



**BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE
PUEBLA**

FACULTAD DE ARQUITECTURA

COLEGIO DE ARQUITECTURA

TEMA:

**LA RADIOLOGIA EN EL USO DE LA SOLDADURA EN
ESTRUCTURAS DE ACERO**

**TESIS QUE SE PRESENTA PARA OBTENER EL TITULO
DE:**

LICENCIADO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

ROSA MARÍA VAZQUEZ ARENAS

CLAVE: ARQ-STI-2016-25

MATRÍCULA: 911114651

DIRECTORA DE TESIS

ARQ. Ma. DEL CONSUELO PASTRANA GONZALES

ASESORES:

MTRO. JUAN L. AYALA ROJAS

MTRO. JOSÉ LUIS MORALES HERNANDEZ

OTOÑO 2016

LA RADIOLOGIA

EN EL USO DE SOLDADURA

EN ESTRUCTURAS DE ACERO



INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS GENERALES

OBJETIVOS PARTICULARES

CAPITULO 1

BREVE HISTORIA DE LA INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

PROPÓSITO DE LA INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

CAPITULO 2

PRINCIPIO DEL MÉTODO DE LA INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

VENTAJAS DE LA INSPECCIÓN POR RADIOGRÁFIA

LIMITACIONES PRINCIPALES

CAPITULO 3

TIPOS DE RADIACIÓN

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS RAYOS X Y RAYOS GAMA

CAPITULO 4

FUENTES DE RADIACIÓN

GENERADORES DE RAYOS X

TUBOS DE RAYOS X

CARACTERISTICAS DE LA ENERGÍA DE LAS MAQUINAS DE RAYOS X

CAPACIDAD DE PENETRACIÓN DE RAYOS X

CONTROL DE LA FUENTE DE RAYOS X

VENTAJAS DE LOS EQUIPOS DE RAYOS X

CAPITULO 5

PELICULAS RADIOGRÁFICAS Y SUS ACCESORIOS

EXPOSICIÓN

DENSIDAD FOTOGRÁFICA

CONTRASTE

LATITUD

MAGNITUD

VELOCIDAD DE LA PELICULA

CAPITULO 6

INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN

FUNCIÓN DE L INDICADOR DE LA IMAGEN

- ✚ INDICADOR DE HILOS ISO.DIN(ASTM-E-747)
- ✚ INDICADOR DE CALIDAD DE IMAGEN SEGÚN NORMA ASTM-ASM.
- ✚ SELECCIÓN Y COLOCACIÓN DE LOS INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN.
- ✚ MARCAS DE IDENTIFICACIÓN Y/O LOCALIOZACIÓN.

CAPITULO 7

PROCESO DE REVELADO

- ✚ CUARTO OSCURO
- ✚ ÁREA SECA
- ✚ ÁREA HUMEDA

PROCESO DE REVELADO MANUAL

- ✚ BAÑO REVELADOR
- ✚ BAÑO ÁCIDO
- ✚ BAÑO FIJADOR
- ✚ BAÑO DE SOLUCIÓN HUMECTANTE
- ✚ SECADO.

CAPITULO 8

INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

- ✚ SENSIBILIDAD
- ✚ UMBRAL, DETECCIÓN

INDICACIÓN FALSA, INDICACIÓN NO RELEVANTE, RELEVANTE

- ✚ INDICACIÓN
- ✚ INDICACIÓN FALSA
- ✚ INDICACION NO RELEVANTE
- ✚ RELEVANTE

DEFECTO

DISCONTINUIDADES DEL PROCESO

DISCONTUNUIDADES EN EL PROCESO DE LA SOLDADURA

- ✚ FISURAS
- ✚ LONGITUDINALES
- ✚ TRANSVERSALES
- ✚ RADIALES
- ✚ CRÁTER
- ✚ RAMIFICADAS

CAVIDADES Y POROS

✚ SOPLADURA

✚ RECHUPES

INCLUSIONES

✚ DEFECTO DE FUNDICIÓN

✚ FALTA DE PENETRACIÓN

✚ DEFECTO DE FORMA

CAPITULO 9

NORMAS APLICABLES EN LA EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA EN SOLDADURA.

✚ ASME

✚ ASTM

✚ AWS

✚ REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

✚ NORMA OFICIAL MEXICANA DE SOLDADURA

✚ REGLAMENTO DE SEGURIDAD EN SOLDADURA

CAPITULO 10

DESSARROLLO DE LA EVALUACIÓN EN CAMPO

UBICACIÓN DEL PROYECTO ANALIZAR

DESARROLLO

ANÁLISIS 1

ANÁLISIS 2

ANÁLISIS 3

PROPUESTAS PARA REDUCIR FALLAS EN UNIONES DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS DE ACERO.

CONCLUSIÓN
BIBLIOGRAFÍA
VOCABULARIO

INTRODUCCIÓN

En el Sector de la construcción el acero es uno de los materiales importantes. Impulsador de la Economía y base del Desarrollo de la construcción en el país.

En la actualidad debido al alto costo y complejidad de los procesos y la construcción de alto nivel y se ha dado a la tarea de que todo se cumpla con normas de calidad establecidas.

Desarrollando Métodos que permitan, asegurar la Integridad y confiabilidad de lo que se construye y sea Seguros, además de proporcionar la información para la evaluación y técnicas de acuerdo al Material utilizados.

Sir Henry Bassement, desarrollo un sistema razonablemente económico produciendo acero, en masa; esta innovación crea importantes Construcciones, elaboradas con acero. En la Arquitectura, se retoma como parte importante el Acero para nuestros diseños.

Las construcciones de plantas Industriales, construcciones de Edificios de gran Altura, fueron creadas por estructuras de acero.

Cada proyecto tiene una manera Importante por atender las necesidades en la construcción de acero, que considera habitualmente a la soldadura como procedimiento para la preparación de componentes estructurales, acero, laminaciones, ensambles

Tomaremos para nuestro análisis la preparación de los componentes estructurales a nivel industria la construcción de Naves Industriales. Para su elaboración se utiliza, acero en columnas, traveses y soldadura para la formación del esqueleto. El acero y la soldadura es la parte importante para su elaboración.

Para que esto cumpla con las normas de seguridad y calidad, se utilizara un método específico. El método del que vamos analizar es el RADIOLOGICO.

Esté método nos brinda una información confiable de posibles fallas en la uniones ó ensambles en el manejo de estos materiales, y nos da una idea de posibles soluciones de las fallas encontradas, y que cumplan con los requerimientos y normas.

Para la implementación de este método sé propone, el proyecto de una construcción de una Nave Industrial ubicada en la carretera Resurrección No.73 Puebla, Puebla. Con una área de 200 m². Que se analizara las estructuras de acuerdo a las normas y requerimientos que se cumplan.

OBJETIVOS GENERALES

Conocer Métodos para evaluar posibles fallas en el uso de la unión de acero con soldadura.

La Radiología emplea un método confiable ya que se basa, en la radiación de alta energía capaz de penetrar materiales sólidos, con los que se logra conocer la condición interna de estos. Por lo anterior, esta prueba es utilizada para detectar discontinuidades internas, fallas de soldado, fracturas, porosidades. Esto con el fin de dar un resultado detallado de los defectos encontrado y dar soluciones al problema. Por medio de este Método radiológico.

OBJETIVO PARTICULAR

Como se menciona en el siguiente objetivo. La finalidad es que todos conozcan que hay otros medios de análisis de fallas, y cuando se trabaje con soldadura, en la construcción de estructuras de acero tengamos y podamos tener un apoyo de cómo solucionarlos, que fallas nos encontramos y que se tienen un medio para poder dar resultado confiables y detallados de estas fallas. Por eso es mi inquietud que se conozcan este Tema que englobara mi tesis con el nombre de. LA RADIOLOGIA EN EL USO DE SOLDADURA EN ESTRUCTURAS DE ACERO.

CAPITULO 1

BREVE HISTORIA DE LA INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

Los rayos X fueron descubiertos en 1895 por el Físico Alemán Roentgen.

Quien les dio este nombre debido a que en ese entonces se ignoraba todo sobre su naturaleza Roentgen tuvo la suficiente visión para darse cuenta de que la Radiografía podía emplearse con fines industriales o de investigaciones.

Henri Becquerel estudiaba la fluorescencia de los compuestos del Uranio; y al realizar varios experimentos colocando cristales de sulfato de potasio y Uranio sobre una placa fotografía en vuelta en papel negro, observo que al exponerlos a la luz solar, la parte de la placa que se encontraba en contacto con los cristales se oscurecía.

Como consecuencia de oscurecimiento de la película fotográfica, se debía a que la iluminación o la luz solar producían alguna fluorescencia en los compuestos de Uranio.

Sin embargo, una casualidad lo llevo a la necesidad de que el Uranio emitía rayos en forma espontánea, sin necesidad del estímulo de la luz exterior. A este fenómeno de emisión espontanea de Radiación le dio el nombre de Radioactividad.

En la actualidad, dentro del campo de la Industria existen dos técnicos comúnmente empleados por la inspección radiográfica.

- a) Radiografía con Rayos X
- b) Radiografía con Rayos Gama

La principal diferencia entre estas dos técnicas es el origen de la radiación electromagnética, ya que mientras los rayos X son generados por un alto potencial eléctrico, los rayos gamma se producen por desintegración atómica espontanea de un radioisótopo.

Propósito de la Inspección radiográfica

La inspección por Radiografía Industrial se define como un procedimiento de inspección no destructiva de tipo físico, diseñado para detectar discontinuidades microscópicas y variaciones en la estructura interna o configuraciones físicas de un material.

CAPITULO 2

PRINCIPIO DEL METODO DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA

El principio físico en el que se basa la Radiografía es la Interacción entre la materia y la radiación electromagnética.

Siendo esta la última de una longitud de onda muy corta y de alta energía. Durante la exposición radiográfica, la energía de los rayos X o gamma es absorbida o atenuada al atravesar un material. Es atenuación es proporcional a la densidad, es pensar y configuración del material inspeccionado.

La Radiación ionizante que logra pasar el objeto puede ser registrada por medio de la impresión en una placa o papel fotosensible, que posiblemente somete a un proceso de revelado para obtener la imagen del área inspeccionada, o bien, por medio de una pantalla fluorescente o un tubo de video.

Los rayos X y gamma constituyen una forma de radiación electromagnética similar a la luz.

El equipo que se emplea con más frecuencia para la inspección radiográfica similar es el siguiente:

1. Fuente de radiación (rayo X o rayos gamma)
2. Película radiográfica
3. Indicadores de calidad de la imagen

El procedimiento para obtener una radiografía puede ser descrito de la siguiente forma.

Inicialmente, debe conocerse algunas características del material que se va a examinar, como son: tipo del metal, su configuración, el espesor de la pared a ser radiografiada, todo ello con el fin de seleccionar el radioisótopo o el kilo-voltaje más adecuado. Igualmente se selecciona la película con ciertas características que permitan una exposición con un tiempo razonable u de una calidad de imagen óptima. Esta se coloca dentro de un porta-película que sirve como protección para evitar que la luz dañe la emulsión fotográfica y además contiene una pantalla intensificadora que sirven para reducir el tiempo de exposición, mejorando con esto la calidad de la imagen.

Ventajas de la Inspección por Radiografía

Las ventajas más notables de la inspección por Radiografía, al compararla con otros métodos de inspección no destructivos son.

- ✓ Su uso se extiende a diversos materiales
- ✓ Se obtiene una imagen visual del interior del material
- ✓ Se obtiene un registro permanente de la inspección
- ✓ Descubre errores y ayuda a establecer las acciones correctivas.

Limitaciones Principales

Sus limitaciones de esta técnica con respecto a otros métodos destructivos son.

- ✓ La pieza de inspección debe tener acceso al menos por los dos lados.
- ✓ Su empleo requiere el cumplimiento de estrictas medidas de seguridad.

CAPITULO 3

TIPOS DE RADIACIÓN

Para hablar de los tipos de radiación que utilizaremos, hablemos que es un Isótopo. Son

Átomos de un elemento que tiene el mismo número de protones en el núcleo (número atómico) Pero diferente peso atómico. Puesto que el número de electrones es igual para los diferentes isótopos de un mismo elemento y sus propiedades químicas son las mismas.

Los Isótopos radioactivos, se desintegran emitiendo espontáneamente radiación y partículas subatómicas que se conocen como.

- ✓ PARTICULAS BETA
- ✓ PARTICULAS GAMMA

La radiación Gamma es la que utilizaremos porque es de mayor poder penetración, por lo que es más útil en la inspección de radiográfica. A diferencia de las partículas Alfa y Beta, la Radiación Gamma no es corpuscular y tiene las siguientes características.

- ✓ Se comportan como onda electromagnética y como fotón
- ✓ Es emitida por el núcleo
- ✓ No posee masa ni carga eléctrica y no es desviada por un campo magnético.
- ✓ Tiene relativamente bajo poder ionizante
- ✓ Presenta un elevado poder de penetración en materiales sólidos
- ✓ Viaja en línea recta a la velocidad de la luz
- ✓ Presenta una corta longitud de onda.

Ondas electromagnéticas Rayos X y Rayos Gamma

En la inspección no destructiva por el método radiográfico, los tipos de Radiación más utilizados son los Rayos X y los Rayos Gamma.

Los Rayos X son una forma de radiación electromagnética con una longitud de onda en el ámbito de 250 Armstrong y menores. Estos producen al chocar un haz de electrones de alta energía con un blanco metálico, tras lo que se produce fotones por la desaceleración brusca de los electrones, los rayos son emitidos por la desintegración del núcleo atómico de un radioisótopo, las emisiones de los rayos generalmente están asociadas con la emisión de las partículas alfa y beta.

CAPITULO 4

FUENTES DE RADIACION

Las fuentes de radiación es la calidad de imagen radiográfica que depende de la correcta selección de las variables que se apliquen durante la inspección .Una de estas fuentes de la energía es la Radiante que se emplea en este método, se analizara las características más relevantes de los equipos de rayos X y de Rayos Gamma. Es conveniente hacer notar que cada una de ellas tiene sus ventajas y limitaciones, por lo que la selección de la energía a ser utilizada deberá realizarse en función del trabajo a efectuar y de las condiciones de operación y de las características de los materiales a inspeccionar.

Generadores de Rayos X

Son dispositivos electrónicos que convierten la energía cinética de los electrones en rayos X. Según su potencia se clasifican como de baja o alta energía. En la radiografía industrial normalmente se manejan tubos de rayos X con potencia que varían de 100 a 400kv. , los cuales se conocen como tubos de baja energía y serán los que aquí se describan con mayor detalle.

Tubos de Rayos X

Un tubo de Rayos X está constituido básicamente por un cátodo, el cual contiene un filamento que genera electrones y un ánodo también llamado blanco, en donde inciden los electrones después de haber sido acelerados por una diferencia de potencial entre los dos electrodos.

Este sistema está integrado dentro de una cámara de alto vacío .En la figura 1 se muestra un tubo de Rayos X comercial.

El cátodo está formado de in filamento y de un colimador que lo rodea. El colimador es usualmente de fierro o níquel puro y funciona como una lente electrostática, cuyo propósito es de evitar la dispersión de los electrones y dirigirlos como un haz hacia el ánodo. El filamento es, por lo general, una resistencia de tungsteno que tiene las

características térmicas y eléctricas deseadas. El arreglo del filamento dentro del colimador y la forma de éste, determinan las dimensiones del haz de electrones y el área de emisión resultante en el ánodo.

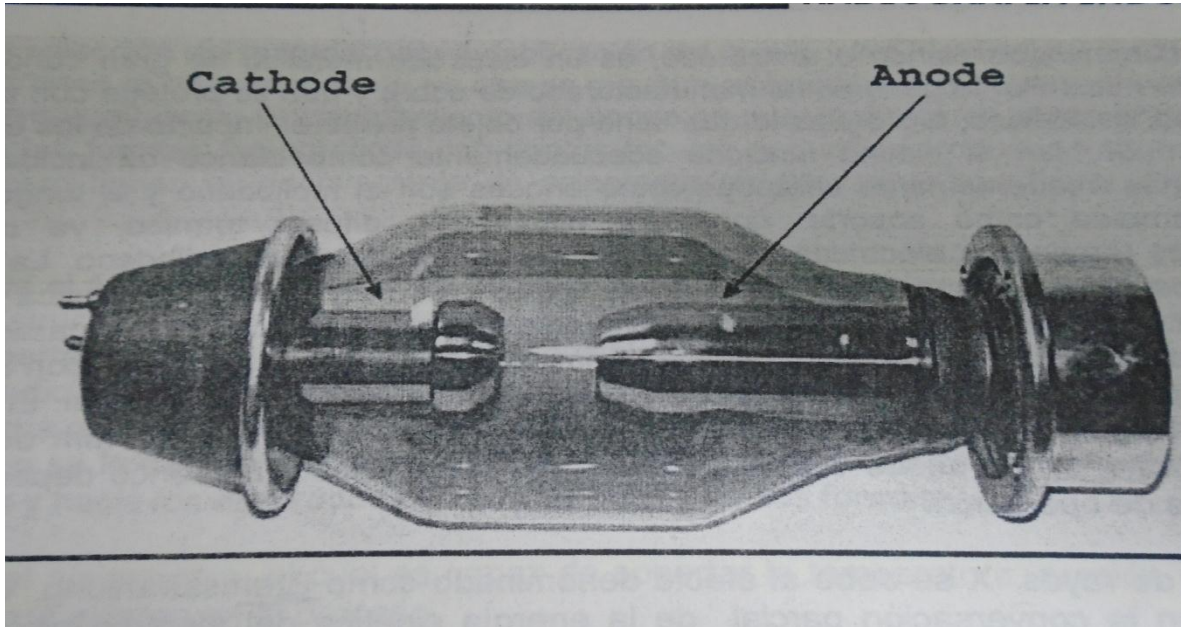


Figura 1 Tubo de Rayos X

Debido a las características eléctricas del tungsteno, un flujo de bajo de corriente a través del filamento es suficiente para calentarlo a la temperatura en la que se produce una emisión de electrones (Efecto termoiónico). Entre el filamento que actúa como cátodo y el ánodo que actúa como ánodo, se establece una diferencia de potencial de varios Kv, lo que ocasiona que los electrones generados en el filamento sean acelerados hacia el ánodo, adquiriendo de este modo una cierta energía cinética que es proporcional a la diferencia de potencial como podemos ver en la figura 2.

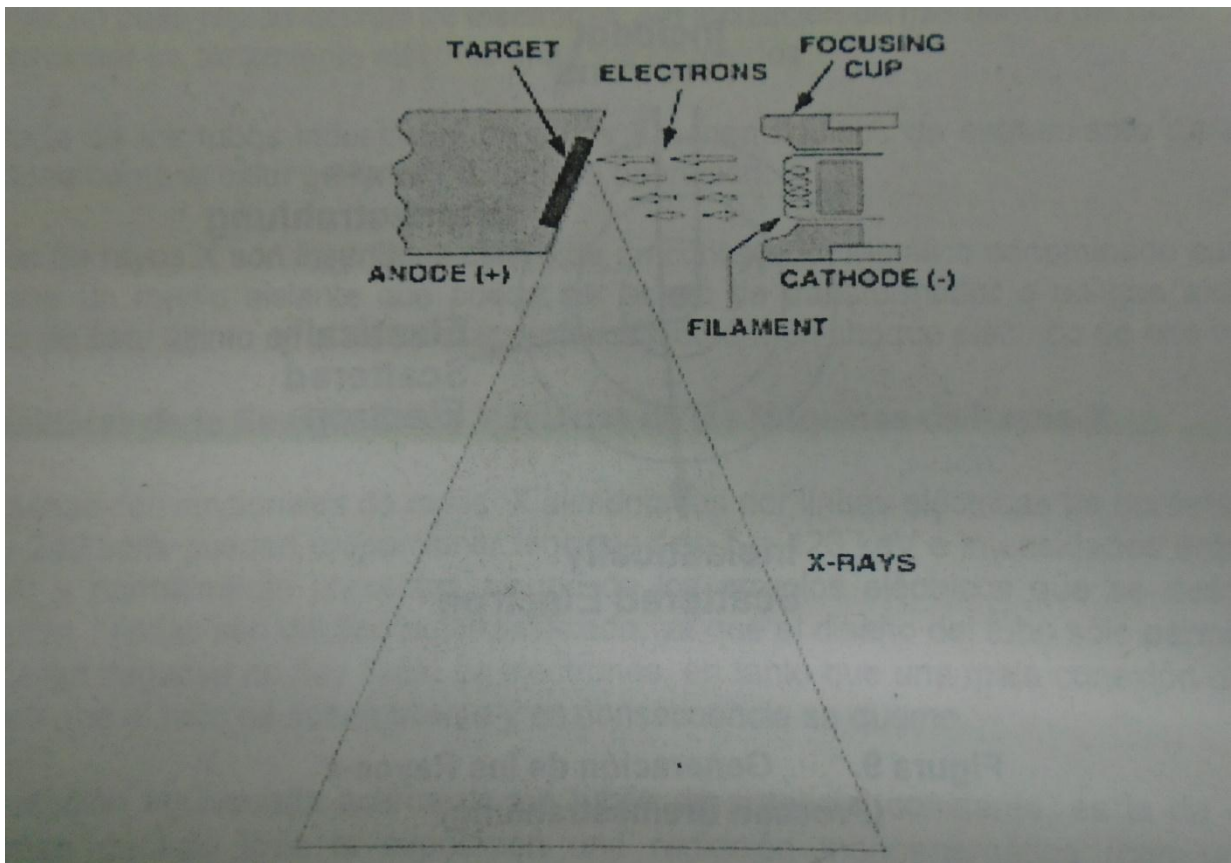


Figura 2 Esquema de un tubo de Rayos X

Debido a que el ánodo genera calor, la cubierta del tubo se construye de vidrio de alto punto de fusión. Estructuralmente está cubierta debe de tener una ventana de boro, justo al punto focal, para permitir una emisión lo más alta posible de radiación generada.

