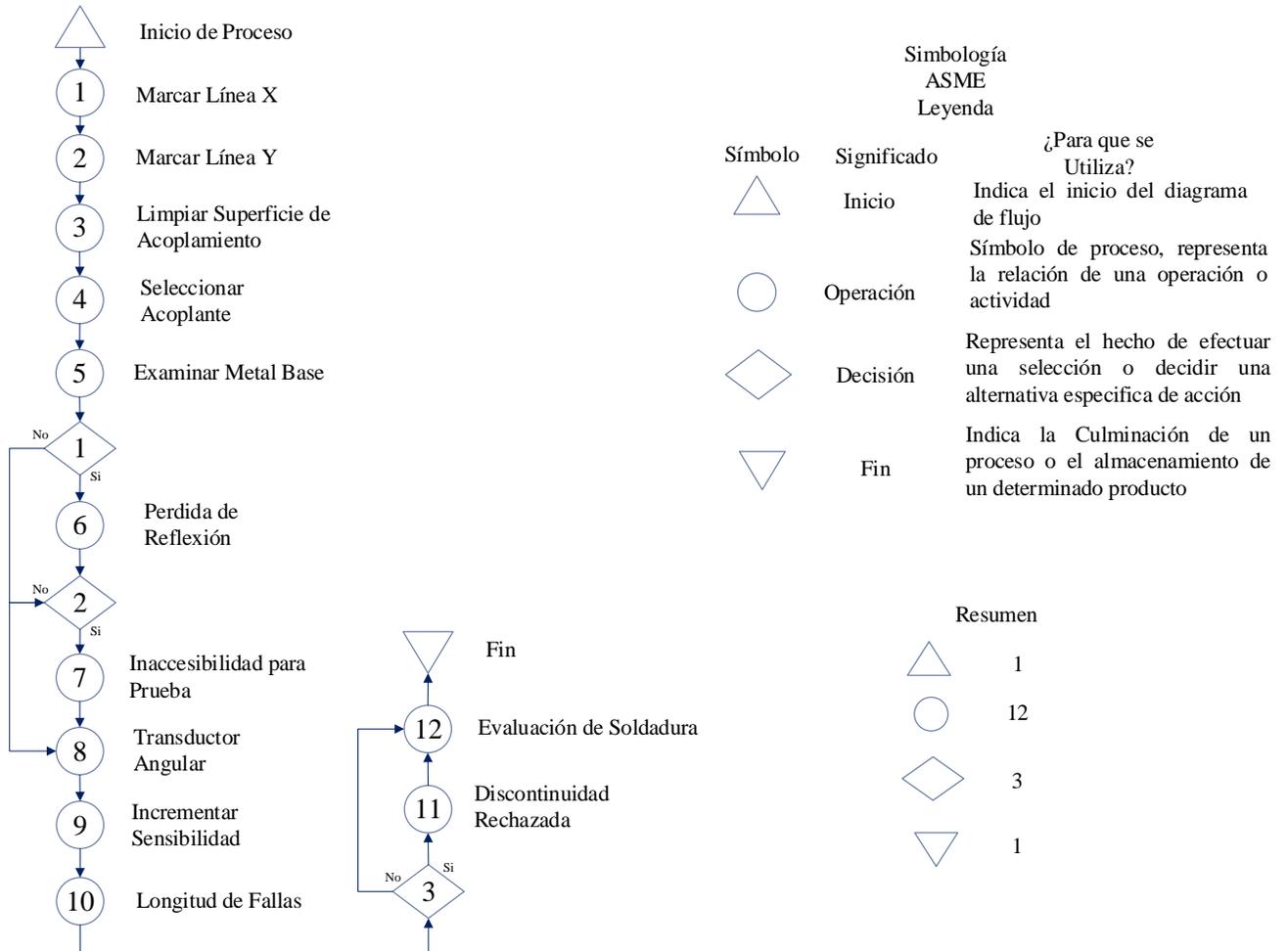


Ilustración 21. Diagrama de Flujo del Procedimiento 5



Tabla 23. Narrativa del Procedimiento 6

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Use bloques de calibración de acabado superficial, espesor, y metalúrgicamente similar en términos de aleación y tratamiento térmico a la soldadura.
2	Personal calificado	Métodos alternativos de corrección pueden usarse previendo que los resultados sean tan confiables como los obtenidos por el método aceptable. Adicionalmente, el método alternativo y su instrumentación cumplirán todos los requisitos de ejecución de este estándar.
3	Personal calificado	<p>Reflectores de calibración: seleccionar calibración</p> <p>a) <i>Calibración del Haz- Normal.</i> - La corrección para el examen de haz normal puede ser determinada por medio de un reflector tipo agujero taladrado en el costado a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ del espesor. Para espesores menores de 2" (51mm), el reflector a $\frac{1}{4}$ del espesor puede no ser resuelto. En este caso, taladre otro agujero a $\frac{1}{2}$ espesor y use los reflectores a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ para la corrección.</p> <p>b) <i>Calibración del Haz Angular.</i> - La corrección para el examen con haz angular puede ser determinada por medio de reflectores tipo agujero taladrados en el costado a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ del espesor. A la profundidad de $\frac{1}{2}$ espesor puede adicionarse un agujero para la calibración o usado solo para espesores menores a 1" (25,4 mm).</p>
4	Personal calificado	<p>Técnicas aceptables</p> <p>a) <i>Curva Distancia – Amplitud-</i> Este método hace uso de bloques de calibración representando el espesor mínimo y el máximo a ser ensayado. Bloques de calibración adicional de espesores intermedios pueden usarse para obtener datos de puntos adicionales. El equipo ultrasónico, transductor, zapata angular y acoplante usados para la calibración de la curva Distancia – amplitud debe ser usada también para el examen de la soldadura.</p> <p>b) Ajuste (Setee) el instrumento para dar una señal del 80% sobre la pantalla de la amplitud más alta obtenida de los reflectores de calibración. Ensaye los otros reflectores de calibración con el mismo ajuste del equipo y registre o marque sobre la pantalla la altura de la indicación.</p> <p>c) Luego, use los porcentajes registrados para dibujar una curva distancia-amplitud del porcentaje de altura en la pantalla versus la profundidad o espesor, en una carta (papel) o sobre la pantalla. Durante el examen la curva distancia amplitud puede ser usada para estimar la amplitud de la indicación en porcentaje de la curva DA.</p>
5	Personal calificado	<p>Examinación</p> <p>Este procedimiento debe estar de acuerdo con la norma ASTM E164 – 97 sección 9.</p> <p>a) Los procedimientos de examen recomendados para las configuraciones de soldadura comunes se detallan en la Tabla 2 de la norma ASTM E164 – 97.</p> <p>b) Cuando más de una técnica se da para una soldadura de geometría o espesor particular, o ambos, se considera principalmente la primera, mientras que las técnicas adicionales son suplementarias y pueden adicionarse al procedimiento de inspección.</p>

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.

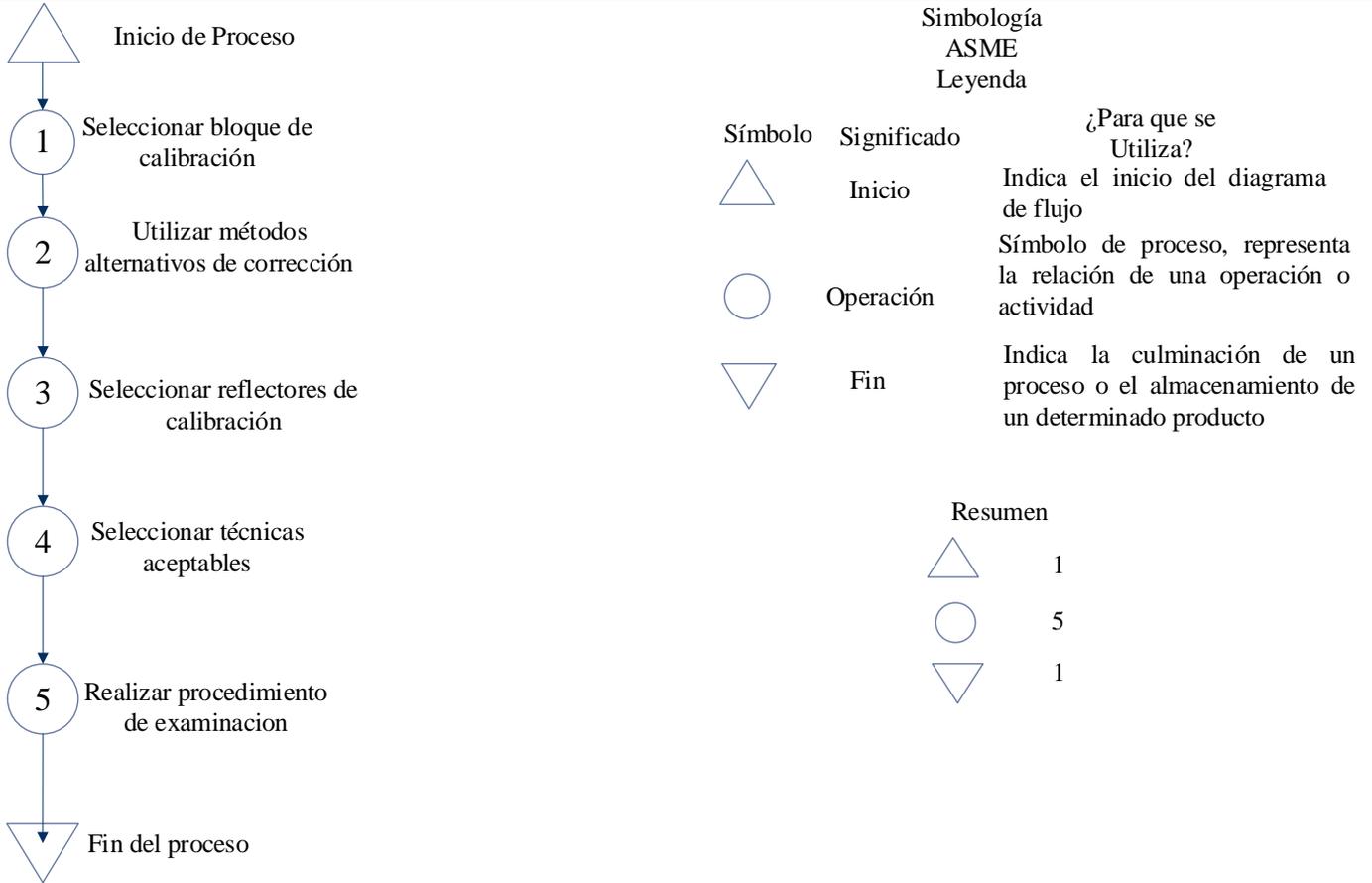


Ilustración 22. Diagrama de Flujo de Procedimiento 6



Tabla 24. Narrativa del Procedimiento 7

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	La inspección ultrasónica debe realizarse sobre la superficie mayor de la placa. La aceptación de defectos en la proximidad al extremo puede requerir la inspección desde la segunda superficie mayor. Las placas en condición de templado y revenido deben inspeccionarse después del tratamiento térmico.
2	Operador Calificado	Se recomienda una frecuencia de prueba nominal de 2.25 Mhz. El espesor, tamaño de grano, microestructura del material y naturaleza del equipo o método puede requerir una frecuencia más alta o más baja. Sin embargo, el uso de frecuencias menores a 1 Mhz se puede usar sólo de común acuerdo con el cliente. Se debe producir una señal clara y fácil de interpretar durante la inspección con estos transductores.
3	Operador Calificado	Llevar a cabo la inspección con una frecuencia y el equipo ajustado que produzca una reflexión posterior de referencia de 50% mínima a 75% máxima de la altura total de la pantalla. Una vez calibrado el equipo, realizar un barrido a lo largo de superficie de la placa por una distancia de al menos 1 vez el espesor a 150 mm (6pulg) la que sea mayor y anotar la posición de la reflexión posterior. Un cambio en la localización de la reflexión posterior durante la calibración requiere la recalibración del equipo.
4	Operador Calificado	El rastreo debe ser continuo a lo largo de las líneas de una cuadrícula de 225 mm X 225 mm (9 pulg x 9 pulg) o a opción del fabricante, el rastreo debe ser continuo a lo largo de líneas paralelas, transversales al eje mayor de la placa con una separación de 100 mm (4 pulg) una de otra o el rastreo debe ser continuo a lo largo de líneas paralelas orientadas paralelamente al eje mayor de la placa con una separación de 75 mm (3 pulg) o menos una de otra.
5	Operador Calificado	Se debe utilizar un acoplante como el agua, aceite soluble, glicerina, etc.
6	Operador Calificado	Las líneas de rastreo se deben medir desde el centro o desde una esquina de la placa. Un rastreo adicional se debe realizar a 50 mm (2 pulg) de los bordes de la placa sobre la superficie del barrido.
7	Operador Calificado	Donde se realice el rastreo por cuadrícula y se presente una pérdida completa de la reflexión posterior acompañada por indicaciones continuas que son detectadas a lo largo de una línea de una rejilla dada la superficie completa de los cuadros adyacentes a esta indicación debe ser rastreada continuamente
8	Operador Calificado	Donde se realice el rastreo por líneas paralelas y se detecte una pérdida completa de la reflexión posterior acompañada por indicaciones continuas, la superficie entera de 225mm X 225mm (9 pulg X 9 pulg) debe ser rastreada continuamente. Los límites precisos en donde exista esta condición deben establecerse en uno u otro método por la técnica siguiente: mover el transductor hacia afuera desde el centro de la discontinuidad hasta que la altura de la reflexión posterior y las indicaciones de discontinuidades sean iguales. Marcar la placa en un punto equivalente al centro del transductor. Repetir la operación hasta establecer el límite.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento para la Inspección de Placas Roladas

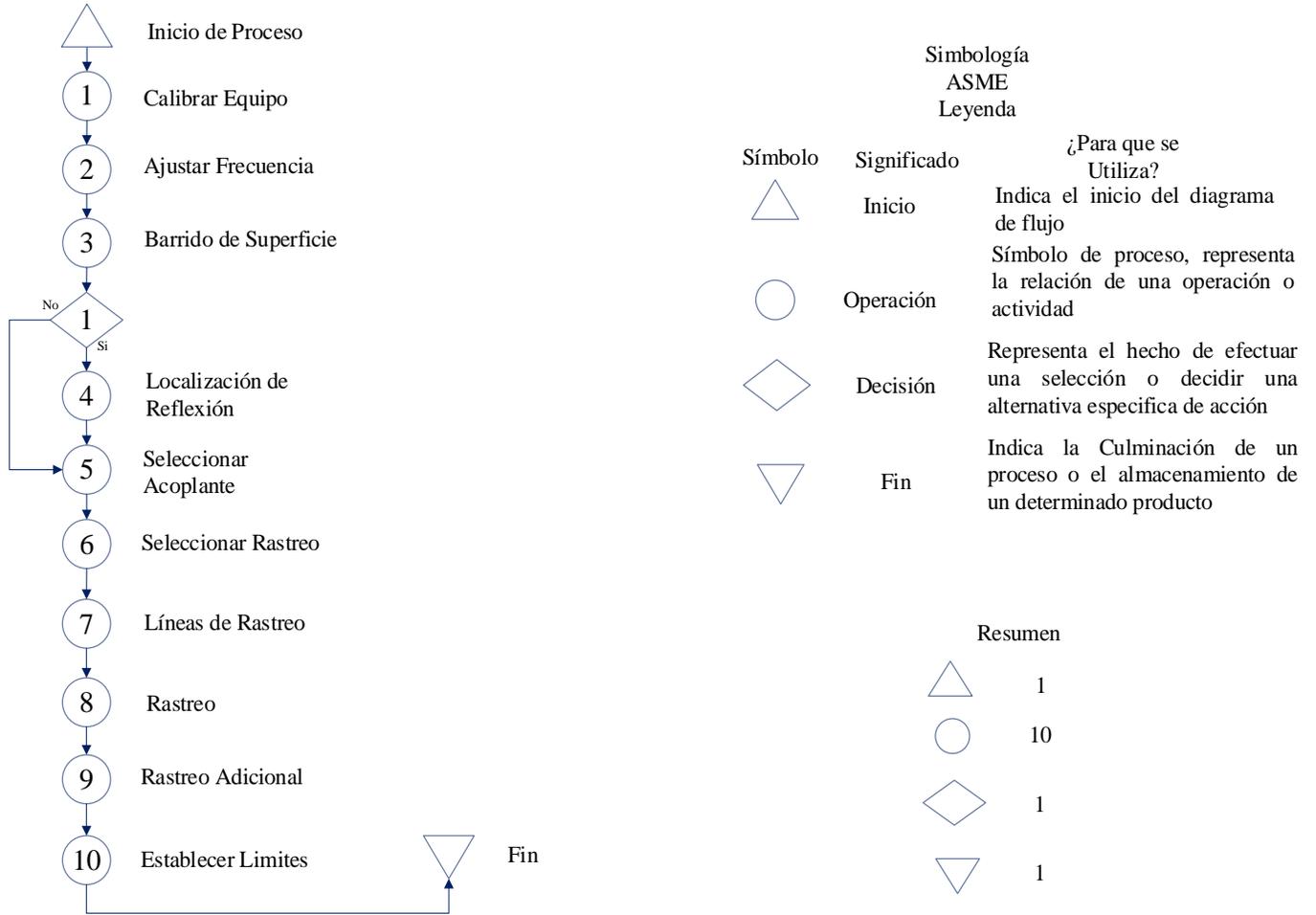


Ilustración 23. Diagrama de Flujo del Procedimiento 7



Tabla 25. Narrativa del Procedimiento 8

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Debido a que los cambios de sección y otras configuraciones locales son imposibles de examinar por ultrasonido se debe examinar tanto como sea práctico procurando que sea el mayor volumen de la forja.
2	Operador Calificado	La examinación por ultrasonido se debe hacer después del tratamiento térmico, pero antes del barrenado, corte, desbaste, ranurado o maquinado. Si la configuración de la forja requiere de un tratamiento previo para obtener las propiedades mecánicas, se puede examinar antes, pero se debe volver a examinar una vez que se realice el tratamiento final.
3	Operador Calificado	Para asegurar la completa cobertura del volumen de la forja se debe realizar un traslape en el barrido de al menos 15% en cada paso.
4	Operador Calificado	La velocidad de barrido no debe ser mayor de 152.4 mm/s (6 pulg/s).
5	Operador Calificado	Si es posible se debe efectuar el barrido de la forja en dos direcciones perpendiculares
6	Operador Calificado	Si se requiere reinspección y reevaluación se debe utilizar un equipo, transductor, frecuencia y acoplante similar al utilizado en la inspección.
7	Operador Calificado	<p>Examinación Por Haz Recto</p> <p>a) Para la examinación por haz recto se debe usar un transductor de 2.25 Mhz, hasta donde sea práctico. Sin embargo, la examinación de materiales austeníticos de grano grueso o examinaciones de grandes espesores o distancias es preferible utilizar un transductor de 1 Mhz. En muchos casos cuando se examinan materiales austeníticos de grano grueso es necesario usar frecuencias de 0.4 Mhz. Otras frecuencias se pueden usar si se desea una mejor resolución, penetración o detección de defectos.</p> <p>b) Se debe establecer la sensibilidad del equipo ya sea utilizando la reflexión de pared posterior o un patrón de referencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnica de reflexión de pared posterior. Esta calibración es aplicable a forjas con superficies paralelas. Colocar el transductor en una de las superficies y ajustar los controles del instrumento hasta obtener una reflexión de pared posterior de aproximadamente 80% de la altura total de la pantalla obtenida de la superficie opuesta de la forja. Efectuar la evaluación de las discontinuidades con el control de ganancia colocado al nivel de referencia. Se requiere una nueva calibración cuando existen cambios significantes de espesor o diámetro. Técnica utilizando un patrón de referencia. La calibración del equipo utilizando un patrón de referencia se debe realizar como lo indica el procedimiento ST-UT-001-01. <p>c) Recalibración.</p> <ul style="list-style-type: none"> Cualquier cambio de transductor, acoplante, velocidad de barrido o ajuste del equipo utilizado en la calibración, requiere una recalibración. Se debe verificar la calibración al menos cada 8 horas de operación. Cuando se presente una pérdida de 15 % o mayor en el nivel de ganancia se debe reestablecer la calibración requerida y se debe volver a examinar todo el material desde el período de calibración anterior Durante la examinación es necesario monitorear la reducción en amplitud significativa de la reflexión de pared posterior. La reducción en amplitud de la reflexión de pared posterior puede indicar no sólo la presencia de una discontinuidad sino un mal acoplamiento del transductor con la superficie de la forja, una superficie de reflexión no paralela o variaciones locales de atenuación. Es necesario verificar las áreas que usen una pérdida de la reflexión de pared posterior.



