

Diseño de un aula virtual para la enseñanza de Radiografía Industrial en la asignatura Ensayos no Destructivos

Yerli Tatiana Prada Salazar, Estefanía Pinzón Celis

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Metalúrgica

Directora

Ana María Pérez Ceballos

Ph. D. Ingeniera Metalúrgica

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Físicoquímicas

Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales

Bucaramanga

2020

Dedicatoria

A *Dios* por darme la fuerza para levantarme y perseverar en este camino y poder culminarlo. A

mis padres *Alfonso* y *Amparo*, por su apoyo incondicional, lecciones de vida y darme fuerza para no desistir. A mis hermanas *Eslendy* y *Naomy* por su acompañamiento y apoyo.

A Doña *Isabel Vera*, por su acompañamiento desde mi niñez. A mis demás familiares por su ánimo y estar pendientes de mí.

A mis amigas *Yerli Prada*, *Nataly Quintero* y *Laura Otálora* y mi amigo *Breyner Parada* por su acompañamiento, amistad y ayuda desde que los conocí. A mi directora *Ana María Pérez*, por su confianza y ayuda en este proyecto.

Estefanía Pinzón Celis

Dedicatoria

Primeramente, a mi madre *Rosalba* por su decisión de darme la vida, siempre ha sido mi apoyo incondicional, nos ha tocado luchar fuertemente en esta vida, pero siempre hemos estado juntas apoyándonos y con el convencimiento de que nunca es tarde para emprender nuestros sueños, gracias a ella hoy estoy muy cerca de obtener un título universitario.

A mi científico *Jhovanny*, por ser mi apoyo y motivación durante todo este camino tan difícil, pero al mismo tiempo tan inspirador por la educación, por mostrarme que detrás de tantos teoremas, postulados y axiomas científicos existe una magia extraordinaria, la cual a medida que avanzamos en nuestras carreras universitarias vamos descubriendo, tomándole mucho amor y pasión a lo que hacemos y de esta forma ser felices.

A mi gran amiga y estimada compañera de proyecto *Estefanía*, quien ha sido un excelente apoyo durante el desarrollo de mi carrera, brindándome siempre un consejo en el momento más oportuno y por la confianza en la decisión de realizar el proyecto juntas.

A mi querida y respetada profesora, directora de este proyecto *Ana María*, quien siempre tiene la mejor actitud, ayudándonos y guiándonos en todo lo que respecta al proyecto para que este quede muy bonito como ella dice.

Yerli Tatiana Prada Salazar

Agradecimientos

Agradecemos enormemente todo el apoyo recibido por los compañeros durante la culminación
de nuestra carrera.

Agradecemos a los profesores de nuestra Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los
Materiales por sus enseñanzas y por contarnos todas sus experiencias vividas a nivel profesional
y familiar, con el fin de prepararnos para ser unos excelentes ingenieros íntegros.

A las *Secretarias* de la escuela y a los *Técnicos* de los laboratorios por su disposición y entrega
en las prácticas realizadas, ya que en gran parte fueron una motivación para seguir adelante en
aquellos momentos difíciles y de flaqueza académica.

Agradecemos a nuestra directora *Ana Pérez*, por su amistad y por depositar su confianza en
nosotras, además de acompañarnos y dirigirnos en todo el proceso del proyecto.

Tabla de Contenido

	Pág
Introducción.....	12
1. Objetivos.....	14
1.1. Objetivo General	14
1.2. Objetivos Específicos	14
2. Marco referencial	14
2.1. Radiografía industrial	14
2.2. Ventajas y limitaciones.....	15
2.3. Técnicas de Radiografía Industrial.....	16
2.4. Características de la radiación.....	16
2.5. Tecnologías de la Información y la Comunicación TICs	17
2.6. Defectología en Soldaduras	20
3. Metodología.....	21
3.1. Clasificación de la información	21
3.2. Recurso tecnológico	22
3.3. Diseño aula virtual	22
3.4. Realización encuesta inicial.....	22
3.5. Prueba del aula virtual	22
3.6. Realización de encuesta final.....	22
4. Resultados y análisis	23
4.1. General.....	23
4.2. Glosario.....	23
4.3. Consideraciones teóricas y técnicas en la radiografía industrial.....	24
4.4. Defectos en soldadura.....	25
4.5. Imágenes radiográficas	26
4.6. Normas ASTM.....	27
4.7. Resultados Encuesta inicial	28
4.8. Encuesta final propuesta	29

5. Conclusiones	30
6. Referencias.....	31
7. Apéndices.....	34

Lista de Figuras

	Pág
Figura 1 Técnica única pared expuesta, una vista. Adaptado de HandBook 2003.....	16
Figura 2 Técnica doble pared expuesta, una vista. Adaptado de HandBook 2003.....	17
Figura 3 Técnica doble pared expuesta, doble vista. Adaptado de HandBook 2003.....	18
Figura 4 Portada aula virtual de Radiografía Industrial.....	23
Figura 5 Glosario organizado alfabéticamente disponible en el Moodle.....	24
Figura 6 Archivos disponibles en la sección de consideraciones teóricas y técnicas.....	25
Figura 7 Portada de defectos en soldadura con un libro por cada defecto.....	26
Figura 8 Portada de imágenes radiográficas en soldaduras contenidas en libros.....	26
Figura 9 Portada de imágenes radiográficas digitalizadas contenidas en libros.....	27
Figura 10 Lista de Normas ASTM en el Moodle.....	27
Figura A. 1 Vista contenidos en la parte General.....	34
Figura B. 1 Vista de la sección Términos Relacionados con RI en el Moodle	35
Figura B. 2 Vista del Glosario en el Moodle.....	36
Figura B. 3 Vista del archivo Aplicaciones disponible en Moodle.....	37
Figura B. 4 Vista del archivo Tipos de películas radiográficas disponible en Moodle.....	37
Figura C. 1 Vista del defecto Distorsión disponible en el Moodle.....	38
Figura C. 2 Vista del defecto Grietas en frío disponible en el Moodle.....	39
Figura D. 1 Vista de la radiografía de líneas de escoria disponible en el Moodle.....	40
Figura D. 2 Vista de la radiografía de porosidad disponible en el Moodle.....	41
Figura D. 3 Vista de la Imagen explicativa entre radiografías disponible en el Moodle.....	42
Figura D. 4 Vista de la radiografía digital de grietas disponible en el Moodle.....	42
Figura E. 1 Respuestas a la pregunta 1 de la encuesta inicial.....	43
Figura E. 2 Respuestas a la pregunta 2 de la encuesta inicial.....	44
Figura E. 3 Respuestas a la pregunta 3 de la encuesta inicial.....	44
Figura E. 4 Respuestas a la pregunta 4 de la encuesta inicial.....	45

Lista de Apéndices

	Pág
Apéndice A. Parte general	34
Apéndice B. Términos relacionados con RI.....	35
Apéndice C. Defectos en soldadura	38
Apéndice D. Imágenes radiográficas de soldaduras	40
Apéndice E. Encuesta métodos para el aprendizaje de radiografía industrial.....	43

Glosario

Discontinuidad: son interrupciones en la estructura base de una soldadura, puede ser por falta de uniformidad en las características mecánicas, metalúrgicas o físicas del material o de la soldadura.

Falta de fusión: discontinuidad que presenta una ausencia de fusión metalúrgica, ya sea entre un pase de soldadura y el material base o entre dos pasadas sucesivas de soldadura. Aparece como una indicación lineal oscura en la imagen radiográfica.

Inclusiones: material que han sido atrapado en la soldadura, de naturaleza divergente al del metal base y de soldadura y que constituyen una discontinuidad metalúrgica. Tienen una gran variedad de formas y dimensiones que van desde cortas y aisladas a lineales y numerosas.

Intensidad de la radiación: es la cantidad de energía por unidad de área en dirección normal a la de propagación por unidad de tiempo. En los rayos X depende de la corriente del tubo y en rayos gamma de la actividad de la fuente. Se mide en Roentgen por segundo.

Ionización: es un cambio en la naturaleza o características eléctricas de la materia. Los electrones se desplazan o salen de la órbita, cambiando así el equilibrio eléctrico.

Porosidad: es un tipo de vacío o cavidad que se da por la existencia de gas atrapado en el metal de la soldadura, generalmente es esférica pero también puede ser alargada, los tipos más comunes en soldadura son: porosidad dispersa, porosidad agrupada, porosidad tubular o vermicular, porosidad alineada y porosidad alargada. (ICONTEC, 2004).

Películas radiográficas: es el registro permanente más importante en ensayos no destructivos. Consta de 7 capas en la sección transversal y a cada lado de la base contiene una emulsión gelatinosa de cristales de haluro de plata que, al ser expuesta a la radiación da lugar a la imagen radiográfica. (HandBook,2003)

Resumen

Título: Diseño de un aula virtual para la enseñanza de radiografía industrial en la asignatura ensayos no destructivos*

Autoras: Estefanía Pinzón Celis & Yerli Tatiana Prada Salazar**

Palabras claves: Radiografía industrial, plataforma virtual, imágenes radiográficas, ensayos no destructivos, radiografía digitalizada, radiografía convencional.