Las razones por las que deben de tener un sistema de alto vacío para los elementos del tubo son los siguientes.

- ✓ Prevenir la oxidación del filamento y del blanco
- ✓ Prevenir un paso rápido de haz de electrones sin ionización de gas dentro del tubo y proporcionar un aislamiento eléctrico entre los electrodos.

Características de la Energía de las Máquinas de Rayos X.

Las Maquinas convencionales de rayos X son alimentadas por líneas eléctricas de corriente alterna de 120 y 240 volts, pueden proporcionar tensiones de 5 a 420 K V e intensidades entre los 2 y 8 ma, y normalmente presentan alguno de los arreglos eléctricos que se describirán. Todos son de tipo autorrectificado, ya que el diseño del tubo solo permite el flujo. Tiene una carga negativa no hay fluido de electrones, en tanto que una mala conexión del circuito ocasionará que el tubo se sobre caliente y en consecuencias se queme.

Una concepción equivocada de los tubos de potencial constante, es la que éstos proporcionan durante toda la exposición un radiación monoenergética, esto se cree que es el miliamperaje no varía durante todo el lapso.

Como se mencionó anteriormente, el espectro de la radiación producido por este tipo de equipos es en forma de una banda en la que están presentes los rayos X de diferentes longitudes de onda. El espectro de emisión es modificado por dos variables que son.

- ✓ Miliamperaje empleado
- ✓ Kilovoltaje aplicado

El miliamperaje actúa principalmente sobre la cantidad de electrones que se impactan en el ánodo, en consecuencia de un incremento en el miliamperaje del tubo y se verá reflejado en la intensidad de la radiación emitida, sin modificar la longitud de onda de haz de radiación como se muestra en la figura 3.

El kilo-voltaje actúa principalmente sobre la velocidad de los electrones y por lo tanto, un incremento en el kilo-voltaje del tubo se verá reflejado en una reducción de longitud de onda y aumento de la intensidad en el espectro de la radiación emitida, por lo que la radiación se volverá más penetrante y menos contrastante como se muestra en la figura 4.

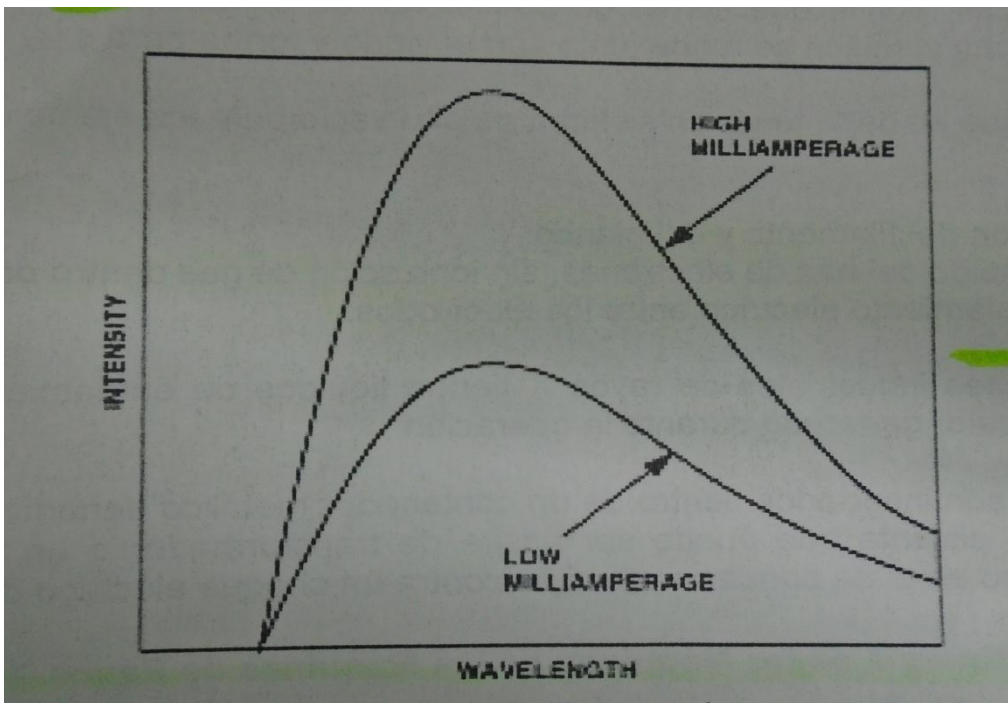


Figura 3. Efecto del cambio de miliamperaje en tubo de rayos X.

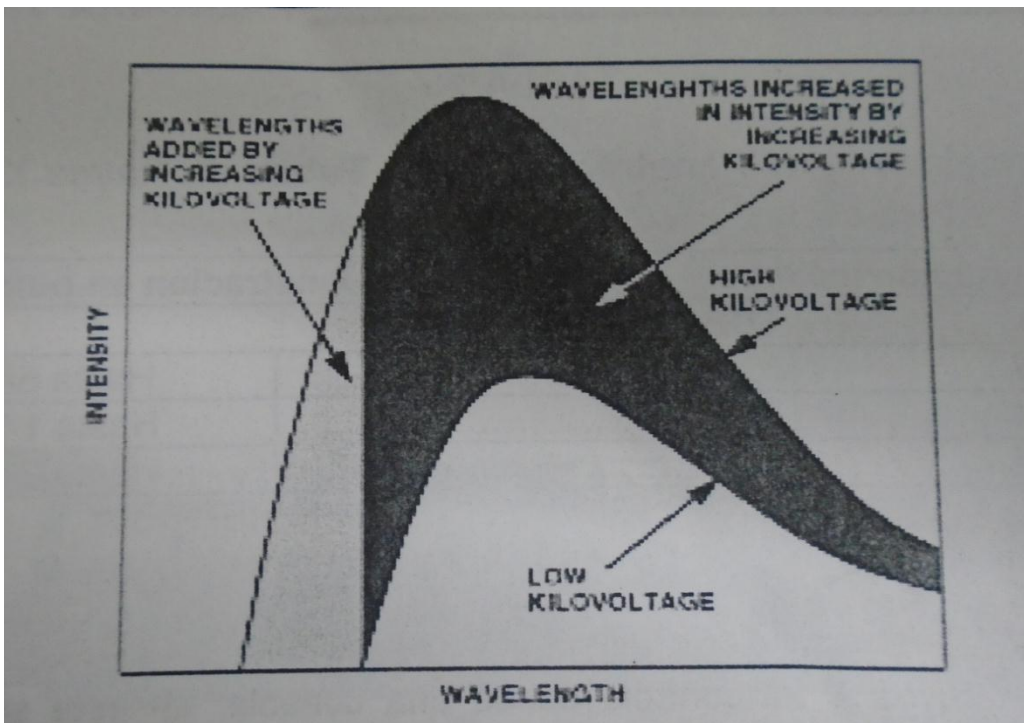


Figura 4. Efectos del cambio de kilo-voltaje en tubo de rayos X.

Resumiendo lo anterior se establece que en un tubo de rayos X. La intensidad de la corriente del filamento (miliamperaje) cambia la temperatura del mismo y la cantidad de electrones que son emitidos, afectando la intensidad de la emisión de rayo X. En tanto, un cambio en el miliamperaje del tubo de rayos X no afectará el poder de penetración de la radiación. Ya que no afecta la longitud de onda de ésta.

En algunas máquinas, el control de la intensidad de la corriente miliamperaje no es independiente, por lo que éste se debe de ajustar al efectuar la regulación del kilo-voltaje de los tubos convencionales de rayos X.

Capacidades de Penetración de los tubos de Rayos X.

Potencial de aceleración máximo	Espesor de penetración en pulgadas de acero
150kv	Hasta 5/8 pulgadas
250kv	Hasta 1 ½ pulgadas
400kv	Hasta 2 ½ pulgadas

Control de la Fuente de rayos X

La generación de los rayos X se controla desde una consola, en esta se encuentran los selectores de las variables de operación como se muestra en la figura 5 y 5a. La consola se conecta mediante cables al tubo, en algunos equipos existen conexiones para alimentarlos de aceite de enfriamiento.

Los controles característicos de una consola de rayos x son los siguientes

- ✓ Selector de voltaje de alimentación, se puede ajustar a 110v, 220v etc.
- ✓ Interruptor de encendido y apagado
- ✓ Selector de alto voltaje y voltímetro calibrado, permite ajustar la tensión aplicada entre el cátodo y el ánodo
- ✓ Selector de amperaje y amperímetro, permite ajustar la corriente del filamento
- ✓ Cronómetro, tiempo de exposición
- ✓ Encendido del generador, Inicia la generación de rayos x
- ✓ Apagado del generador , finaliza la generación de rayos x
- ✓ Foco piloto (Color rojo) indica cuando el equipo está generando rayos x

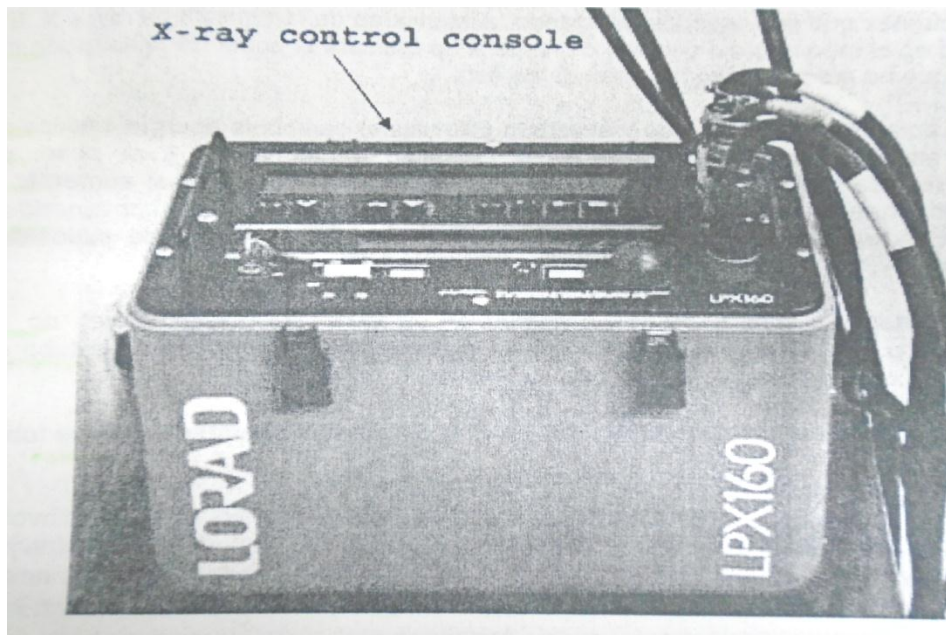


Figura 5. Consola de controles

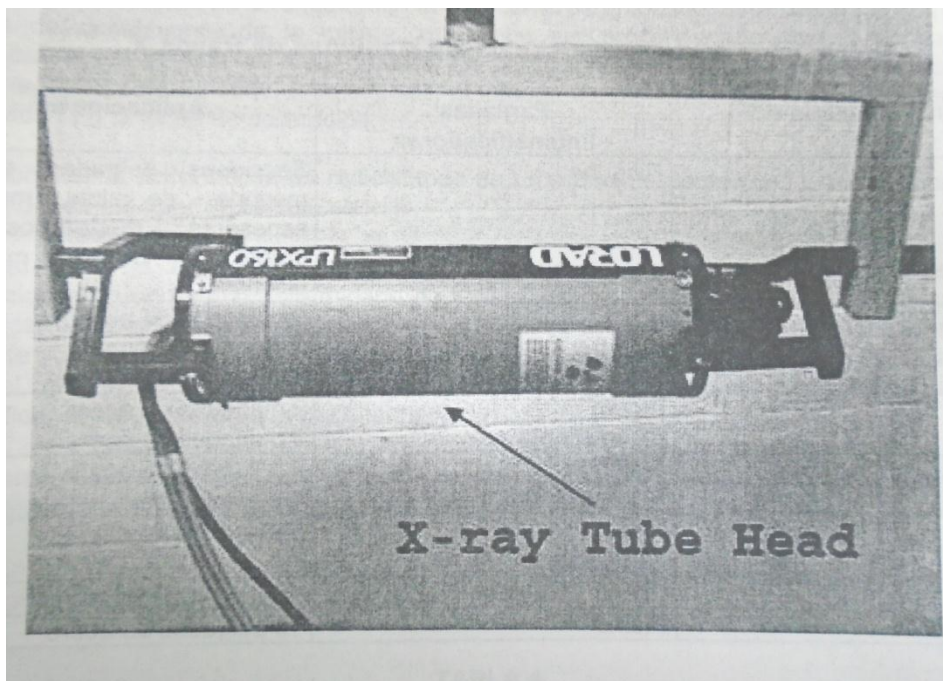


Figura 5a. Tubo de rayos X

Actualmente se emplean cápsulas para poder operar en forma segura los radioisótopos. Incorporando un control remoto que generalmente es mecánico y mediante el cual se mueve la cápsula ya sea hacia afuera o hacia dentro del blindaje del contenedor es más versátil, y permite operarlo a una distancia segura de la fuente mientras se manipula. Los contenedores pueden permitir efectuar exposiciones panorámicas o direccionales dependiendo de la construcción. Los contenedores para la exposición panorámica son aquellos en los que la fuente puede ser movida de su posición de almacenamiento a un punto fuera del contenedor para tomar radiografías como se observa en la figura 6.

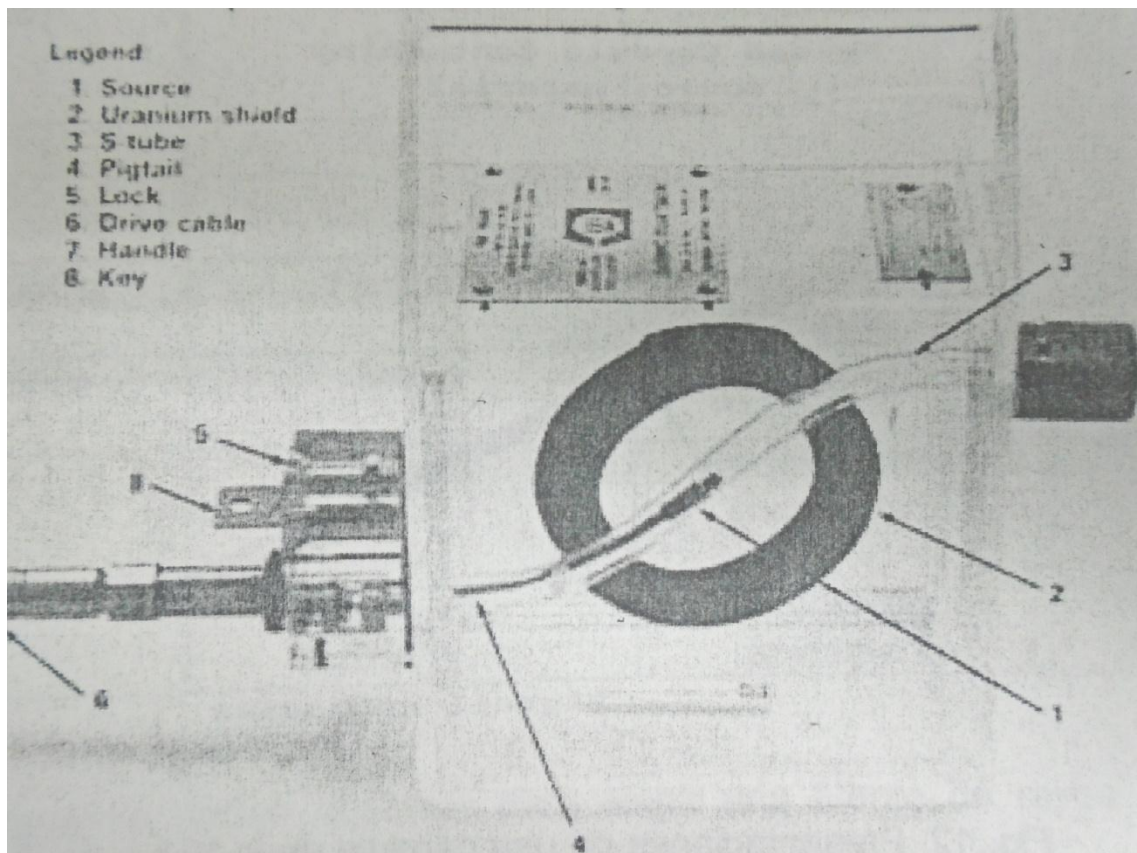


Figura 6. Contendor portátil de exposición radiográfica

Ventajas de los Equipos de Rayos X

Las ventajas del uso del equipo de rayos X (rayos Gamma)

- ✓ El costo del equipo y de la fuente es mucho menor
- ✓ El equipo de un radioisótopo es más fácil de transportar
- ✓ La fuente radioactiva es pequeña, por lo que puede pasar a través de pequeñas aberturas
- ✓ No requiere de energía eléctrica
- ✓ Puede realizarse exposiciones direccionales y panorámicas
- ✓ El equipo es de alta resistencia y simple de operar
- ✓ Por lo general, la energía de radiación tiene alta penetración, por lo que permite radiografiar espesores relativamente gruesos.
- ✓ Limitaciones requiere siempre de condiciones seguras muy estrictas
- ✓ La energía emitida siempre será constante, por lo que su empleo será limitado por el tipo de espesor de material radiográfico

CAPITULO 5

LAS PELICULAS RADIOGRÁFICAS Y SUS ACCESORIOS

Otro elemento importante en la radiografía es el medio de registro de la imagen radiográfica. Actualmente, con las innovaciones tecnológicas se cuenta con un gama de más amplia de medios de registro, como la cinta de vídeo o los registros polaroid en papel radiográfico, aunque hasta la fecha sigue siendo la película radiográfica el medio más empleado como registro permanente.

La película radiográfica consiste de una hoja delgada o acetato transparente, cubierta por uno o ambos lados de una emulsión de bromuro de plata de aproximadamente 0.0254mm (0.001 pulgadas) de espesor. La superficie externa de la película es una capa de gelatina, cuya función es proteger a la emulsión de posibles daños mecánicos (figura 7).

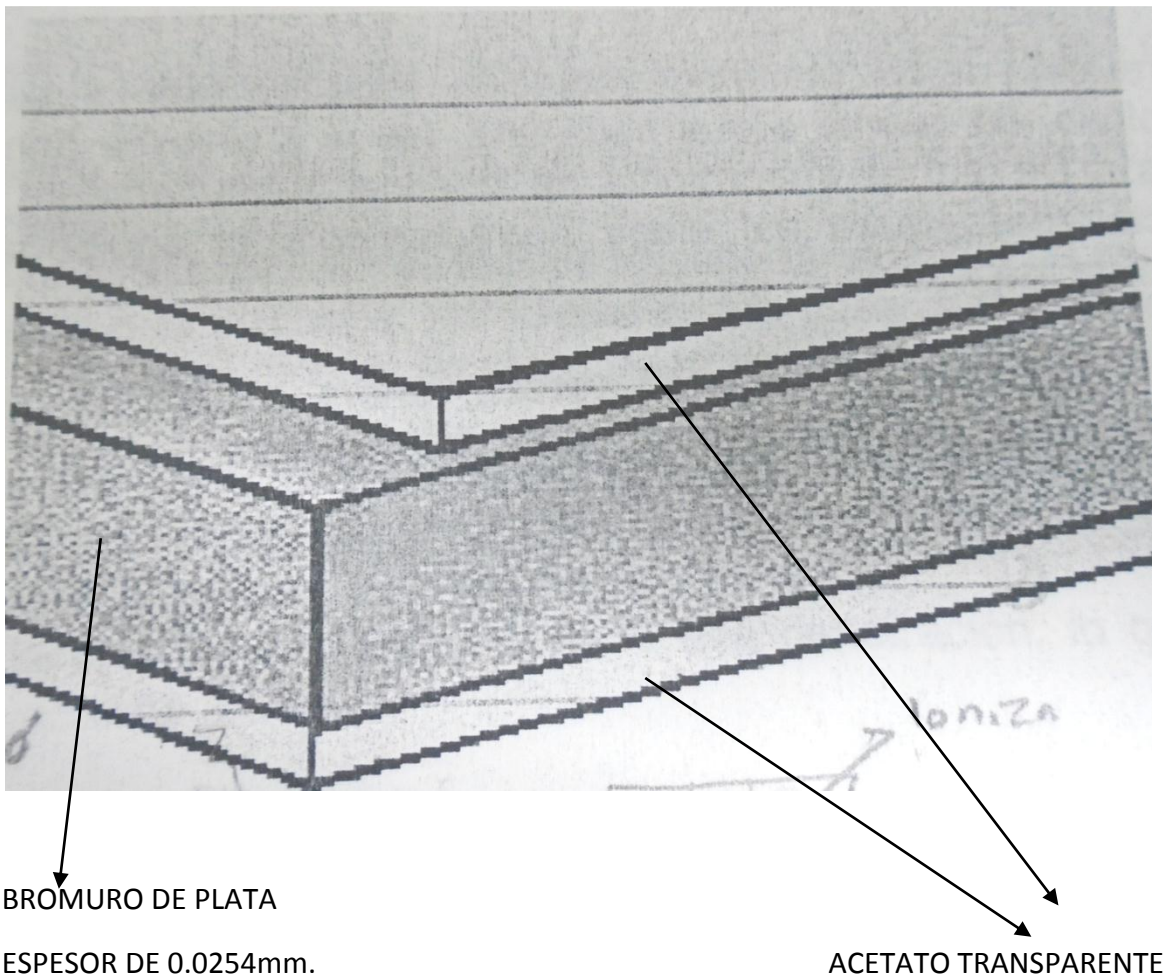


Figura 7. Estructura de la película radiográfica

Características más importantes de una Película radiográfica son

- ✓ VELOCIDAD DE LA PELÍCULA
- ✓ TAMAÑO DE GRANO
- ✓ GRADIANTE O CONTRASTE DE LA PELICULA.