Continuación

8	Operador Calificado	<p>Examinación Por Haz Angular</p> <ul style="list-style-type: none">a) Llevar a cabo la examinación de la circunferencia de anillos y forjas huecas que tengan una longitud axial mayor de 50.8 mm (2 pulg) y una relación de diámetro exterior a interior de 2 a 1.b) Se debe utilizar un transductor de haz angular de 45° de 1 Mhz, a menos que; el espesor, la relación diámetro externo/diámetro interno o la configuración geométrica no permita que se realice una buena calibración. Para la inspección por haz angular de forjas huecas que tengan una relación diámetro externo/diámetro interno entre 2 y 1, el transductor a utilizar deberá contar con una zapata, la cual debe tener el tamaño y la forma de la sección transversal a examinar.c) La calibración del equipo utilizando un transductor de haz angular se debe realizar de acuerdo al procedimiento ST-UT-002-01d) Examinar barriendo sobre la superficie completa de manera circunferencial en dirección al sentido de las manecillas del reloj y en dirección opuesta al sentido de las manecillas del reloj, desde la superficie del diámetro exterior. Para examinar las forjas las cuales no pueden ser examinadas axialmente utilizando un transductor de haz recto se debe examinar con un transductor de haz angular efectuando un barrido en ambas direcciones axiales. Para el barrido axial se debe utilizar una esquina o una muesca en "V" de 60° en el diámetro interior y el diámetro exterior para la calibración. Estas muescas deben ser perpendiculares al eje de la forja y de las mismas dimensiones que la muesca axial
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia



Procedimiento para la Inspección de Productos Forjados, Examinación por Haz Recto

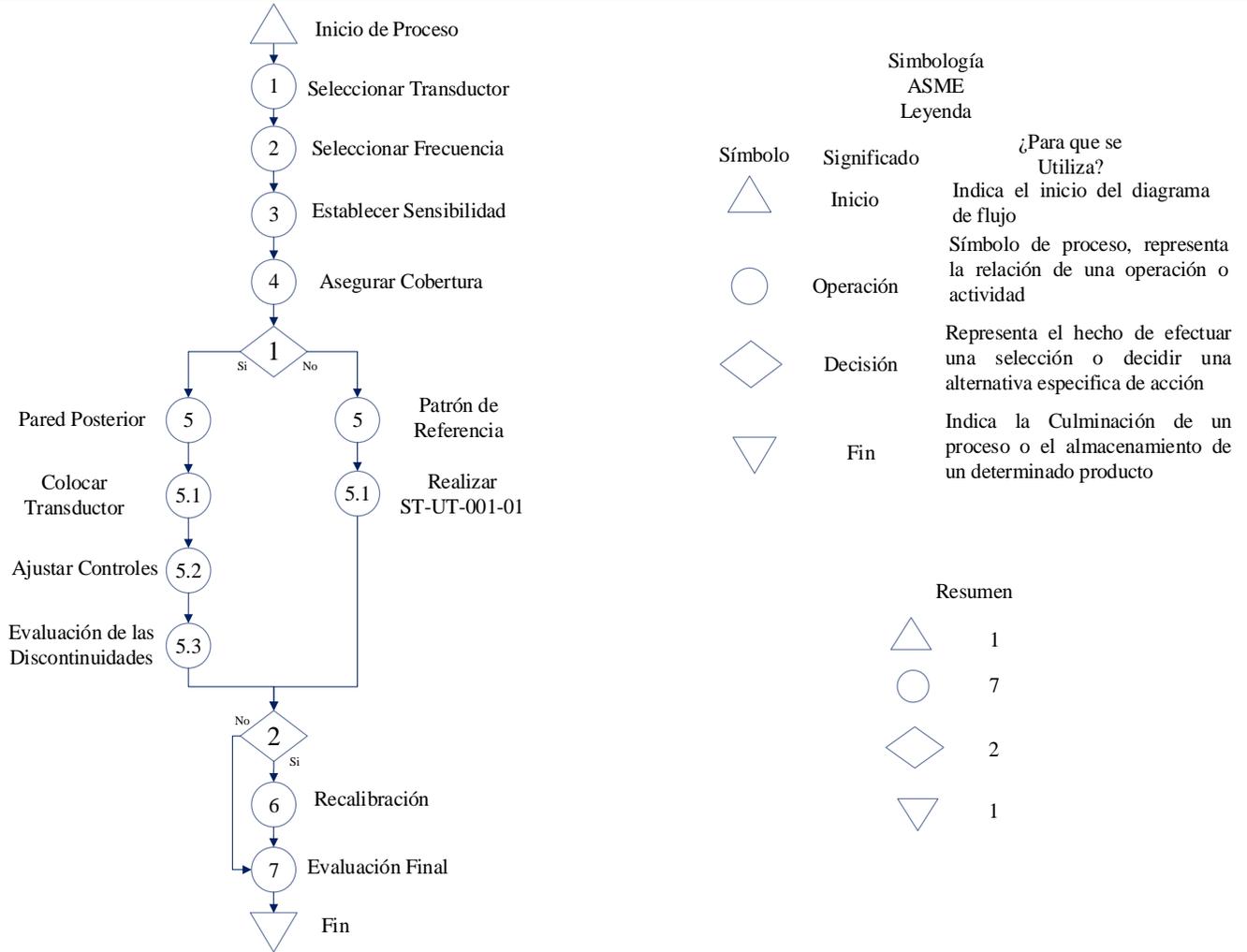


Ilustración 24. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Recto



Procedimiento para la Inspección de Productos Forjados, Examinación por Haz Angular

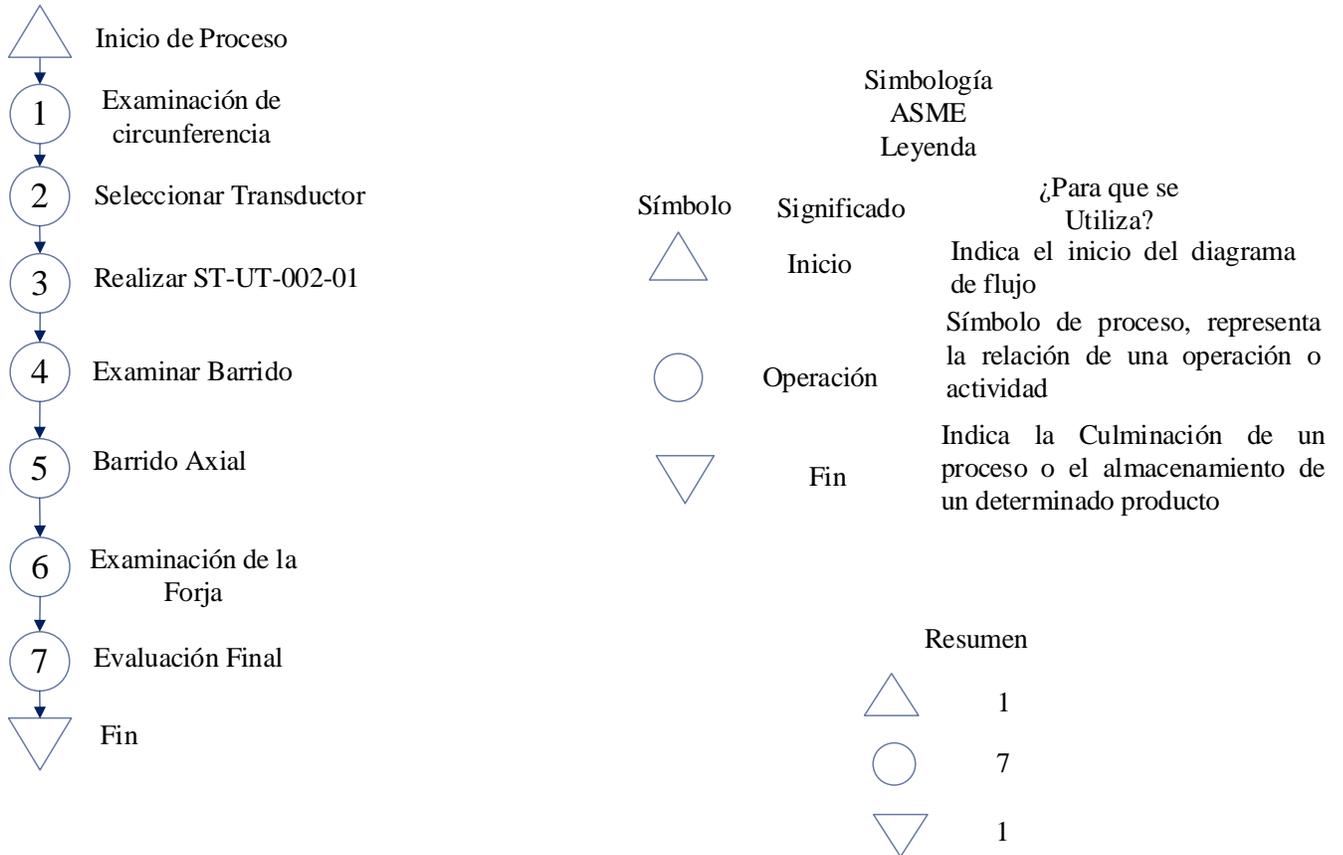


Ilustración 25. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Angular



8.2.4. Propuesta del Manual de Procedimientos

Tras los resultados alcanzados en los tres objetivos anteriores se procede a la elaboración de la propuesta del manual de procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, el cual cuenta con las debidas normas que considera la empresa que son necesarias para laborar de manera segura.

En este ítem se contempla la estructura y forma que debe presentar un manual respecto a los principios teóricos establecidos en el marco referencial y que se han tomado de referencia para el diseño de la estructura.

Finalmente se presenta el manual de procedimientos a continuación, este de forma general cuenta con su índice de contenido, introducción, objetivo, antecedentes, normativas a cumplir o marco legal y un listado de los procedimientos con su debida codificación. Luego para cada uno de los procedimientos se elaboró su estructura, la cual cuenta con su objetivo, alcance, requisitos, Sipoc (para conocer los proveedores, entradas, proceso, salida y clientes del procedimiento), una tabla de narrativa del proceso donde se detallan los pasos a seguir en ese punto, acompañado cada uno de su respectiva flujogramación donde sea utilizado la normativa ASME; y sirve para la consulta rápida y concisa del procesamiento.



“La calidad óptima decide”

**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A**

“SOLTIINSA” NICARAGUA



“La calidad óptima decide”

GERENCIA DE OPERACIONES

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA LA DETECCIÓN DE FALLAS Y
DEFECTOS MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN LOS EQUIPOS
INDUSTRIALES, PARA LA EMPRESA SOLTIINSA, 2017

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A



“La calidad óptima decide”

“SOLTIINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

Contenido

I. INTRODUCCION	83
II. Objetivo.....	84
III. Pensamiento estratégico	86
3.1. VISION	84
3.2. MISION.....	84
IV. Antecedentes	85
V. Marco Legal y Normativo.....	88
VI. Lista de procedimientos.	87
6.1. PROCEDIMIENTO 1	88
6.1.1. Aprobación y Revisión del Procedimiento.....	90
6.1.2. Objetivo del Procedimiento.....	91
6.1.3. Alcance.....	91
6.1.5. Requerimientos.....	92
6.1.6. Narrativa del proceso	93
6.1.7. Diagrama de flujo.....	95
6.2. PROCEDIMIENTO 2	96
6.2.1. Aprobación y revisión del procedimiento	98
6.2.2. Objetivo del procedimiento.....	99
6.2.3. Alcance.....	99
6.2.4. Requisitos	99
6.2.5. Requerimientos.....	100
6.2.6. Narrativa del proceso	101
6.2.7. Diagrama de flujo.....	103
6.3. PROCEDIMIENTO 3	104
6.3.1. Aprobación y revisión del procedimiento	106
6.3.2. Objetivo del procedimiento.....	107
6.3.3. Alcance.....	107



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A



“La calidad óptima decide”

“SOLTIINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

6.3.4.	Requisitos	107
6.3.5.	Requerimientos.....	108
6.3.6.	Narrativa del proceso	109
6.3.7.	Diagrama de flujo.....	111
6.4.	PROCEDIMIENTO 4	112
6.4.1.	Aprobación y revisión del procedimiento	114
6.4.2.	Objetivo del procedimiento	115
6.4.3.	Alcance.....	115
6.4.4.	Requisitos	115
6.4.5.	Requerimientos.....	116
6.4.6.	Narrativa Del Proceso	117
6.4.7.	Diagrama de flujo.....	120
6.5.	PROCEDIMIENTO 5	123
6.5.1.	Aprobación y revisión del procedimiento	125
6.5.2.	Objetivo del procedimiento	126
6.5.3.	Alcance.....	126
6.5.4.	Requisitos del Personal	126
6.5.5.	Requerimientos.....	127
6.5.6.	Narrativa de Extension de la Prueba	128
6.5.7.	Narrativa de Calibración de la Prueba.....	129
6.5.8.	Narrativa del proceso	130
6.5.9.	Diagrama de flujo.....	133
6.6.	PROCEDIMIENTO 6	134
6.6.1.	Aprobación y revisión del procedimiento	136
6.6.2.	Objetivo del procedimiento	137
6.6.3.	Alcance.....	137
6.6.4.	Requisitos	138



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A



“SOLTIINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

6.6.5.	Criterios de Aceptación y Rechazo	139
6.6.6.	Requerimientos Generales de Inspección.....	140
6.6.7.	Requerimientos.....	144
6.6.8.	Narrativa del proceso	145
6.6.9.	Diagrama de flujo.....	147
6.7.	PROCEDIMIENTO 7	148
6.7.1.	Aprobación y revisión del procedimiento	150
6.7.2.	Objetivo del procedimiento	151
6.7.3.	Alcance.....	151
6.7.4.	Requisitos del Personal	151
6.7.5.	Requerimientos.....	152
6.7.6.	Condiciones de Prueba	153
6.7.7.	Criterios de Aceptación de la Inspección	153
6.7.8.	Narrativa del Proceso	154
6.7.9.	Diagrama de flujo.....	156
6.8.	PROCEDIMIENTO 8	157
6.8.1.	Aprobación y revisión del procedimiento	159
6.8.2.	Objetivo del procedimiento	160
6.8.3.	Alcance.....	160
6.8.4.	Requisitos del Personal	160
6.8.5.	Requerimientos.....	161
6.8.6.	Narrativa de Preparacion de las Piezas para Examinacion.....	162
6.8.7.	Narrativa del proceso	163
6.8.8.	Diagrama de flujo.....	165



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A



“SOLTINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

I. INTRODUCCION

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, elásticas, emisión de partículas subatómicas, capilaridad, absorción y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable a la muestra examinada. Por eso surge una necesidad de la elaboración de un manual de procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en los equipos industriales.

En la actualidad existen distintos tipos de ensayos no destructivos por lo cual este manual abordara los procedimientos que se desarrollan para la detección de fallas y defectos mediante Ultrasonido.



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A



“SOLTINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

II. Objetivo

Elaborar manual de procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en los equipos industriales, para la empresa SOLTINSA.

III. Pensamiento Estratégico

3.1. VISION

Ser reconocida a nivel nacional e internacional como una empresa líder por la calidad de nuestro trabajo, la preparación de nuestro personal y la capacidad de transmitir los conocimientos necesarios para el éxito de las empresas que atendemos.

3.2. MISION

Ofrecer a nuestros clientes soluciones efectivas basadas en servicio oportuno, innovador, guiado por los estándares internacionales y/o científicamente fundamentado y de buena relación precio – valor; que nos diferencien y nos lleven a mantener un liderazgo en el mercado.



SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA S.A

“SOLTIINSA” NICARAGUA



“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

IV. Antecedentes

Soluciones Técnicas Integrales para la Industria S.A (SOLTIINSA) es una sociedad anónima la cual fue fundada por tres socios y surge en el 2013. Es una empresa la cual tiene como propósito y objetivo principal, el de brindar un servicio de mantenimiento a las industrias nicaragüenses.

Cabe recalcar que las empresas hoy en día demandan un servicio de mantenimiento predictivo, lo cual mantenga sus equipos en un estado óptimo, seguro y a la vez detectar fallas antes de que estos pueden presentar una falla. Por lo tanto, bajo esta necesidad se creó SOLTIINSA para brindar una respuesta a esta demanda existente en las industrias además de que resultó ser una oportunidad de empleo en esta área.

SOLTIINSA es la única empresa que brinda este tipo de servicio por lo tanto la convierte en una empresa con grandes posibilidades de crecimiento o expansión por ser pionera en brindar este tipo de servicio que está siendo de mucha utilidad para las empresas en Nicaragua.



**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A**



“SOLTIINSA” NICARAGUA

“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

V. Marco Legal y Normativo.

El servicio de SOLTIINSA se rige bajo un sin número de normas en sus procedimientos sirviendo como base, para que sus procesos sean de calidad y de más confiabilidad. Por lo tanto, a continuación, se mencionan las normas más relevantes a como son (ver tabla 1):

Tabla 1. Marco legal y normativo

Ley	Número del Artículo	Lo que establece la Ley
ISO	9001-2015	Elaboración de un manual de procedimiento
	9000	Mantenimiento industrial
	8501	Grados de oxidación sobre el acero
	2400	Pruebas no destructivas
	55000	Gestión de mantenimiento
ASME	B31.1	Enfatiza en los temas más importantes, referidos a Diseño, Selección de materiales, y componentes de tubería, Fabricación, Instalación, Inspección y Ensayos.
	SECCION 5	Pruebas no destructivas
ASTM	E2544-09	Determinar si se acepta o rechaza los criterios de calidad en los procedimientos de ultrasonidos.
	E1324-11	Ofrece instrucciones en el mantenimiento, calibración del mantenimiento de los circuitos de los instrumentos.
	E114-10	Explica la técnica de la práctica de ultrasonido pulso–eco
	E317	Evaluación de Características de rendimiento de Ultrasonidos pulso-eco medios de verificación y Sistemas sin el uso de instrumentos de medición electrónicos.
	E164 - 97	Práctica estándar para el examen por contacto ultrasónico de soldadura.
	E543	Especificaciones para Organismos que realizan pruebas no destructivas
ASNT: 4	SNT-TC-1 ^a	Práctica Recomendada para Calificación del Personal y Certificación de Ensayos No Destructivos.