Descripción:

Este trabajo es realizado en la modalidad de práctica en docencia y nace de la necesidad de implementar una plataforma virtual de la materia de ensayos no destructivos, específicamente con el tema de radiografía industrial. En esta plataforma Moodle, el estudiante va a encontrar la recopilación de información breve y precisa que va desde un glosario con los términos más utilizados en este tema, hasta consideraciones teóricas y técnicas que se deben tener en cuenta durante la implementación de esta técnica no destructiva. Adicionalmente, se incluye la descripción de los defectos más comunes en soldadura e imágenes radiográficas de diversos tipos de discontinuidades, indicando no solo la morfología del defecto y su apariencia en la imagen radiográfica, sino también las causas y métodos de prevención. Adicionalmente, se presentan algunas imágenes de los tipos de defectología más comunes encontrados en radiografía digital y la diferencia entre las radiografías digitalizadas y las convencionales. El estudiante también tendrá enlace directo a las Normas ASTM, las cuales se encuentran disponibles en la página virtual de la biblioteca de la universidad relacionadas con el tema y finalmente, podrá realizar un cuestionario tipo calificación de inspector para que autoevalúe los conocimientos adquiridos, el cual consta de cuatro tipos de pregunta para hacerlo más didáctico.

*Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales.

Directora: Ph.D. Ana María Pérez Ceballos.

Abstract

Title: Design of a virtual classroom for the teaching of industrial radiography in the subject non-destructive testing*

Authors: Estefanía Pinzón Celis & Yerli Tatiana Prada Salazar**

Keywords: Industrial radiography, virtual platform, radiographic images, non-destructive testing, digitized, conventional testing.

Description:

This work is carried out in the teaching practice modality and arises from the need to implement a virtual platform on the subject of non-destructive testing, specifically with the subject of industrial radiography. In this Moodle platform, the student will find a collection of brief and precise information that ranges from a glossary with the most used terms in this topic, to theoretical and technical considerations that must be taken into account during the implementation of this non-destructive technique. . Additionally, the description of the most common defects in welding and radiographic images of various types of discontinuities is included, indicating not only the morphology of the defect and its appearance in the radiographic image, but also the causes and prevention methods. Additionally, some images of the most common types of defectology found in digital radiography and the difference between digitized and conventional radiographs are presented. The student will also have a direct link to the ASTM Standards, which are available on the virtual page of the university library related to the subject and finally, will be able to take an inspector qualification questionnaire to self-evaluate the knowledge acquired, which It consists of four types of question to make it more didactic.

*Underdegree project

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de los Materiales.

Advisor: Ph.D. Ana María Pérez Ceballos

Introducción

Desde su hallazgo, la radiografía es una técnica muy usada para observar a través de los objetos y plasmar la imagen en una película de forma permanente, siendo de gran ayuda para diferentes ramas del conocimiento. La inspección de soldaduras y componentes metálicos usando radiografía industrial permite la detección de discontinuidades, tanto volumétricas como superficiales para su posterior evaluación mediante el uso de Normas y Códigos que definen los criterios de aceptación o rechazo de la soldadura o componente.

La enseñanza de la técnica radiográfica en Ensayos No Destructivos requiere generalmente, el uso de laboratorios y horas de entrenamiento, por lo que se considera que la implementación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) se constituye como una herramienta fundamental para que el estudiante acceda al aula virtual, cada vez que lo estime conveniente, y de esta forma promover su proceso individual de aprendizaje. En ese sentido, se considera que, “el maestro debe cobrar un valor único y esencial, como guía y tutor de sus estudiantes hacia el conocimiento y fortalecerlo a través de las TIC tanto en el aula de clase, como fuera de ella” (Castellanos, 2015), creando un canal de comunicación permanente entre el estudiante y el profesor. Entre los principales beneficios de la implementación de aula virtual de aprendizaje se encuentra este fortalecimiento que, no se refiere solo a la tecnología en sí, sino a la accesibilidad desde cualquier lugar donde se encuentren los aprendices, así como la instantaneidad de la información disponible a largo plazo; mediante la digitalización es posible almacenar grandes cantidades de información, en dispositivos físicos de pequeño tamaño (discos, CD, memorias USB, etc) (Guarín Hernández, 2009).

En el presente trabajo de grado se diseñó un aula virtual de aprendizaje para el módulo de radiografía industrial de la asignatura Ensayos No Destructivos, para ello se realizó una

recopilación de imágenes de radiografías industriales con diferentes defectos, se incluyeron conceptos teóricos y un glosario de palabras relacionadas con la temática, finalmente el estudiante tiene la posibilidad de realizar una autoevaluación a partir de la solución de un cuestionario diseñado para tal fin. Se espera que la implementación del aula virtual de aprendizaje y el uso de las TICs contribuya al modelo pedagógico, facilitando el aprendizaje en la técnica de la radiografía industrial en el curso de Ensayos No Destructivos.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Diseñar un aula virtual para la enseñanza de radiografía industrial en la asignatura Ensayos No Destructivos.

1.2. Objetivos Específicos

- Diseñar un aula virtual para el estudio del tema radiografía industrial de la asignatura Ensayos No Destructivos incluyendo imágenes radiográficas y conceptos de defectología.
- Desarrollar textos con consideraciones técnicas y teóricas sobre radiografía industrial para facilitar el estudio por parte del estudiante incluyendo un glosario con la terminología propia de la técnica.
- Elaborar una encuesta tanto al principio como al final del curso de Ensayos No Destructivos para evaluar la expectativa y aceptación del aula virtual por parte de los estudiantes.

2. Marco referencial

2.1. Radiografía industrial

Es una técnica de ensayos no destructivos (END) que permite identificar y localizar discontinuidades, ya sean internas o superficiales en componentes industriales, generando un registro visual mediante una fuente de emisión de rayos X o gamma sobre una película de doble emulsión. Esta técnica no destructiva se constituye en una base para analizar si la pieza estudiada se encuentra en condiciones ideales para su uso y funcionamiento.

2.1.1 Rayos X

Son producidos en un tubo de vacío cuando los electrones de alta velocidad van del cátodo y chocan con el ánodo. A mayor corriente aplicada mayor cantidad de electrones. Tienen una longitud de onda mayor a la de los rayos gamma.

2.1.2 Rayos Gamma

Es la radiación que proviene de la desintegración del núcleo de los átomos de isótopos radioactivos artificiales. Las longitudes de onda son menores comparadas con las de los rayos X lo que les confiere un mayor poder de penetración en la materia.

2.2. Ventajas y limitaciones

Las principales ventajas de la técnica radiográfica como método de inspección no destructiva son:

- Proporciona un registro permanente y preciso
- Se puede usar para examinar diferentes formas y tamaños
- Ensayo bastante sensible
- Ampliamente usado
- Método no destructivo para la detección de discontinuidades volumétricas.

Entre las limitaciones de la técnica se encuentran:

- Alto riesgo de seguridad por el uso de dispositivos de radiación
- La radiografía tiene limitaciones en cuanto al espesor a ser inspeccionado, basado en la densidad y la energía seleccionada
- La técnica radiográfica puede llevar mucho tiempo
- La técnica requiere de materiales de consumo y equipo inicial costoso
- Es dependiente de la orientación de las discontinuidades

- Para este ensayo se requiere mucha experiencia y formación del personal, no sólo para hacer la toma la radiográfica, sino también para interpretación de los resultados obtenidos

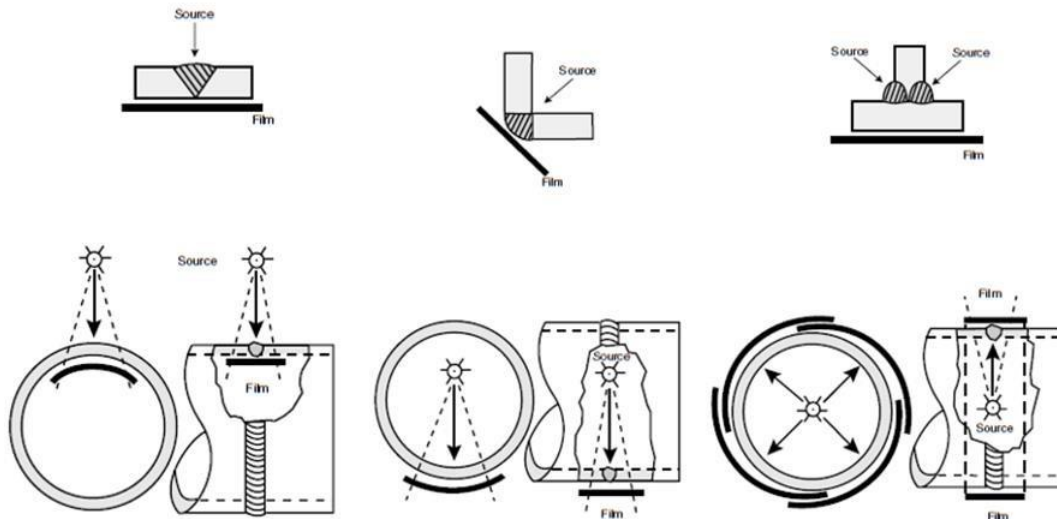
2.3. Técnicas de Radiografía Industrial

2.3.1. Técnica única pared expuesta, una vista.

Es la técnica más eficaz y usada en RI, consiste en hacer pasar radiación por una pared del objeto y se evalúa el espesor. En la figura 1 se muestra el uso de esta técnica.