Estos elementos pueden determinarse en las curvas características o sensitométricas de la película.

Exposición

La exposición, puede usarse para designar las condiciones radiográficas, kilo-voltaje, la corriente del tubo, tiempo, etc., que se usan en una técnica determinada. Otra acepción de Exposición se emplea para designar la exposición de un individuo a la radiación. Por último la exposición puede referirse a la medida de la cantidad de radiación que llega a cierta área de la película. Este último significado es el que usará en este capítulo. Por lo tanto, exposición equivale también a la intensidad de la radiación multiplicada por el tiempo en que actúa, entonces la cantidad de energía que llega a una zona específica de la película y a la cual se debe a la formación de una determinada densidad en la película procesada.

Densidad Fotográfica

La acción de la radiación en una película se hace evidente sólo en grados variables de ENNEGRESIMIENTO de la película procesada. La densidad fotográfica se refiere a la medida cuantitativa de dicho ennegrecimiento de la película cuanto no hay posibilidad de confusión, densidad fotográfica generalmente se conoce sólo como densidad y se define.

D = Densidad de la película en el área de Interés

I_0 = Intensidad de la radiación que incide en la zona particular de la película procesada

I_t = Intensidad de la luz transmitida por la película.

Contraste

El contraste radiográfico entre dos áreas adyacentes de una radiografía es la diferencia de densidad de ambas áreas. Fundamentalmente, las imágenes de dos zonas cuya absorción de rayos x es ligeramente distintas, puede distinguirse en la radiografía terminada únicamente por el contraste radiográfico que existe en ellas.

El contraste radiográfico depende principalmente del contraste del objeto como del contraste de la película.

El contraste del objeto es la relación de las intensidades de los rayos X o rayos Gamma transmitidas en dos puntos seleccionados de mismo (ver figura 8). En ocasiones, este contraste se define como un logaritmo de la relación de las intensidades transmitidas en los dos puntos seleccionados del objeto.

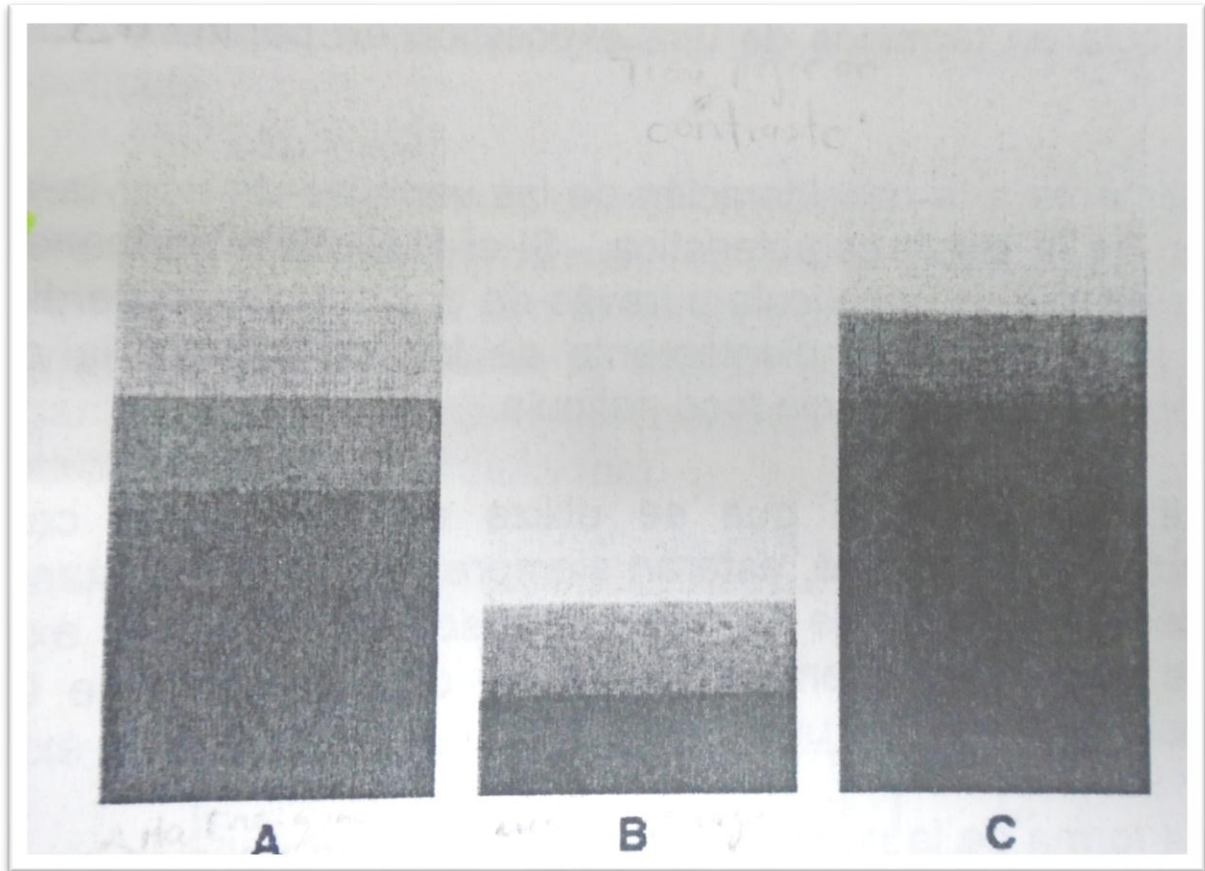


Figura 8. Contrastes de la película radiográfica

A y B Son radiografías de bloques de pasos, realizadas con una técnica de doble pared.

A.-Es una película relativamente rápida, para mostrar los espesores gruesos. La radiografía.

B.-Es de una velocidad de aproximadamente un cuarto de velocidad con respecto a la radiografía A, y muestra los espesores delgados.

C.-Es una radiografía sencilla, tomada con alto voltaje. Nótese el bajo contraste que muestra la radiografía C.

Una película de alto contraste es deseable en la radiografía, porque es necesaria para ver las fallas y estructuras nítidas y que sea visible en la radiografía.

LATITUD

Se basa en el uso de una escala de densidades en particular. Si el intervalo de densidad puede aumentar (Se puede usar densidades más altas), se podrá aumentar la latitud sin reducir el contraste.

MAGNITUD

En la magnitud en la que puede aumentar la latitud es limitada por uno de dos factores. En la radiografía, la película mantiene su contraste a densidades muy elevadas y normalmente el límite superior de densidad está determinado por la brillantez de los negatoscopios disponibles.

VELOCIDAD DE LA PELÍCULA (SENSIBILIDAD Ó RAPIDEZ)

Se refiere a la exposición que tiene una película para obtener una densidad dada. Una película lenta requiere de una exposición prolongada, y por lo tanto de más tiempo. En forma contraria, una película rápida requiere de una exposición breve por lo que el tiempo requerido será menor. La velocidad de una película está determinado por el tamaño de grano de la misma, ya que el grano es grande, es fácilmente ionizable por la radiación, aun cuando lo toque en un solo punto, por lo que la exposición necesaria será menor, en caso contrario de las películas de grano fino.

En el caso de la sensibilidad en las exposiciones se basan en los valores que pueden darse en unidades absolutas, el total de energía luminosa en términos de ergs/cm², o bien relativas. En la aplicación práctica de las películas radiográficas, por lo común es más conveniente manejar sensibilidad relativa.

CAPITULO 6

INDICADORES DE CALIDAD DE IMAGEN

Antes de iniciar, debe de aclararse que los indicadores de calidad de imagen, no garantizan la detección de discontinuidades de iguales dimensiones al valor de la sensibilidad hallada, por lo que no deben de tomar como referencia las dimensiones del indicador de calidad de imagen para determinar el tamaño mínimo del defecto que se puede observar., Ya que si bien cierto orificio del indicador de calidad de imagen puede ser observado en la radiografía, una cavidad del mismo diámetro posiblemente no sea apreciable, ya que los orificios del indicador de calidad de imagen están perfectamente delineados. Mientras que los de una cavidad serán irregulares, produciendo un cambio gradual en la densidad. Por lo tanto la imagen del orificio del penetrámetro será más clara y más fácil de ser vista en la radiografía.

Función del Indicador de Imagen

Independientemente de la Selección de un tipo particular de indicador de imagen, éstos tienen las siguientes finalidades.

- 1.- Establecer un método común para determinar el valor mínimo de la sensibilidad que se considera aceptable en una imagen radiográfica.
- 2.- Señalar la sensibilidad de una imagen radiográfica.
- 3.- Establecer cuál puede ser la variación mínima de espesor que se puede observar en la radiografía.

Por las condiciones es necesario que un buen indicador de calidad de imagen tenga las siguientes características.

- 1.- Deben ser sensibles a sus lecturas a los cambios en la técnica radiográfica que se haya empleado.
- 2.-Su lectura debe ser sencilla y lo más concreta posible para que la interpretación siempre sea la misma.
- 3.- Debe ser versátil y de fácil aplicación en cualquier tipo de superficie o configuración de la pieza.
- 4.- Debe ser económico y fácil de fabricar.
- 5.- Debe tener una identificación fácil de observar y que evite confusiones en su empleo.

6.- Sus dimensiones deben ser lo más pequeñas posibles par que no interfieran en la inspección.

7.- Su configuración debe ser tal que no se preste a confusiones durante la interpretación de la imagen radiográfica.

Basándose en estas condiciones existen un gran cantidad de formas de indicadores de calidad de imagen entre las que destacan.

Son los indicadores de Hilos que están formados por una serie de hilos que generalmente son metálicos, de diámetros crecientes y encapsulados en un plástico.

Indicador de hilos ISO.DIN (ASTM E-747).

Este indicador, como se muestra en la figura 9, contiene una serie de hilos cuyos diámetros varían en progresión geométrica, habiéndose previsto tres series de siete hilos cada una, de los cuales están protegidos por una envoltura de plástico transparente.

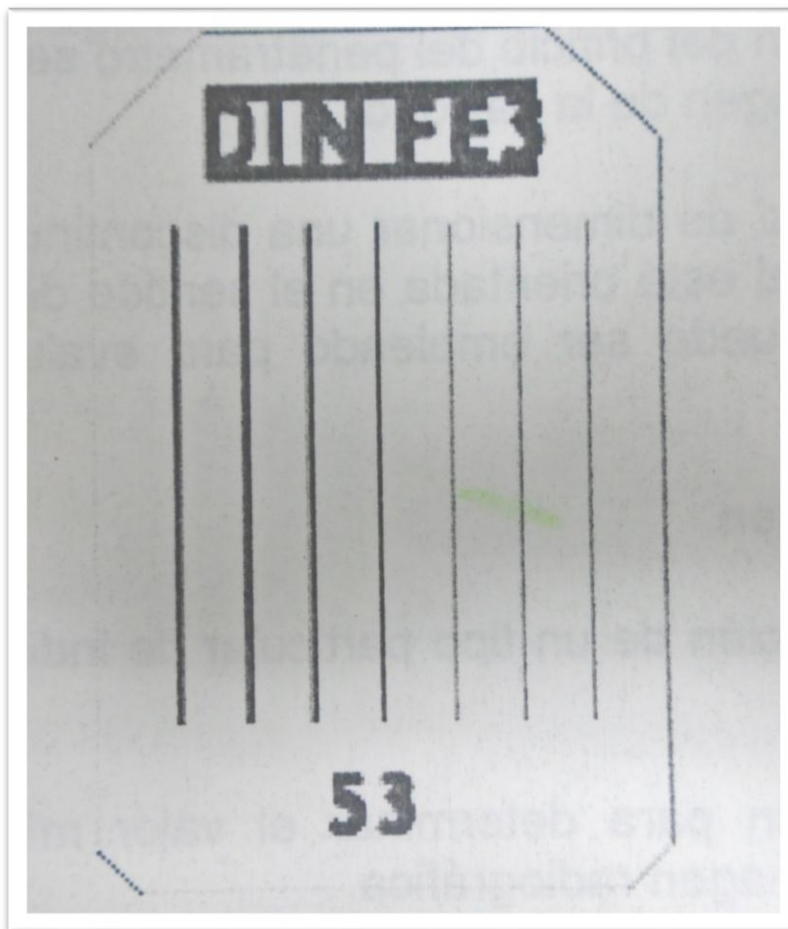


Figura 9. Indicador de hilos

Cada indicador lleva una identificación, que es la que aparece en la radiografía. Esta identificación se ejemplifica a continuación.

DIN – 62

ISO

FE

1-7

Las primeras dos identificaciones (DIN-62 e ISO) se refieren a la norma de referencia.

La siguiente puede ser Fe, Cu, Al; la cual se refiere al material del cual se fabrican los hilos.

La última se refiere al número de hilos y diámetros que componen el Indicador de calidad de Imagen.

El empleo de este tipo de Indicador de calidad de Imagen, se debe de observar el número de hilos que aparecen en las radiografía y conociendo la progresión en la que varían los diámetros, se puede saber cuál es el hilo que sea más visible.

El valor de la sensibilidad se expresa en % y ésta definido por un factor D.E., que es la relación del hilo más fino que se puede observar, por el espesor total radiografiado todo esto por cien. (dranterkennbarkeit).

El índice de calidad de imagen B.Z. (bildengütezahl) es un valor absoluto, que es independiente del espesor inspeccionado y está en función del espesor del hilo más delgado observable en la radiografía.

Con base en el B.Z. en las radiografías se clasifican en:

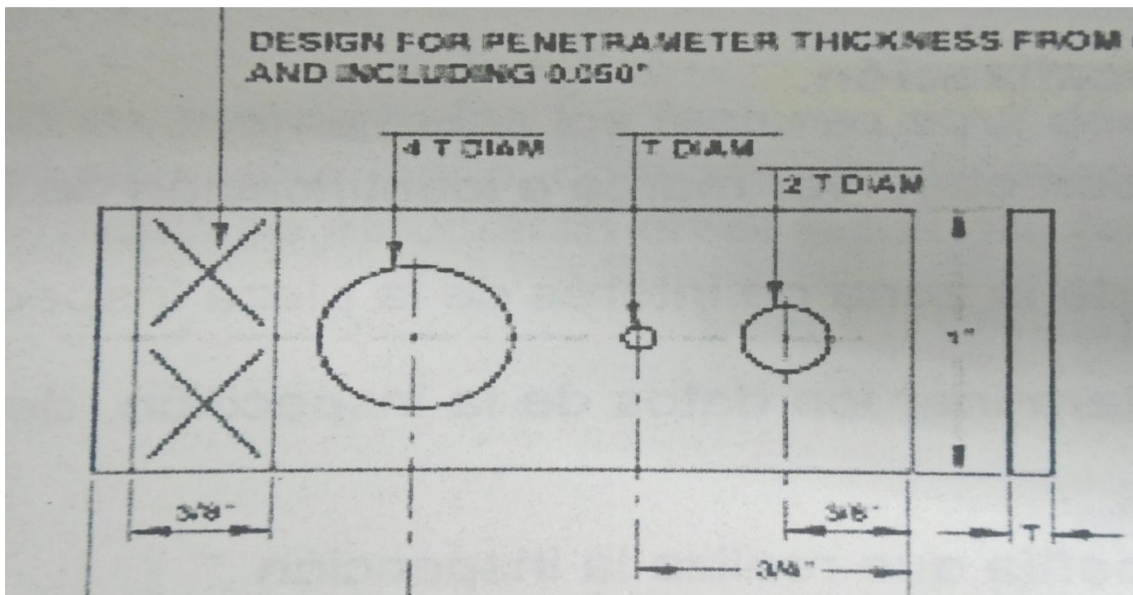
- ✓ Categoría 1 o de alta sensibilidad
- ✓ Categoría 2 o de sensibilidad normal

La sensibilidad de este tipo de indicadores se efectúa en función del espesor a radiografiar y el índice de sensibilidad deseado.

Indicadores de calidad de Imagen según Norma ASTM – ASME.

Los indicadores de Calidad de Imagen (ICI) recomendados por los documentos Norteamericanos de inspección, normalmente consisten de un placa rectangular de un material radiográficamente similar al que se va a inspeccionar, a la cual se le han elaborado tres orificios cuyos diámetros están en función del espesor del indicador de calidad de imagen. El espesor del indicador de calidad de imagen esté indicado por un número de plomo, tal como se muestra en la figura 10.

Estos indicadores de calidad se muestran regidos por la norma ASTM E-142 (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales), en donde se indica que los tres orificios son de diámetros T , $2T$ y $4T$ donde T es el espesor ICI. Los ICI con espesor mayor de 4.5 mm tienen forma de disco, su diámetro es cuatro veces el espesor $4T$ y solamente presenta dos orificios de diámetros t y $2t$.



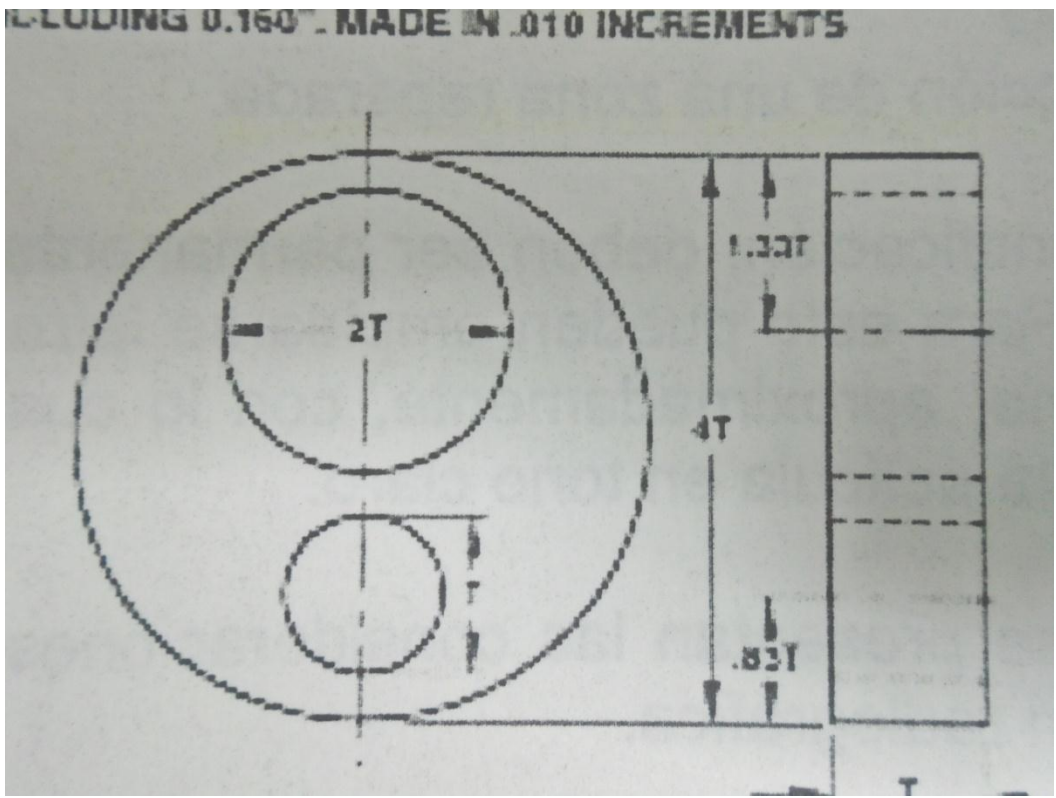


Figura 10. Indicadores de Calidad de Imagen tipo ASTM

Selección y Colocación de los Indicadores de Calidad de Imagen

Los indicadores de calidad deben colocarse en la zona de interés del lado de la fuente radioactiva, de tal manera que el plano del indicador sea normal al haz de radiación. Cuando esta no es posible, el indicador se podrá colocar del lado de la película siempre y cuando se certifique mediante una prueba, que sea la sensibilidad de la imagen no es afectada.