Fuente: Elaboración propia



**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A**



"SOLTIINSA" NICARAGUA

"La calidad óptima decide"

"La calidad óptima decide"

VI. Lista de procedimientos.

Los procedimientos realizados en la empresa SOLTIINSA para la detección de fallas y defectos, en los equipos industriales mediante ensayos no destructivos, se mira reflejado cada uno de ellos a continuación. (Ver tabla 2)

Tabla 2. Lista de procedimiento en equipos industriales mediante ensayos no destructivos.

Procedimiento	Código
1. Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Recto.	ST-UT-001-01
2. Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular.	ST-UT-002-01
3. Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	ST-UT-003-01
4. Procedimiento para la Verificación de Calibración del Equipo Ultrasónico.	ST-UT-004-01
5. Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas.	ST-UT-005-01
6. Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	ST-UT-006-01
7. Procedimiento General para la Inspección Ultrasónica de Placas Roladas.	ST-UT-007-01
8. Procedimiento General para la Inspección Ultrasónica de Productos Forjados.	ST-UT-008-01

Fuente: Elaboración Propia

SOLTEINSA

6.1. PROCEDIMIENTO 1



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO ULTRASÓNICO POR EL
MÉTODO DE CONTACTO CON TRANSDUCTOR DE HAZ RECTO

ST-UT-001-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento De Calibración De Equipo Ultrasónico Por El Método De Contacto Con Transductor De Haz Recto	24/10/2017
		ST-UT-001-01
		Versión 1.0
		pág. 14

6.1.1. Aprobación y Revisión del Procedimiento

Tabla 3. Matriz de validación de procedimiento 1

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento De Calibración De Equipo Ultrasónico Por El Método De Contacto Con Transductor De Haz Recto	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.1.2. Objetivo del Procedimiento

Establecer los pasos necesarios para llevar a cabo la calibración del equipo ultrasónico por el método de contacto con transductor de haz recto.

6.1.3. Alcance

- Este procedimiento es una guía para calibrar el equipo ultrasónico por el método de contacto con transductor de haz recto.
- Este procedimiento puede ser aplicable a otro tipo de equipos de características y controles similares al USL-48.

6.1.4. Requisitos

- **Requisitos del Personal**
 - El personal que lleve a cabo la calibración del equipo ultrasónico deberá ser personal calificado y certificado como nivel I ó II en el método de ultrasonido.
- **Requisitos del Calibración**
 - Para llevar a cabo la calibración se requiere que el equipo ultrasónico cumpla con los requerimientos establecidos en el procedimiento ST-UT-004-01

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento De Calibración De Equipo Ultrasónico Por El Método De Contacto Con Transductor De Haz Recto	24/10/2017
		ST-UT-001-01
		Versión 1.0
		pág. 16

6.1.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	06/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento de Calibración con Transductor de Haz Recto			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Recepción de Equipo	N/A	SOLTIINSA
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Revisar Equipo Ultrasónico	Equipo Revisado	N/A
N/A	Equipo Revisado	Calibración	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Equipo Calibrado	Comenzar Procesos	N/A	SOLTIINSA

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento De Calibración De Equipo Ultrasónico Por El Método De Contacto Con Transductor De Haz Recto	24/10/2017
		ST-UT-001-01
		Versión 1.0
		pág. 17

6.1.6. Narrativa del proceso

Tabla 4. Descripción de las Actividades del Procedimiento 1

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conecte el transductor en el conector transmisor (TRANSMIT-7)
2	Operador Calificado	Conecte el selector p/e-dual, en p/e (P/E-DUAL-6).
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia con el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SWEEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Colocar el transductor en el bloque de calibración y adicionarle acoplante en la zona de contacto, además suministrar sensibilidad al equipo para que se visualicen las señales, con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho "pasto" o interferencia eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si se requiere ajustar la sensibilidad y resolución utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la primera señal con el control de retardo (DELAY-33) y amplificarla (80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
11	Operador Calificado	Localizar la primera y segunda señal con el control de retardo (DELAY-33)
12	Operador Calificado	Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
13	Operador Calificado	Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en que deben aparecer. Esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo variable (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante
Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales

MPDFDMEDEI

Procedimiento De Calibración De Equipo Ultrasónico Por El Método De
Contacto Con Transductor De Haz Recto

24/10/2017

ST-UT-001-01

Versión 1.0

pág. 18

Continuación

14	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración se obtiene el primer eco del reflector correspondiente, colocando su amplitud a una determinada altura (nivel de referencia), para ello se utilizan los controles de ganancia (GAIN 8,10,12,14).
15	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
16	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el sector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en off
17	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis y se puede localizar en el diagrama anexo.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.1.7. Diagrama de flujo

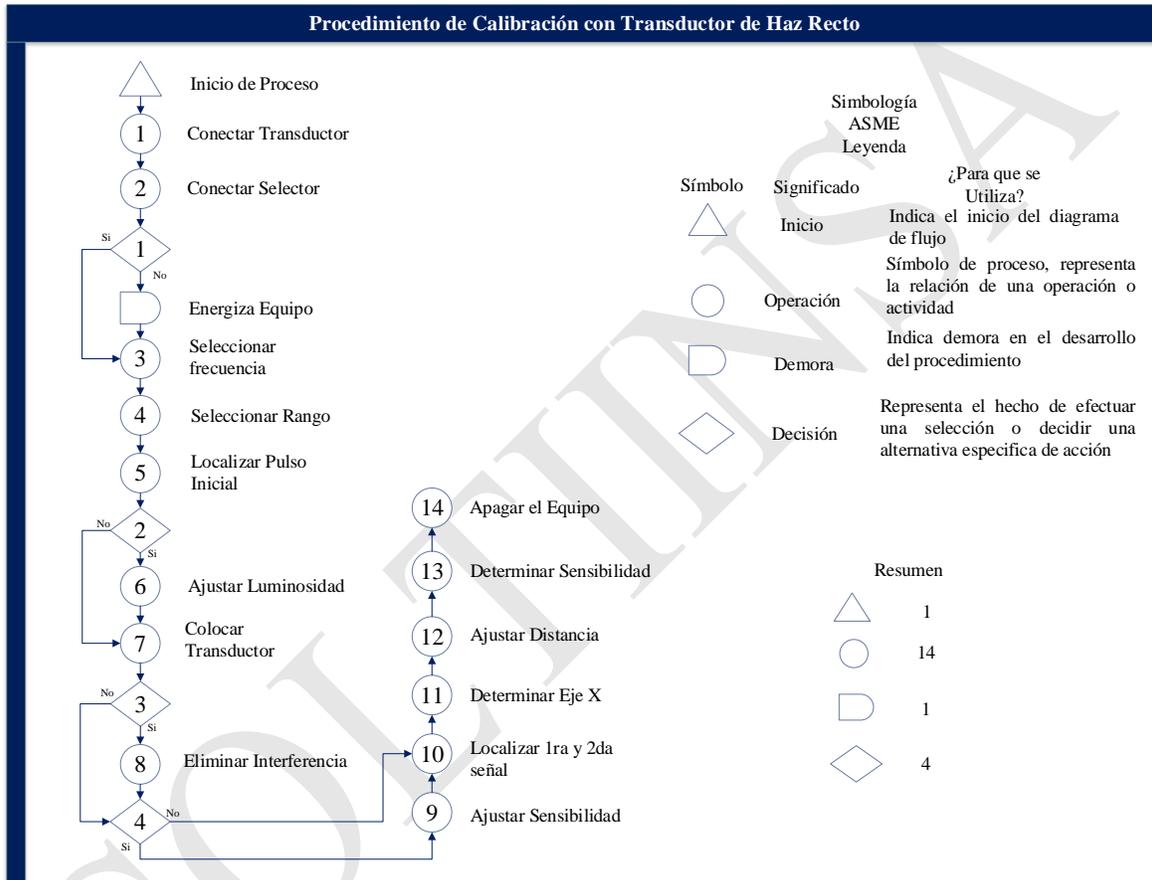


Ilustración 1. Diagrama de Flujo del Procedimiento 1

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

6.2. PROCEDIMIENTO 2



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO ULTRASÓNICO POR EL
MÉTODO DE CONTACTO CON TRANSDUCTOR DE HAZ ANGULAR.

ST-UT-002-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular.	24/10/2017
		ST-UT-002-01
		Versión 1.0
		pág. 22

6.2.1. Aprobación y revisión del procedimiento

Tabla 5. Matriz de validación de procedimiento 2

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular.	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.2.2. Objetivo del procedimiento

Establecer los pasos necesarios para llevar a cabo la calibración del equipo ultrasónico por el método de contacto con transductor de haz angular.

6.2.3. Alcance

- Este procedimiento es una guía para calibrar el equipo ultrasónico por el método de contacto con transductor de haz angular.
- Este procedimiento se aplica para calibrar un equipo ultrasónico.

6.2.4. Requisitos

• Requisitos del Personal

- El personal que lleve a cabo la calibración del equipo ultrasónico deberá ser personal calificado y certificado como nivel I o II en el método de ultrasonido.

• Requisitos del Calibración

- Para llevar a cabo la calibración se requiere que el equipo ultrasónico cumpla con los requerimientos establecidos en el procedimiento ST-UT-004-01
- No se podrán utilizar transductores que tengan una variación de ± 2 grados de los especificados en el mismo.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular	24/10/2017
		ST-UT-002-01
		Versión 1.0
		pág. 24

6.2.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	10/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento de Calibración con Transductor de Haz Angular.			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Recepción de Equipo	N/A	SOLTIINSA
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Revisar Equipo Ultrasónico	Equipo Revisado	N/A
N/A	Equipo Revisado	Calibración	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Equipo Calibrado	Comenzar Procesos	N/A	SOLTIINSA

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor de Haz Angular	24/10/2017
		ST-UT-002-01
		Versión 1.0
		pág. 25

6.2.6. Narrativa del proceso

Tabla 6. Descripción de Actividades del Procedimiento 2

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conecte el transductor angular en el conector transmisor (TRANSMIT-7).
2	Operador Calificado	Conecte el selector p/e-dual, en p/e (P/E-DUAL-6).
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia con el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Verificar el ángulo de incidencia del transductor adicionándole acoplante y colocándolo en la posición B o C del patrón IIW Tipo 1 ó tipo 2, o en la posición K del patrón DSC (ver diagramas en los anexos 8.2 y 8.3), además de proporcionarle sensibilidad al equipo para visualizar la señal con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho “pasto” o interferencia eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si se requiere ajustar la sensibilidad y resolución utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la 1ª. Señal de reflexión con el control de retardo variable (DELAY-33) y ajustar su amplitud (80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (DELAY-33).
11	Operador Calificado	Maximizar la señal obtenida para verificar el punto de salida del haz ultrasónico.
12	Operador Calificado	Para calibrar por distancia seguir los siguientes pasos: f) Colocar el transductor en la posición D del patrón IIW Tipo 1 o tipo 2, en la posición J o L del patrón DSC g) Localizar la 1ª. Y la 2ª. Señal con el control de retardo variable (DELAY-33). h) Ajustar la amplitud de las señales (1ª. Señal al 80% de ATP \pm 5%) con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14). i) Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

-	-	j) Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en que deben aparecer. Esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo variable (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.
13	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración se procede como sigue: e) Se coloca el transductor en la posición A del patrón IIW Tipo 1 o Tipo 2, o en la posición K del patrón DSC, esto se hace para tomar como referencia el barreno del patrón. f) Desplazar el transductor hacia delante y hacia atrás para obtener la máxima amplitud de la reflexión del agujero. g) Usando los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14) ajustar la amplitud de la señal al nivel de referencia seleccionado. h) Pueden ser utilizados otros blocks de calibración para determinar la sensibilidad (Básico ASME, etc.).
14	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
15	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el sector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en off.
16	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.2.7. Diagrama de flujo

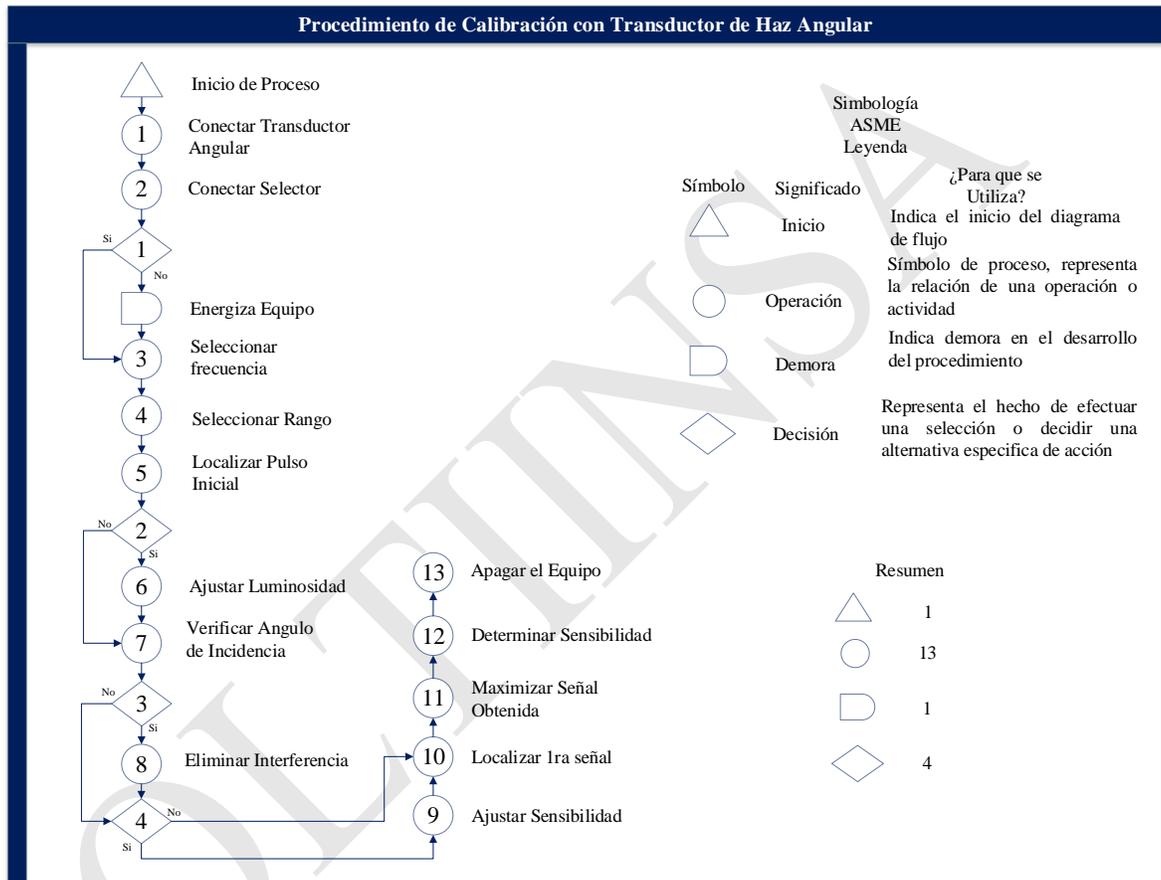


Ilustración 2. Diagrama de Flujo Procedimiento 2

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

6.3. PROCEDIMIENTO 3



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPO ULTRASÓNICO POR EL
MÉTODO DE CONTACTO CON TRANSDUCTOR DUAL.

ST-UT-003-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	24/10/2017
		ST-UT-003-01
		Versión 1.0
		pág. 30

6.3.1. Aprobación y revisión del procedimiento

Tabla 7. Matriz de validación de procedimiento 3

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	24/10/2017
		ST-UT-003-01
		Versión 1.0
		pág. 31

6.3.2. Objetivo del procedimiento

Establecer los pasos necesarios para llevar a cabo la calibración del equipo ultrasónico pulso-eco por el método de contacto con transductor dual.

6.3.3. Alcance

- Este procedimiento es una guía para calibrar el equipo ultrasónico pulso-eco por el método de contacto con transductor dual.
- Este procedimiento se aplica para calibrar el equipo ultrasónico marca.
- Este procedimiento puede ser aplicable a otros equipos de ultrasonido.

6.3.4. Requisitos

• Requisitos del Personal

- El personal que lleve a cabo la calibración del equipo ultrasónico deberá ser personal calificado y certificado como nivel I o II en el método de ultrasonido.

• Requisitos de calibración

- Para llevar a cabo la calibración se requiere que el equipo ultrasónico cumpla con los requerimientos establecidos en el procedimiento ST-UT-001-01.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	24/10/2017
		ST-UT-003-01
		Versión 1.0
		pág. 32

6.3.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	05/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Recepción de Equipo	N/A	SOLTIINSA
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Revisar Equipo Ultrasónico	Equipo Revisado	N/A
N/A	Equipo Revisado	Proceso Calibración	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Equipo Calibrado	Comenzar Procesos	N/A	SOLTIINSA

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	24/10/2017
		ST-UT-003-01
		Versión 1.0
		pág. 33

6.3.6. Narrativa del proceso

Tabla 8. Descripción de Actividades del Procedimiento 3

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Conectar el transductor dual; la terminal emisora conectarla en el conector transmisor (TRANSMIT-7) y la terminal receptora en el conector receptor (RECEIVE-5).
2	Operador Calificado	El selector p/e-dual debe colocarse en dual (P/E-DUAL-6) ya que se va a utilizar un transductor de doble cristal.
3	Operador Calificado	Energizar el equipo y seleccionar la frecuencia de calibración con el selector de frecuencia (FREQ. SELECT-11).
4	Operador Calificado	Seleccionar el rango grueso (SEP COARSE-35) de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
5	Operador Calificado	Utilizar el control de retardo (DELAY-33) para localizar el pulso inicial y llevarlo a cero en el eje X de la pantalla.
6	Operador Calificado	Si es necesario ajustar la luminosidad de la pantalla con el control de foco (FOCUS-32).
7	Operador Calificado	Colocar el transductor en el bloque de calibración y adicionarle acoplante en la zona de contacto, además suministrar sensibilidad al equipo para visualizar las señales con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
8	Operador Calificado	Si hay mucho “pasto” o interferencia, eliminarlo con el control de rechazo (REJ-3) pero se recomienda mantener este control al mínimo o no usarlo. Para efectos de evaluación se debe usar el mismo grado de control de rechazo que se utilizó en la calibración.
9	Operador Calificado	Si requiere ajustar la sensibilidad y resolución, utilice el control de amortiguamiento (DAMP-4), pero de preferencia este control colóquelo en la posición FIX ya que proporciona un amortiguamiento constante.
10	Operador Calificado	Localizar la 1ª. y 2ª. Señal con el control de retardo (DELAY-33) y amplificar la primera al 80% de ATP $\pm 5\%$ con cualquiera de los controles de ganancia (GAIN-8,10,12,14).
11	Operador Calificado	Dimensionar el eje X de la pantalla de acuerdo a la calibración que se va a llevar a cabo.
12	Operador Calificado	Ajustar la distancia entre las señales para colocarlas en el lugar en el que debe aparecer, esto se hace con los controles de rango fino (FINE-34) y el control de retardo (DELAY-33) hasta establecer la calibración que fue seleccionada.
13	Operador Calificado	Verificar la calibración en otra sección diferente a la que se utilizó, pero del mismo material y ajustar según sea necesario.
14	Operador Calificado	Repetir paso 12 y 13 hasta que se establezca la calibración seleccionada.
15	Operador Calificado	Para determinar la sensibilidad de calibración, se obtiene el eco del reflector correspondiente, colocando su amplitud a una determinada altura (nivel de referencia), para ello se utilizan los controles de ganancia (GAIN-8,10,12, 14).