Figura 1

Técnica única pared expuesta, una vista



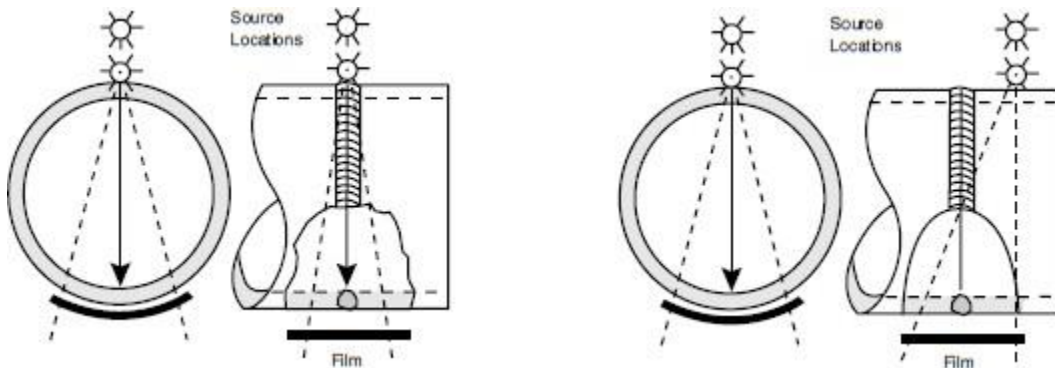
Adaptado de HandBook 2003.

2.3.2. *Técnica doble pared expuesta, una vista.*

Las 2 paredes del objeto son irradiadas, pero se evalúa sólo la pared más cerca de la película. En la figura 2 se ilustra la aplicación de esta técnica.

Figura 2

Técnica doble pared expuesta, una vista



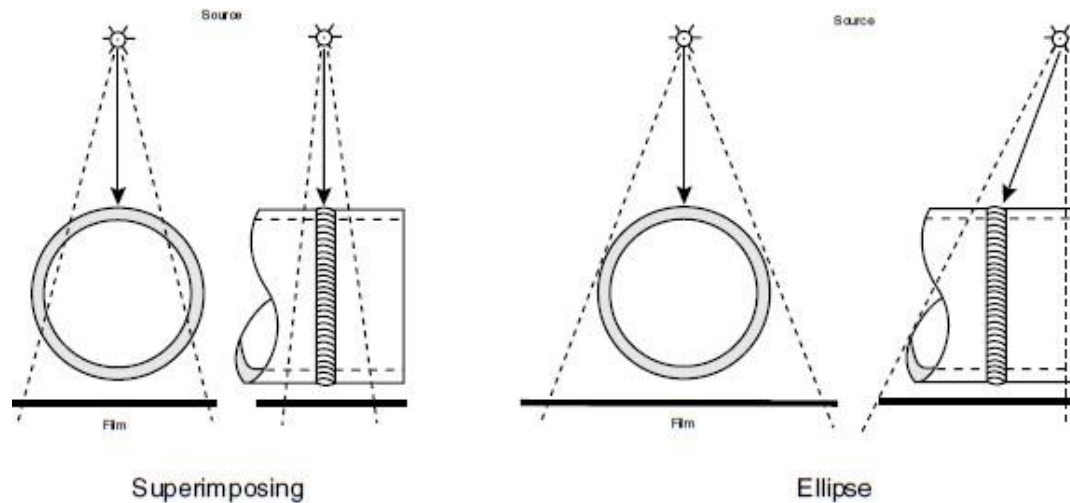
Adaptado de HandBook 2003

2.3.3. *Técnica doble pared expuesta, doble vista.*

Ambas paredes son irradiadas y se evalúan las 2 paredes, sólo es usada para la inspección de piezas con diámetros pequeños ($\leq 3,5$ pulg). En la figura 3 se muestra la aplicación de la técnica descrita anteriormente.

Figura 3

Técnica doble pared expuesta, doble vista



Adaptado de HandBook 2003.

2.4. Características de la radiación

Las características de la radiación que se aplican en la técnica no destructiva son las siguientes:

2.4.1. La radiación es absorbida y dispersada por el material: hay cuatro procesos de absorción comunes que influyen en la cantidad de radiación que pasa a través de una pieza. Estos cuatro procesos son: efecto fotoeléctrico, dispersión de Rayleigh, dispersión de Compton y producción de pares.

2.4.2. Penetración de la radiación: conocida también como la capa de valor medio y se define como el espesor de un material específico que reducirá la intensidad de radiación a la mitad de la radiación incidente.

2.4.3. La radiación viaja en líneas rectas y a la velocidad de la luz.

2.4.4. La radiación exhibe energía: en el espectro electromagnético, las longitudes de onda de los rayos X y Gamma son mucho más cortas que las de la luz visible.

2.4.5. *La radiación ioniza la materia:* los electrones se desplazan o salen de la órbita, cambiando así el equilibrio eléctrico.

2.4.6. *La radiación no es particulada:* la radiación es también denominada fotones, que es otra forma de decir energía de alta velocidad que viaja a la velocidad de la luz que se comporta como partículas; sin embargo, no hay partículas en la radiación.

2.4.7. *La radiación no tiene carga eléctrica.*

2.4.8. *La radiación X o Gamma no se puede enfocar:* si esta se dirige hacia una lente de vidrio, la radiación no se enfocaría como lo hace la luz.

2.4.9. *Los seres humanos no pueden percibir la radiación X o Gamma:* la radiación no se puede ver, saborear ni sentir.

2.4.10. *La radiación provoca fluorescencia en algunos materiales:* algunos minerales y sales emiten fluorescencia cuando se los somete a radiación.

2.4.11. *Intensidad de la radiación:* la intensidad disminuye con la distancia.

2.4.12. *La radiación produce cambios químicos en la película expuesta:* la emulsión de la película se modifica químicamente a través de la ionización a medida que la radiación interactúa con ella. Si no fuera por esta característica, no sería posible producir una imagen radiográfica en la película.

2.5. Tecnologías de la Información y la Comunicación TICs

Son una herramienta de estudio que permite a los estudiantes desarrollar habilidades de aprendizaje deseadas, superando debilidades percibidas o reales. Las TICs permiten la presentación de información, imágenes y contenidos de temas específicos por medio de plataformas virtuales de acuerdo con metodologías desarrolladas por los docentes, y se constituyen como un complemento a la educación presencial. Adicionalmente, facilitan la transmisión de información a lugares muy alejados y aportan mecanismos de autoaprendizaje en el alumno porque propician una interacción

directa con los temas específicos, aprovechando todo el conjunto de servicios de origen informático a distancia como lo son: el correo electrónico, audio y video conferencias, entre otras herramientas de estudio (García, Reyes & Godínez, 2017).

2.6. Defectología en Soldaduras

En la evaluación de soldaduras por END se considera una discontinuidad a toda interrupción en la estructura base de una soldadura, puede ser por falta de uniformidad en las características mecánicas, metalúrgicas o físicas del material o de la soldadura. Una discontinuidad se considera defecto cuando la junta evaluada es rechazada para su uso en servicio de acuerdo con los requerimientos de estándares de inspección, ya sean Normas o Códigos. A continuación, se enuncian las principales discontinuidades que a menudo se encuentran en la inspección de uniones soldadas:

2.6.1. Concavidad

Es un faltante de material de aporte cerca al borde de la soldadura con el metal base. Se presenta generalmente, porque el soldador no logra completar efectivamente la unión de la soldadura.

2.6.2. Distorsión

Ocurre por una deformación térmica en el material durante el proceso de soldadura. Puede prevenirse haciendo un diseño adecuado del bisel, así como adoptando la técnica más adecuada para la deposición de la soldadura.

2.6.3. Exceso de penetración

Es una sobremonta de material de aporte en la raíz de la soldadura que puede o no retener escoria en su interior. En relación con su apariencia radiográfica, esta discontinuidad se presenta como

una zona clara (blanca) en el centro del ancho de la imagen, puede ser a lo largo o en zonas aisladas como gotas y a veces con manchas negras en su interior relacionadas con la presencia de escoria.