En la Radiografía de soldaduras, el indicador deberá colocarse a $1/8$ de pulgadas de separación del cordón y en caso de que el esfuerzo provoque la variación de la densidad, se deberá emplear una cuña de un material radiográficamente similar al inspeccionado.

Marcas de Identificación y/o localización

En la película radiográfica se deben observar marca e Identificación de la misma. Las marcas indicarán los límites de la zona de interés de la pieza inspeccionada. La identificación servirá para determinar los datos de la inspección, debiendo ser al menos los siguientes:

- ✓ Nombre o logotipo de la Compañía que realiza la inspección
- ✓ Fecha de la Inspección
- ✓ El número de la pieza inspeccionada y orden de trabajo, rastreabilidad
- ✓ E número y posición de la película
- ✓ Indicación en caso de inspección de una zona reparada

Para concluir, se toman consideraciones mínimas a ser observadas para la realización de una buena exposición radiográfica.

En el caso de radiografías de soldadura, cuya corona excesiva y se tenga una variación en la película de más de 15% de la densidad, se deberá emplear un calza de la mismas características radiográficas que las del material inspeccionado, de tal forma que la densidad del indicador de calidad de imagen sea similar a la del cordón de soldadura.

CAPITULO 7

EL PROCESO DE REVELADO

Las técnicas de radiografía incluyen en las operaciones del proceso de revelado o procesado de la película; a través del cual se plasma la imagen latente obtenida durante la exposición. La carga y descarga del porta películas, así como el procesado de la película, se realizan en un área llamada cuarto oscuro, es el lugar donde se puede manejar la película sin que éste se dañe por la acción de la luz visible. Uno de los puntos críticos durante la inspección radiográfica es el control del proceso de revelado.

Cuarto Oscuro

El área destinada para el manejo y procesado de la película. Dicha zona se divide comúnmente en dos áreas, una llamada área seca, donde se realiza el manejo de películas seca y un área húmeda en donde se lleva a cabo el proceso de revelado. Toda área de trabajo debe de conservarse perfectamente limpia y ordenada, ya que el trabajo en condiciones de iluminación pobre, puede manchar la placa radiográfica.

Otra consideración importante es la referente a la ventilación, que ésta se óptima para evitar que la atmósfera se sature de compuestos o vapores de productos químicos que pueden afectar a la película y formar en algunos casos velo; adicionalmente, la ventilación evitará condiciones de insalubridad al personal que trabaje en el cuarto oscuro. El equipo mínimo requerido en un cuarto oscuro consiste:

Luz de Seguridad: Es proporcionar una iluminación adecuada en el cuarto oscuro, la luz usada debe ser roja o color ámbar.

Mesa de Carga: Es una mesa de trabajo donde se realizan las operaciones de descargas de porta películas.

Cizalla: Se emplea en el área seca para cortar las películas a las dimensiones de porta películas.

Tanques de Revelado, enjuague y Fijado: Son tanques donde se depositan los químicos para el revelado, enjuague y fijado; deben ser de dimensiones tales que cubran totalmente las películas radiográficas. Los tanques deben ser fabricados de un material inerte al tanque ácido o alcalino, el más indicado el de acero inoxidable.

Cronómetro: Su función es de medir el tiempo de revelado, el enjuague y fijado.

Termómetro: Se utiliza para medir la temperatura de los químicos.

Ganchos de Revelado: Sobre de ellos se montan la película radiográfica para ser revelada, estos ganchos son de acero inoxidable y su limpieza es extremadamente importante, ya que puede contaminar la película antes de ser revelada.

Carretes de Revelado: En ellos se introducen la película, quedando en forma espiral o rollo, para su revelado.

Área Seca

Es el área destinada al manejo de la película seca. Las actividades más comunes que se efectúan ahí son:

Cajas de películas en hojas, en las cuales están separadas por hojas interfoliadas.

Cajas de películas en rollo, que pueden ser pantallas o papel interfoliado

Presentaciones especial.

Área Humedad

Es el área en donde se lleva a cabo el proceso de revelado de la película, en esta área se encuentran los tanques que contienen las soluciones empleadas en el proceso de revelado.

Proceso de Revelado Manual

Por las características de las reacciones químicas que se requieren para obtener una radiografía estas se realizan empleando diferentes soluciones en pasos o baños sucesivos.

A continuación se describirán brevemente los pasos a seguir para el revelado de una película radiográfica.

BAÑO REVELADOR. Es el proceso de revelado se inicia cuando se introduce las películas radiográficas en el tanque de revelado. En este paso, los haluros de plata van a reaccionar a diferentes velocidades dependiendo a la forma en que haya sido ionizado, También del tiempo y de la temperatura en la que se realice el revelado.

La solución reveladora es una solución con PH básico alcalino que contiene agentes reveladores, catalizadores, moderadores, conservadores y endurecedores. Los agentes reveladores pueden ser hidroquinona o la fenidona, los cuales tienen propiedades de convertir en plata metálica a los haluros de plata.

Como se puede observar, también existen ciertas precauciones que deben tener durante el proceso de revelado.

- 1.- Conservar la solución del revelador limpia, libre de polvo o agentes contaminantes
- 2.- Conservar óptima la temperatura del revelado

- 3.- Agitar vigorosamente las películas durante los primeros 30 segundos de revelado para eliminar posible burbujas de aire.
- 4.- No sacar la película del baño no se recomienda escurrirla, lo que evita que se oxide el revelador.
- 5.- Debe conservarse la actividad y el volumen del revelado mediante un regenerador.

BAÑO ÁCIDO.- Al sacar la película del revelador, una pequeña cantidad de solución alcalina se conserva sobre esta, por lo que antes de pasarla al fijador que es de carácter ácido se deberá sumergir durante 30 o 60 segundos en un baño ácido, también conocido como baño de paro, cuya función es de neutralización química de los agentes alcalinos y detener rápidamente el ácido revelador que se ha impregnado de gelatina, es demasiado suave y puede lastimarse durante su manipulación en el proceso de interpretación de la imagen. A fin de contemplar el proceso, es necesario eliminar la plata no revelada para evitar que se oscurezca o se manche.

BAÑO FIJADOR.- El baño fijador es una solución acuosa que contiene por función principal eliminar la plata no metálica y endurecer la gelatina. Este, normalmente tendrá agentes fijadores, conservadores, endurecedores de la gelatina, acidificadores y amortiguadores químicos. El agua que contiene ayuda a difundir los demás agentes y actúa para disolver los complejos de hiposulfito de plata que se forman durante la eliminación de la plata.

El endurecedor tiene la función tanto de evitar que la gelatina se expanda demasiado, como de que se ablande durante el proceso de lavado final o durante el secado con aire caliente; así mismo ayuda a darle resistencia mecánica a la gelatina para que no se dañe durante las manipulaciones normales. El compuesto más empleado como agente endurecedor es una sal de aluminio.

BAÑO EN SOLUCION HUMECTANTE.- Debido a la tensión superficial que presenta el agua en la superficie de las películas se formarán gotas, las que provocarán en el secado que no sea uniforme, es por ello recomendable que después del lavado final se sumerjan las películas durante unos minutos en una solución acuosa con una concentración de 5 al 10 % de agente humectante, conocido como agepon o photo flow.

SECADO.- El último paso del proceso de la película es el secado, el cual debe hacerse preferentemente en una secadora; o en caso de no contar con ella se realizará en un cuarto o armario seco y libre de polvo en donde exista una suave corriente de aire que permita el secado uniforme de la película; ya que un secado no uniforme de la misma producirá deformación del acetato.

CAPITULO 8

INTERPRETACIÓN Y EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA

En todos los métodos de Ensayos no destructivos se producen indicaciones en forma directa o indirecta, las cuales deben ser correctamente interpretadas antes de obtener información útil.

Una buena interpretación requiere del conocimiento previo del proceso de manufactura de los materiales sometidos a inspección, debido a que es necesario conocer las posibles discontinuidades que pudieran presentarse en el material a inspeccionar. Uno de los puntos más difíciles durante la inspección radiográfica es la aplicación correcta de los criterios de interpretación de la imagen que se está observando, ya que es frecuente confundir las indicaciones falsas provocadas por una mala manipulación de la película.

De la misma manera, es indispensable el conocimiento de la norma aplicable a la evaluación de la radiografía, debido a que el criterio de aceptación o de rechazo debe fundamentarse adecuadamente y puede cambiar severamente de una norma a otra

El término **Interpretar** una indicación significa predecir, que tipo de discontinuidad puede ser, la causa que la origina. La evaluación es posterior a la interpretación. Consiste en comparar las características de la indicación con los requisitos establecidos por las normas de calidad aplicables.

Para indicar la interpretación y evaluación de discontinuidades es necesario clasificar algunos conceptos empleados en la inspección.

Sensibilidad

Para la inspección por radiografía se puede definir que la sensibilidad es la capacidad de la imagen para definir claramente discontinuidades que tienen una cierta dimensión establecida por un código, norma o especificación.

Umbral de Detección

Es la capacidad para detectar una discontinuidad con una dimensión y densidad tal, que produzca una indicación que pueda interpretarse y evaluar sin dificultad, considerando que el ojo humano sólo puede distinguir cambios de tonalidad que tengan una relación de 10:1 es decir que la indicación debe presentar un densidad de 10 veces mayor que su entorno para que pueda observarse.

Indicación falsa, Indicación no relevante, relevante

INDICACION.- Es una señal que puede ser producida por una alteración en el material o pieza sujeta a inspección y es generada por el método de inspección no destructivo empleado y se clasifican en:

FALSA

NO RELEVANTES

RELEVANTES

INDICACIÓN FALSA.- Es aquella que aparece durante la inspección y que puede ser provocada por una aplicación del método.

INDICACIÓN NO RELEVANTE.- Normalmente es producida por la estructura del material o por la configuración de la pieza, esta indicación se produce por interrupciones en la configuración de material que ha sido sometido a un acabado superficial. Para determinar su importancia se debe interpretar la indicación y evaluar la discontinuidad.

RELEVANTES.- Esta son las discontinuidades que por su tamaño, forma y localización requiere de ser interpretada, pero no es necesario evaluarla.

Defecto

En toda discontinuidad o indicación por su tamaño forma o localización ha excedido los límites de aceptación establecidos por el código norma o especificación aplicable.

DISCONTINUIDAD CRÍTICA.- Es la discontinuidad más grande que se puede aceptar o la más pequeña que se puede rechazar, el tipo y tamaño de la condición no sólo determina con respecto a la amplitud de la indicación, sino también a través de la experiencia del técnico.

Discontinuidades de Proceso

Son aquellas que se relacionan en el proceso de manufactura, maquinado, tratamientos térmicos, recubrimientos metálicos, y **SOLDADURA**.

Una vez expuestos diversos conceptos, el punto que se tomará analizar son los conceptos de Discontinuidades o defectos de la aplicación de la Soldadura en la unión de acero en trabes y columnas., A continuación se mencionan los más importantes:

Discontinuidades en el Proceso de SOLDADURA

FISURAS

Son discontinuidades producidas por rotura local, la cual puede ser provocada por enfriamiento o por los esfuerzos transmitidos, es decir que una vez que la soldadura ha entrado en carga. Cuando la rotura es microscópicas reciben el nombre de microfisura.

Tanto unas como otras pueden ser internas o externas y pueden producirse en el material fundido, en la zona de influencia térmica o en el material base. Y se clasifican en varios tipos bien por el lugar de aparición o por su dirección.

LONGITUDINALES: Son las que llevan dirección paralela a la dimensión mayor de la soldadura.

TRASNVERSALES: Perpendiculares a la mayor longitud.

RADIALES: Son las fisuras aisladas cuyo origen es un punto común. Cuando son pequeñas se denominan de estrella (star cracks).

DE CRÁTER: Son las que aparecen en los extremos (cráteres) de la soldadura.

FISURAS DISCONTINUAS: Se denominan a las que están orientadas de cualquier forma.

RAMIFICADAS: Son aquellas que están ligadas entre sí y se presentan en forma arborescente a partir de una fisura común.

Las causas más comunes que originan las fisuras son el empleo de electrodos inadecuados y la excesiva rigidez de las piezas a unir. Las fisuras pueden aparecer durante el proceso de soldeo, en el tratamiento térmico post, Las fisuras son especialmente peligrosas porque producen una disminución de la sección resistente, concentración de tensiones en los extremos y son zonas débiles en ambiente corrosivos.

CAVIDADES Y POROS

Este tipo de defectos se deben a diversas causas, siendo la más importante la presencia de residuos ajenos al proceso, tales como óxidos, en definitiva a la falta de limpieza y preparación; también se debe a otra causa, excesiva intensidad de la corriente que calienta a los electrodos por encima de la temperatura de electrodos húmedos, a defectos del recubrimiento y finalmente a la mala técnica de soldeo con arco, algunos tipos de estos defectos son los siguientes:

SOPLADURA: Es una cavidad formada por la oclusión de gases en el interior de la soldadura formando diferentes tipos de porosidades (esferoidal, alargada, vermicular. Etc.

PICADURA: Se denomina al poro de pequeña dimensión que queda abierto a la superficie.

RECHUPES: Es una cavidad debida a la contracción del metal durante el enfriamiento. Cuando se produce al final del cordón se denomina rechupe de cráter. Debido a que el gas ocluido cuando se forma el poro está a alta temperatura, al enfriarse sin variación de volumen, se reduce la presión a valores muy por debajo de la presión atmosférica, cuando los poros se encuentran situados en los planos de tensiones máximas. Los poros reducen la sección neta resistente de la soldadura.

INCLUSIONES SÓLIDAS

Cualquier materia extraña, que quede aprisionada en el metal fundido, diferente de los metales de base y de aportación de la soldadura constituye una inclusión sólida. Las más frecuentes son las de escorias, los óxidos y las metálicas.

Los óxidos son de tipo metálico y quedan aprisionados durante el proceso de soldeo.

Las causas de estas inclusiones son principalmente la falta de limpieza, sobre todo en soldaduras de varias pasadas. También se producen por una mala distribución de los cordones, la incorrecta inclinación de los electrodos y la intensidad de la fuente energética.

La importancia de estos defectos depende del tamaño de la inclusión y puede ser más evidentes o amplificarse durante el servicio de la estructura.

DEFECTOS DE FUSIÓN

Este tipo de defectos se deben en principio a la falta de ligazón entre el metal de aportación y el metal de base o entre las diferentes pasadas del cordón. Se puede presentar en los bordes, falta de fusión lateral. Este defecto se debe generalmente a una mala preparación de los bordes. También se puede producir por una mala operatoria con un arco demasiado largo, débil intensidad o excesiva velocidad de avance, de un defecto grave que afecta a la calidad metalúrgica de la unión, provoca la aparición de fisuras y una disminución de la resistencia. Además facilita la corrosión localizada.

FALTA DE PENETRACIÓN

Es debido a una fusión parcial de los bordes provocando discontinuidades de los mismos. Es provocada por una separación incorrecta de los elementos a unir durante el soldeo. Al empleo de electrodos excesivamente gruesos a una velocidad de avance excesiva o a una baja intensidad, su principal consecuencia es la disminución de la resistencia de la unión.

DEFECTO DE FORMA

Se deben a la falta de geometría de la superficie externa en relación con el perfil correcto esperado, los defectos de geometría más frecuentes son: Mordeduras, falta de metal en los bordes del cordón o en algunas. También pueden aparecer en la raíz.

Sobre-espesores, son debidos a un espesor excesivo en las pasas finales en las soldaduras de ángulo se denomina convexidad excesiva.

Sobre penetración, es un exceso de metal en la raíz de las soldaduras ejecutadas por un solo lado.

Desbordamiento. Es un exceso de metal de aportación que se solapa con la superficie del metal de base sin unirse con este.

Defectos de alineación, se produce por diferencia de nivel entre las piezas soldadas o por un ángulo.

Hundimiento, es el desplazamiento del metal depositado provocando por una fusión excesiva que provoca una falta de metal.

Por último se debe de mencionar que la evaluación radiográfica consiste en la aplicación del criterio de aceptación o de rechazo, con base en las normas aplicables a las discontinuidades que aparecen en la pieza que se analiza.

CAPITULO 9

NORMAS APLICABLES EN LA EVALUACIÓN RADIOGRÁFICA EN SOLDADURA.

- ❖ ASME (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos)
- ❖ ASTM (Sociedad Americana de pruebas y materiales)
- ❖ AWS (Sociedad Americana de Soldadura)
- ❖ ANSI (Instituto Americano de Normas Nacionales)

El código ASME

Este documento es en realidad una recopilación de normas y de experiencia prácticas referentes a la aplicación específica, las secciones más empleadas en la Inspección radiográfica, pero la que tomaremos es. La sección V DE EXÁMENES NO DESTRUCTIVOS y la sección IX CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA Y DE HABILIDAD DE LOS SOLDADORES.

Norma ASTM

Estos documentos son de empleo o aplicación general a casi cualquier sector.

- a) E-94. Práctica recomendada para pruebas radiográficas
- b) E-142. Método normalizado para el control de calidad de la prueba radiográfica
- c) E-186. Radiografías de referencia para aceros de pared gruesa de 50.8mm a 114mm
- d) E-390. Radiografías de referencia para soldadura por fusión de acero.

Norma AWS

Al igual que ASME, la Sociedad American de Soldadura (AWS), ha emitido regulaciones que son aplicables a estructuras de acero Soldadas con aplicaciones específicas, como son.

- a) CÓDIGO D1.1 SOLDADURA DE ACERO ESTRUCTURAL
- b) CÓDIGO D1.2 SOLDADURA DE ALUMINIO ESTRUCTURAL
- c) CÓDIGO D1.4 SOLDADURA DE ACERO DE REFUERZO ESTRUCTURAL.

Todos los códigos cuentan con una sección destinada a la aplicación de la inspección radiográfica, en donde establecen los criterios de aceptación o rechazo de las discontinuidades de la pieza.

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA

El reglamento de seguridad Radiológica y la norma NOM-031-NUCL-1996.

Hace mención de tres importantes puntos que son.

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN

PROCEDIMIENTOS DE ADMINISTRACIÓN

PROCEDIMIENTOS DE EMERGENCIA

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-NUCL-1995

Vigilancia médica y equipo de protección del Personal Ocupacionalmente Expuesto, en donde esta norma establece los requerimientos que se deben de cumplir.

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, ARTICULO 27 CONTITUCIONAL

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-031-NUCL-1997

NORMA DE SEGURIDAD EN SOLDADURA

Normas de seguridad general y otras específicas que se hacen referencia para el uso adecuado de la soldadura y equipo de protección.