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento de Calibración de Equipo Ultrasónico por el Método de Contacto con Transductor Dual.	24/10/2017
		ST-UT-003-01
		Versión 1.0
		pág. 34

Continuación		
16	Operador Calificado	Si cuando se está calibrando o inspeccionando se enciende el indicador de batería baja (LOW BATT-9) se deben cambiar baterías o conectar el equipo a corriente mediante un eliminador.
17	Operador Calificado	Para apagar el equipo use el selector de frecuencia (FREQ SELECT-11) colocándolo en OFF.
18	Operador Calificado	La identificación de los controles se encuentra entre paréntesis y se puede localizar de manera sencilla en el equipo.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.3.7. Diagrama de flujo

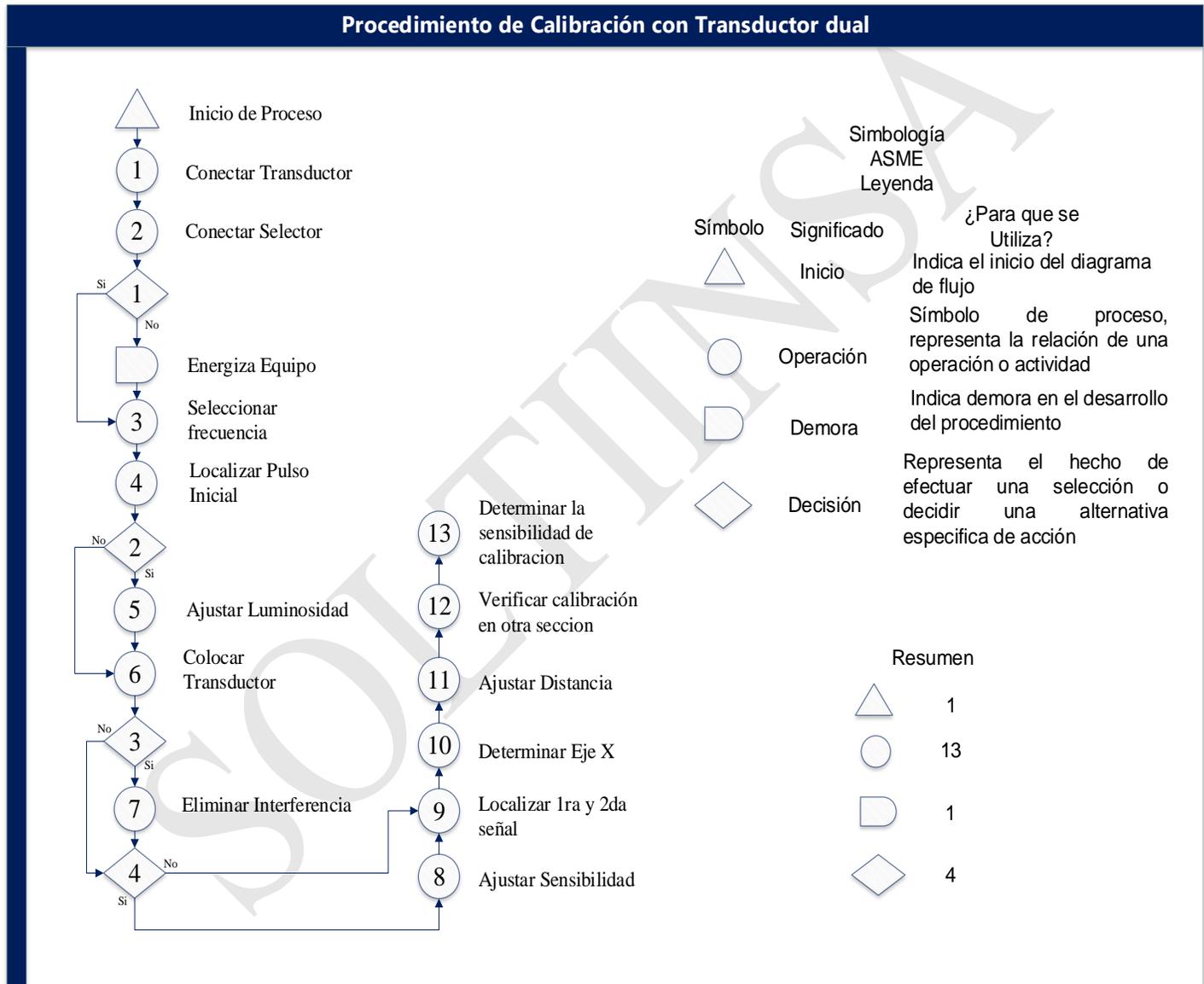


Ilustración 3. Diagrama de Flujo Procedimiento 3

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

SOLTEINSA

6.4. PROCEDIMIENTO 4



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO PARA LA VERIFICACIÓN DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO
ULTRASÓNICO.

ST-UT-004-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.	24/10/2017
		ST-UT-004-01
		Versión 1.0
		pág. 38

6.4.1. Aprobación y Revisión del Procedimiento

Tabla 9. Matriz de validación de procedimiento 4

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.	24/10/2017
		ST-UT-004-01
		Versión 1.0
		pág. 39

6.4.2. Objetivo del procedimiento

Establecer los pasos necesarios para evaluar un sistema de prueba ultrasónico pulso-eco.

6.4.3. Alcance

- Este procedimiento es una guía para evaluar las siguientes características de funcionamiento del sistema de prueba ultrasónico pulso-eco:
 - Límite de la linealidad horizontal
 - Límite de la linealidad vertical
 - Límite del control de amplitud
- Pueden ser evaluados sistemas de prueba ultrasónico con presentación A (A-SCAN).
- Este procedimiento es aplicable a sistemas de prueba ultrasónicos pulso-eco por el método de contacto.

6.4.4. Requisitos

- **Requisitos del Personal**
 - El personal que realice la verificación de calibración del equipo ultrasónico deberá estar calificado y certificado como inspector nivel I o II en el método de ultrasonido.
- **Requisitos de prueba**
 - Se debe utilizar el mismo acoplante que se utiliza durante las inspecciones.
 - Cuando se tengan listas las condiciones de prueba, coloque un objeto pesado sobre la parte superior del palpador, para evitar que la señal varíe por cambios de presión.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.	24/10/2017
		ST-UT-004-01
		Versión 1.0
		pág. 40

6.4.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	15/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Gerente General	Equipo Ultrasónico	Recepción de Equipo	N/A	SOLTIINSA
Gerente General	Equipo recepcionado	Proceso de calibración	Equipo calibrado	N/A
N/A	Equipo calibrado	Verificar proceso de Calibración	Proceso verificado	N/A
N/A	Proceso verificado	Comenzar Procesos	N/A	SOLTIINSA

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la verificación de calibración del equipo ultrasónico.	24/10/2017
		ST-UT-004-01
		Versión 1.0
		pág. 41

6.4.6. Narrativa Del Proceso

Tabla 10. Descripción de Actividades del procedimiento 4, Linealidad Horizontal

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el espesor de 25.4 (1 pulg) del bloque de calibración IIW y obtenga en la pantalla II ecos de reflexión sin interferencia
2	Personal calificado	Con los controles de retardo variable y rango, coloque la tercera y novena señal en las divisiones del 20% y 80% respectivamente de la escala horizontal de la pantalla
3	Personal calificado	Ajuste con el control de ganancia las señales aproximadamente al 50% de la altura de la pantalla antes de leer su posición. (La altura de la pantalla no debe ser menor al 50%)
4	Personal calificado	Leer y registrar en un formato de reporte, las desviaciones en % del total de la pantalla de las posiciones de los ecos múltiples. Las lecturas deben efectuarse con la mayor precisión posible.
5	Personal calificado	Grafique el número de ecos contra su posición en la pantalla para mostrar la linealidad horizontal del instrumento.
6	Personal calificado	calcule la desviación de la linealidad para cada punto de lectura
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: El límite de linealidad horizontal tiene significado cuando la profundidad de una discontinuidad es requerida. Cuando un instrumento no tiene linealidad horizontal es posible cometer errores al evaluar los espesores de un material o la profundidad de una indicación.

Tabla 11. Descripción de Actividades del procedimiento 4, Linealidad Vertical

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el bloque de calibración IIW dirigiendo el haz ultrasónico hacia la ranura de resolución de tal manera que se obtengan tres señales, empleándose para la verificación sólo dos, las que más convengan. Pudiéndose emplear la correspondiente al espesor de 4 pulgadas y la ranura, o colocar el palpador en el bloque DS en la cara A para obtener dos señales.
2	Personal calificado	Coloque una señal al 60% de la altura de la pantalla y ajuste la segunda señal seleccionada al 30% mediante un ligero movimiento del palpador. Las amplitudes de las señales deberán tener una relación de 2:1. Para obtener la condición mencionada se pueden utilizar los controles de amortiguamiento y ganancia, pero no el de rechazo.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

3	Personal calificado	Una vez obtenida la relación de amplitudes de 2:1, se deben mantener fijos el palpador y el control de amortiguamiento.
4	Personal calificado	Con el control de ganancia final ajuste la señal más alta (A_1) al 50% de la altura de la pantalla y anote el porcentaje de la amplitud de la otra señal (A_s)
5	Personal calificado	Realice el paso anterior reduciendo la amplitud de la señal más alta al 40% y registre el valor en porcentaje de la señal más pequeña y así sucesivamente en decrementos del 10% hasta que la señal más alta llegue a una altura del 10% de la pantalla
6	Personal calificado	Coloque nuevamente la señal más alta al 60% de la pantalla y aumente en rangos del 10% hasta llegar al 100% de la altura de la pantalla. En cada paso registre el porcentaje de amplitud de la señal más pequeña.
7	Personal calificado	El registro de resultados se debe realizar en el formato anexo.
8	Personal calificado	Grafique los valores en un plano de ejes cartesianos donde el eje de las coordenadas represente el porcentaje de la amplitud más alta (A_1) y el eje de las abscisas el porcentaje de la amplitud de la señal más pequeña (A_2).
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: La linealidad vertical tiene significado cuando las amplitudes de las señales van a ser determinadas para la evaluación de discontinuidades y la aplicación de los criterios de aceptación-rechazo.

Tabla 12. Descripción de las Actividades del procedimiento 4, Precisión del Control de Amplitud

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Coloque el palpador sobre el espesor de 25.4 mm (1 pulg) en el bloque de calibración IIW y calibre el sistema de prueba de tal manera que se obtenga una indicación en la escala media horizontal de la pantalla
2	Personal calificado	Ajuste con el control de ganancia la señal aproximadamente al 60% de la altura de la pantalla.
3	Personal calificado	Coloque el atenuador externo y registre la posición del mismo (decibeles de ganancia o decibeles de atenuación).
4	Personal calificado	Aumente la ganancia del equipo en el incremento más pequeño recomendable y agregue suficiente atenuación externa para regresar la indicación al 60% de la altura de la pantalla

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

5	Personal calificado	Con incrementos del atenuador de un decibel o menores, la amplitud debe encontrarse siempre entre el 56% y 64% de la altura total de la pantalla cuando el paso usado es correcto.
6	Personal calificado	Registre las posiciones del control de ganancia y el atenuador externo.
7	Personal calificado	Vuelva a realizar el procedimiento hasta que el rango completo del control del equipo haya sido verificado.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia.

Nota: Cuando se van a realizar mediciones cuantitativas de las señales de amplitud por comparación contra una indicación de referencia, el uso correcto de los controles de ganancia calibrados es necesario cuando la relación de amplitudes difiere significativamente de la armonía. Por esto se asume que los controles son calibrados en unidades convencionales de decibeles.

Tabla 13. Descripción de las Actividades de Evaluación

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	LINEALIDAD HORIZONTAL. La desviación de la linealidad horizontal no debe ser mayor de 1% de la escala horizontal de la pantalla y de 2% de la escala horizontal de la pantalla si el instrumento no cuenta con graduaciones menores.
2	Personal calificado	LINEALIDAD VERTICAL El instrumento debe proporcionar una linealidad vertical de $\pm 1\%$ para $A_1 = 60\%$ y $A_2 = 30\%$ y $\pm 6\%$ en los extremos de la gráfica.
3	Personal calificado	PRECISION DEL CONTROL DE AMPLITUD. La desviación del control de ganancia del equipo con respecto al atenuador externo no debe ser mayor de 1% o de 2% si el equipo no cuenta con graduaciones menores.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.4.7. Diagrama de flujo

- **Linealidad Horizontal**

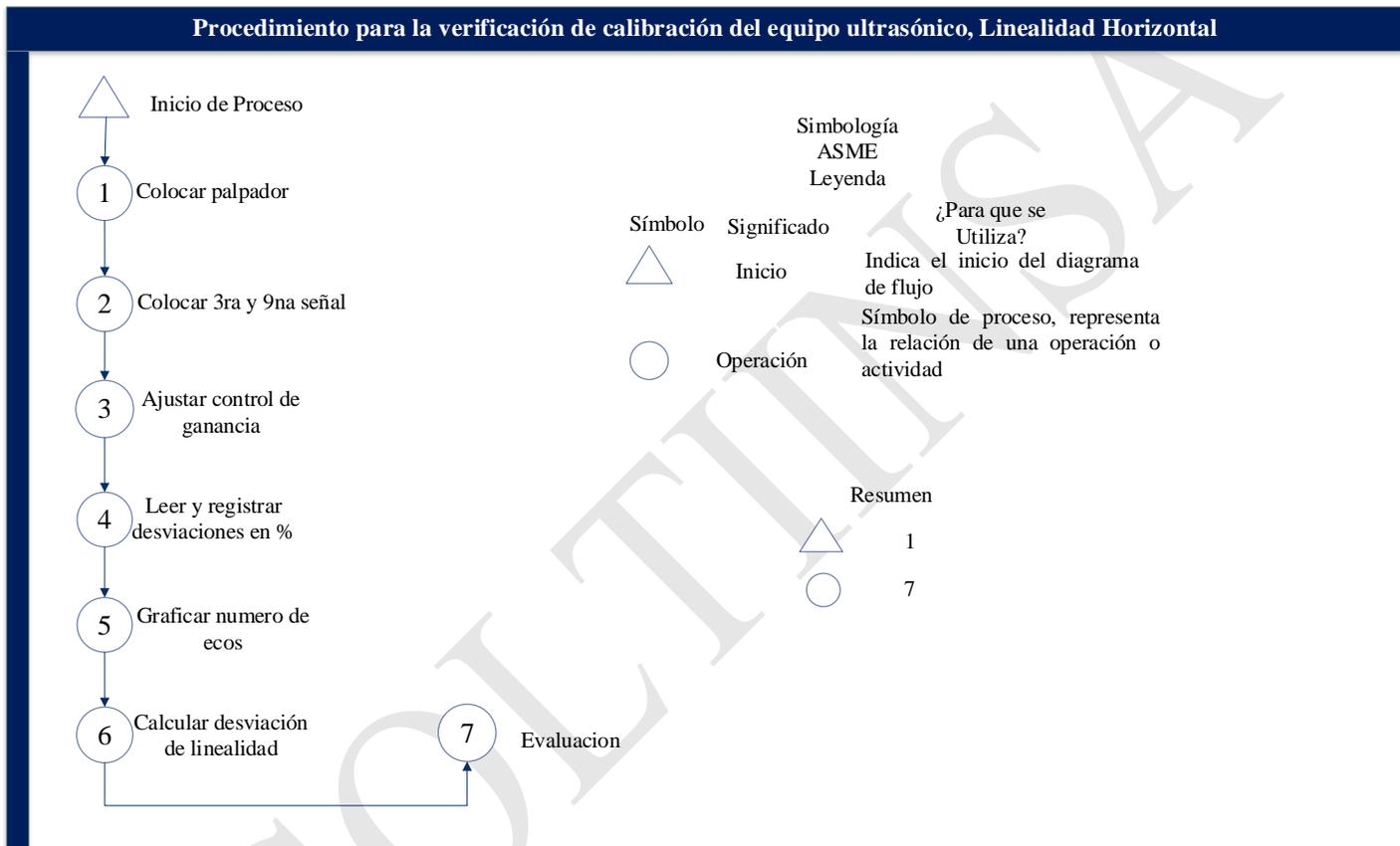


Ilustración 4. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 - Linealidad Horizontal

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

● **Linealidad Vertical**

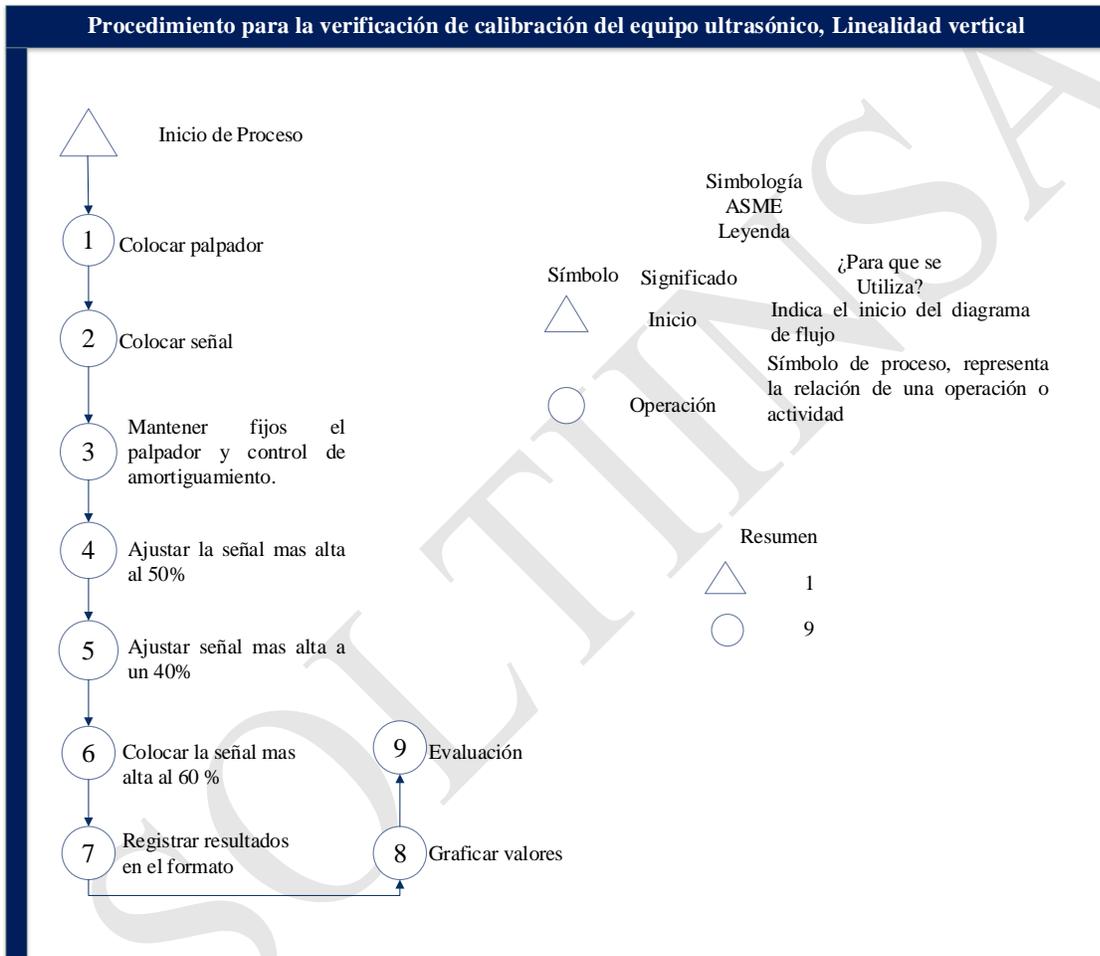


Ilustración 5. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Linealidad Vertical.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