2.6.4. Grietas

Las grietas pueden tener diversos orígenes, pueden producirse tanto en caliente como en frío. Estas discontinuidades aparecen en la radiografía como indicaciones oscuras, irregulares y lineales y son las más graves de todas las discontinuidades, no siempre son detectables por radiografía a menos que su orientación esté en el mismo plano que la dirección de la radiación.

2.6.5. Penetración incompleta

Es una ausencia de metal de soldadura en el paso de raíz de la soldadura. Se observa en forma recta, oscura y lineal en la imagen radiográfica.

2.6.6. Socavadura

Es una muesca fundida dentro del metal base, adyacente al borde o la raíz de la soldadura que deja una concavidad en el metal de aporte. Esta muesca crea una entalla mecánica que es un concentrador de esfuerzos por lo que reduce la resistencia mecánica de la unión soldada.

3. METODOLOGÍA

Para cumplir con los objetivos se llevó a cabo el siguiente proceso:

3.1. Clasificación de la información

Se recopiló información para los conceptos de defectología según el ASM Handbook, Normas y definición de las TICs, además de imágenes radiográficas y se hizo el resumen de los temas como complemento.

3.2. Recurso tecnológico

Capacitación de herramientas TICs por parte de la profesora para la realización del aula virtual, se usó la versión libre de Moodle para subir toda la información, complementando con otras ayudas virtuales de diseño para páginas web como Canva.

3.3. Diseño aula virtual

Con los conocimientos adquiridos en la capacitación, complementado con videos tutoriales y creatividad, se desarrolló el aula virtual junto con los conceptos básicos de radiografía industrial con base en la literatura, agregando descripciones y usando Canva para las etiquetas de cada tema puesto en el Moodle, para hacerlo llamativo y despertar la motivación del estudiante.

3.4. Realización encuesta inicial

Encuesta realizada en formulario de Google para el análisis de la expectativa del aula virtual por parte de los estudiantes de ensayos no destructivos 2020-I.

3.5. Prueba del aula virtual

El aula virtual anidada dentro del Moodle de la universidad se puso a prueba con los estudiantes de Ensayos No Destructivos del semestre 2020-I grupo A, para que ingresaran y evaluaran su contenido, además de realizar al final un cuestionario para poner en práctica todo lo visto y entendido sobre la técnica de Radiografía Industrial, este se puede responder las veces que sean necesarias para el correcto entendimiento del tema.

3.6. Realización de encuesta final

Una vez los estudiantes de ensayos no destructivos 2020-I grupo A hayan visto y usado el aula virtual, se realiza una encuesta en formulario Google para obtener los resultados de satisfacción de prueba del aula virtual, analizarlos estadísticamente y tener en cuenta las sugerencias de los estudiantes con respecto a el aula virtual y su contenido.

4. Resultados y análisis

A continuación, se describe el contenido del aula virtual para el estudio de la técnica de radiografía industrial en la plataforma de Moodle de la UIS con sus respectivos pantallazos de las secciones realizadas:

4.1. General

Además de la portada, se encuentran páginas web y la guía de la práctica del Laboratorio de END de la UIS (ver Apéndice A).

Figura 4

Portada aula virtual de Radiografía Industrial



4.2. Glosario

En este se hizo una recopilación del vocabulario donde el estudiante puede consultar el significado de los términos más usados en Radiografía Industrial (ver Apéndice B)

Figura 5

Glosario organizado alfabéticamente disponible en el Moodle

Ensayos No Destructivos

Glosario [Volver a: TÉRMINOS RELACI...](#)

Vocabulario para consultar el significado de los términos más usados en Radiografía Industrial, consultados de la norma NTC 110, Handbook Nondestructive Evaluation Edición 2 y Diapositivas clase END- RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL Profesora Ana María Pérez. [Versión para impresión](#)

¿Buscar en conceptos y definiciones?

Navegue por el glosario usando este índice.

Especial | [A](#) | [B](#) | [C](#) | [D](#) | [E](#) | [F](#) | [G](#) | [H](#) | [I](#) | [J](#) | [K](#) | [L](#) | [M](#) | [N](#) | [Ñ](#) | [O](#) | [P](#) | [Q](#) | [R](#) | [S](#) | [T](#) | [U](#) | [V](#) | [W](#) | [X](#) | [Y](#) | [Z](#) | [TODAS](#)

Página: 1 2 3 4 (Siguiente)
TODAS

C

Calidad de imagen

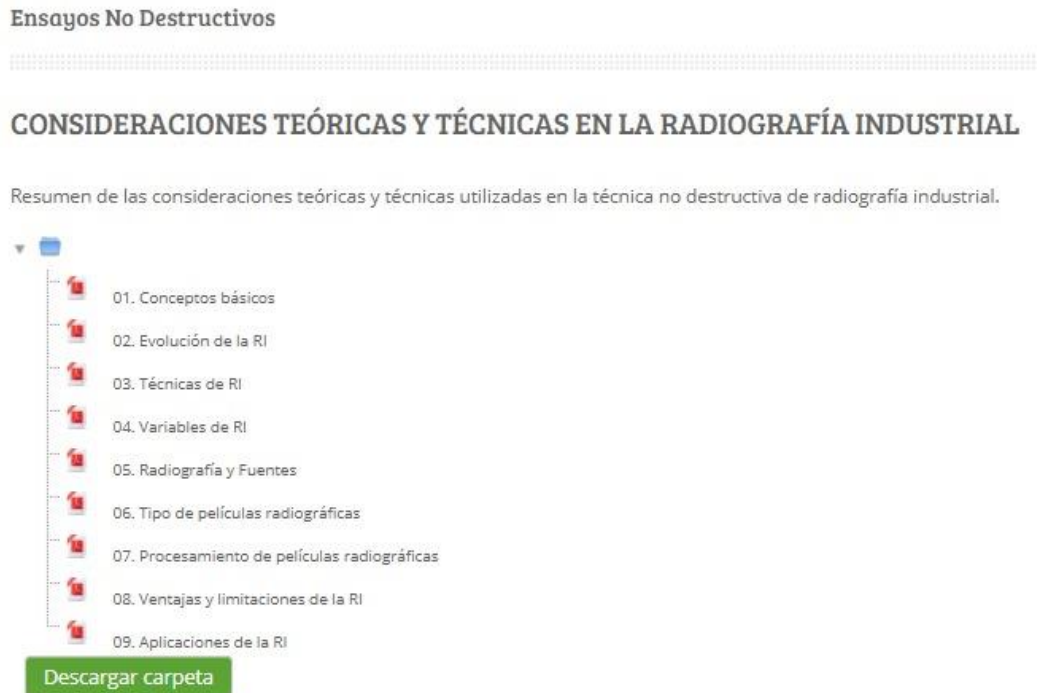
Es la comparación con la imagen de un indicador de calidad de imagen (ICI) puesta en la radiografía.

4.3. Consideraciones teóricas y técnicas en la radiografía industrial

Resumen de las consideraciones teóricas y técnicas utilizadas en el ensayo no destructivo de radiografía industrial. En esta pestaña se tienen 9 archivos donde se resume cada tema brevemente para facilitar la comprensión del estudiante (ver Apéndice B).

Figura 6

Archivos disponibles en la sección de consideraciones teóricas y técnicas

**4.4. Defectos en soldadura**

En esta sección se explican los principales defectos encontrados en las soldaduras (falta de fusión, concavidad, entre otros). El estudiante podrá encontrar la descripción de la discontinuidad (15 en total), y en algunos casos su prevención o causa. (ver apéndice C).

Figura 7

Portada de defectos en soldadura con un libro por cada defecto



Imágenes tomadas de NTC 110 y Libro de defectología

En esta sección se explican los principales defectos encontrados en las soldaduras.

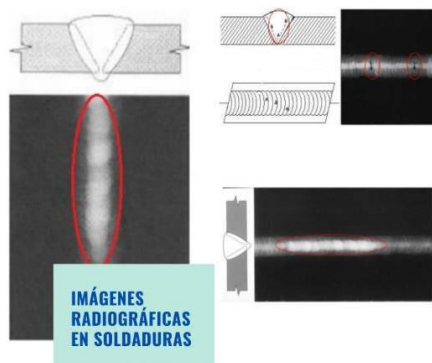
- CONCAVIDAD
- DISTORSIÓN
- EXCESO DE PENETRACIÓN
- FALTA DE FUSIÓN
- GRIETAS EN CALIENTE

4.5. Imágenes radiográficas

Organización de imágenes radiográficas convencionales de distintos tipos de defectos en soldaduras e imágenes radiográficas digitalizadas en componentes fundidos. Ver apéndice D.