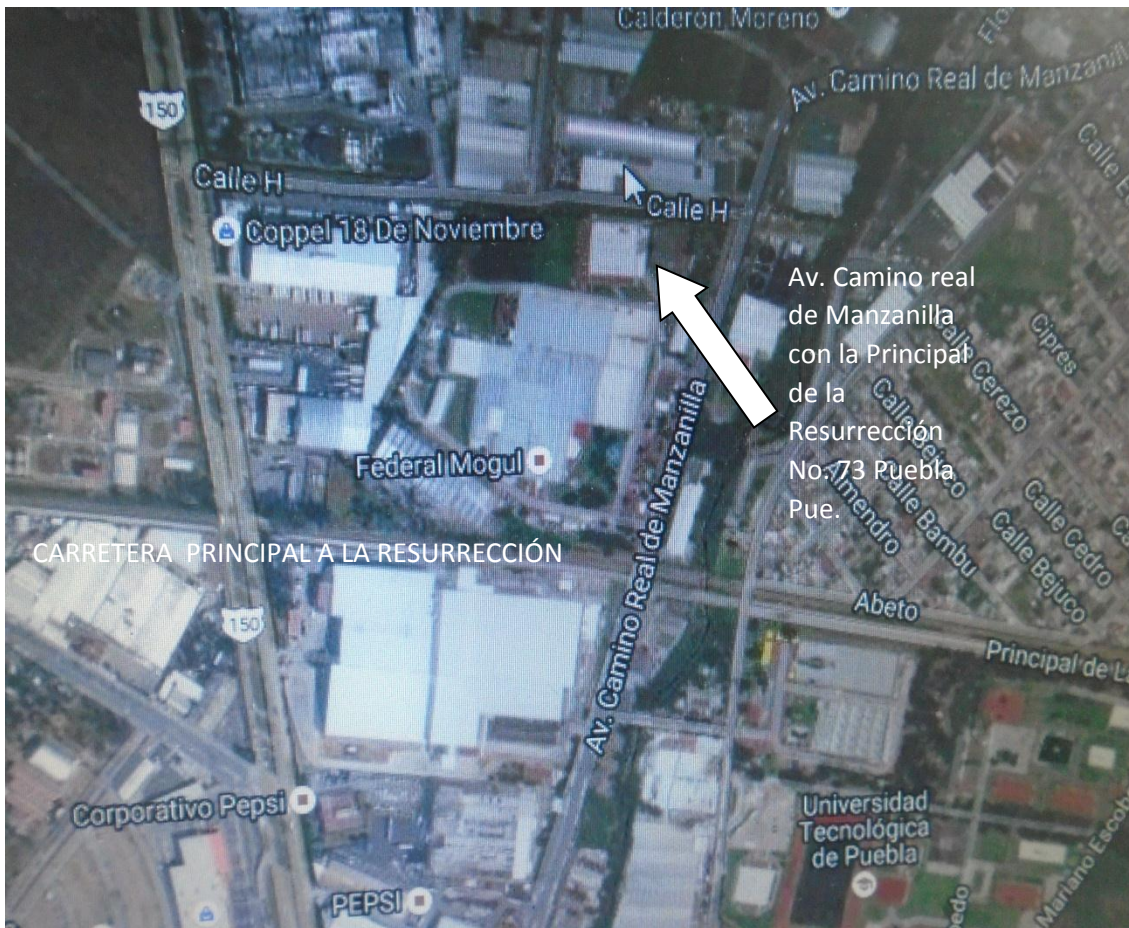
SERVICIO DE PREVENCIÓN Y SALUD LABORAL PAG.11-16-28006

CAPITULO 10

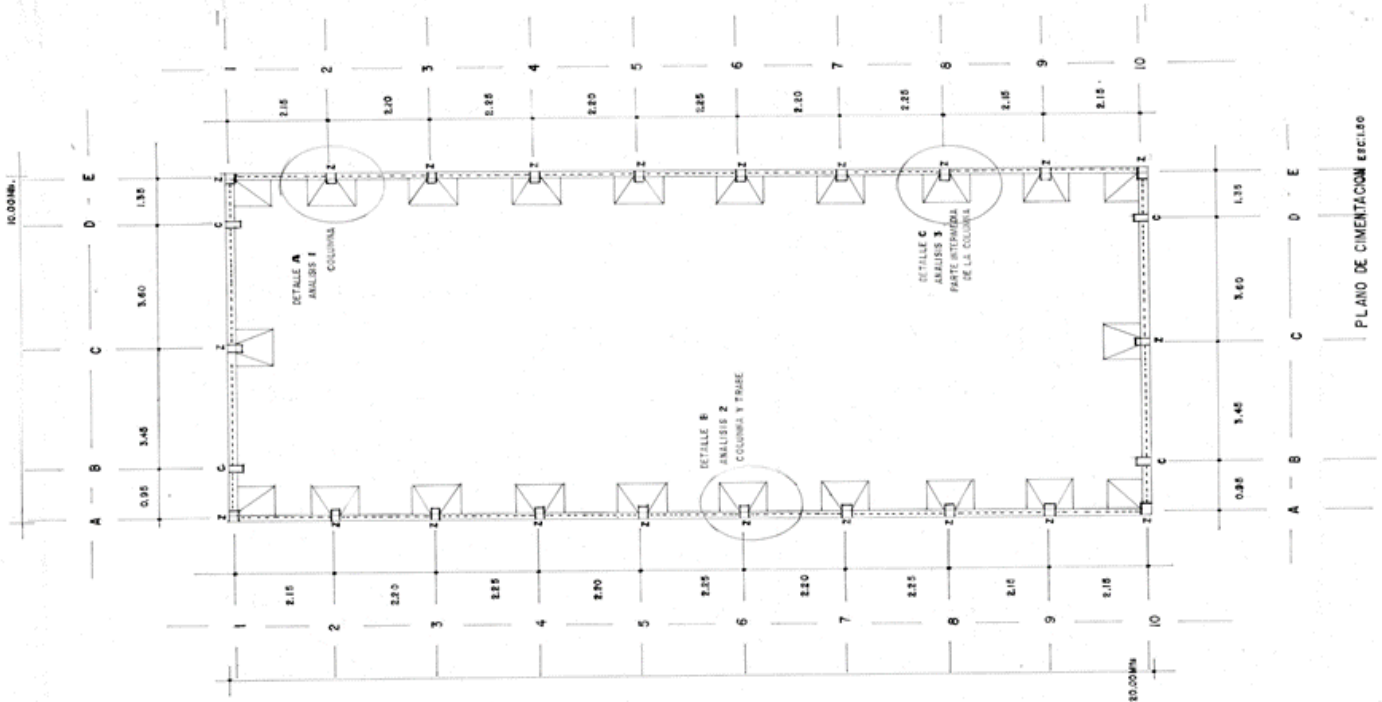
DESARROLLO DE LA EVALUACION EN CAMPO

Después de tener el conocimiento en los capítulos anteriores, de cómo podemos emplear el método radiológico.

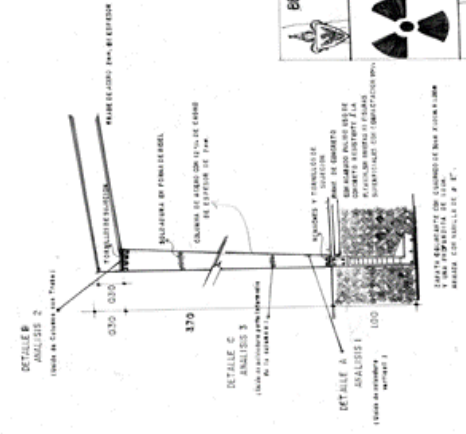
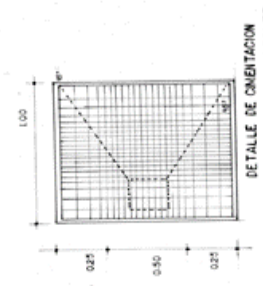
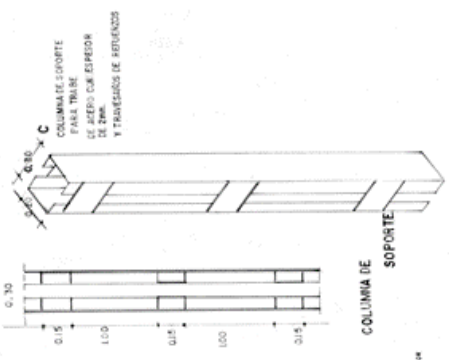
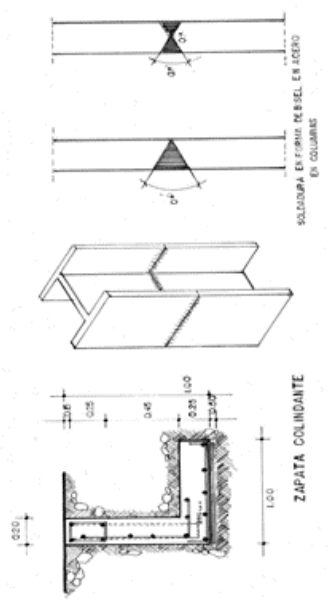
Nos daremos a la tarea de implementarlas ahora en el proyecto de la construcción de las nave Industrial, como se había mencionado en nuestra Introducción. Que está ubicada en Av. Camino real de Manzanilla con la principal a la Resurrección No. 73 Puebla Pue. Con un área de 200 metros cuadrados (10 x 20mts.ver en la imagen de ubicación. El predio de acuerdo con nuestra carta urbana, está destinado para uso industrial. El uso de la nave está formado por oficinas y lo de más para áreas productivas.



UBICACION DEL PREDIO



PLANO DE CIMENTACION ESC:1:50



DETALLE ESTRUCTURAL

BENIGNITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA

PROYECTO: NAVE INDUSTRIAL

UBICACION: AV. CAROLINA PULGARIN S/N. PUEBLA, PUE.

PLANTA: 1

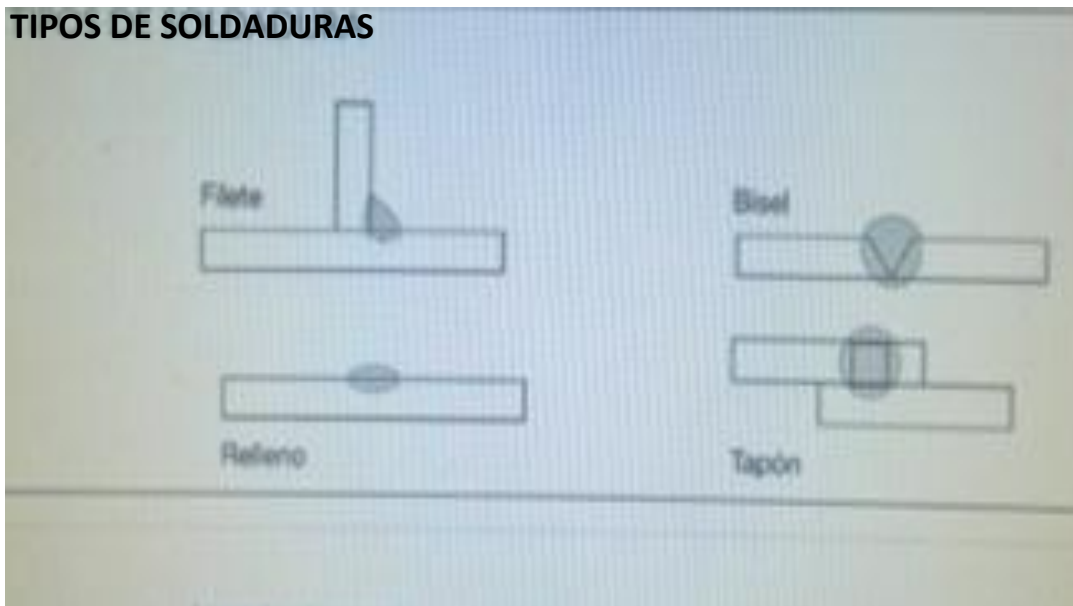
COMPANIA Y DETALLE ESTRUCTURAL	ESCALA: 1:50
INGENIERO: ABELARDO ROSA M.	PROYECTISTA: ABELARDO ROSA M.
CLIENTE: A-2	FECHA: 2006-02
	OTRO: 2006

Para la construcción del esqueleto de la nave. se estarán colocando Traveses y columnas de acero con 12% de cromo y con un espesor de 2mm. Para este tipo de acero es preferentemente soldables con el procedimiento de Oxiacetilénica, por el empleo de flujo con el material de aportación del mismo tipo de flujo descapante.

La Soldadura Oxiacetilénica, es la más recomendable para este tipo de uniones de Acero y Forja (remaches, soldaduras, plegaduras y ensambles). Es una fusión, produciendo una fatiga mecánica para una aplicación simultánea de calor al impacto, la capacidad de trabajo a la atracción otorgada por la superficie de adherencia, y traba que conforma el hilo, la resistencia según propiedades de atracción al acero en el valor corriente es de 34[KG/mm²] al espesor a penetrar al igual diámetro.

El calor desarrolla una combustión de una mezcla conveniente de oxígeno y acetileno contenido en un envase hermético con un sistema reductor que se desembocará en una boquilla regulable, el material de aporte alambre de acero negro al carbón, y cuando se aplica queda depositado como Cordón de Soldadura.

TIPOS DE SOLDADURAS

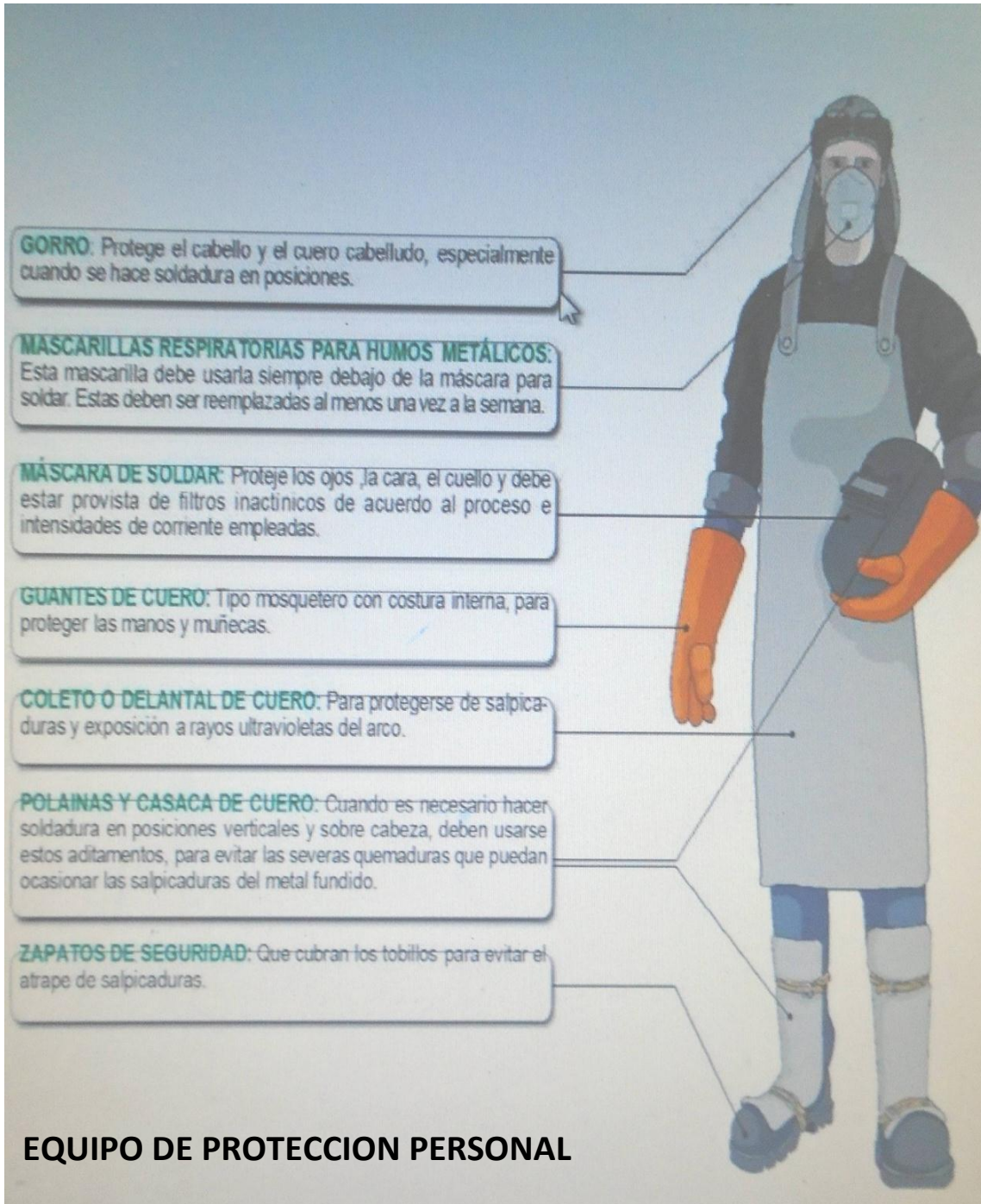


Para este tipo de Trabajo con soldadura oxiacetilénica tomaremos en cuenta nuestras medidas de seguridad. Tomando los siguientes puntos. Y que se hacen mención en las Normas de Seguridad en Soldadura. Capítulo soldadura oxiacetilénica y oxicorte pág., 11 - 16, 12-16.

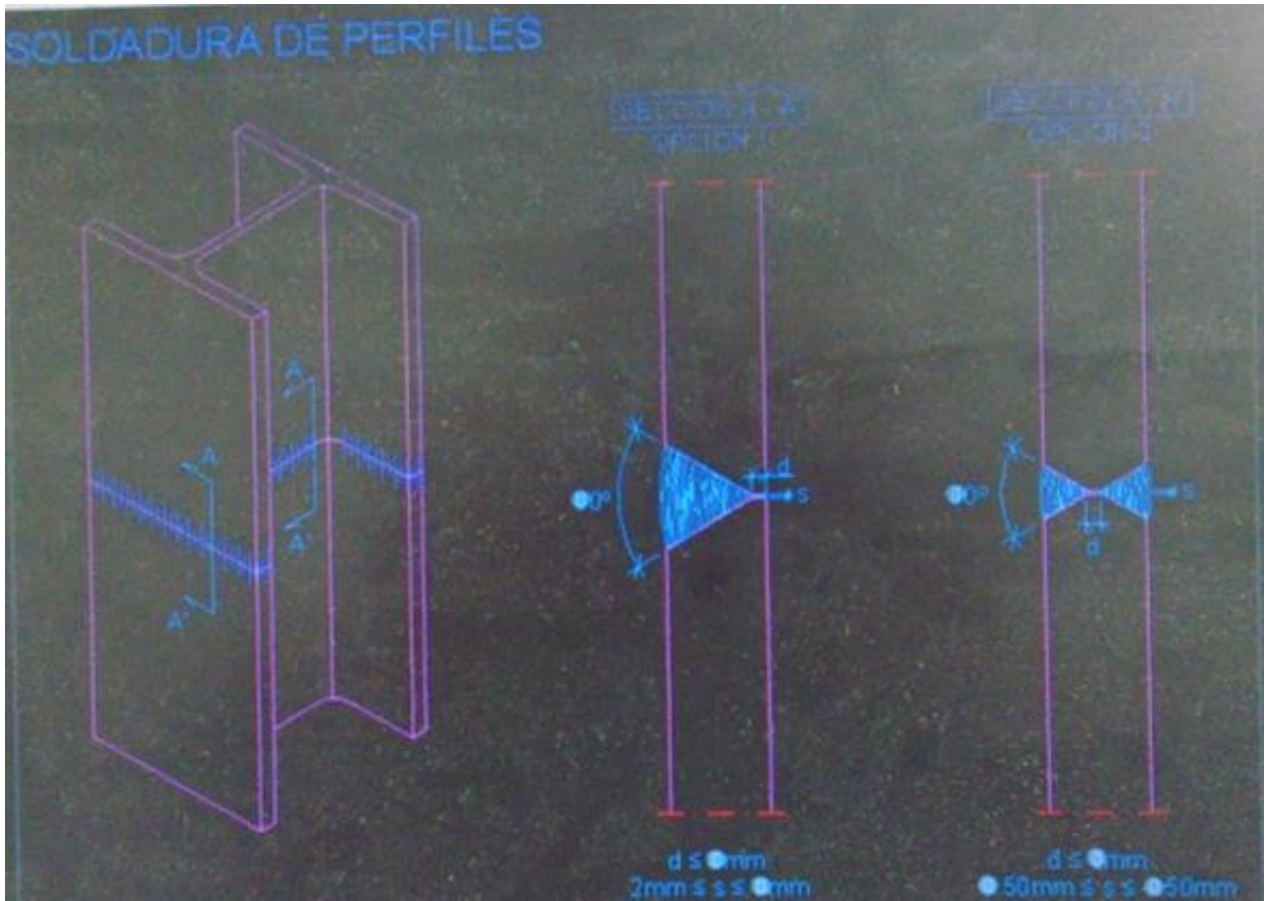
- Se prohíbe trabajos de soldadura en almacenes con materiales inflamables.
- No utilizar el oxígeno para limpiar o soplar piezas o tuberías.
- Los grifos y los manorreductores de las botellas de oxígeno deben de estar limpios de grasa y aceite, porque pueden inflamarse.

El área de trabajo deberá de contener buena ventilación y extracción de los gases suficientes para evitarse riesgos. Colocación de mampara de separación para proteger al resto de los operarios cuando estén soldando. Bases fijas y sólidas para la colocación del material y su proceso de soldado. El equipo con el que debe de contar el Personal expuesto es el siguiente.

NORMA: Equipo de protección personal RESRT-299/11 Y RES SICM 896/OIEA-OIT.



Una vez de tener en conocimiento el sistema de seguridad para el uso de la soldadura continuaremos con él desarrollo del análisis. Se hará una inspección de cada una de las columnas, en la zona de las uniones que se soldaron de forma flete y bisel como se muestra en el Dibujo.



DIBUJO DE SOLDADURA DE PERFILES.

Contamos en nuestro proyecto con 11 columnas de 20cms x 40cms de inicio y la altura al cubrir es de 5 metros. Cabe mencionar que para cubrir esta altura la columna se va haciendo más ancha hasta llegar a esta altura, quedando de 20cms x 1.00mts. Por lo tanto tenemos 3 ensambles en cada una de ellas para que alcancen la altura, y se unan con la trabe por medio de remaches y soldadura espacial. El espesor del perfil del material base, como se menciona anteriormente es de 2mm.

Se tomaran puntos críticos en donde se tenga más esfuerzo y flexibilidad y fatiga de la estructura, se marcara la zona de Inspección para ser identificada por si se encuentra alguna falla.

Se analiza cada una de las columnas visualmente, verificando falta de cordón de soldadura, hundimiento, falta de penetración.

Cuando se encuentra alguna de esta falla se tienen que verificar con el equipo de rayos X. para la toma de imágenes radiológicas para asegurar que no tengan desprendimiento fracturas u otro tipo de defectos y que no cuenten con el control de calidad y norma.

Y a este análisis se le dará la disposición de aceptado o de rechazado de acuerdo a norma y estándares.

La columna que se encontró con el defecto de falta de cordón de soldadura y hundimiento fue la ubicada en el eje E-2 (Ver plano estructural) en la parte baja en donde se encuentra el cordón de tensión y es una zona crítica. Como lo muestra la imagen 1, 2, 3. Siendo el primer análisis a cubrir.

ANALISIS 1.