- **Precisión del Control de Amplitud**

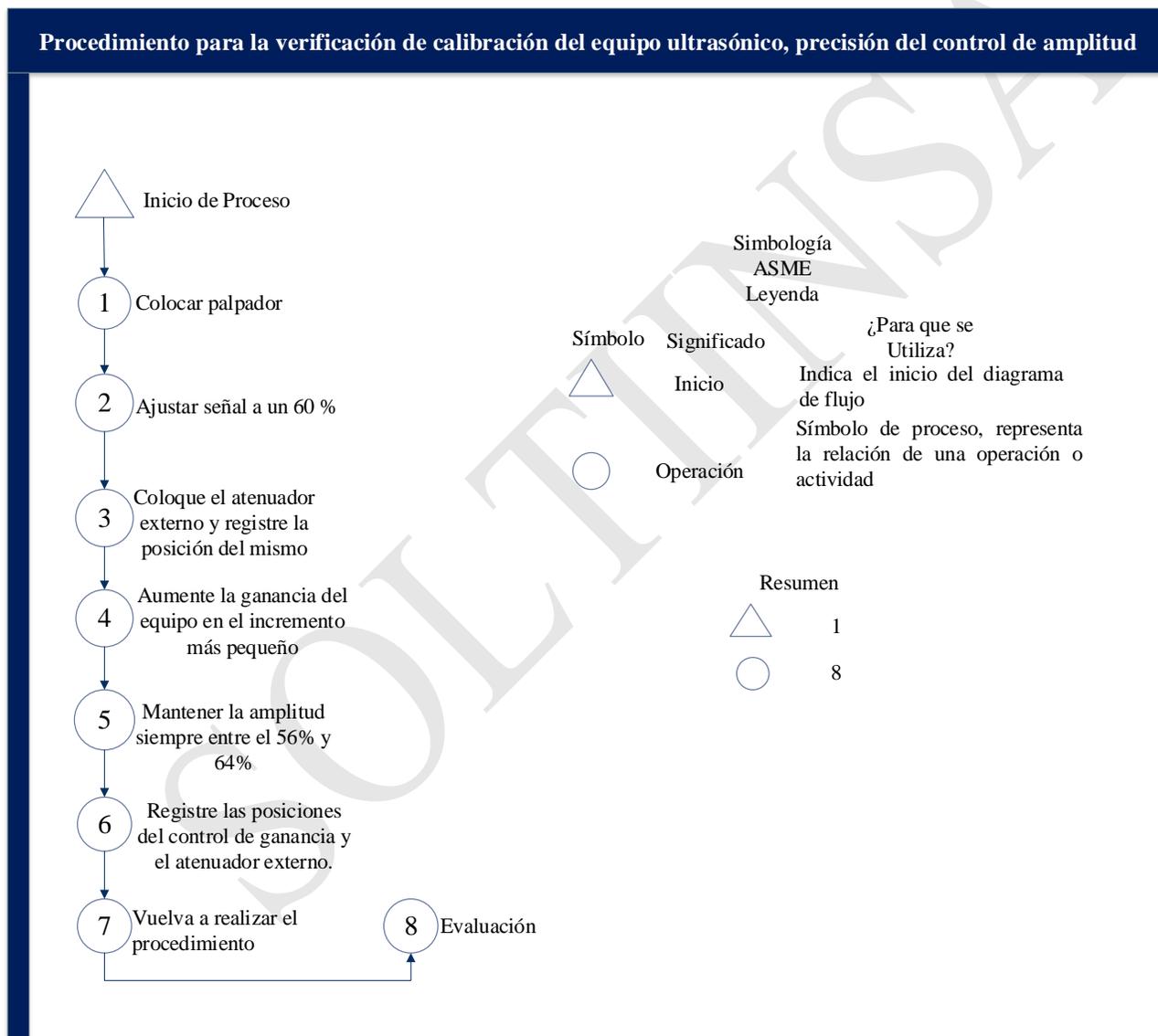


Ilustración 6. Diagrama de Flujo del Procedimiento 4 – Precisión del Control de Amplitud

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

SOLTEINSA

6.5. PROCEDIMIENTO 5



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA PRUEBA CON ULTRASONIDO DE
ESTRUCTURAS SOLDADAS

ST-UT-005-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 49

6.5.1. Aprobación y revisión del procedimiento

Tabla 14. Matriz de validación de procedimiento 5

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas.	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 50

6.5.2. Objetivo del procedimiento

Establecer un procedimiento para la prueba por ultrasonido en la fabricación/montaje, antes del ensamble, durante el ensamble, durante y después del proceso de soldadura. Para asegurar que los requerimientos de calidad de las uniones soldadas son adecuados.

6.5.3. Alcance

- Este procedimiento es aplicable para la prueba ultrasónica de soldaduras de ranura y zona afectada térmicamente con espesores de 8.0 mm (5/16") hasta 203 mm (8.0").
- Este procedimiento no debe ser usado para la prueba de conexiones tubo-tubo en "T", "Y" o "K"
- Para detectar posibles porosidades vermiculares, el método radiográfico es sugerido en lugar de ultrasonido para soldaduras con electrogas y electroescorias.
- Este procedimiento no debe ser empleado para probar metales base. Sin embargo, discontinuidades relacionadas al proceso de soldadura adyacentes en el metal base las cuales podrían no ser aceptables deben ser reportadas al cliente/ingeniería para su disposición.

6.5.4. Requisitos del Personal

- El personal que realice la prueba ultrasónica debe estar calificado y certificado como nivel II.
- El personal calificado y certificado como nivel I podrá realizar la prueba siempre y cuando sea bajo la supervisión directa de un inspector nivel II.
- La evaluación de indicaciones y el informe de resultados lo debe realizar un inspector nivel II calificado y certificado en el método ultrasónico.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 51

6.5.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	17/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento para la prueba de Estructuras Soldadas			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Cliente X	Estructura Soldada	Recepción de Estructura	N/A	SOLTIINSA
Cliente X	Extensión de la Prueba	Anotar Extensiones	N/A	N/A
N/A	N/A	Calibración de la Prueba	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Estructura Soldada	Prueba de Estructura	Estructura Evaluada	SOLTIINSA
SOLTIINSA	Estructura Evaluada	Entrega de Estructura	N/A	Cliente X

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 52

6.5.6. Narrativa de Extension de la Prueba

Tabla 15. Descripción de actividades de Extensión de Prueba

N°	Actividad
1	Las juntas soldadas deben ser examinadas en toda su longitud, a menos que sea especificada una prueba parcial o por puntos.
2	Cuando se especifique una prueba parcial, la longitud y área de las soldaduras o categorías de soldadura a ser examinadas debe ser claramente designada en los documentos contractuales.
3	<p>Cuando se especifique una prueba por puntos, el número de puntos en cada categoría designada de junta soldada a ser probada en una longitud de soldadura establecida o segmento de soldadura designado debe ser incluida en la información proporcionada por el cliente:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Cada punto de prueba debe cubrir al menos 100 mm (4.0") de la longitud de la soldadura. b) Cuando la prueba por puntos revele indicaciones de discontinuidades rechazables que requieran reparación, las extensiones de estas discontinuidades deben ser exploradas. c) Dos puntos adicionales en el mismo segmento de juntas soldadas deben ser tomados adyacentes al punto original. d) La localización de los puntos adicionales debe ser acordado por el cliente y su comprador. e) Cuando los dos puntos adicionales muestran defectos que requieran reparación, el segmento completo de soldadura representado por el punto original debe ser examinado. f) Si la soldadura envuelve más de un segmento, dos puntos adicionales en cada segmento deben ser examinados.
4	El personal que realice la prueba se le deberá proporcionar o tener acceso a la información relevante relacionada con la geometría de la junta soldada, espesor del material y proceso de soldadura usado en la fabricación de la parte.

Fuente: Elaboración Propia

Nota: El cliente deberá proporcionar la información donde claramente identifique la extensión de la prueba (tipos, categorías o localización) de las soldaduras a ser examinadas.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 53

6.5.7. Narrativa de Calibración de la Prueba

Tabla 16. Descripción de Actividades de Calibración de Prueba

N°	Actividad
1	Todas las calibraciones y pruebas deben ser realizadas con el control de rechazo apagado.
2	La calibración para sensibilidad y barrido horizontal debe ser realizada por el operador de ultrasonido justo antes y en el lugar de la prueba de cada soldadura.
3	Una recalibración será necesaria después de un cambio de operador, cada 30 minutos o cuando los circuitos eléctricos se vean afectados por cualquiera de lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> a) Cambio de transductor. b) Cambio de batería. c) Cambios en la salida eléctrica. d) Cambio de cable coaxial. e) Falla en la fuente de poder.
4	La calibración para prueba con haz recto de metal base debe ser realizada con el transductor aplicado a la cara "A" del metal base y desarrollada como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a) El barrido horizontal debe ser ajustado para una distancia de calibración de al menos dos espesores en la pantalla del equipo. b) La sensibilidad debe ser ajustada en un lugar libre de indicaciones y la primera reflexión de pared posterior debe estar del 50% de la ATP.
5	La calibración para prueba con haz angular se debe realizar como sigue: <ul style="list-style-type: none"> a) El barrido horizontal debe ser ajustado para representar la distancia angular del sonido usando el bloque IIW o un bloque alternativo. La distancia de calibración debe ser usando una escala de 130 mm (5.0") o 255 mm (10.0") en la pantalla del equipo, aquel que sea más apropiado. Sin embargo, si por la configuración de la junta o el espesor a examinar el rango anterior evita una examinación completa, la distancia de calibración debe ser de 380 o 510 mm (15 ó 20") según sea requerido. b) La referencia cero del nivel de sensibilidad usado para la evaluación de fallas ("b" en el reporte de prueba ultrasónico, anexo 4). Es obtenido ajustando el control de ganancia y maximizando la señal de reflexión al nivel de referencia horizontal.

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras Soldadas	24/10/2017
		ST-UT-005-01
		Versión 1.0
		pág. 54

6.5.8. Narrativa del proceso

Tabla 17. Descripción de Actividades del Procedimiento 5

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Una línea X para la localización de fallas debe ser marcada en la cara de prueba de la junta soldada y en dirección paralela a la axialidad de la soldadura. La localización de la distancia perpendicular a la axialidad de la soldadura está basada en las dimensiones del dibujo y usualmente alineadas a la línea central de las soldaduras de tope y cayendo siempre en la cara cercana de los miembros conectados en "T" y juntas en esquina.
2	Operador Calificado	Una "Y" acompañada con el número de identificación de la soldadura debe ser claramente marcado en el metal base adyacente al cordón de soldadura que es probado. Estas marcas son usadas para el siguiente propósito: <ul style="list-style-type: none"> e) Identificación de la soldadura. f) Identificación de cara "A". g) Distancia medida y dirección (+ ó -) de la línea "X". h) Medición de la localización del fin del cordón de soldadura o bordes.
3	Operador Calificado	Todas las superficies de acoplamiento deben estar libres de salpicaduras de soldadura, polvo o lodo, aceite (excepto el que se utilice como acoplante), pintura y cascarilla, que interfieran con la prueba.
4	Operador Calificado	El acoplante utilizado para la prueba debe ser glicerina o goma de celulosa con agua de una consistencia adecuada. Aceite ligero de maquinaria puede ser usado como acoplante en los bloques de calibración.
5	Operador Calificado	El metal base a través del cual el ultrasonido va a viajar para probar la soldadura debe ser examinado para verificar posibles "laminaciones". Si cualquier área del metal base presenta una pérdida total de reflexión de pared posterior o una indicación igual o mayor a la altura de la reflexión de pared posterior original, esta debe ser dimensionada, localizada y medida su profundidad, y reportada en el informe de resultados. Otro procedimiento alternativo debe ser usado. <ul style="list-style-type: none"> c) El procedimiento utilizado para la evaluación del dimensionado del reflector será el de la caída de 6 db.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

-	-	<p>d) Si parte de una soldadura es inaccesible para prueba, debido a indicaciones laminares, la prueba debe ser conducida usando uno o más de los siguientes procedimientos alternativos, aquellos que sean más convenientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esmerilar al raz del metal base el refuerzo. • Realizar pruebas por ambos lados cara "A" y "B". • Otros transductores angulares deben ser usados.
6	Operador Calificado	<p>Las soldaduras deben ser examinadas usando transductores angulares y con el debido ángulo indicado. La sensibilidad debe ser incrementada del nivel de referencia para el rastreo de soldadura respectivamente, de aquel que sea aplicable para la prueba.</p> <p>f) El ángulo de prueba y procedimiento se deberá de determinar previamente.</p> <p>g) Todas las juntas soldadas a tope deben ser probadas de cada lado de la axialidad de la soldadura. Juntas soldadas en esquina o en "T", deben primeramente ser probadas de un lado de la axialidad de la soldadura únicamente. El rastreo debe ser el adecuado para detectar discontinuidades longitudinales y transversales.</p> <p>h) Cuando una indicación de discontinuidades aparece en la pantalla, la máxima indicación alcanzable de la discontinuidad debe ser ajustada para producir una reflexión de señal de nivel de referencia horizontal en la pantalla, y la lectura en db del instrumento debe ser registrada como "a" "nivel de indicación.</p> <p>i) El "factor de atenuación" "c", en el reporte de prueba es obtenido por la sustracción de 25 mm (1.0") de la distancia angular y multiplicado el resto por 2. Este factor debe ser redondeado a el valor en db más cercano. Valores fraccionarios menores a 0.5 db deben ser reducidos al nivel en db menor y aquellos iguales o mayores a 0.5 db incrementando al nivel superior.</p> <p>j) La "clase de identificación" "d", en el reporte de ultrasonido está representado por la diferencia algebraica en decibeles entre el nivel de indicación y el nivel de referencia con el factor de atenuación y queda expresado como sigue:</p> $a - b - c = d$
7	Operador Calificado	<p>La longitud de las fallas debe ser determinada por la técnica de caída de 6 db, esto no aplica para indicaciones de la clase "d".</p>

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Procedimiento General para la Prueba con Ultrasonido de Estructuras
Soldadas

Continuación

8	Operador Calificado	Cada discontinuidad de la soldadura debe ser aceptada o rechazada con base en la clase de indicación y su longitud, para estructuras con cargas estáticas, para estructuras sometidas a cargas dinámicas. Únicamente aquellas discontinuidades que son rechazables necesitan ser registradas, excepto que por documento contractual se designen soldadura como "fractura crítica", incluyendo aquellas que estén arriba de 6 db. menos críticas que las rechazables, serán registradas.
9	Operador Calificado	Cada discontinuidad rechazable debe ser indicada en la soldadura por marcado directo en ésta y en toda su longitud. La profundidad de la indicación y su clase debe ser anotada en la parte más cercana del metal base.
10	Operador Calificado	La evaluación de área de soldadura reparada y reexaminada debe ser tabulada en una nueva línea en el formato de reporte. Si el reporte original es usado, una letra R1,R2,...Rn deben anexarse al número de indicación. Si un reporte adicional es usado, la letra será anexada al número de reporte.

FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.5.9. Diagrama de flujo

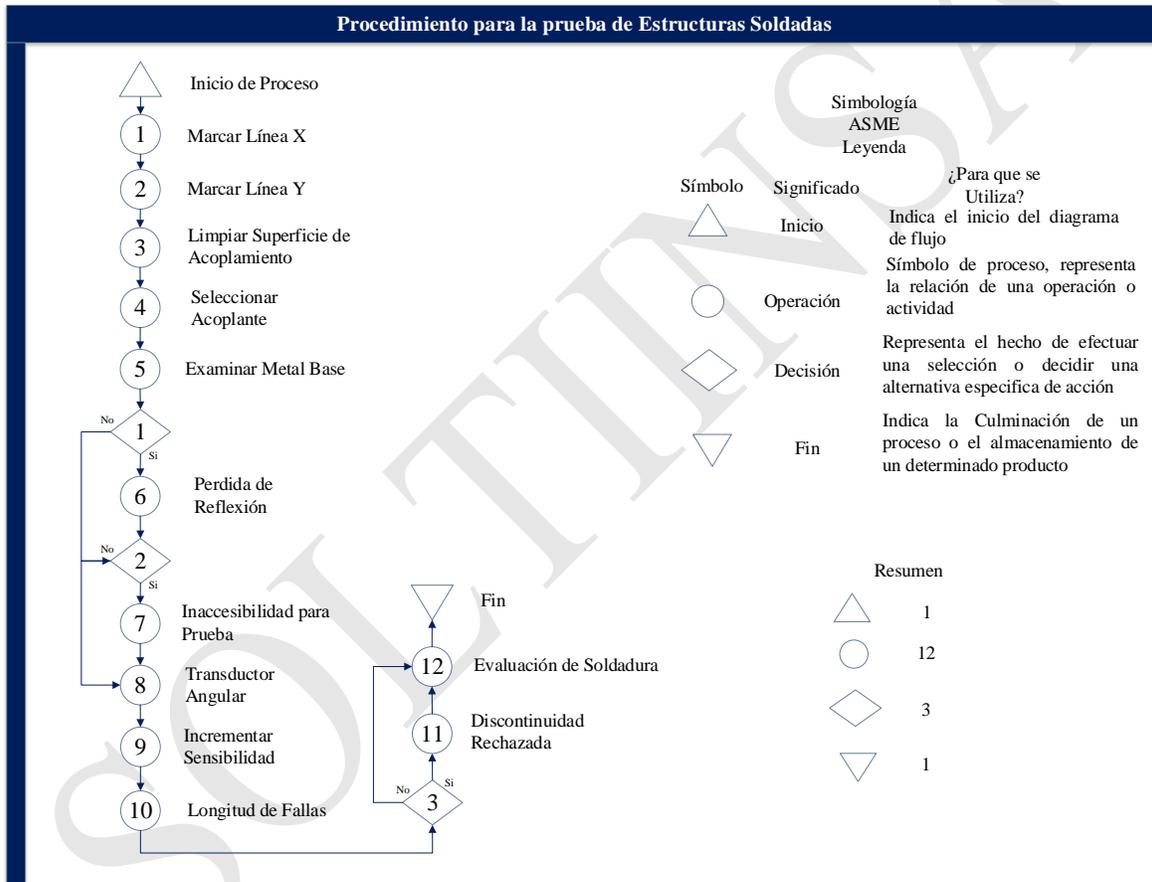


Ilustración 7. Diagrama de Flujo del Procedimiento 5

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

SOLTEINSA

6.6. PROCEDIMIENTO 6



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO PARA LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO DE UNA
PROBETA SOLDADA.

ST-UT-006-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 60

6.6.1. Aprobación y revisión del procedimiento

Tabla 18. Matriz de Validación del Procedimiento 6

N°	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 61

6.6.2. Objetivo del procedimiento

El presente procedimiento aplica a la inspección de una probeta soldada por ultrasonido según la norma ASTM E164 – 97, para la verificación de la sanidad interna y superficial del cordón de soldadura, así como de la zona afectada térmicamente.