Figura 8

Portada de imágenes radiográficas en soldaduras contenidas en libro



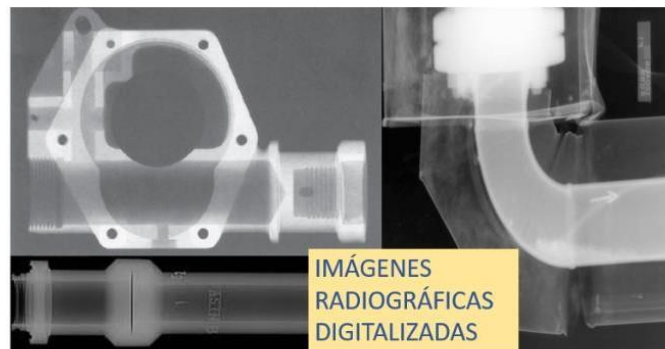
Imágenes obtenidas del libro defectología, NDT Resource y Radiography Capítulo II.

Compendio de imágenes radiográficas de los distintos tipos de defectos en soldaduras.

- FALTA DE FUSIÓN
- GRIETAS
- INCLUSIONES DE ESCORIA

Figura 9

Portada de imágenes radiográficas digitalizadas contenidas en libros



Imágenes tomadas del libro *INDUSTRIAL RADIOGRAPHY, image forming techniques*, y de la página www.scisa.es/radiografia-industrial.

En esta sección se exhiben algunas imágenes radiográficas digitalizadas con algún tipo de defectología.

4.6. Normas ASTM

Recopilación de las 6 normas usadas en Radiografía Industrial como complemento y guía para el estudiante.

Figura 10

Lista de Normas ASTM en el Moodle

 The screenshot shows a Moodle course page for "UIS Formación". The page is titled "Ensayos No Destructivos" and has a navigation menu on the left. The main content area displays a list of ASTM standards under the "IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DIGITALIZADAS" section. The standards listed are:

- ASTM E446-15: Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in
- ASTM E1742-18: Standard Practice for Radiographic Examination
- ASTM E94-17: Standard Guide for Radiographic Examination Using Industrial Radiographic Film
- ASTM E1030-15: Standard Practice for Radiographic Examination of Metallic Castings
- ASTM E1032-19: Standard Practice for Radiographic Examination of Weldments Using Industrial X-Ray Film
- ASTM E1316-19: Standard Terminology for Nondestructive Examinations

 The page also includes a navigation sidebar with options like "Página Principal", "Mis cursos", "END", and "NORMAS ASTM".

4.7. Resultados Encuesta inicial

Un total de 22 estudiantes diligenciaron la encuesta inicial, en esta encuesta se pretendía medir la expectativa de los estudiantes frente a un aula virtual de aprendizaje. La encuesta tiene un total de 4 preguntas en donde inicialmente, se indagó a los estudiantes si consideran que tienen recursos pedagógicos suficientes para el proceso de aprendizaje de radiografía industrial en la asignatura Ensayos No Destructivos. A esta pregunta un 27.3% respondieron que contaban con dichos recursos y un 72.7% respondió negativamente al cuestionamiento, lo que permite concluir que los estudiantes consideran que no poseen recursos pedagógicos suficientes para el aprendizaje de la radiografía industrial. Para la segunda pregunta, en donde se cuestionó si considera que un espacio de aprendizaje virtual ayudaría a mejorar la comprensión de los temas vistos en radiografía industrial, un 81.8% respondió afirmativamente y el 18.2% consideró que el aula virtual de aprendizaje no permitiría mejorar la comprensión de los temas, con lo cual la mayoría de los estudiantes están de acuerdo en que el estudio virtual complementa lo visto en clase. Para la tercera pregunta, en donde se cuestionó en que porcentaje se haría uso del aula virtual como recurso de estudio, la respuesta estuvo dividida de la siguiente manera: el 31.8% de los estudiantes usarían los recursos del aula virtual de aprendizaje en menos del 40%, el 45.5% de los estudiantes harían un uso moderado del aula virtual (entre 40-60%) y solo el 22.7% estima que haría un uso alto de los recursos del aula virtual en su proceso de aprendizaje. Puede observarse que se prevé una acogida del aula virtual de aprendizaje entre moderada y alta por parte de los estudiantes. La cuarta y última pregunta se realizó de forma abierta, de tal manera que, se les preguntó a los estudiantes que describieran como les gustaría que estuviera estructurada el aula virtual para el estudio de las temáticas relacionadas con la radiografía industrial, a lo que la mayoría respondió que se debía incluir contenido visual, didáctico, vídeos e imágenes que ilustren defectos para complementar la

5. Conclusiones

Se creó un aula virtual de aprendizaje en la plataforma institucional Moodle para el estudio del tema radiografía industrial usando imágenes radiográficas y conceptos de defectología como recurso pedagógico para facilitar la comprensión de la técnica, teniendo en cuenta lo descrito por los estudiantes sobre la temática del aula en la encuesta inicial.

Se elaboraron textos resumidos sobre las consideraciones técnicas y teóricas de radiografía industrial como ayuda didáctica y brindándole al estudiante un texto breve, claro y preciso para entender mejor el tema.

Se llevó a cabo una encuesta para evaluar la expectativa que tienen los estudiantes sobre el estudio virtual de un tema específico y así mejorar el contenido del aula virtual, además se planteó una encuesta final para evaluar la pertinencia del material que debe realizarse antes de que termine el semestre, una vez los estudiantes hayan usado el contenido del aula virtual.

Referencias

ASTM E446-15. (2015). *Standard Reference Radiographs for Steel Castings Up to 2 in.*

ASTM E1742-18. (2018). *Standard Practice for Radiographic Examination.*

ASTM E94-17. (2017). *Standard Guide for Radiographic Examination Using Industrial Radiographic Film.*

ASTM E1030-15. (2015). *Standard Practice for Radiographic Examination of Metallic Casting.*

ASTM E1032-19. (2019). *Standard Practice for Radiographic Examination of Weldments Using Industrial X-Ray Film.*

ASTM E1316-19. (2019). *Standard Terminology for Nondestructive Examinations.*

Carmona V, C.A. (2013). *La Radiografía como método de control de soldaduras.* Universidad Andrés Bello. Capítulo 6 pág. 101.

Carrasco P.A. *Referencia radiográfica para la interpretación de soldaduras.*

Cartz, L. *Introduction to Radiography.* Chapter II. Parte 1. Pág 22.

Castellanos, M. P. (2015). Como incorporar las TIC en la educación. *Revista Semana.*
<https://www.semana.com/>

Echavarría, R. (2002). *Defectología.*

García Sánchez, M. del R., Reyes Añorve, J., & Godínez Alarcón, G. (2018-01-04). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos / The ICT in higher education, innovations and challenges. *RICSH Revista Iberoamericana De Las Ciencias Sociales Y Humanísticas*, 6(12), 299 - 316. <https://doi.org/10.23913/ricsh.v6i12.135>

Guarín Hernández, A. M. (2009). TICS-Tecnologías de información y comunicación.

<https://www.monografias.com/trabajos89/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion/tics-tecnologias-informacion-y-comunicacion.shtml>.

Guía para la inspección visual de soldaduras GTC 110, (2004).

Hellier, C. (Ed.). (2003). *HandBook Nondestructive Evaluation*. Mc Graw Hill. Capítulo 6, parte V.

IIW. *Manual Radiographs of Welds*. Laboratorio Ensayos no destructivos.

Inspección técnica y certificación industrial SAC. <http://itcindustrialsac.com/radiografia-industrial>.

Interpretación radiográfica- Soldaduras. Discontinuidades. NDT Resource Center. <https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Radiography/TechCalibrations/RadiographInterp.htm>

Marín V, F. (2014). *Estudio de la defectología en la Radiología Industrial*. Universidad Politécnica de Cartagena. Pág 88 Tubo desalineado.

<https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/4658/pfc5726.pdf?sequence=1>

Montaño A, D. (2020). *Evaluación comparativa de las técnicas de radiografía industrial convencional y radiografía industrial digital en la inspección no destructiva de piezas metálicas* (Tesis pregrado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga. Colombia.

Pérez, A, M.(2020). *Clase 8 END-Radiografía Industrial y Clase 1*. Diapositivas de clase.

Rosario S, F. (2013). *Imperfecciones en soldaduras, tipos de discontinuidades: grietas en frío*.

Serrano, R. *Defectos y control de soldaduras*. http://www.raquelserrano.com/wp-content/files/procesos_soldadura_7.pdf

Weldstrong. *Cómo identificar defectos de soldadura en la película de radiografía (película RT)*.
<http://weldstrong.blogspot.com/>


APÉNDICE A

PARTE GENERAL

Esta parte contiene además de la portada, enlaces web que complementan el estudio de los temas como *NDT Resource* y *The Welding World* (para consultar teoría) y páginas de AWS y ASME (para consulta de normas y códigos), además de la guía de Radiografía Industrial para que los estudiantes puedan descargarla y estudiarla antes de la práctica, cuya lista se puede ver en la *figura A.1*.