COLUMNA CON FALTA DE CORDON DE SOLDADURA, HUNDIMIENTO



Imagen 1. Columna con falta de cordón de soldadura, hundimiento



Imagen 2. HUNDIMIENTO

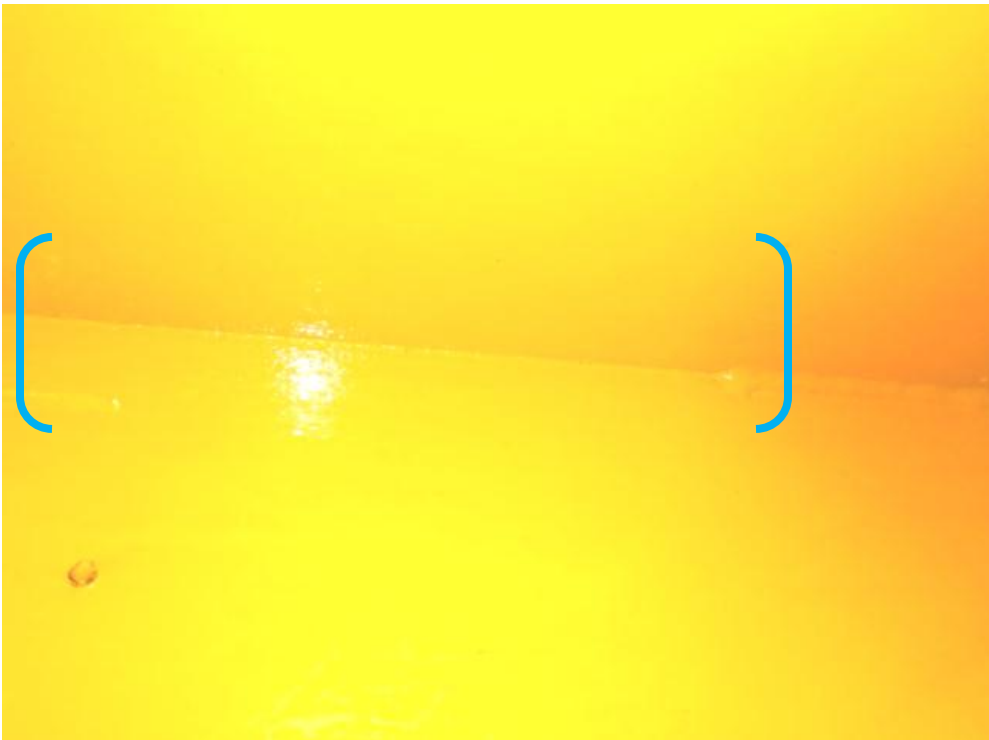


Imagen 3. FALTA DE CORDÓN DE SOLDADURA

REVISIÓN CON EQUIPO RADIOLÓGICO.

Las zonas que se mostraron anteriormente se revisarán con un equipo Phantak con una resolución del 100% ionizante. Tomando también las medidas de seguridad para el uso de estos equipos y para el personal que los manejan. De acuerdo a las normas de seguridad

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-026-NUCL-1995

Vigilancia médica y equipo de protección del Personal Ocupacionalmente Expuesto, en donde esta norma establece los requerimientos que se deben de cumplir.

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA, ARTICULO 27 CONTITUCIONAL NORMA OFICIAL MEXICNA NOM-031-NUCL-1997.

El reglamento cita varios artículos o normas o técnicas, para llevar a cabo en forma segura los análisis relacionados con las fuentes de radiación ionizante. Así como los criterios para el diseño, construcción. Torreta que indique que al área no se pueden acercar a un radio de 2 metros en cuanto se esté haciendo rayos X.

La norma nos indica de la vigilancia médica del personal ocupacionalmente expuesto y el equipo personal. Mandiles, chalecos o delantales plomados, polleras o faldas que deben de ser equivalentes al menos de 0.25mm Pb (PLOMO) si el equipo opera hasta 100kw. Y si es de 0.35 Pb (PLOMO) y si se opera a un 50% la radiación es difusa.

Anteojos adecuados al personal.

El personal deberá usar durante el análisis dosímetros personales que se requieran de acuerdo a lo estipulado en el manual de seguridad radiológica, para el monitoreo de dosis de exposiciones de radiación.

Y por último someterse a la toma de muestras biológicas para su vigilancia médica.

Una vez tomando en consideración nuestras medidas de seguridad. Realizaremos la primera Imagen radiológica mostrando a continuación los siguientes resultados. Ver imagen 4.

HUNDIMIENTO

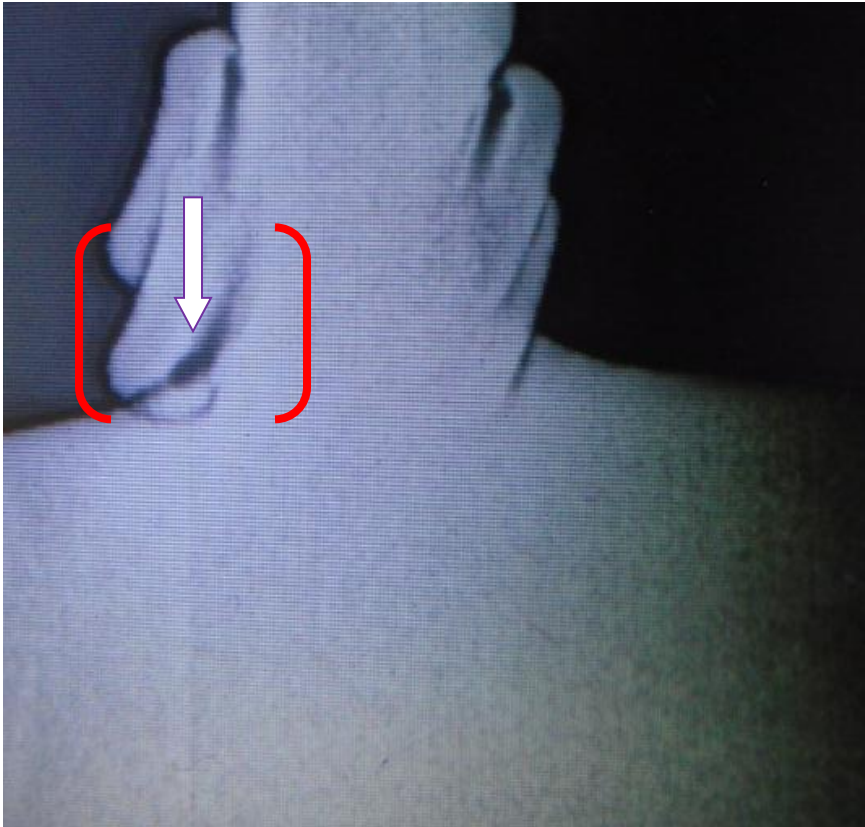


Imagen 4. Radiológica del defecto de Hundimiento.

Como se puede observar en la imagen el campo obscuro en donde se señala la flecha, muestra un hueco en donde la parte de la soldadura tiene falta de penetración, y la falta de adherencia en la soldadura de varias pasadas, por lo cual no se tiene una buena unión al material base, provocando una resistencia débil a la fatiga y esfuerzo. Y la pieza sea de rechazo, ya que se debe de ver la fusión de los dos materiales.

Y por norma (ASW APENDICE II-B Y AWS PARTE B, LIBRO DE EVALUACIÓN APENDICE VII)

Indica que por profundidad y separación del metal base y soldadura no debe de ser mayor a 0.25mm. si está fuera de este rango será material de rechazo.

Recordemos que en la interpretación de una imagen radiológica las zonas oscurecidas representa en nuestra imagen una posible falla, de cual nosotros tenemos que ser muy cautelosos para dar el veredicto correcto, también cabe mencionar que con la experiencia se adquiere agilidad sobre estas decisiones.

Se tomara otra sección de la columna para analizar su soldadura, como se puede ver el cordón de soldadura es continuo y se ve del mismo grosor (1mm) aunque tenga pintura. Ver imagen 5. Esto es un ejemplo de una buena aplicación de soldadura y el análisis radiológico es el correcto.

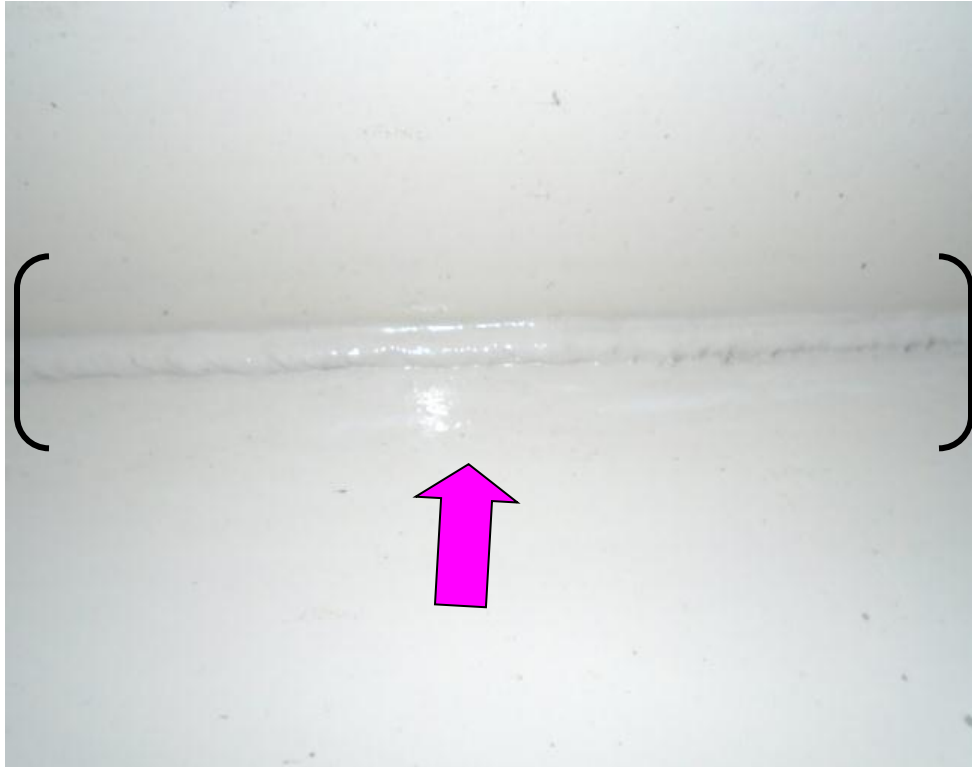


Imagen 5. Condón de soldadura completo

A continuación se muestra la imagen radiológica de este cordón. Ver imagen 6.

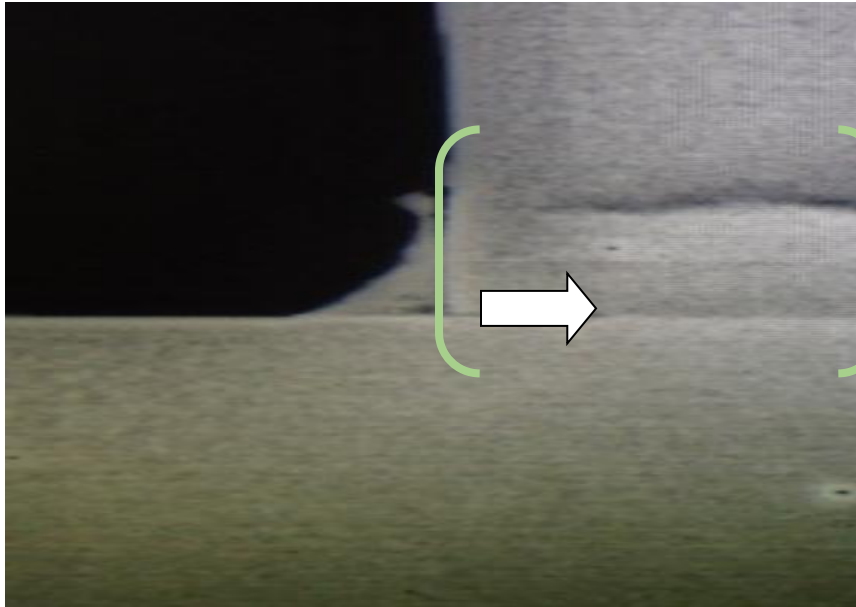


Imagen 6. Área de soldado correcto (Aceptable)

Como podemos observar el área soldada no presenta ningún oscurecimiento o zonas negras que nos señalen discontinuidad o separación de los materiales, se observa la adherencia entre ellos. Y por lo tanto es una unión aceptable, sin problema alguno.

FALTA DE CORDON DE SOLDADURA

Tomaremos la siguiente sección que es la de falta de cordón de soldadura como podemos ver en la siguiente imagen aunque tenga pintura, el cordón de soldadura es pobre y se va perdiendo, esto no puede ser ya que la columna es de apoyo para trabe. Por lo tanto debe tener la resistencia para aguantar el peso de la estructura. Ver imagen 7.



Imagen 7. Falta de cordón de soldadura

Una vez teniendo la parte definida pasaremos a tomar su imagen radiológica, ver imagen 8, 9.

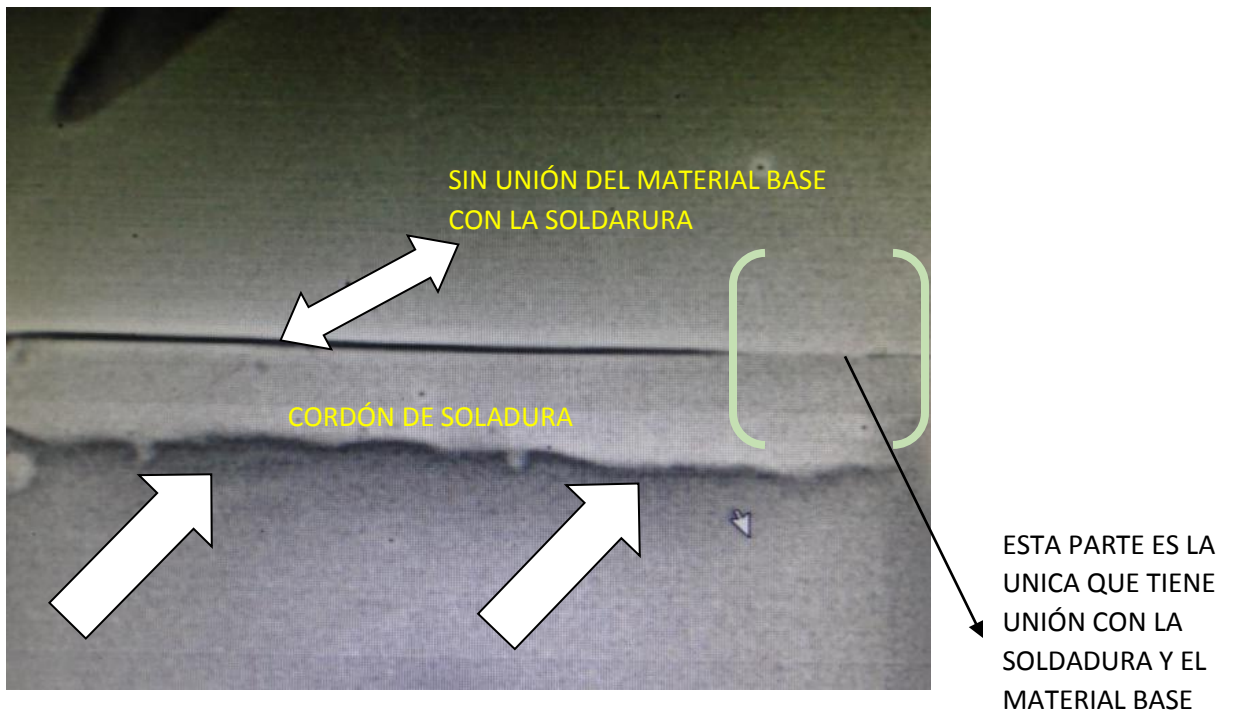


Imagen 8. Cordón de soldadura. (Rechazado)

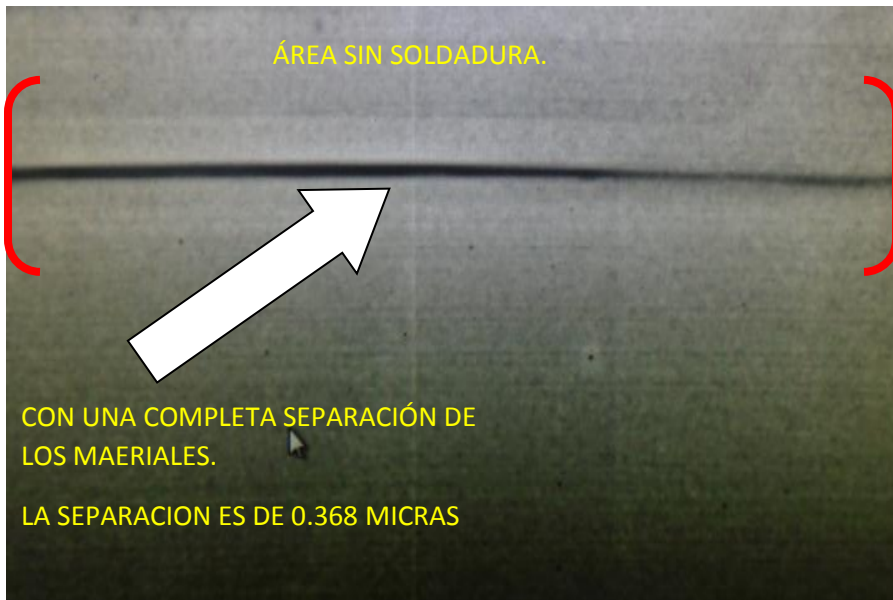


Imagen 9. Sin cordón de soldadura. (Rechazado)

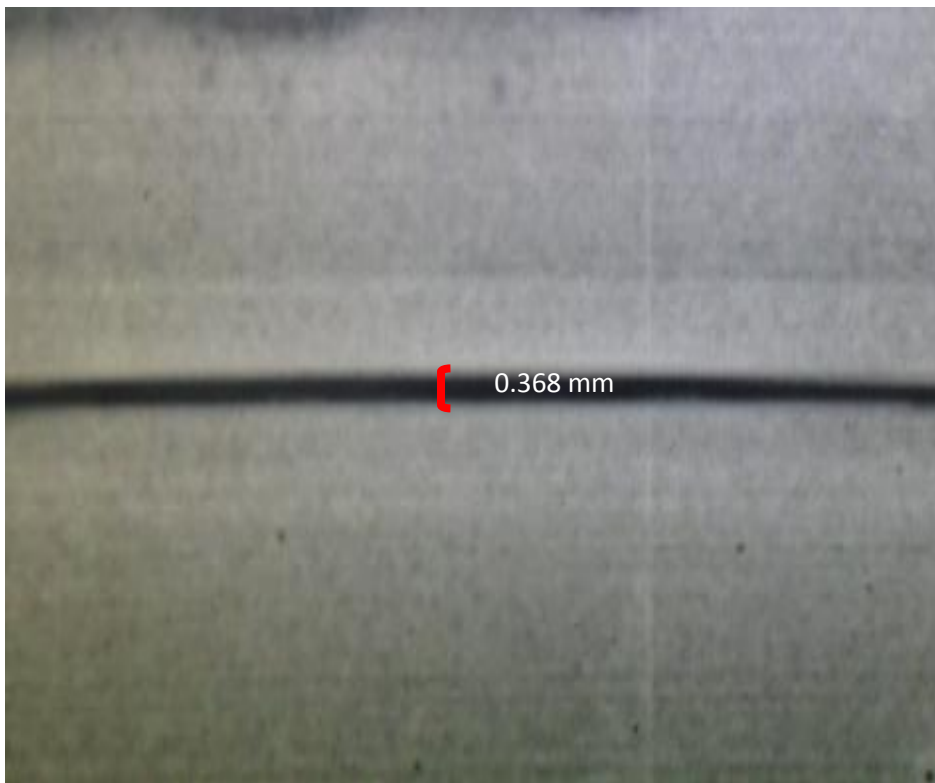


Imagen 9a. Medición de la separación de los materiales base.

Una vez tomadas nuestras imágenes podemos observar las fallas en las zonas oscurecidas, en donde hemos visto que aun teniendo soldadura no se ha tenido buena unión de los materiales, Por tener una falta de penetración de los elementos, y aun así no teniendo se tienen menos unión, por ser pobre como se muestra en las imágenes anteriores. Por lo tanto es un material de rechazo. Por las condiciones inseguras del material y por Norma. A continuación se menciona.

AWS (AMERICAN WELGING SOCIETY). PARTE B; LIBRO DE EVALUACION Y ESPECIFICACIONES; APENDICE V; VI; VII.

Nos indica este párrafo que el criterio de aceptación para la inspección de soldadura, con fallas de separación no deben de ser mayor a 0.25mm y también de profundidad.

Por las condiciones inseguras del material, y por norma esta fuera de especificación. Es material rechazado.

Para evitar este tipo de falla se tiene que verificar que los equipos estén funcionando adecuadamente, que el electrodo a soldar sea el adecuado, que los conductos de gas estén sin obstrucciones o sucios. Ya que por esas causas mecánicas no se tenga un buen hilo de soldadura o también por no tener buena salida del electrodo por fundirse se den

varias pasadas provocando los Hundimientos. El aceite o suciedad también es un factor importante para el proceso del soldado. Y se tengan fallas.