6.6.3. Alcance

- Para la inspección del cordón de soldadura de la probeta se utilizará el ensayo no destructivo de ultrasonido con haz normal y haz angular con el fin de detectar y dimensionar discontinuidades internas y superficiales en el cordón de soldadura y la zona afectada térmicamente. La práctica es limitada para el examen de soldaduras con geometría específicas en materiales forjados o conformados en caliente.
- Las técnicas proveen un método práctico de examen de las soldaduras para discontinuidades internas y superficiales y son muy convenientes para la tarea de control de calidad en proceso. La práctica es especialmente conveniente para la detección de discontinuidades que presenten superficie planar perpendicular al haz sónico. Otros ensayos no destructivos pueden usarse cuando la porosidad e inclusiones de escoria deben críticamente evaluarse.
- Terminada la examinación del componente, las indicaciones encontradas serán interpretadas y evaluadas de acuerdo a los criterios de Código ASME SECCIÓN VIII DIV 1 APÉNDICE 12.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 62

6.6.4. Requisitos

- **Requisitos del Personal**

- El personal que realice la verificación de calibración del equipo ultrasónico deberá estar calificado y certificado como inspector nivel I o II en el método de ultrasonido.

- **Requisitos de prueba**

- Se debe utilizar el mismo acoplante que se utiliza durante las inspecciones.
- Cuando se tengan listas las condiciones de prueba, coloque un objeto pesado sobre la parte superior del palpador, para evitar que la señal varíe por cambios de presión.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 63

6.6.5. Criterios de Aceptación y Rechazo

Tabla 19. Descripción de Actividades de Criterios de Aceptación y Rechazo

No.	Actividad
1	Indicaciones caracterizadas como grietas, falta de fusión o penetración incompleta son inaceptables sin importar su longitud.
2	<p>Otras indicaciones son inaceptables si la indicación excede la amplitud del nivel de referencia y tienen longitudes las cuales exceden de:</p> <ul style="list-style-type: none"> (1) 1/4" (6mm) para t hasta 3/4" (19mm) (2) 1/3 t para t de 3/4 " hasta 2 1/4 " (19mm hasta 57mm). (3) 3/4" para t Mayor a 2 1/4" (57 mm). <p>Donde t es el espesor de la junta soldada excluyendo cualquier refuerzo. Para una soldadura a tope de dos miembros de diferente espesor de soldadura, t es el menor espesor. Si una penetración completa de la soldadura incluye una soldadura de filete, el espesor garganta del filete debe ser incluido en t.</p>

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 64

6.6.6. Requerimientos Generales de Inspección

Tabla 20. Descripción de las Actividades de Requerimientos Generales de Inspección

No.	Actividad
1	<p>Equipo: El equipo debe cumplir con los requisitos de la norma ASTM E317 – 90</p> <ul style="list-style-type: none"> a) El equipo ultrasónico debe ser del tipo pulso-eco, disponible para usar con transductores que oscilen en frecuencias de 1 a 6 MHz. La pantalla debe ser del tipo A ("SCAN A"). b) La respuesta dinámica de la pantalla del instrumento de prueba debe ser tal que permita la observación de un cambio de amplitud 1 dB c) La pantalla vertical del equipo debe presentar una escala vertical clara y bien definida en intervalos equivalentes al 2% del total de la amplitud vertical. d) Presentar una linealidad de la escala vertical de la pantalla de $\pm 5\%$ en menos del 80% del total de la pantalla calibrada. e) La pantalla del equipo debe presentar una escala horizontal clara y bien definida con divisiones en intervalos equivalentes al 2% del total de la amplitud horizontal. f) Presentar una linealidad de la escala horizontal de la pantalla de $\pm 2\%$ del total de la escala horizontal de la pantalla. g) Tener una ganancia calibrada en pasos de 2 dB o menores y con un ámbito de operación no menor de 60 dB, con una exactitud de $\pm 1\%$ dB. h) El instrumento de prueba debe incluir estabilización interna para tener una variación que no exceda ± 1 dB de acuerdo a un cambio de voltaje del 15%.
2	<p>Transductores: Los transductores deben cumplir con los requisitos de la norma ASTM E164 – 97, sección 4.</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Los requisitos del haz angular para transductores angulares son determinados por los ensayos de las variables. El procedimiento de inspección debería ser establecido tomando en consideración variables como el espesor de soldadura, superficie de ensayo disponible, tamaño máximo de discontinuidad, orientación de la discontinuidad y las propiedades acústicas del material. La consideración debería también darse para la conveniencia de usar longitudes de onda comparables dentro del material de ensayo donde ensayos de onda longitudinal y ondas transversales son empleados. Esto puede ser llevar a cabo realizando exámenes de haz normal a frecuencias aproximadamente dos veces la frecuencia del examen de haz angular. b) Las frecuencias de 1.0 a 5.0 MHz se emplean generalmente para ensayos de haz angular (ondas transversales) y de haz normal (ondas longitudinales). c) El rango de tamaños del transductor recomendados para ensayo de soldaduras va de un mínimo de $\frac{1}{4}$" (6,4mm) de diámetro o $\frac{1}{4}$" de lado de un cuadrado hasta 1" (25,4mm) de lado de un cuadrado o $1 \frac{3}{8}$" (28,6mm) de diámetro

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

Condiciones de acoplamiento: Estas deben de estar de acuerdo con la sección 7 de la norma ASTM E164 – 97.

• **Preparación:**

- a. Donde sea accesible, se prepara la superficie del metal depositado (fundido o de aporte) de la soldadura de manera que se confunda con las superficies de los materiales adyacentes; sin embargo, la soldadura puede ser examinada en su condición “como-soldada”, previendo que la condición de la superficie no interfiera con la interpretación válida de las indicaciones.
- b. Superficies de barrido en el material base, libres de salpicadura, escamas, óxido y cualquier rugosidad extrema a cada lado de la soldadura para una distancia igual a varias veces el espesor del material en producción, la distancia será regida por el tamaño del transductor y ángulo de refracción del haz sónico. Donde el barrido será realizado encima o a través de la sección de la soldadura, la sobre monta de la soldadura puede ser esmerilada para proveer una superficie de barrido plana. Es importante producir una superficie que sea lo más plana posible. Generalmente las superficies no requieren pulido; un ligero desbastado con un disco o banda proveerá, usualmente, una superficie satisfactoria para el examen.
- c. El área del material base a través del cual el sonido viajará en el examen con haz angular debería ser barrida completamente con un transductor de haz normal para detectar reflectores que pueden afectar la interpretación de los resultados por obstrucción del haz sónico. Se deben dar las consideraciones a estos reflectores durante la interpretación de los resultados del examen de soldadura, sino su detección no es necesariamente, una base para el rechazo del material base.

• **Acoplante:**

- a) Un acoplante, usualmente líquido o semi-líquido, se requiere entre la cara del transductor y la superficie de ensayo para permitir la transmisión de la energía acústica del transductor al material bajo ensayo. El acoplante debería mojar las superficies del transductor y de la muestra y eliminar cualquier espacio de aire entre las dos. Acoplantes típicos incluyen agua, aceite, grasa, glicerina y goma de celulosa. El acoplante usado no debería dañar al material a ensayar, debería formar una película fina, y con excepción de agua debería ser usada cautamente. Cuando se usa glicerina, se adiciona frecuentemente una cantidad pequeña de agente humectante, como un aerosol, para proveer propiedades de acoplamiento. Cuando se usa agua, debería ser limpia y libre de aire, Se pueden usar inhibidores o agentes humectantes o ambos.
- b) El medio acoplante debería ser seleccionado de manera que su viscosidad sea apropiada para el acabado superficial del material a ser inspeccionado. La tabla siguiente se presenta como una guía:

Promedio de la Rugosidad (Ra μ m)	Viscosidad equivalente del acoplante
De 5 a 100	Aceite de motor SAE 10 wt.
De 50 a 200	Aceite de motor SAE 20 wt.
De 80 a 600	Glicerina.
De 100 a 400	Aceite de motor SAE 30 wt.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 66

Continuación	
-	<p>c) En la realización del examen, es importante que el mismo acoplante, a la misma temperatura, sea usado para comparar las respuestas entre los bloques de calibración y el material de producción. La atenuación en los acoplantes y en los materiales de las zapatas varía con la temperatura de manera que la calibración realizada en un ambiente confortable no es válida para el examen de materiales más fríos o más caliente.</p>
3	<p>Bloque de Referencia: Los bloques de referencia deben cumplir con la sección 6 de la norma ASTM E164 – 97.</p> <p>a) Los bloques de ensayo tipo IIW son una clase de bloques de referencia para el chequeo y calibración de instrumentos de ensayo ultrasónico, los cuales cumplen la configuración geométrica básica descrita en ISO 2400 pero pueden desviarse en aspecto tales como dimensionado no métrico, materiales alternativos, reflectores adicionales y diferencias de la escala de los detalles. Los bloques tipo IIW son propuestos principalmente para la caracterización y calibración de sistemas de ensayo de haz angular, pero que también proveen características para usos como chequeo resolución y sensibilidad del haz normal.</p> <p>b) Solo bloques que cumplen completamente los requisitos del ISO 2400 deberían referirse como bloque de referencia IIW.</p> <p>c) El termino Bloque IIW tipo I debería ser usado solamente a los bloques descritos que cumplen la citada norma. El termino bloque IIW tipo II se reserva para el bloque miniatura para haz angular reconocido por ISO.</p>
4	<p>Calibración del equipo: La calibración del equipo debe estar de acuerdo con la sección 5.1.2 de la norma ASTM E164 – 97.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibración del Rango de Barrido. <ol style="list-style-type: none"> a) Acople el transductor de haz angular a la superficie de examen ubicada a $1/4T$ del agujero. Ubique el transductor para obtener la primera indicación del agujero a la máxima señal. Ajuste el borde izquierdo de la señal de esta indicación a la línea 1 de la pantalla con el control de retardo. b) Corra el transductor alejándolo del agujero, hasta la posición de la tercera indicación del agujero, a su máxima señal. Ajuste el borde izquierdo de la señal de la indicación a la línea 9 de la pantalla con el control del rango. c) Repita los ajustes del control de retardo y rango hasta que la primer y la tercera reflexión inicien en las líneas 1 y 9, respectivamente. d) Corra el transductor a la posición donde se obtenga la máxima respuesta de la entalla cuadrada. La indicación aparecerá en la línea de barrido 4. e) Acople el transductor a la superficie de examen donde se encuentre la entalla cuadrada ubicándolo donde se obtenga la máxima respuesta de la entalla, la indicación aparecerá en la línea 8. f) A2.3.6 Cada división del barrido es igual $1/8$ de la distancia recorrida “en un paso en V” (V path)

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 67

Continuación	
-	<ul style="list-style-type: none"> • Calibración de la Sensibilidad. <ol style="list-style-type: none"> a) Obtenga las máximas amplitudes desde las posiciones de 1/8, 3/8, 5/8 ,7/8 y 9/8 del paso en V (V path) del agujero. b) Ajuste los controles de la sensibilidad para conseguir una amplitud del 80% de la altura de la pantalla del agujero a la distancia que muestre la amplitud más alta. Marque el pico de la indicación sobre la pantalla con un marcador. • Calibración Distancia – Amplitud. <ol style="list-style-type: none"> a) Sin cambiar los controles de sensibilidad, obtenga las máximas amplitudes desde las otras posiciones al agujero. b) Marque los picos de las indicaciones en la pantalla. c) Conecte las marcas en la pantalla para obtener la curva Distancia – Amplitud para el diámetro del agujero.

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 68

6.6.7. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	20/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Cliente X	Probeta soldada	Recepción de probeta soldada	N/A	SOLTIINSA
Gerente General	Probeta soldada	Revisar probeta soldada	Probeta Revisado	N/A
N/A	Probeta Revisado	Proceso de inspección mediante ultrasonido	Probeta soldada inspeccionada	N/A
SOLTIINSA	Probeta soldada inspeccionada	Comenzar Procesos	N/A	Cliente X

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 69

6.6.8. Narrativa del proceso

Tabla 21. Descripción de actividades del Procedimiento 6

Paso	Responsable	Actividad
1	Personal calificado	Use bloques de calibración de acabado superficial, espesor, y metalúrgicamente similar en términos de aleación y tratamiento térmico a la soldadura.
2	Personal calificado	Métodos alternativos de corrección pueden usarse previendo que los resultados sean tan confiables como los obtenidos por el método aceptable. Adicionalmente, el método alternativo y su instrumentación cumplirán todos los requisitos de ejecución de este estándar.
3	Personal calificado	<p>Reflectores de calibración: seleccionar calibración</p> <p>c) <i>Calibración del Haz- Normal.</i> - La corrección para el examen de haz normal puede ser determinada por medio de un reflector tipo agujero taladrado en el costado a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ del espesor. Para espesores menores de 2" (51mm), el reflector a $\frac{1}{4}$ del espesor puede no ser resuelto. En este caso, taladre otro agujero a $\frac{1}{2}$ espesor y use los reflectores a $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ para la corrección.</p> <p>d) <i>Calibración del Haz Angular.</i> - La corrección para el examen con haz angular puede ser determinada por medio de reflectores tipo agujero taladrados en el costado a $\frac{1}{4}$ y $\frac{3}{4}$ del espesor. A la profundidad de $\frac{1}{2}$ espesor puede adicionarse un agujero para la calibración o usado solo para espesores menores a 1" (25,4 mm).</p>
4	Personal calificado	<p>Técnicas aceptables</p> <p>d) <i>Curva Distancia – Amplitud-</i> Este método hace uso de bloques de calibración representando el espesor mínimo y el máximo a ser ensayado. Bloques de calibración adicional de espesores intermedios pueden usarse para obtener datos de puntos adicionales. El equipo ultrasónico, transductor, zapata angular y acoplante usados para la calibración de la curva Distancia – amplitud debe ser usada también para el examen de la soldadura.</p> <p>e) Ajuste (Setee) el instrumento para dar una señal del 80% sobre la pantalla de la amplitud más alta obtenida de los reflectores de calibración. Ensaye los otros reflectores de calibración con el mismo ajuste del equipo y registre o marque sobre la pantalla la altura de la indicación.</p> <p>f) Luego, use los porcentajes registrados para dibujar una curva distancia-amplitud del porcentaje de altura en la pantalla versus la profundidad o espesor, en una carta (papel) o sobre la pantalla. Durante el examen la curva distancia amplitud puede ser usada para estimar la amplitud de la indicación en porcentaje de la curva DA.</p>

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 70

Continuación

5	Personal calificado	<p>Examinación</p> <p>Este procedimiento debe estar de acuerdo con la norma ASTM E164 – 97 sección 9.</p> <p>c) Los procedimientos de examen recomendados para las configuraciones de soldadura comunes se detallan en la Tabla 2 de la norma ASTM E164 – 97.</p> <p>d) Cuando más de una técnica se da para una soldadura de geometría o espesor particular, o ambos, se considera principalmente la primera, mientras que las técnicas adicionales son suplementarias y pueden adicionarse al procedimiento de inspección.</p>
		FIN DEL PROCEDIMIENTO

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento para la Inspección por Ultrasonido de una Probeta Soldada.	24/10/2017
		ST-UT-006-01
		Versión 1.0
		pág. 71

6.6.9. Diagrama de flujo

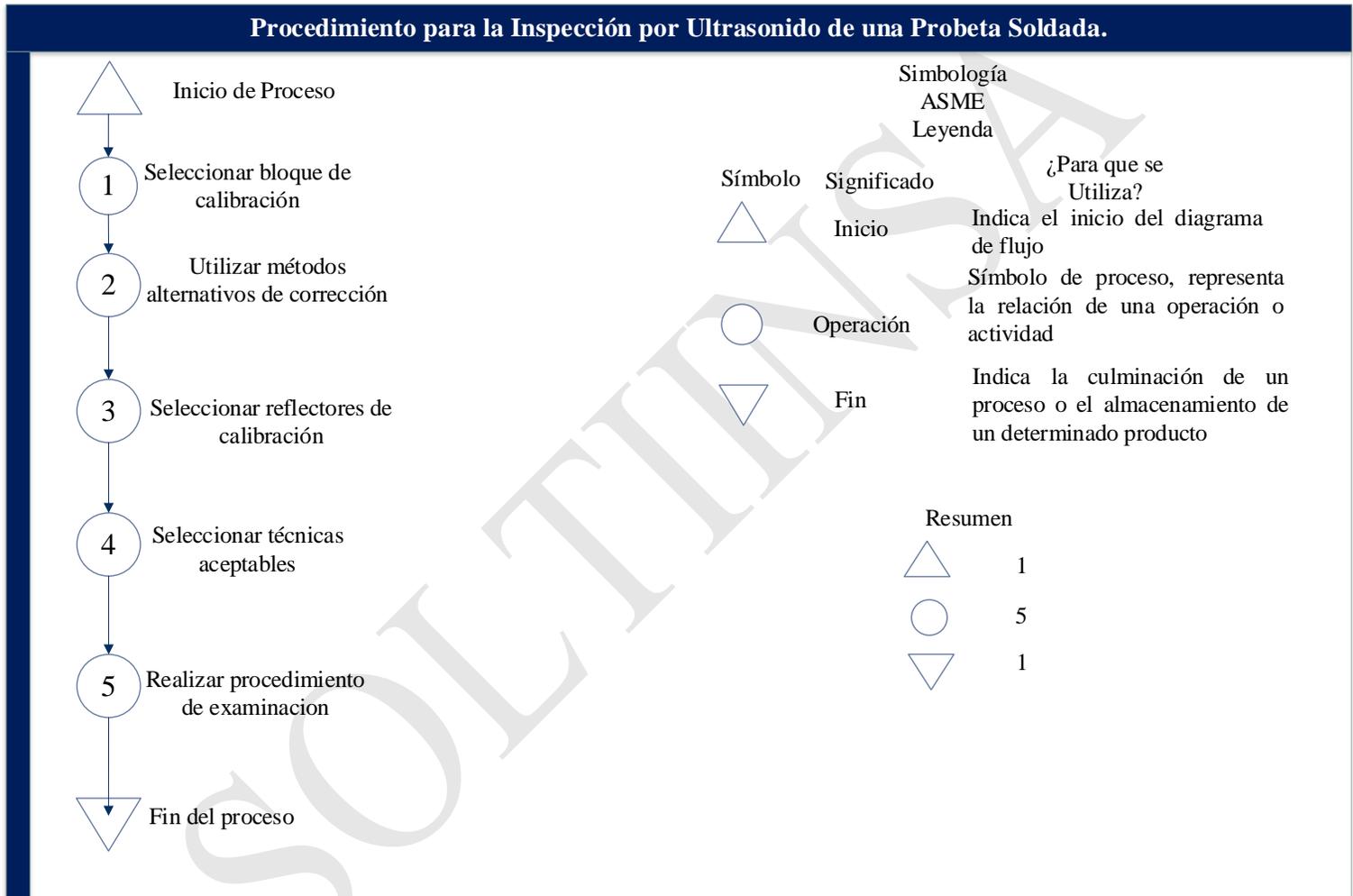


Ilustración 8. Diagrama de Flujo de Procedimiento 6

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

SOLTEINSA

6.7. PROCEDIMIENTO 7



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA INSPECCION ULTRASONICA DE PLACAS
ROLADAS

ST-UT-007-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	24/10/2017
		ST-UT-007-01
		Versión 1.0
		pág. 74

6.7.1. Aprobación y revisión del procedimiento

Tabla 22. Matriz de validación del Procedimiento 7

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	24/10/2017
		ST-UT-007-01
		Versión 1.0
		pág. 75

6.7.2. Objetivo del procedimiento

Establecer una guía general para la inspección por ultrasonido de placas de acero roladas.