Figura A. 1

Vista contenidos en la parte General



The screenshot displays a web-based virtual classroom interface. At the top, a green navigation bar includes links for 'Página Principal', 'Mis cursos', 'UIS', 'Vicerrectoría Académica', 'CEDEDUIS', 'iPred', and 'Este curso'. A user profile for 'Ana María' is visible in the top right corner. On the left side, a sidebar menu lists various administrative and user-related options such as 'Activar edición', 'Usuarios', 'Filtros', 'Informes', 'Configuración Calificaciones', 'Insignias', 'Copia de seguridad', 'Restaurar', 'Importar', 'Reiniciar', 'Actualizar Matriculas', 'Subir Notas', 'Banco de preguntas', and 'Papelería de reciclaje'. The main content area features a central image of two X-ray radiographs of a compressor head. Below the image, a text block reads: 'Radiografía digital de la tapa de un compresor (arriba) y una radiografía con compensación (abajo). Imágenes tomadas del trabajo de grado de la Ing. Diana M. Montaño.' This is followed by a highlighted orange text block: 'Inspección no destructiva basada en la detección de discontinuidades superficiales e internas de casi todos los materiales usados industrialmente, generando un registro visual mediante una fuente de emisión de rayos X o gamma sobre una película de doble emulsión y una base, para su posterior análisis.' Below this, a list of resources is provided, each with a small icon and a brief description: 'Lineamientos Práctica de Laboratorio UIS' (En el archivo encontrarán los lineamientos para la práctica de RI en el Laboratorio de END.), 'NDT Resource Center' (En esta página web podrá encontrar información importante sobre la radiografía industrial como complemento de estudio.), 'The Welding World' (En esta página web usted podrá encontrar los 11 defectos de soldadura más conocidos, junto con sus causas y las precauciones que se deben tener en cuenta para reducirlos.), 'The American Society of Mechanical Engineers' (Enlace de interés donde se encuentran los códigos relacionados con recipientes a presión.), and 'American Welding Society' (Enlace de interés para consulta de normas relacionadas con Soldaduras.).

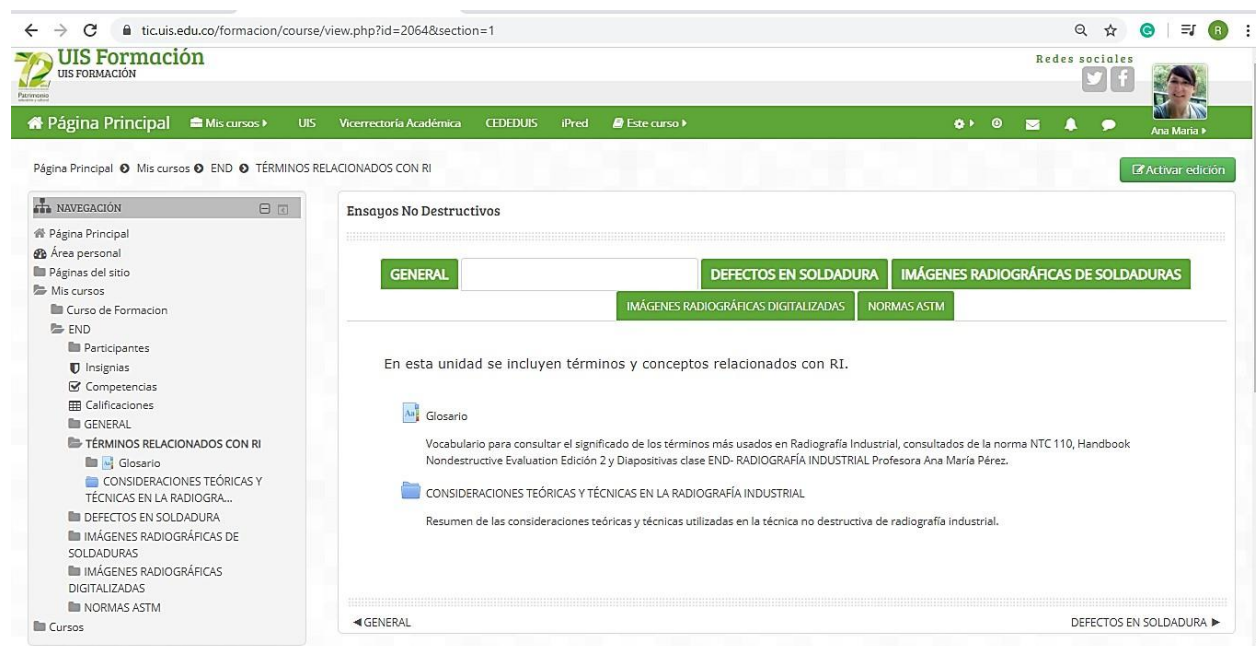
APÉNDICE B

TÉRMINOS RELACIONADOS CON RI

En esta sección se encuentran el Glosario y las Consideraciones teóricas y técnicas de la Radiografía Industrial, organizadas una vez se recopiló toda la información sobre esta técnica. Se encuentra después de la pestaña de la parte General, como se aprecia en la *figura B.1*.

Figura B. 1

Vista de la sección Términos Relacionados con RI en el Moodle



The screenshot shows a Moodle course page titled "TÉRMINOS RELACIONADOS CON RI". The page is part of a course named "Ensayos No Destructivos". The navigation menu on the left includes "GENERAL" and "TÉRMINOS RELACIONADOS CON RI", which is expanded to show "Glosario", "CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y TÉCNICAS EN LA RADIOGRA...", "DEFECTOS EN SOLDADURA", "IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DE SOLDADURAS", "IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DIGITALIZADAS", and "NORMAS ASTM". The main content area displays the "Glosario" section, which includes a description of the glossary and a link to "CONSIDERACIONES TEÓRICAS Y TÉCNICAS EN LA RADIOGRAFÍA INDUSTRIAL".

En la parte del Glosario, se encuentran los 39 términos más usados en el tema de Radiografía Industrial; donde en la mayoría de éstos contienen imágenes que dan una mejor idea de los significados. Dentro del aula virtual están organizados por colores de forma alfabética para una búsqueda rápida, como se puede apreciar en la *figura B.2*.

Figura B. 2*Vista del Glosario en el Moodle*

Contraste radiográfico

Es la diferencia de densidad entre dos zonas de una radiografía. El contraste es influenciado también por la calidad de las radiaciones empleadas. Una radiación de longitud de onda muy corta atravesará fácilmente el material y la cantidad de radiación incidente sobre el film será relativamente alta sobre toda su superficie, proporcionando contrastes pobres.

Mayor contraste, pero una definición muy pobre

Menor contraste brinda una mucho mejor definición

Imagen tomada del trabajo ensayo radiográfico elaborado por el Ingeniero Tangari S.A.

Definición

Se denomina a la nitidez que separa dos zonas de una radiografía. Está determinada por la penumbra. Está se puede producir en la proyección de la imagen radiante (penumbra geométrica) y por la indefinición de borde debido al tamaño del grano de la película radiográfica (penumbra inherente).

En la sección de Consideraciones teóricas y técnicas, cada resumen está organizado en una carpeta como archivos Word que se pueden descargar directamente. En el Moodle están disponibles 9 temas: aplicaciones, conceptos básicos, evolución, procesamiento de la película radiográfica, radiografía en tiempo real y fuentes de origen, técnicas de radiografía, tipos de películas radiográficas, variables, ventajas y limitaciones. A continuación, en las *figuras B.3.* y *B.4.* se muestra como se ven los archivos en el aula virtual.