Este análisis se reportará al responsable del área de soldadura, de que la columna fue rechazada y que no se colocara hasta que tome las medidas necesarias, de que el trabajo de soldadura sea el adecuado y confiable.

Por medio de un reporte que contengan los datos de la falla reportada.

NOMBRE DE LA EMPRESA	REPORTE RADIOLÓGICO ANÁLISIS DE SOLDADURA EN COLUMNA
-----------------------------	---

SECCION	COLUMNA (parte baja donde se encuentra el cordón de tensión)	FALLA :	HUNDIMIENTO	EQUIPO RADIOLÓGICO:	PHANTAK
EJES DE UBICACIÓN	E-2	FECHA DE ELABORACION:	agosto 27, 2016	FOLIO:	A-1

NORMA: AWS PARTE B APENDICE V, VI

IMAGEN 1

HUNDIMIENTO

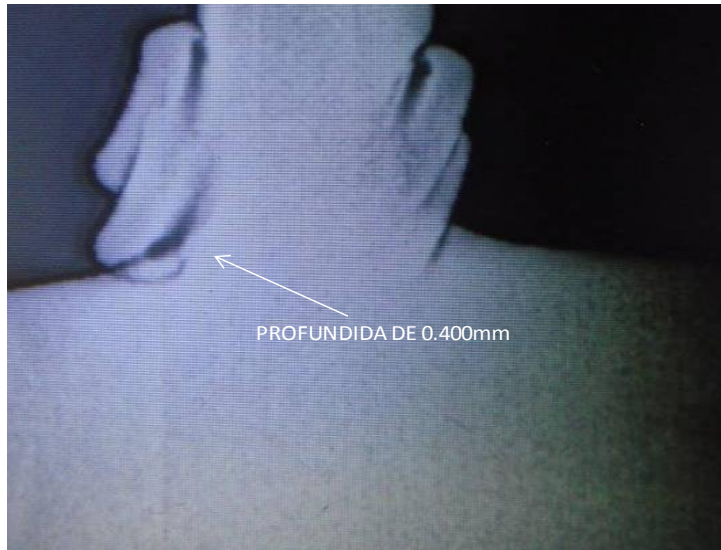


IMAGEN RADIOLÓGICA

ESPECIFICACION: Por fallas de separación y profundidad no deben de ser mayor a 0.25mm.
Si se revasa de esta especificaciín es material de rechazo, falta de penetración

DISPOSICION:	RECHAZADO	ELABORÓ:	NOTIFICADO A:
		Arq.Rosa Ma.	Gabriel V.
		NOMBRE Y FIRMA	NOMBRE Y FIRMA

FS8-14
Rev. 1

NOMBRE DE LA EMPRESA

REPORTE RADIOLÓGICO
ANÁLISIS DE SOLDADURA EN COLUMNA

SECCION	COLUMNA (parte baja donde se encuentra el cordón de tensión)	FALLA :	FALTA DE CORDON DE SOLDADURA	EQUIPO RADIOLÓGICO:	PHANTAK
EJES DE UBICACIÓN	E-2	FECHA DE ELABORACION:	agosto 27, 2016	FOLIO:	A-1

NORMA: AWS PARTE B APENDICE V, VI

IMAGEN 2

FALTA DE CORDON DE SOLDADURA

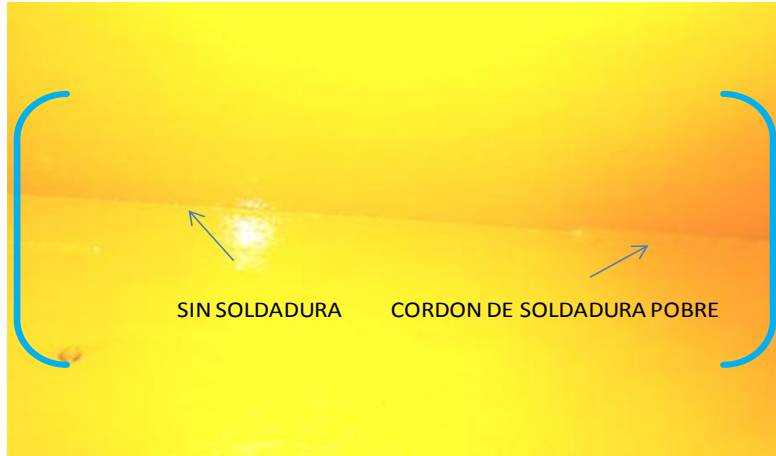


IMAGEN RADIOLOGICA

ESPECIFICACION: Por fallas de separación y profundidad no deben de ser mayor a 0.25mm.
Si se revasa de esta especificación es material de rechazo

DISPOSICION:

RECHAZADO

ELABORÓ:
Arq. Rosa Ma.
NOMBRE Y FIRMA

NOTIFICADO A:
Gabriel V.
NOMBRE Y FIRMA

FS8-14
Rev. 1

ANALISIS 2.

CORDON DE SOLDADURA CON OXIDO

Se analiza otro punto crítico, oxido en el área de la soldadura, en donde la inspección es la unión de perfiles de 2mm. De espesor en donde va la zona de pernos y los remaches que sujetas a la columna con la trabe. Y es en la columna que se encuentra en el eje A-6 (plano estructural) Ver imagen 10,11, 12.



Imagen 10. Cordón de soldadura con oxido.

Como se puede observar en la imagen, se está desprendiendo la pintura porque nuestro material base está contaminado y tiene oxidación. Como nos marca en la norma (ASW APENDICE II B). El material base, debe de estar limpio y libre de humedad, aceite o suciedad, pintura o recubrimiento. Y la limpieza no debe de dejar residuos.

Por lo cual vamos a tener problemas con la unión de nuestra soldadura y el material a unirse. Ya que este punto es crítico, como se menciono anteriormente, Se analizará con nuestro equipo radiológico (Phantak y bajo el régimen de nuestras normas y reglamentos de seguridad radiológicas) Veremos qué resultados nos da, El siguiente análisis.

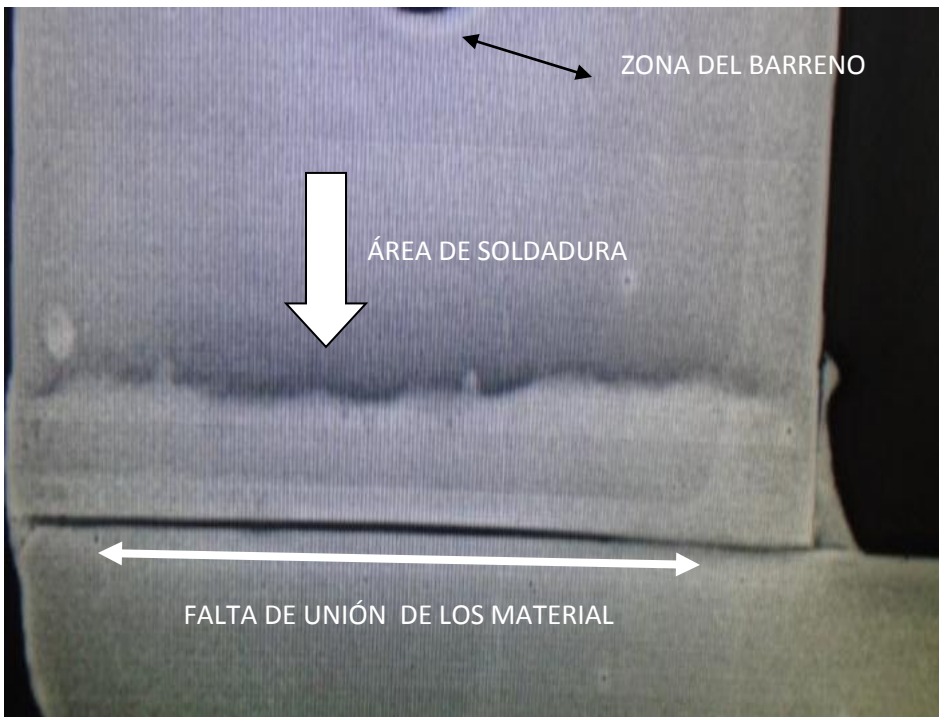


Imagen 11. Falta de unión por Contaminación de los materiales base.

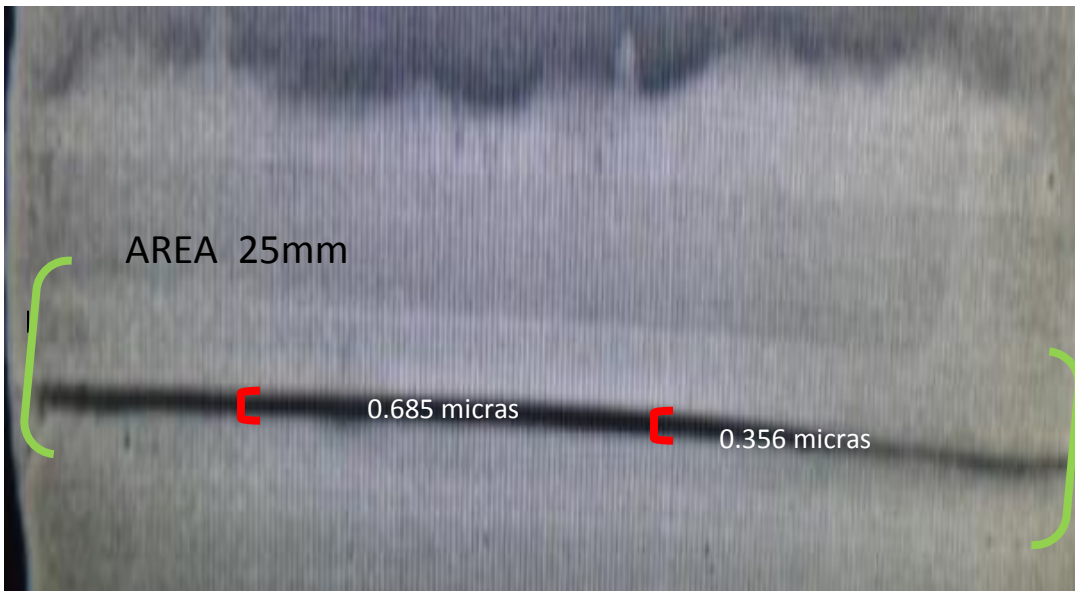


Imagen 12. Medición de la separación.

Como se puede observar las imágenes radiológicas nuevamente dieron resultados negativos. Este es otro tipo de defecto que debemos de tener cuidado, ya que no podemos confiar de que la soldadura fue adecuadamente bien aplicada; y no lo fue, la

zona no cumplió con las especificaciones. Ya el área a soldar debe de estar en perfecto estado, limpia de aceites, suciedad, humedad. Como se menciona anteriormente la norma ASW. Y al respecto a las mediciones obtenidas en nuestra imagen radiológica de acuerdo a la Norma AWS PARTE B; LIBRO DE EVALUACION Y ESPECIFICACIONES APENDICE VII; APENDICE XVI PRUEBA RADIOGRÁFICA.

El criterio de aceptación para la inspección de soldadura la separación no debe de ser mayor a 0.25mm en un área de 19mm lineales. Si esta fuera es rechazo o aceptado si está dentro.

Por los resultados obtenidos están fuera de especificación Tanto por el oxido, la separación que tiene, y el área es mayor de lo especificado y este material es considerado de rechazo.

El reporte se hará llegar al responsable del área de soldadura, de que la sección fue rechazada y que no se colocara hasta que tome las medidas necesarias, de que el trabajo de soldadura sea el adecuado y de acuerdo norma. Por medio de nuestro reporte.

NOMBRE DE LA EMPRESA

REPORTE RADIOLOGICO
ANALISIS DE SOLDADURA EN COLUMNA

SECCION COLUMNA-TRABE (soldadura en zona de pernos y remaches)	FALLA : SOLDADURA CON OXIDO	EQUIPO RADIOLOGICO: PHANTAK
EJES DE UBICACIÓN A-6	FECHA DE ELABORACION: agosto 27, 2016	FOLIO: A-24

NORMA: AWS APENDICE II. B, LIBRO DE EVALUACION APENDICE VII, X VI prueba radiográfica

IMAGEN 1



SOLDADURA CON OXIDO

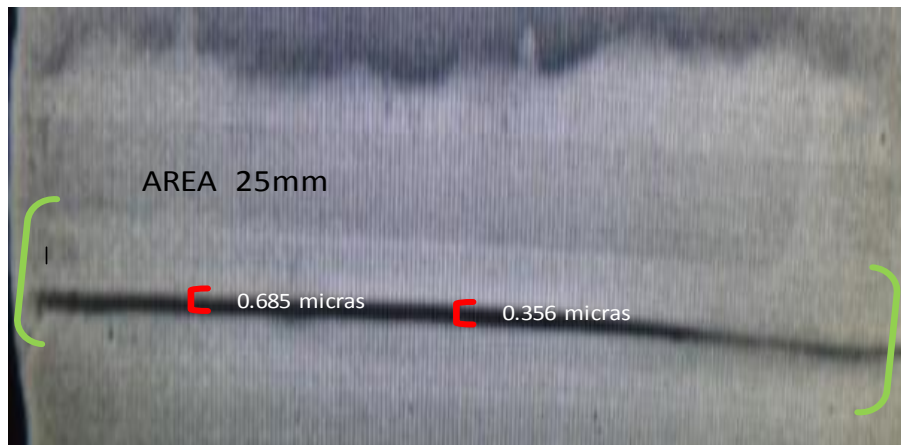


IMAGEN RADIOGRAFICA

IMAGEN RADIOLOGICA

ESPECIFICACION: Por fallas de separación y profundidad no deben de ser mayor a 0.25mm. En un área de 19mm. lineales
Si se revasa de esta especificación es material de rechazo

El área a soldar debe de estar en perfecto estado, libre de humedad, aceite o suciedad no debe haber residuo alguno o es rechazo

DISPOSICION:

RECHAZADO

ELABORÓ:
Arq. Rosa Ma.
NOMBRE Y FIRMA

NOTIFICADO A:
Gabriel V.
NOMBRE Y FIRMA

ANÁLISIS 3.

POROSIDAD, INCLUSIÓN Y RECHUPE.

En este análisis se encontró otra unión con problema de residuos ajenos al proceso, falta de limpieza. La ubicación de este punto es la columna en el eje E-18 (ver en plano estructural), imagen 13. En la cual se realizara su análisis con nuestro equipo radiológico (Phantak).y las normas y reglamentos de seguridad anteriormente ya mencionados.



IMAGEN 13. POROSIDAD, INCLUSIÓN Y RECHUPE

Análisis radiológico

El análisis arrojó que en la zona de la soldadura como podemos ver en nuestra imagen 14. La soldadura tiene mucha porosidad, rechupes, porque encontramos contrastes grisáceos en el área en donde se ubica, a continuación se muestra un ejemplo de imagen radiológica sin porosidad. Para comprender mejor este punto de interpretación. Ver imagen 15.

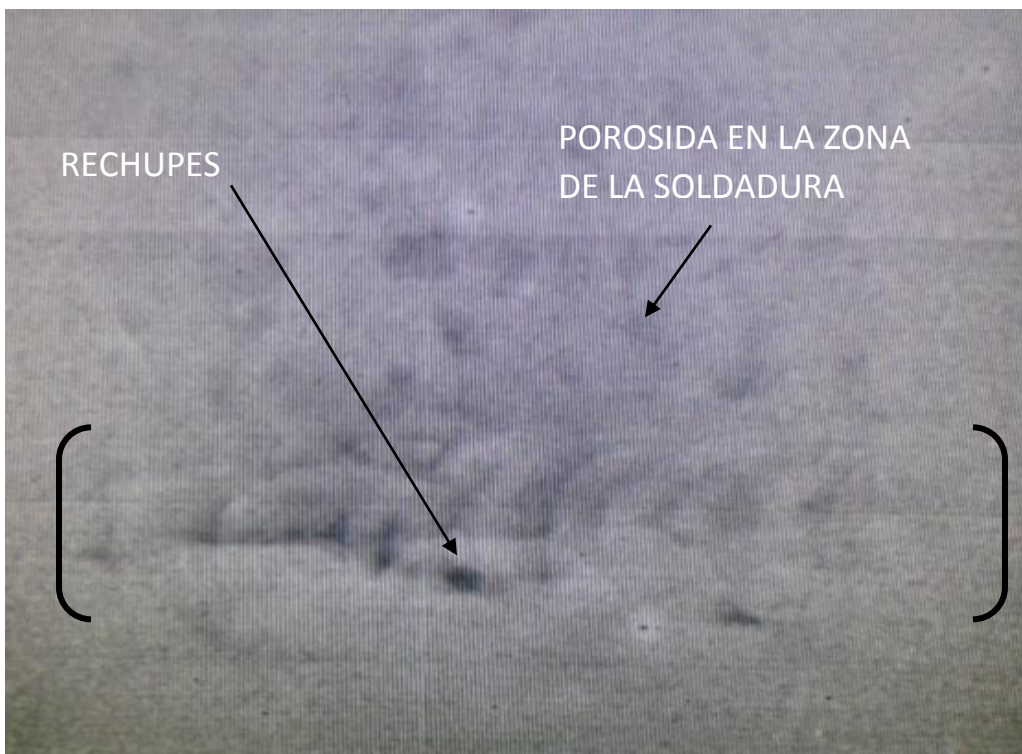


IMAGEN 14. POROSIDAD, INCLUSIÓN Y RECHUPE

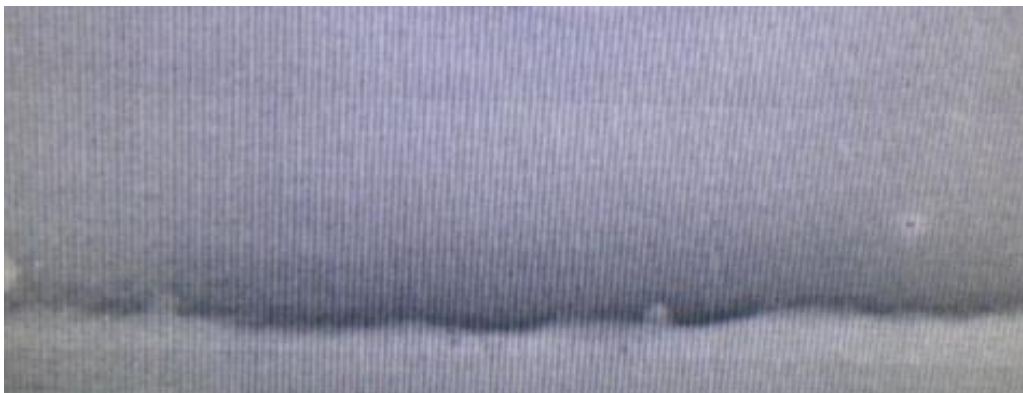


IMAGEN 15. LIBRE DE POROSIDA Y RECHUPES E INCLUSIONES

Como se puede observar la imagen 15 no presenta en toda la superficie porosidad o rechupes, por las buenas prácticas utilizadas en el proceso de soldado, y en la verificación de que los equipos este en perfectas condiciones limpios y sin obstruccion el electrodo sea el correcto y el material base es el adecuado, limpio y sin aceites, cascarillas o humedad etc.; Para evitar este tipo de fallas como se observa más a detalle en la imagen 16

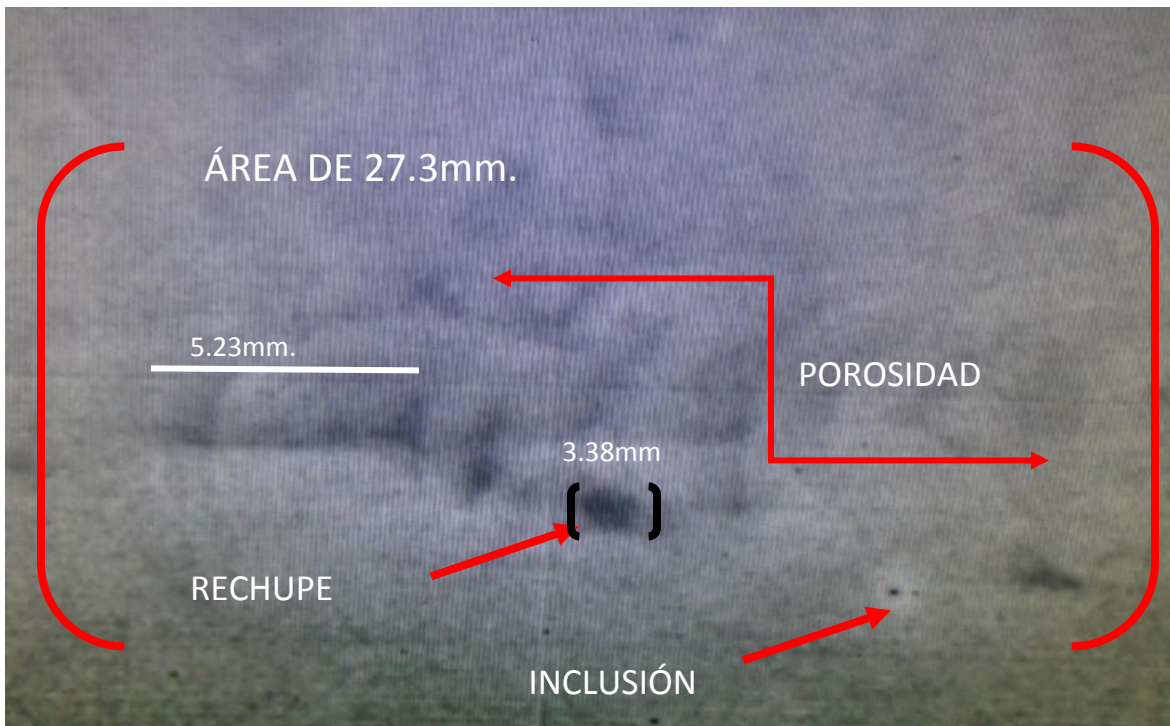


IMAGEN 16. ÁREA CON POROSIDAD, INCLUSIÓN Y RECHUPE.