6.7.3. Alcance

- Este procedimiento es aplicable en la inspección ultrasónica por el método de contacto con haz recto de placas roladas de aceros calmados al carbono y aleados de 12.5 mm (1/2 pulg) de espesor y mayores.

6.7.4. Requisitos del Personal

- El personal que realice inspecciones ultrasónicas bajo este procedimiento debe estar calificado y certificado como inspector nivel I o II de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para la calificación y certificación de personal en ensayos no destructivos.
- El personal que interprete, evalúe y reporte las señales encontradas durante la inspección debe estar calificado y certificado como inspector nivel I o II

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	24/10/2017
		ST-UT-007-01
		Versión 1.0
		pág. 76

6.7.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	18/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento para la Inspección de Placas Roladas			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Cliente X	Placas Roladas	Recepción de Placas	N/A	SOLTIINSA
N/A	N/A	Calibración de la Prueba	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Placas Roladas	Inspección de Placas	Placas Inspeccionadas	SOLTIINSA
SOLTIINSA	Placas Inspeccionadas	Entregar Reporte de Placas	N/A	Cliente X

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	24/10/2017
		ST-UT-007-01
		Versión 1.0
		pág. 77

6.7.6. Condiciones de Prueba

Tabla 23. Descripción de actividades de Condiciones de Prueba

N°	Actividad
1	La inspección se debe realizar en un área libre de operaciones que interfieran con el funcionamiento apropiado del equipo.
2	La limpieza y planicidad de la superficie de la placa deben ser tales que mantengan una reflexión posterior de referencia del lado opuesto de la placa de al menos 50-5 % de la escala total durante el rastreo.
3	Cualquier identificación especificada que sea removida cuando se esmerile o se lleve a cabo una limpieza superficial deberá ser restablecida.

Fuente: Elaboración Propia

6.7.7. Criterios de Aceptación de la Inspección

Tabla 24. Descripción de actividades de Criterios de Aceptación de la Inspección

N°	Actividad
1	Es inaceptable cualquier indicación de discontinuidad que cause una pérdida total de la reflexión posterior la cual no pueda ser contenida dentro de un círculo de diámetro igual a 75 mm (3 pulg) a la mitad de espesor de la placa, la que sea mayor.
2	El fabricante se reserva el derecho de discutir con el comprador que las placas probadas que han sido rechazadas tengan una posible reparación de los defectos encontrados.
3	El representante del comprador puede testificar las pruebas.

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	24/10/2017
		ST-UT-007-01
		Versión 1.0
		pág. 78

6.7.8. Narrativa del Proceso

Tabla 25. Descripción de actividades del Procedimiento 7

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	La inspección ultrasónica debe realizarse sobre la superficie mayor de la placa. La aceptación de defectos en la proximidad al extremo puede requerir la inspección desde la segunda superficie mayor. Las placas en condición de templado y revenido deben inspeccionarse después del tratamiento térmico.
2	Operador Calificado	Se recomienda una frecuencia de prueba nominal de 2.25 Mhz. El espesor, tamaño de grano, microestructura del material y naturaleza del equipo o método puede requerir una frecuencia más alta o más baja. Sin embargo, el uso de frecuencias menores a 1 Mhz se puede usar sólo de común acuerdo con el cliente. Se debe producir una señal clara y fácil de interpretar durante la inspección con estos transductores.
3	Operador Calificado	Llevar a cabo la inspección con una frecuencia y el equipo ajustado que produzca una reflexión posterior de referencia de 50% mínima a 75% máxima de la altura total de la pantalla. Una vez calibrado el equipo, realizar un barrido a lo largo de superficie de la placa por una distancia de al menos 1 vez el espesor a 150 mm (6pulg) la que sea mayor y anotar la posición de la reflexión posterior. Un cambio en la localización de la reflexión posterior durante la calibración requiere la recalibración del equipo.
4	Operador Calificado	El rastreo debe ser continuo a lo largo de las líneas de una cuadrícula de 225 mm X 225 mm (9 pulg x 9 pulg) o a opción del fabricante, el rastreo debe ser continuo a lo largo de líneas paralelas, transversales al eje mayor de la placa con una separación de 100 mm (4 pulg) una de otra o el rastreo debe ser continuo a lo largo de líneas paralelas orientadas paralelamente al eje mayor de la placa con una separación de 75 mm (3 pulg) o menos una de otra.
5	Operador Calificado	Se debe utilizar un acoplante como el agua, aceite soluble, glicerina, etc.
6	Operador Calificado	Las líneas de rastreo se deben medir desde el centro o desde una esquina de la placa. Un rastreo adicional se debe realizar a 50 mm (2 pulg) de los bordes de la placa sobre la superficie del barrido.
7	Operador Calificado	Donde se realice el rastreo por cuadrícula y se presente una pérdida completa de la reflexión posterior acompañada por indicaciones continuas que son detectadas a lo largo de una línea

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante
Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales

MPDFDMEDEI

Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas

24/10/2017

ST-UT-007-01

Versión 1.0

pág. 79

de una rejilla dada la superficie completa de los cuadros adyacentes a esta indicación debe ser rastreada continuamente

Continuación

8	Operador Calificado	Donde se realice el rastreo por líneas paralelas y se detecte una pérdida completa de la reflexión posterior acompañada por indicaciones continuas, la superficie entera de 225mm X 225mm (9 pulg X 9 pulg) debe ser rastreada continuamente. Los límites precisos en donde exista esta condición deben establecerse en uno u otro método por la técnica siguiente: mover el transductor hacia afuera desde el centro de la discontinuidad hasta que la altura de la reflexión posterior y las indicaciones de discontinuidades sean iguales. Marcar la placa en un punto equivalente al centro del transductor. Repetir la operación hasta establecer el límite.
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas

6.7.9. Diagrama de flujo

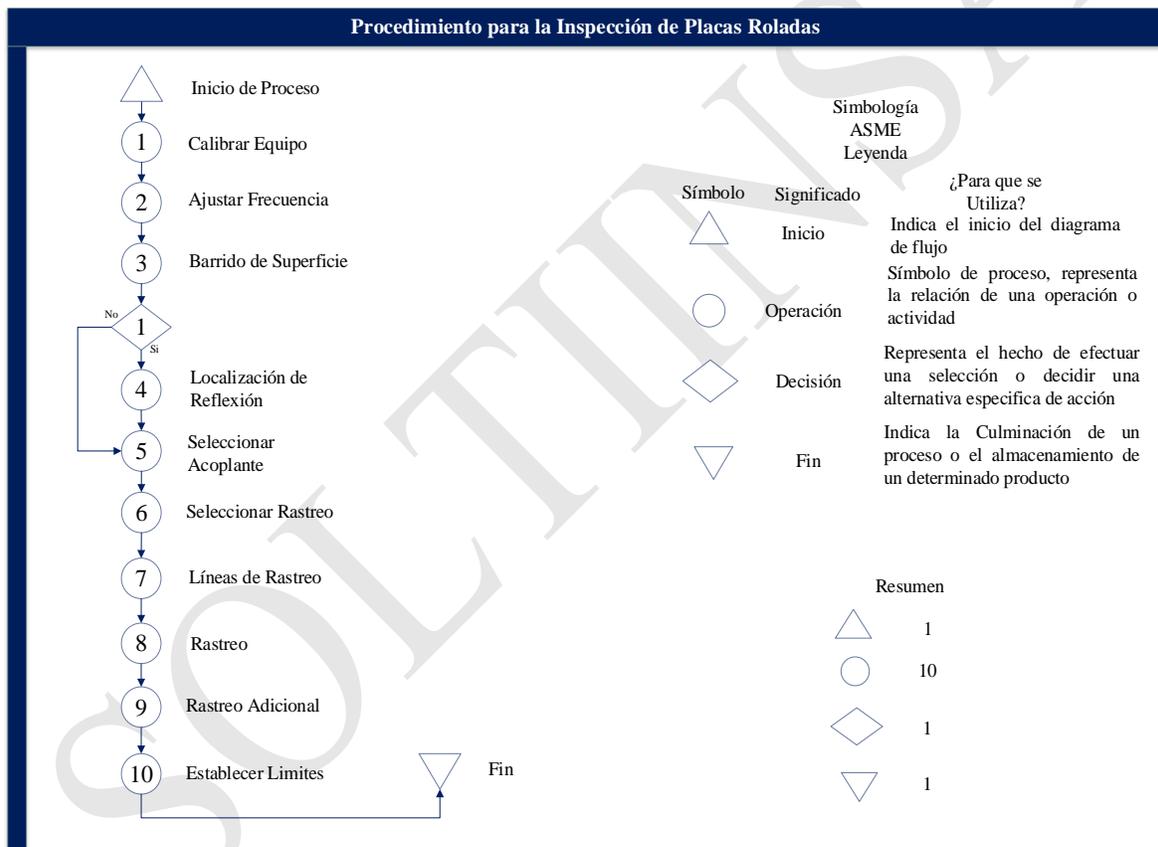


Ilustración 9. Diagrama de Flujo del Procedimiento 7

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

SOLTEINSA

6.8. PROCEDIMIENTO 8



GERENCIA DE OPERACIONES

PROCEDIMIENTO GENERAL PARA LA INSPECCION ULTRASONICA DE
PRODUCTOS FORJADOS

ST-UT-008-01

VERSION 1.0
MANAGUA, NICARAGUA

24 Octubre de 2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Productos Forjados	24/10/2017
		ST-UT-008-01
		Versión 1.0
		pág. 83

6.8.1. Aprobación y Revisión del Procedimiento

Tabla 26. Matriz de validación del Procedimiento 8

Nº	Aprobación y revisión	
1	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	
2	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Placas Roladas	
	Elaboró	Cristian Duarte & Nery Rodríguez
	Revisó	Ing. David Cárdenas
	Autorizó	Ing. David Cárdenas
6	Fecha de documentación	24/10/2017
7	Número de revisión	24/10/2017

Fuente: Alonso Lujambio, G. B. (2010). *Guía para la elaboración y actualización de manuales de procedimientos*. Méxic.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



6.8.2. Objetivo del procedimiento

Establecer una guía para la selección de los parámetros requeridos en la inspección ultrasónica de productos forjados.

6.8.3. Alcance

- Este procedimiento es aplicable en inspecciones ultrasónicas por pulso-eco por el método de contacto de productos forjados de acero por las técnicas de haz recto y haz angular.

6.8.4. Requisitos del Personal

- El personal que realice las calibraciones e inspecciones ultrasónicas bajo este procedimiento debe estar calificado y certificado como inspector nivel I o II.
- El personal que interprete, evalúe y reporte las señales encontradas durante la inspección debe estar calificado y certificado como inspector nivel II o III.

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Productos Forjados	24/10/2017
		ST-UT-008-01
		Versión 1.0
		pág. 85

6.8.5. Requerimientos

Proveedor Entrada Proceso Salida Cliente				
Elaborado por:	Duarte Cristian & Rodríguez Nery		Fecha:	15/10/2017
Representación:				
Fuente de información:	Gerente General			
Procedimiento:	Procedimiento para la Inspección de Productos Forjados			
Proveedor (S)	Entradas (I)	Proceso (P)	Salida (O)	Cliente(C)
Cliente X	Productos Forjados	Recepción del Producto Forjado	N/A	SOLTIINSA
N/A	N/A	Calibración del Equipo	Equipo Calibrado	N/A
N/A	Producto Forjado	Examinación de Forjas	Producto Forjado Examinado	SOLTIINSA
SOLTIINSA	Producto Forjado Examinado	Entregar Reporte de Forjas	N/A	Cliente X

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasónica De Productos Forjados	24/10/2017
		ST-UT-008-01
		Versión 1.0
		pág. 86

6.8.6. Narrativa de Preparacion de las Piezas para Examinacion

Tabla 27. Descripción de actividades de Preparación de las Piezas para Examinación

N°	Actividad
1	A menos que se especifique otra cosa, las piezas forjadas deberán maquinarse para proporcionar una superficie cilíndrica para la examinación radial en el caso de forjas redondas; los extremos de las forjas deben ser maquinados perpendicularmente al eje de la forja para su examinación axial. Las caras de los discos y forjas rectangulares deben maquinarse hasta dejar las caras planas y paralelas unas con respecto a otras.
2	La rugosidad de la superficie superior terminada no debe ser mayor a 250 micro pulgadas a menos que en el dibujo o en la orden de servicio se indique otra cosa.
3	La superficie de la forja a examinar deberá estar libre de materiales extraños, tales como: pintura, suciedad, óxidos, etc.

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

	Manual De Procedimiento Para La Detección De Fallas Y Defectos Mediante Ensayos No Destructivos En Equipos Industriales	MPDFDMEDEI
	Procedimiento General Para La Inspección Ultrasonica De Productos Forjados	24/10/2017
		ST-UT-008-01
		Versión 1.0
		pág. 87

6.8.7. Narrativa del proceso

Tabla 28. Descripción de actividades del Procedimiento 8

Paso	Responsable	Actividad
1	Operador Calificado	Debido a que los cambios de sección y otras configuraciones locales son imposibles de examinar por ultrasonido se debe examinar tanto como sea práctico procurando que sea el mayor volumen de la forja.
2	Operador Calificado	La examinación por ultrasonido se debe hacer después del tratamiento térmico, pero antes del barrenado, corte, desbaste, ranurado o maquinado. Si la configuración de la forja requiere de un tratamiento previo para obtener las propiedades mecánicas, se puede examinar antes, pero se debe volver a examinar una vez que se realice el tratamiento final.
3	Operador Calificado	Para asegurar la completa cobertura del volumen de la forja se debe realizar un traslape en el barrido de al menos 15% en cada paso.
4	Operador Calificado	La velocidad de barrido no debe ser mayor de 152.4 mm/s (6 pulg/s).
5	Operador Calificado	Si es posible se debe efectuar el barrido de la forja en dos direcciones perpendiculares
6	Operador Calificado	Si se requiere reinspección y reevaluación se debe utilizar un equipo, transductor, frecuencia y acoplante similar al utilizado en la inspección.
7	Operador Calificado	<p>Examinación Por Haz Recto</p> <p>d) Para la examinación por haz recto se debe usar un transductor de 2.25 Mhz, hasta donde sea práctico. Sin embargo, la examinación de materiales austeníticos de grano grueso o examinaciones de grandes espesores o distancias es preferible utilizar un transductor de 1 Mhz. En muchos casos cuando se examinan materiales austeníticos de grano grueso es necesario usar frecuencias de 0.4 Mhz. Otras frecuencias se pueden usar si se desea una mejor resolución, penetración o detección de defectos.</p> <p>e) Se debe establecer la sensibilidad del equipo ya sea utilizando la reflexión de pared posterior o un patrón de referencia.</p> <ul style="list-style-type: none"> Técnica de reflexión de pared posterior. Esta calibración es aplicable a forjas con superficies paralelas. Colocar el transductor en una de las superficies y ajustar los controles del instrumento hasta obtener una reflexión de pared posterior de aproximadamente 80% de la altura total de la pantalla obtenida de la superficie opuesta de la forja. Efectuar la evaluación de las discontinuidades con el control de ganancia colocado al nivel de referencia. Se requiere una nueva calibración cuando existen cambios significantes de espesor o diámetro. Técnica utilizando un patrón de referencia. La calibración del equipo utilizando un patrón de referencia se debe realizar como lo indica el procedimiento ST-UT-001-01. <p>f) Recalibración.</p>

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



Continuación

-	-	<ul style="list-style-type: none"> • Cualquier cambio de transductor, acoplante, velocidad de barrido o ajuste del equipo utilizado en la calibración, requiere una recalibración. Se debe verificar la calibración al menos cada 8 horas de operación. Cuando se presente una pérdida de 15 % o mayor en el nivel de ganancia se debe reestablecer la calibración requerida y se debe volver a examinar todo el material desde el período de calibración anterior • Durante la examinación es necesario monitorear la reducción en amplitud significativa de la reflexión de pared posterior. La reducción en amplitud de la reflexión de pared posterior puede indicar no sólo la presencia de una discontinuidad sino un mal acoplamiento del transductor con la superficie de la forja, una superficie de reflexión no paralela o variaciones locales de atenuación. Es necesario verificar las áreas que usen una pérdida de la reflexión de pared posterior.
8	Operador Calificado	<p>Examinación Por Haz Angular</p> <p>e) Llevar a cabo la examinación de la circunferencia de anillos y forjas huecas que tengan una longitud axial mayor de 50.8 mm (2 pulg) y una relación de diámetro exterior a interior de 2 a 1.</p> <p>f) Se debe utilizar un transductor de haz angular de 45° de 1 Mhz, a menos que; el espesor, la relación diámetro externo/diámetro interno o la configuración geométrica no permita que se realice una buena calibración. Para la inspección por haz angular de forjas huecas que tengan una relación diámetro externo/diámetro interno entre 2 y 1, el transductor a utilizar deberá contar con una zapata, la cual debe tener el tamaño y la forma de la sección transversal a examinar.</p> <p>g) La calibración del equipo utilizando un transductor de haz angular se debe realizar de acuerdo al procedimiento ST-UT-002-01</p> <p>h) Examinar barriendo sobre la superficie completa de manera circunferencial en dirección al sentido de las manecillas del reloj y en dirección opuesta al sentido de las manecillas del reloj, desde la superficie del diámetro exterior. Para examinar las forjas las cuales no pueden ser examinadas axialmente utilizando un transductor de haz recto se debe examinar con un transductor de haz angular efectuando un barrido en ambas direcciones axiales. Para el barrido axial se debe utilizar una esquina o una muesca en "V" de 60° en el diámetro interior y el diámetro exterior para la calibración. Estas muescas deben ser perpendiculares al eje de la forja y de las mismas dimensiones que la muesca axial.</p>
FIN DEL PROCEDIMIENTO		