Figura B. 3

Vista del archivo Word Aplicaciones disponible en Moodle

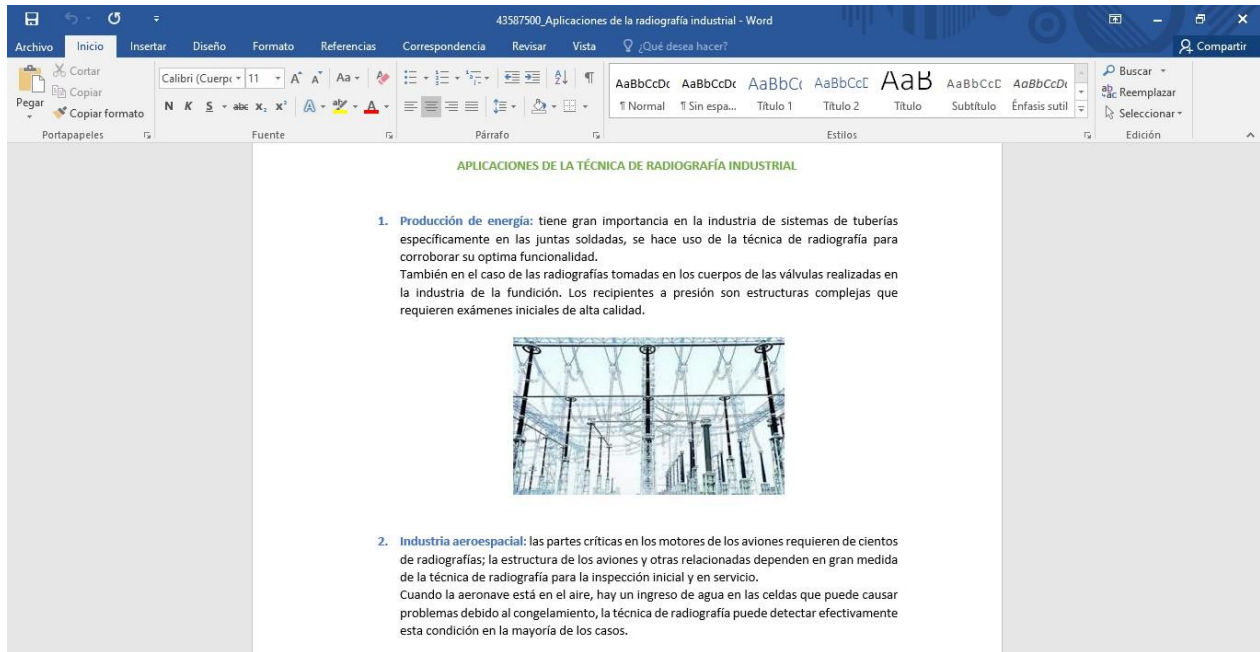
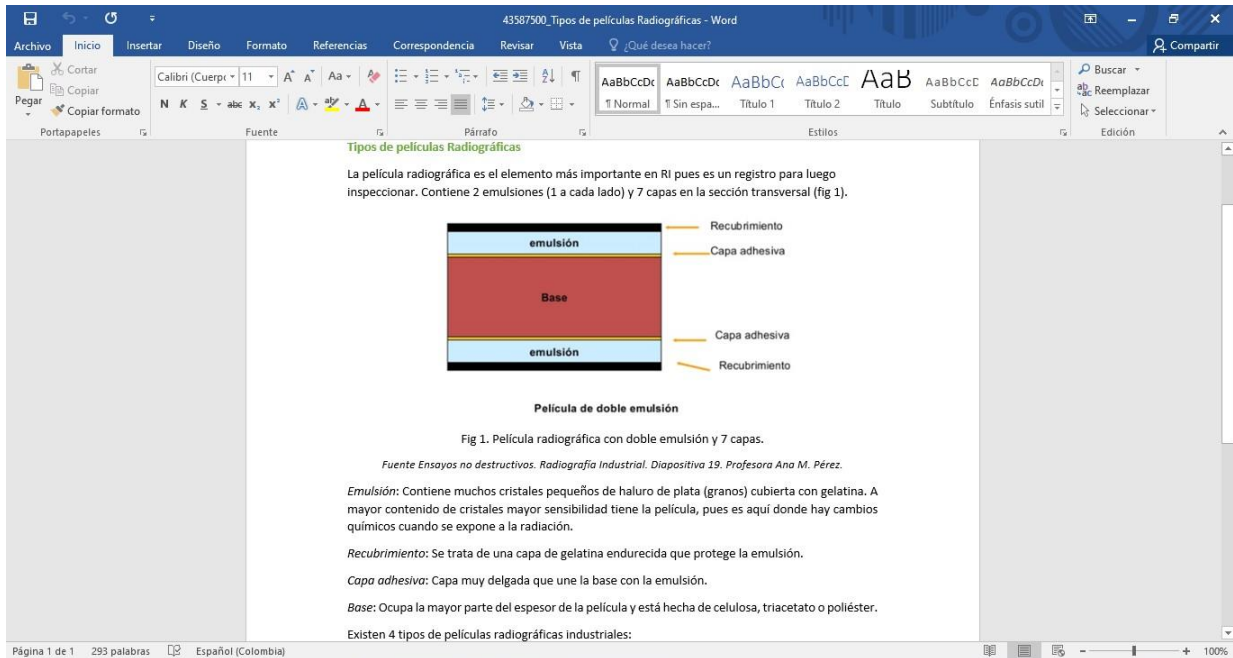


Figura B. 4

Vista del archivo Word Tipos de películas radiográficas disponible en Moodle



APÉNDICE C

DEFECTOS EN SOLDADURA

En esta sección se encuentran 15 de los defectos que ocurren con más frecuencia en las soldaduras: concavidad, distorsión, exceso de penetración, falta de fusión, grietas en caliente, grietas en frío, grietas, inclusiones de escoria, líneas de escoria, penetración incompleta, porosidad vermicular, porosidad, sobremonta excesiva, socavadura y traslape. Cada imagen incluye la descripción del defecto y en algunas hay causa, prevención o apariencia radiográfica, además de su referencia bibliográfica como se observa en las *figuras C.1.* y *C.2.*

Figura C. 1

Vista del defecto Distorsión disponible en el Moodle



The screenshot shows a Moodle course page titled "Ensayos No Destructivos". The main content is a slide titled "DISTORSIÓN". The slide includes several diagrams illustrating different types of welding distortion: a concave weld, a convex weld, a weld with a large gap, and a weld with a large overlap. A diagram at the bottom shows a cross-section of a weld joint with a dashed line indicating the "ORIGINAL SIZE" and a solid line showing the distorted shape. The slide also contains text describing the distortion and its prevention.

DISTORSIÓN

Descripción

- Ocurre por una deformación térmica en el material durante el proceso de soldadura.

Prevención

- Diseño adecuado del bisel, así como adoptar la técnica adecuada para la deposición de la soldadura.

ORIGINAL SIZE

Ensayos no Destructivos. Clase 1. Diapositiva 35. Profesora Ana María Pérez C.

Figura C. 2

Vista del defecto Grietas en frío disponible en el Moodle

Ensayos No Destructivos

GRIETAS EN FRÍO

1. GRIETAS EN FRÍO

GRIETAS EN FRÍO O INDUCIDAS POR HIDRÓGENO

Descripción

- Se llaman fisuras en frío debido a que se presentan cuando se alcanza la temperatura ambiente*.

Causa

- Elevado contenido de hidrógeno en la zona fundida, además de elevada velocidad y tensiones por el enfriamiento*.

Apariencia radiográfica

- Fisuras longitudinales: línea ondulante negra y fina.
- Fisuras transversales: línea negra fina, recortada, de poca ondulación(Fig 56)*.

Fig. 56: Fisuras transversales. Ensayos no Destructivos. Clase 1. Diapositiva 53. Profesora Ana María Pérez C. *Defectología. Ricardo Echavarría.2002. Pág. 43.

APÉNDICE D

IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DE SOLDADURAS

En esta sección se encuentran 14 imágenes de Radiografías de los defectos que ocurren con más frecuencia en las soldaduras: concavidad, distorsión, exceso de penetración, falta de fusión, grietas en caliente, grietas en frío, grietas, inclusiones de escoria, líneas de escoria, penetración incompleta, porosidad vermicular, porosidad, sobremonta excesiva y socavadura. Cada imagen incluye su referencia bibliográfica (ya sea libro o link) como se observa en las *figuras D.1. y D.2.*

Figura D. 1

Vista de la radiografía de líneas de escoria disponible en el Moodle

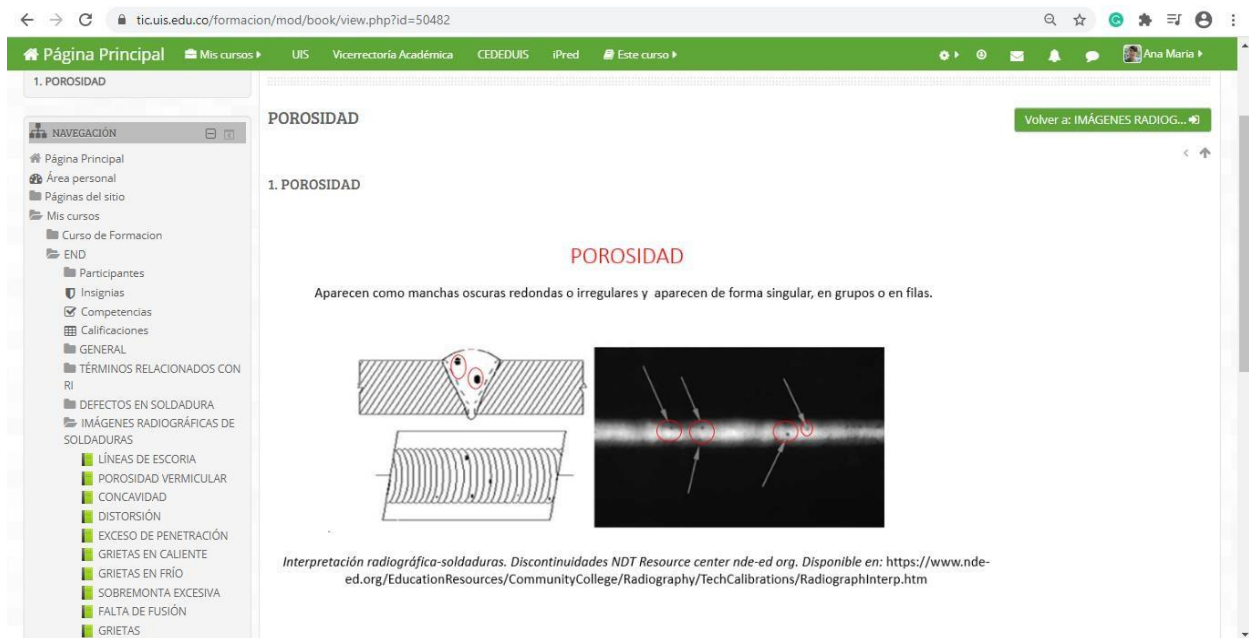


En la imagen se muestra una interfaz de Moodle con la siguiente estructura:

- Encabezado:** Barra de navegación con "Página Principal", "Mis cursos", "LUIS", "Vicerrectoría Académica", "CEDEDUIS", "iPred", "Este curso" y el nombre de usuario "Ana María".
- Menú lateral izquierdo:**
 - Tabla de contenidos: "1. LÍNEAS DE ESCORIA".
 - Menú de navegación con opciones como "Página Principal", "Área personal", "Mis cursos", "Curso de Formación", "END", "Participantes", "Insignias", "Competencias", "Calificaciones", "GENERAL", "TÉRMINOS RELACIONADOS CON RI", "DEFECTOS EN SOLDADURA", "IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DE SOLDADURAS".
 - Submenú de "IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DE SOLDADURAS":
 - LÍNEAS DE ESCORIA (seleccionado)
 - POROSIDAD VERMICULAR
 - CONCAVIDAD
 - DISTORSIÓN
 - EXCESO DE PENETRACIÓN
 - GRIETAS EN CALIENTE
 - GRIETAS EN FRÍO
- Contenido principal:**
 - Título: "LÍNEAS DE ESCORIA".
 - Subtítulo: "1. LÍNEAS DE ESCORIA".
 - Descripción: "Líneas alargadas, paralelas o sencillas de una densidad más oscura, de ancho irregular y con curvas en dirección longitudinal."
 - Imagen: Radiografía de una soldadura con una línea de escoria resaltada en rojo.
 - Referencia: "CARRASCO P. Antonio José. Referencia radiográfica para la interpretación de soldaduras."

Figura D. 2

Vista de la radiografía de porosidad disponible en el Moodle



The screenshot shows a Moodle course page for 'POROSIDAD'. The page title is 'POROSIDAD' and the content is '1. POROSIDAD'. The main content area features a diagram of a weld joint with porosity defects, a digitalized radiograph of the same weld joint, and a text description: 'Aparecen como manchas oscuras redondas o irregulares y aparecen de forma singular, en grupos o en filas.' Below the images is a citation: 'Interpretación radiográfica-soldaduras. Discontinuidades NDT Resource center nde-ed.org. Disponible en: <https://www.nde-ed.org/EducationResources/CommunityCollege/Radiography/TechCalibrations/RadiographInterp.htm>

IMÁGENES RADIOGRÁFICAS DIGITALIZADAS

En esta parte es la recopilación de radiografías digitalizadas encontradas en artículos de investigación y libros, cuyas referencias se encuentran adjuntas a las imágenes. Esta contiene 3 imágenes radiográficas digitalizadas: grietas, penetración incompleta y porosidad, acompañadas de una cuarta imagen que explica la diferencia entre una radiografía convencional y una digital, como se observa en las *figuras D.3. y D.4.*

Figura D. 3

Vista de la Imagen explicativa entre radiografías disponible en el Moodle



Figura D. 4

Vista de la radiografía digital de grietas disponible en el Moodle



APÉNDICE E

Encuesta Métodos para el aprendizaje de Radiografía Industrial

Para obtener la expectativa del aula virtual, se les envió a los correos personales el enlace de la encuesta Métodos para el aprendizaje de Radiografía Industrial, realizada como encuesta de Google a los 23 estudiantes de ensayos no destructivos 2020-1 del grupo A, obteniéndose 22 respuestas a las cuatro preguntas realizadas cuyos datos estadísticos se presentan a continuación.

Figura E. 1

Respuestas a la pregunta 1 de la encuesta inicial.

¿Considera que tiene recursos pedagógicos suficientes para el proceso de aprendizaje de radiografía industrial en la asignatura ensayos no destructivos?

22 respuestas

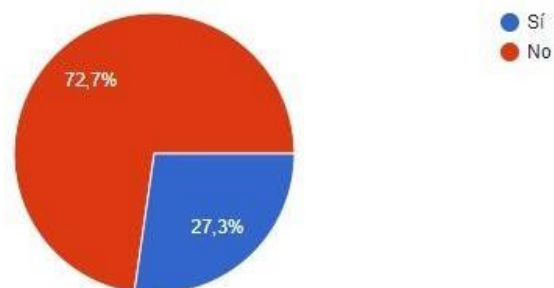
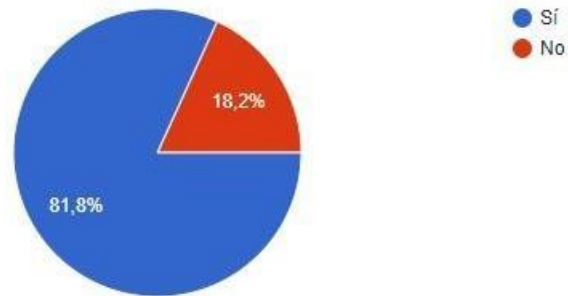


Figura E. 2*Respuestas a la pregunta 2 de la encuesta inicial*

¿Considera que un espacio de aprendizaje virtual ayudaría a mejorar la comprensión en los temas vistos en radiografía industrial?

22 respuestas

**Figura E. 3***Respuestas a la pregunta 3 de la encuesta inicial*

Si existiera un espacio para el aprendizaje virtual del tema radiografía industrial, ¿en que porcentaje sería utilizado como recurso de estudio de esta temática?

22 respuestas

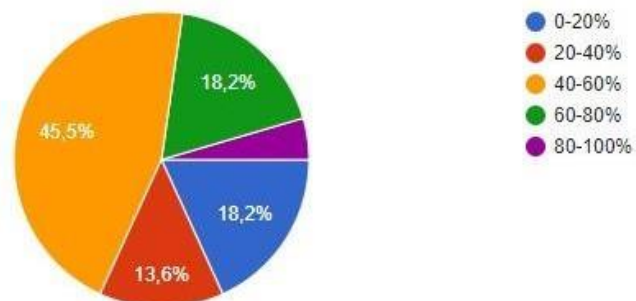


Figura E. 4*Respuestas a la pregunta 4 de la encuesta inicial*

Describa como le gustaría que estuviera estructurada temáticamente el aula virtual para el estudio de radiografía industrial.

22 respuestas

Generalidades, proceso, normativas, función, tipos, aplicaciones, casos de estudio

Monitoreo, instrumentos de medición, equipos de exposición, procedimientos de emergencia

F

De una forma intuitiva y organizada de buena manera, con acceso a videos o interacciones que nos ayuden a ver y entender mejor este tema.

Marco teórico - normas regentes para ensayos de radiografía - demostraciones de laboratorio y en campo de ensayos radiográficos

Debería tener una parte teórica y otra parte que sea un poco más practica aunque sea virtual (videos y ejercicios)

con bastantes imágenes de los diferentes defectos o discontinuidades que uno puede encontrar en la

con una parte teorica-explicativa y suficiente material como libros, articulos y videos de esta tecnica

Me pareceria muy bien que fuera con mejores plataformas y mejor comunicacion maestro estudiante, durante la virtualidad he visto que los estudiantes no son capaces de concentrarse en clase o no le ponen tanto empeño estando sentados frente a una pantalla por dos horas, entonces me parece muy bien que si es virtual que haya una mejor manera que haya un vinculo maestro estudiante, no solo un profesor tratando de explicar y estudiantes que no estan presentes o no ponen atencion

Fundamentos, manejo, aplicaciones, en general que discontinuidades se pueden estudiar con esta técnica

aun no hemos visto nada de eso, pero seria bueno que hubieran videos o links de videos de las metodologías que se usan para diferentes estructuras y o materiales, tambien seria bueno que se anexasen un apartado para artículos de investigación para fomentar el interés en el área a los estudiantes en donde también se puedan anexar libros de las diferentes temáticas que deben existir en esta área, y debido a la condicion de aislamiento, seria bueno agregar un apartado para informes de practicas de laboratorio, reportes reales de piezas industriales etc...

Animaciones, es decir, más contenido audiovisual que teórico.

Que contenga programas interactivos de aprendizaje como aplicaciones de simulación para estudiar a fondo sobre el tema.

Análisis de las radiografías y nuevas técnicas

Muchas imágenes acompañada de su respectiva teoría en cada imagen.

al gusto del propietario

me parece que esta asignatura se debe realizar presencial, es muy complicado llegar a tomar autonomía si es indispensable la instrucción del docente

Didáctica, que se pueda aprender de la mejor forma