El resultado de nuestra imagen es muy evidente las zonas que muestran la porosidad y en donde se produjo el rechupe, e incluso aparece una inclusión.

Se llega a la conclusión de acuerdo con nuestra especificación marcada en la Normas ASW APENDICE II, AWS PARTE B – APENDICE VII, AWS D1.1.

En la que nos indica los especímenes con porosidad o inclusiones de escoria u otro tipo de discontinuidad (rechupes por fusión del metal) deben de ser rechazadas. La porosidad no debe de exceder a un área 19mm lineales de la soldadura.

La discontinuidad no debe de exceder a los 3.2 mm en un área de 20mm. Si esta fuera de estos parámetros entonces el material está considerado como de rechazo.

Otra indicación es la limpieza y la preparación del material base, que debe estar libre de humedad, aceite o suciedad, oxido, escamas. Que produzca inclusiones. Y por fusión del metal.

En este análisis se encontraron los tres defectos por los cuales se evalúan bajo norma y dos de los puntos están fuera de especificación como se observa en la imagen 16. Que es el área y la porosidad y el rechupe por lo cual es material rechazado, Y como se nos indica en las normas y se pasara el reporte al responsable para que tome las medidas necesarias.

NOMBRE DE LA EMPRESA

**REPORTE RADIOLOGICO
ANALISIS DE SOLDADURA EN COLUMNA**

SECCION COLUMNA PARTE MEDIA	FALLA : POROSIDAD, INCLUSIÓN Y RECHUPE	EQUIPO RADIOLOGICO: PHANTAK
EJES DE UBICACIÓN E-18	FECHA DE ELABORACION: agosto 27, 2016	FOLIO: A.-38

NORMA: AWS APENDICE II. B, APENDICE VII, AWS D1.1

IMAGEN 1

POROSIDAD, INCLUSION Y RECHUPE

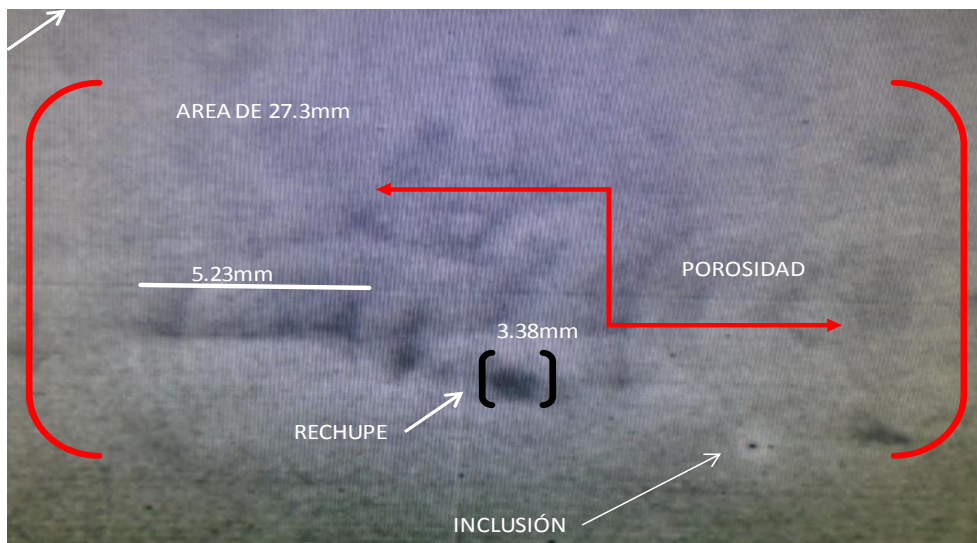


IMAGEN RADIOLOGICA

ESPECIFICACION: La discontinuidades no deben de exeder a los 3.2mm en una area de 20mm
Si se revasa de esta especificaciín es material de rechazo

El área a soldar debe de estar en perfecto estado, libre de humedad, aceite o suciedad no debe haber residuo alguno o es rechazo

DISPOSICION:

RECHAZADO

ELABORÓ:

Arq. Rosa Ma.

NOMBRE Y FIRMA

NOTIFICADO A:

Gabriel V.

NOMBRE Y FIRMA

FS8-14

Rev. 1

DATOS QUE DEBE DE LLEVAR LA IMAGEN RADIOLOGICA

Toda imagen radiográfica se colocara la fecha y la hora en la que se toma la imagen, y se colocara en la parte de arriba a la derecha. Al igual la sección en donde se encuentra la falla.

El nombre del responsable se colocara en la parte baja a la derecha de la imagen radiográfica. Ver imagen 17. Esto se realizara cuando se entregue nada más la película radiográfica.

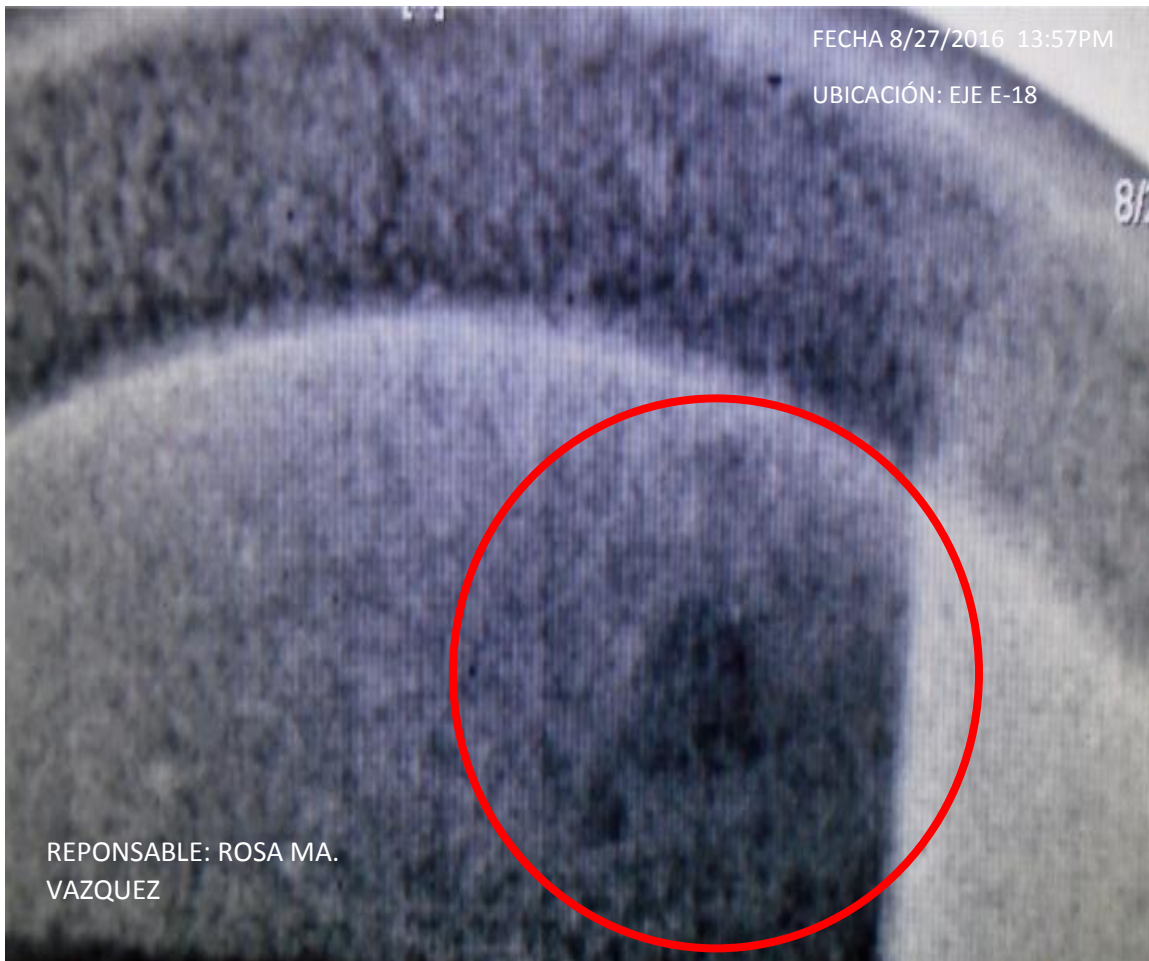


IMAGEN 17. Datos de la imagen Radiográfica

Los demás defectos nada más se hacen mención ya que en el análisis de nuestro proyecto no arrojó estas fallas, en las que están mencionadas anteriormente. Pero todas son de alta importancia.

PROPUESTAS PARA REDUCIR FALLAS EN UNIONES DE SOLDADURAS EN ACEROS.

Para el proceso y la aplicación de la soldadura, en uniones de acero, ensambles se debe de tener un control de calidad. Para verificar cada uno de los pasos que sean correctos y que no rebasen de la tolerancia especificadas o de fallas que nos puedan perjudicar en el proceso del ensamble de la estructura. A continuación mencionamos algunos aspectos que se deben de cuidar.

- ✚ Se deberá de contar con personal de calidad calificado para la inspección del proceso, en el cual llevara un reporte en donde estará reportando cada una de las fallas o condiciones inseguras que puedan provocar defectos. Y a su vez el reportara al personal que es responsable del área para que Tome las medidas necesarias de los que se le está informando.
- ✚ El personal a soldar debe estar entrenado y calificado para el manejo de cualquier tipo de soldadura y equipo que se manejen; así como de un entrenamiento de seguridad, y de equipo de protección que se debe de usar según norma RES RT-299-11 Y RES SICM 896/OIEA-OIT.
- ✚ La utilización de electrodos para la soldadura sea el adecuado para el tipo de forja que se va a soldar, como lo marca la especificación, El cable de soldar que tenga un buen manejo por parte del operador, y que él manejo o manipulación del cable sea con una sola mano, y con la otra la soldadura que se deba de ejecutar. El porta electrodos se debe de almacenar en un lugar limpio y sin humedad y estos tienen que estar secos para su mejor uso. Cuando los trabajos de soldadura sean interrumpidos durante cierto periodo, los electrodos se deben sacar todos del porta electrodo; realizándose así la limpieza del porta electrodo. No utilizar electrodos que tengan de 30 a50 mm por que pueden dañar los aislantes.
- ✚ Para el caso de soldadura de oxiacetilénica, se debe de verificar que los grifos y los manorreductores de las botellas de oxigeno deban de estar limpias de grasas, aceites o de combustible de cualquier tipo; ya que las grasas pueden inflamarse espontáneamente por la acción del oxígeno; ocasionando un accidente. Esto también es un factor de que no tenga buena fluidez, causando poca combustión Y no se tenga un resultado adecuado en la aplicación del codón de la soldadura, ocasionando fallas, de falta de soldadura, soldadura pobre, y en ocasiones pasadas dobles, estas provocando hundimiento en el material, rechupes por el doble fundido etc.
- ✚ Las botellas de acetileno deben de estar preferentemente identificadas en todo momento, los equipos canalizadores y accesorios , se verificaran que se tengan la presión adecuada y el gas a utilizar, las botellas de acetileno llenas deberán de tener una posición vertical al menos de 12 horas antes de ser utilizadas para mejor resultado; y las botellas que están en servicio deben de estar libres de objetos que

Las cubran por la razón de que se tiene que ir monitoreando y estas tienen que tener una distancia de 5 a 10 metros de área de trabajo por su seguridad.

Se verificará mangueras que no estén dañadas u obstruidas que obstaculice el trabajo; El soplete que este direccionado hacia la zona de soldar y que sea el cordón de soldadura el adecuado. Para control de calidad del cordón de soldadura se verificara con un gage que se esté aplicando adecuadamente el cordón de soldadura de acuerdo a la especificación.

- ✚ Limpiar periódicamente las tuberías del soplete la suciedad que se acumula provoca poca fluidez, para su limpieza se utilizara una aguja de latón, si el soplete tiene fugas, se dejara de usar y se procederá a su reparación.
- ✚ Durante el procedimiento y la secuencia de la soldadura evitar deformaciones por esfuerzos de contracción. Para que sean mínimos.
- ✚ Que la soldadura se deposite en posición plana u horizontal y ocasionalmente en posición vertical. Y cuando sea necesario que la soldadura en obra sea sobre cabeza solo sea las condiciones de que la obra lo requiera.
- ✚ Que la superficie o bordes a soldar (material base), sea el adecuado para este tipo de soldadura, y que el material no contenga uniformidades, deben de estar lisos, libres de muescas, sin gritas o alguna imperfección, y las zonas limpias a soldar. Que todo elemento se encuentre alineado, para lo cual se utilizan pernos, prensas, cables o puntos de soldadura o algún otro procedimiento.
- ✚ Cuando se para el soldado por un periodo largo, tener cuidado con el material base y equipos como antes ya se mencionó. La forja se debe de almacenar en un lugar sin humedad y corrientes que puedan provocar la oxidación y la corrosión. Para que el material se conserve y no adquiera estos problemas se aplicara un grasa que protege a los cuerpos ferrosos no expuestos al intemperie, (Antioxidante de la marca preventox u otra marca comercial) cuando se vuelva a utilizar; se limpiara con cepillo de alambre con el objeto de eliminar las escamas de la laminación, el oxido, la escoria y en general toda materia extraña. El aceite y la grasa para su eliminación se aplicara un solvente. Si es necesario el precalentamiento del material base antes de depositar la soldadura se realizará con mucho cuidado.
- ✚ En caso de que la inspección visual de las dimensiones de la soldadura se encuentre fallas y aun cuando se estén colocando se observen. Se tomara medidas para el análisis con la presencia del Laboratorio para que realice un análisis de Inspección radiográfica de los elementos con las fallas En las que ellos reportaran de los resultados de que si son aceptadas o rechazadas a los responsables del área correspondientes.
Si las uniones a soldadas no son de gran importancia serán reparadas en ese momento, si la pieza fue pintada se evaluará la cantidad de pintura por medio de la adherencia y el espesor.

- ✚ En el transporte y montaje de las estructuras, estas deben de llegar identificadas cada una de las piezas a la obra, así como verificar las descarga de ellas y se tomen las precauciones y medidas necesarias de seguridad, para evitar deformaciones o esfuerzos excesivos, en los puedan provocar que dañen las piezas; en estos casos pueden presentar fisuras, fracturas o desprendimientos en los cuales se tendrá que analizar radiográficamente para ver en que condición esta la pieza para su montaje, si es aceptable o esta rechazada.
- ✚ Cuando se llega la estructura a la obra el jefe de montaje revisara las características geométricas y el estado físico de dichos elementos y que correspondan a las indicaciones en los planos y especificaciones correspondientes.
- ✚ Verificar que la ausencia de pintura en las superficies adyacentes en las juntas que se sueldan en el campo, revisar que los bordes de las piezas en las que se aplica la soldadura para asegurar que los biseles y holguras sean los indicados en las especificaciones y evitar fallas en la estructura. (oxido)

CONCLUSIÓN.

La utilización de métodos para la evaluación de fallas, son tan importantes y necesarios, ya que actualmente las exigencias de la construcción, la seguridad, y supervisión del estricto cumplimiento de normas.

Por el desarrollo de nuevas construcciones complejas, y estilizadas con el apoyo como parte fundamental de su estructura el acero.

Pero como sabemos que este tipo de construcciones cumplen con las especificaciones y que son seguras para cualquier tipo de uso.

Por eso es mi inquietud transmitir este tipo de herramienta o método en cual podemos guiarnos de cómo se encuentra nuestro proceso en el caso de estructura de acero con uniones de soldadura, hablese de cualquier tipo de soldadura.

La utilización de pruebas de imágenes radiológicas como pruebas destructivas da un panorama al constructor de que condición cuenta la construcción.

En la que el constructor este seguro que lo que se construyó es seguro y de buena calidad

Las Radiología nos muestra la estructura de la condición Interna de los materiales, reflejando las posibles fallas; ya que por su poder de penetración en los materiales sólidos, se puede observar la condición de las fallas.

Con el apoyo de las Normas y Especificaciones para la determinación de material con la condición de Rechazado o Aceptado.

La Radiología es una herramienta que se apoya con los sistemas de calidad ya que forma parte de su estructura de ella, en este tipo de análisis.

En este documento se define cada una de las partes que componen el método radiológico y como está estructurado y como se aplica hasta su análisis y resultados finales.

Ya que en montaje de una estructura de acero hay que tomar en cuenta muchos puntos analizar y uno de ellos son las uniones de las soldaduras, que es el tema que se tomo analizar en este documento, pero pueden ser muchos.

Para lograr que esto puntos sean verificados y revisados adecuadamente se necesita de personal calificado de calidad; en la que ellos por medio de un listado verificaran y darán la señal de que el material necesite de un análisis detallado, por medio de imágenes radiológicas.

En mi experiencia laboral he visto que es de gran importancia la utilización de esta herramienta como análisis. Porque sean encontrado fallas estructurales en edificios, y en el manejo de las estructuras en su montaje.

En vista de la necesidad de la calidad que debemos de cumplir como personas y como constructores, considero que ya es hora que se aplique este método en nuestro país. Que

se implemente y se cumpla con las normas y el sistema de calidad para así poder competir con los países desarrollados.

BIBLIOGRAFÍA

AS TECNOLOGÍA RADIOGRÁFICA INDUSTRIAL
NONDESTRUCTIVE TESTING HANDBOOK, VOL. TREE
NDT EDUCATION RADIOGRAPHY.

ASC. SISTEMA DE CALIDAD PARA PRUEBAS DESTRUCTIVAS
NORMAS Y PROCEDIMIENTOS RADIOLÓGICOS.

ING. FRANCISCO ZAMBRANO.
USOS Y APLICACIONES DEL SISTEMA DE ASEGURAMIENTO DE
CALIDAD. PAG. 39 A LA 42.

SEJUN T. WILLIAMS, DISEÑO ESTRUCTURAL DE ACERO

NORMA NTC 406: NORMA DE SEGURIDAD EN LA SOLDADURA,
CORTE E INSTALACION DE EQUIPOS PARA SOLDAR CON
ACETILENO

ENSEÑANZA BÁSICA PARA SOLDAR
Madrid 2001

REGLAMENTO GENERAL DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA,
ARTICULO 27 CONSTITUCIONAL.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-NUCL 1997.

CSI. SERVICIO DE PREVENCION Y SALUD LABORAL
C/ SERRANO 113 POSTERIOR MADRID PAG. 1-16.

FUENTE: DSO-SS 2010 EM PAG. 271 ANEXO No. 6
PROTECCION PERSONAL PARA SOLDAR.

PROTECCION RADIOLÓGICA Y MANEJO DE EQUIPOS
GENERADORES DE RAYOS X.

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS Y SEGURAD RADIOLÓGICA
NOVIEMBRE 2006 PAG 2-16.

VOCABULARIO

ISÓTOPO: Son átomos de un elemento que ha sido modificado.

ÁTOMO: Es la unidad constituyente más pequeña de la materia.

RADIOISÓTOPO: Son elementos atómico que no tengan la proporción correcta de protones.

FOTÓN: Es la partícula responsable de las manifestaciones cuánticas.

AMSTRONG: Símbolo A es una medida de longitud

TERMOIÓNICO: Conocido como efecto de Edison es el flujo de partículas recargadas llamadas iones que permanecen en una superficie de metal.

KILOVOLTAJE: Diferencia potencial aplicada entre el cátodo y el ánodo en un tubo de rayos X para su producción.

MILLIAMPERAJE: Amperaje de cascada aplicada a u filamento en un tubo de rayos X para su calentamiento.

SENSITOMÉTRICOS: Es una curva del material en representación a la medición del contraste.

PENETRÁMETRO: Determinan el momento de penetración.

FENIDONA: Agente revelador

ACÍDIFICADORES: Tipo de reacción al ácido, base para disminuir el PH.

DESCAPANTE: Consiste en la eliminación de las capas de pintura.

OXIACETILÉNICA: Es un tipo de soldadura autógena y consiste en una llama dirigida por un soplete.

OXICORTE: Consta de dos etapas: La primera el acero se calienta a temperatura alta y la segunda una corriente de oxígeno corta el metal.

MANORREDUCTORES: Perilla que canaliza la reducción o paso del gas

GAGE: Herramienta que sirve para verificar y calibrar pruebas de aprobado/fallo usando respectivas condiciones y límites.