Fuente: Elaboración Propia

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017

6.8.8. Diagrama de flujo

- Examinación Por Haz Recto

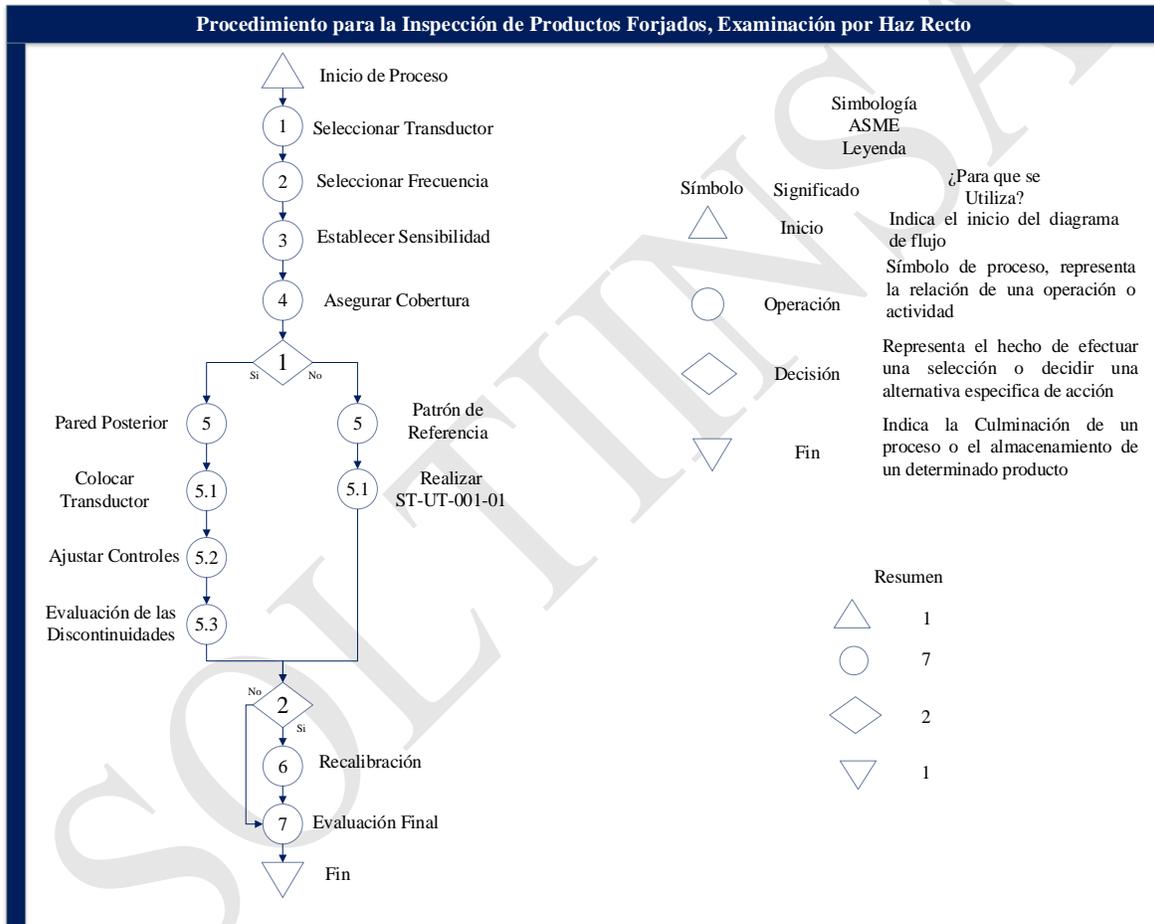


Ilustración 10. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Recto

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



- Examinación Por Haz Angular

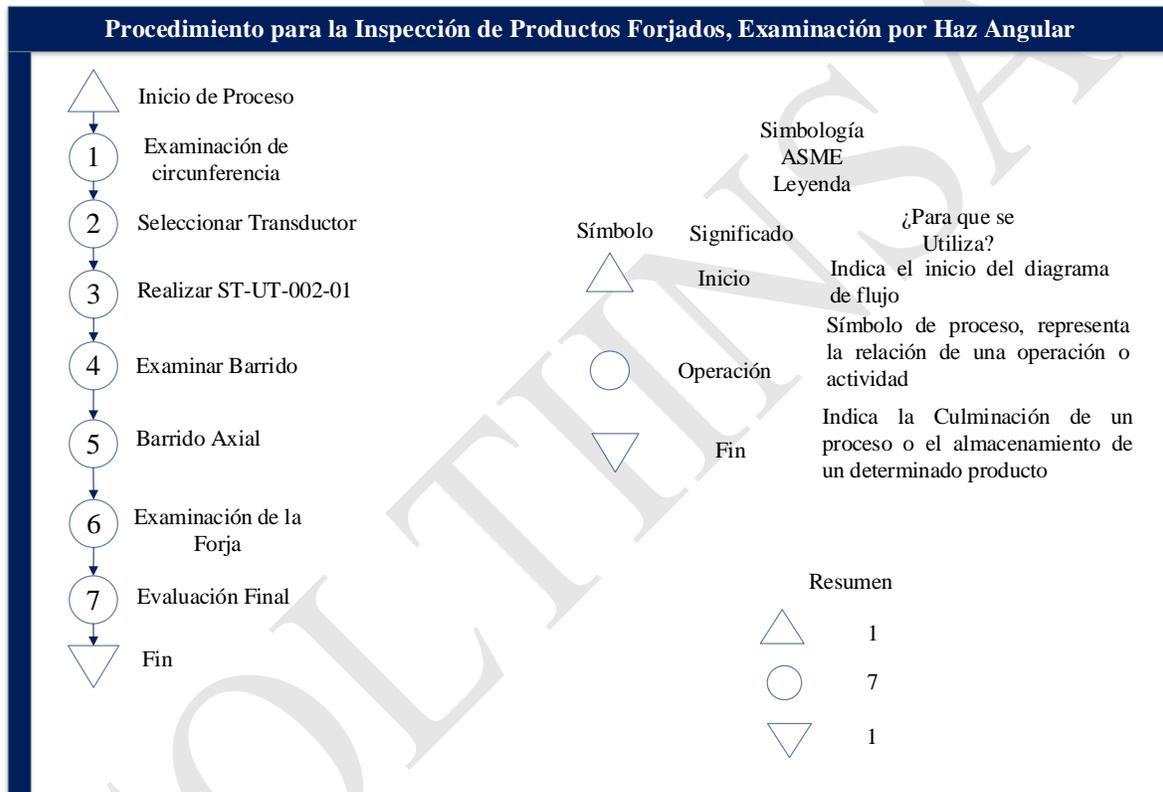


Ilustración 11. Diagrama de Flujo del Procedimiento 8 - Examinación Por Haz Angular

Elaborado por: Cristian Duarte & Nery Rodríguez	Revisado por: Ing. David Cárdenas	Aprobado por: Ing. David Cárdenas
Representación:	Firma:	Firma:
Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017	Fecha: 24/10/2017



IX. Conclusiones

Luego de haber realizado el desarrollo de dicho estudio se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- ❖ Se ha analizado el área de trabajo de SOLTIINSA para poder conocer sus actividades con lo que respecta al servicio que ofrecen, donde se logró identificar de manera general los aspectos más influyentes en la empresa.
- ❖ Se identificaron los procedimientos que se desarrollan para la inspección de ensayos no destructivos mediante el equipo de ultrasonido, identificando todas las normas, parámetros y procedimientos que se aplican en este tipo de ensayo.
- ❖ Se describieron las actividades de cada proceso u operación del equipo de ultrasonido en SOLTIINSA, para una definición más específicamente se hicieron narrativa de los procesos y flujogramas de actividades para estandarizar los procedimientos.
- ❖ Se propone la documentación de un manual de procedimientos en uno de los ensayos no destructivos de la empresa a como son los equipos de ultrasonido, para una debida aplicación y seguimiento de los métodos a utilizarse en sus procedimientos.
- ❖ El Manual de Procedimiento, permitirá a la empresa optimizar recursos: materiales, económicos, financieros y tecnológicos ya que por medio de la reestructuración de los procesos se podrá obtener mayor efectividad en el desarrollo de las actividades del personal.



X. Recomendaciones

- ❖ Una vez recibido el Manual de Procedimientos, se recomienda al Equipo de Dirección realizar una socialización en todos los actores de la empresa para que conozcan y pongan en práctica lo que contiene el presente trabajo de investigación.

- ❖ Toda organización (esto incluye a SOLTIINSA) deben adecuarse y modernizar su apariencia estructural y funcional; para enfrentar y estar acorde con las empresas que prestan este tipo de servicio, también deben adaptar su mentalidad y acciones a los cambios que se presentan para ser más competitivos.

- ❖ Se recomienda a la Empresa poner en ejecución el Manual de Procedimientos para que cada individuo sepa la manera correcta de realizar el procedimiento y no exista duplicidad en las mismas, además de que se podrá simplificar los procesos y obtener los resultados.



XI. Bibliografía

- Angel C. Veca, E. A. (2016). *Ultrasonido para Ingenieros y estudiantes de ingeniería*.
- Cejas, G. G. (1997). *Flujograma y Floxogramas*. Mexico: Diana.
- Contraloría General de la República de Nicaragua, N. (Agosto de 2004). Normas Técnicas de Control Interno. *La Gaceta*(234).
- COSO. (2014). El Comité de Organizaciones Patrocinadoras de la Comis. En G. G. CALVO.
- CSJ. (2007). *Ley 11: De Acceso Electronico de los ciudadanos a los Servicios Públicos*. Managua, Nicaragua: CSJ. Recuperado el 20 de Mayo de 2017
- Diamond, S. Z. (1983). *Como Preparar Manuales administrativos*. Mexico: Interamericana.
- Drucker, P. (2006). *La decisión eficaz. Harvard Business Review. La toma de decisiones* (3ra ed.). Barcelona, España: Ediciones Deusto.
- Duran, F. (2007). *Ingeniería de Metodos* (Vol. 1). Ecuador. Recuperado el 10 de Octubre de 2017
- Effy, O. (2008). *Administración de los sistemas de información*. (5ta edición ed.). Mexico: Thomson. : Productivity.
- Eyheralde, M. (2015). *ensayos no destructivos*.
- Fayol, H. (1890). *Admisnistracion Industrial* (2da ed.). Francia. Recuperado el 20 de Mayo de 2017
- Fincowsky, F. (2009). *Organización de Empresas* (3ra Edición ed.). (McGraw-Hill., Ed.) México: Editorial Diana. .
- Gil, T., & Fleitas, M. (2008). *Mecanismo operativo modelo para el aprendizaje organizacional en Mipymes del sector comercial. Gestión de Recursos Humanos*. (Vol. 29). Estados Unidos: Revista Interamericana de Bibliotecología.
- Gomez, C. (1997). *Sistemas Administrativos* (2da ed., Vol. 1). México: McGraw-Hill. Recuperado el 21 de Mayo de 2017
- JAIME HERNANDEZ RAMOS, J. G. (2008). *CONTROL DE LA CALIDAD EN LA SOLDADURA*. MEXICO.
- Jorge Bunge, D. M. (2013). *Ensayos no detructivos*.
- Lezama, H. (2015). *Administración moderna de una organización, centrada en la estrategia y enfocada a las necesidades del cliente*.
- Lopez, P. (2005). *Estudio de Trabajo* (1ra ed.). Mexico: Productivity. Recuperado el 15 de mayo de 2017



Propuesta de Manual de Procedimiento para la detección de fallas y defectos mediante ensayos no destructivos en equipos industriales, para la empresa SOLTIINSA



- Moro Piñeiro, M. (2000). *Metrología: introducción, conceptos, instrumentos*. universidad de Oviedo.
- Mùrena, T. (2002). *Gestión del conocimiento en la empresa: terminología y documentación de elementos importantes para su medición* (Vol. Vol. 25). Revista Interamericana de Bibliotecología.
- NYCE. (2005). Seguridad y Confianza. Mexico. Recuperado el 16 de Mayo de 2017
- Ors, E. d. (1954). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS*. Japon: tokiko.
- Palma, J. (2010). *Manual de Procedimiento*. Mexico: Productivity. Recuperado el 19 de Mayo de 2017
- Pintos, G. (2009). Los Manuales Administrativos Hoy. Mexico: SN.
- Prieto, J. M. (1997). *Los procedimientos de trabajo en el Punto de mira didactico* (3ra ed.). Mexico: Productivity.
- Rodriguez, V. (2002). *Como elaborar y usar los manuales admisnistrativos* (1ra ed., Vol. 1). (M. Lopez, Ed.) Mexico: Revolucion Editorial.
- Sanchez, J. (2013). *Toda organización debe contar con un manual de funciones*. España: Publicaciones Edi. Recuperado el 10 de Mayo de 2017
- Tapping, M. (2002). *Procesos de Estandarizacion*. Colombia: Americana S.A.



ANEXOS



XII. Anexos

Sección 1 – Entrevistas



“La calidad óptima decide”

**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A
“SOLTIINSA” NICARAGUA**



“La calidad óptima decide”

Entrevista # 1: Para conocer los aspectos generales en cuanto a los servicios brindados en la empresa SOLTIINSA.

Datos Personales.

Nombre del entrevistado:

Cargo:

Tiempo laborando en cargo:

Fecha:

Preguntas para entrevista.

Este cuestionario muestra las preguntas que se aplicaron en la entrevista realizado al Sr. David Cárdenas, Gerente General de SOLTIINSA obtener información sobre el panorama de la empresa.

1. ¿La empresa está cumpliendo con los objetivos planteados? ¿Por qué?
2. ¿Cuentan con el personal es adecuado para prestar el servicio?
3. ¿Se cuenta con los equipos necesarios para prestar el servicio adecuadamente?



4. ¿Cuáles son los recursos físicos con lo que cuenta la empresa para prestar sus servicios?
5. ¿Existe un presupuesto bien elaborado?
6. ¿Los procesos son adecuados o necesitan redefinirse?
7. ¿La empresa está ganando o perdiendo? ¿Por qué?
8. ¿Qué servicios presta? ¿A quiénes presta este servicio?
9. ¿La empresa es eficiente?
10. ¿Cuál es la posición competitiva de la empresa en la prestación de estos servicios?
11. ¿Cómo es la estructura organizacional de la empresa?
12. ¿Quién toma las decisiones en la empresa?
13. ¿La empresa tiene un organigrama escrito, conocido y catado por toda la organización?
14. ¿La empresa tiene políticas, manuales de procedimiento y descripción de cargos y funciones escritos, para toda la organización?
15. ¿Número actual de empleados?



**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A**

“SOLTIINSA” NICARAGUA



“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

Entrevista # 2: A colaboradores de la Empresa SOLTIINSA para conocer los procedimientos por Ultrasonido.

Datos Personales.

Nombre del entrevistado:

Cargo:

Tiempo laborando en cargo:

Fecha:

Preguntas para entrevista.

1. ¿Qué es un equipo de Ultrasonido?
2. ¿Cómo funciona este equipo?
3. ¿Cuántos procedimientos por medio de este equipo se realizan?
4. ¿Cuáles son los procedimientos que se realizan mediante ultrasonido?
5. ¿Cómo se comunican con los otros departamentos?
6. ¿Cómo se comunican con los clientes para la prestación del servicio?
7. ¿Existe satisfacción al prestar estos servicios?



**SOLUCIONES TÉCNICAS INTEGRALES PARA LA
INDUSTRIA S.A**

“SOLTIINSA” NICARAGUA



“La calidad óptima decide”

“La calidad óptima decide”

Entrevista # 3: A colaboradores de la Empresa SOLTIINSA para conocer a detalle los procedimientos por Ultrasonido.

Datos Personales.

Nombre del entrevistado:

Cargo:

Tiempo laborando en cargo:

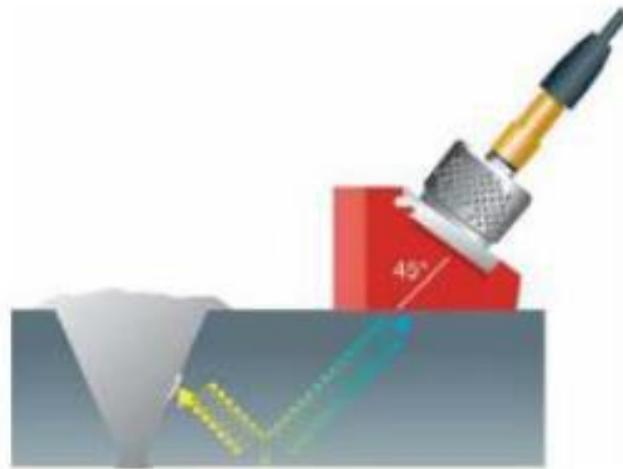
Fecha:

Preguntas para entrevista

1. ¿Mencione cuáles son las actividades que realiza en su puesto de trabajo?
2. ¿Cuáles son los procedimientos que se encarga de realizar en su puesto de trabajo en relación al equipo de ultrasonido?
3. ¿Qué recursos necesita para desarrollar cada procedimiento a cargo?
4. ¿Quién o quienes proporcionan los recursos para desarrollar el procedimiento?
5. ¿Cómo se inicia el proceso de cada uno de los procedimientos?
6. ¿De forma detallada como se procede a realizar cada procedimiento?
7. ¿Qué entidades se involucran en cada uno de los procedimientos?
8. ¿Cómo termina el procedimiento?
9. ¿Qué obtiene al final de cada procedimiento?
10. ¿A quiénes logra satisfacer cada procedimiento?
11. ¿Recibe información de otros departamentos?
12. ¿A quién le envía los resultados del proceso cuando termina su parte?
13. ¿Cuáles son las cosas que encuentran más difíciles en el proceso actual y que cosa piensan que puede ser cambiada para mejor?
14. ¿Qué recomienda que se debe mejorar en el proceso?



Sección 2 – Equipo de Ultrasonido



Detección de Defectos por Ultrasonido

Sin Retardo	Barrido	Enfoque	Barrido + Enfoque

Tipos de Haz en Ultrasonido Phased Array.

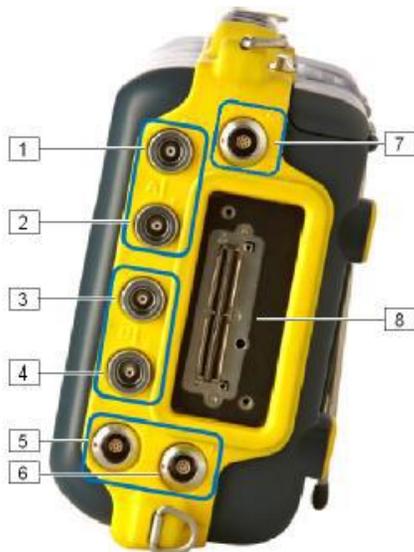


Tipo de Equipo Ultrasonico VEO 16:64 SONATEST



1. Rueda de mando.
2. Teclas de control principal.
3. Teclado alfanumérico y atajos.
4. Modos de grabación y adquisición de datos.
5. Archivos. Configuración, reporte, captura de pantalla.

Teclado de Control del Equipo Ultrasonico

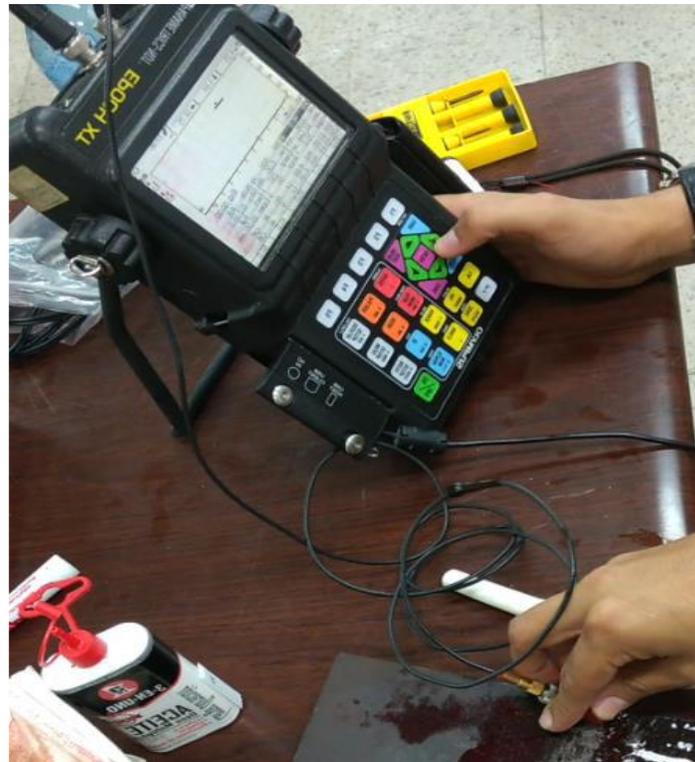


1. Conector emisor/receptor, canal A.
2. Conector receptor, canal A.
3. Conector emisor/receptor, canal B.
4. Conector receptor, canal B.
5. Conector del codificador del eje de exploración.
6. Conector del codificador del eje índice.
7. Periférico de entrada/salida.
8. Conector phased array.

Conectores Laterales Derecho del Equipo



Conectores Laterales Izquierdo del Equipo



Equipo de Ultrasonido Convencional

Sección 3 – SOLTIINSA



Área de taller en SOLTIINSA