



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**INGENIERÍA MECÁNICA**

**PRESENCIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

---

“EVALUACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LOS PUESTOS  
DE TRABAJO CON SOLDADURA EN LA EMPRESA INOX- TEC Y SU  
INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.”

---

**AUTOR:** LILIANA MARIBEL VILLENA JAITIA

**Ambato – 2015**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de Tutor del trabajo de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico, con el tema: “EVALUACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO CON SOLDADURA EN LA EMPRESA INOX – TEC Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES”, elaborado por la señorita Liliana Maribel Villena Jaitia, estudiante de la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

Que la presente tesis es original de su autor.

Ha sido revisada en cada uno de sus capítulos.

Está concluida y puede continuar con el trámite correspondiente.

Ambato, Mayo del 2015

.....

Ing. Christian Castro, Mg

**TUTOR DE TESIS**

## **AUTORIA DE LA TESIS**

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “EVALUACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO CON SOLDADURA EN LA EMPRESA INOX – TEC Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES”, así como su contenido, ideas, análisis y resultados; excepto fuentes bibliográficas, son responsabilidad de su autor.

Ambato, Mayo del 2015

.....

Liliana Maribel Villena Jaitia

C.I. 180462081-1

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el siguiente trabajo fue desarrollado por la señorita Liliana Maribel Villena Jaitia, en la empresa INOX-TEC.

Ambato, Mayo del 2015

.....  
Ing. Luis Salan

Gerente general

## **DEDICATORIA**

Esta tesis se la dedico a mi DIOS, único dueño de vida, quien supo regalarme sabiduría e inteligencia para cumplir cada uno de mis sueños.

A mis padres por sus consejos, comprensión y amor que me dan todos los días, por apoyarme en momentos difíciles, por facilitarme todos los recursos necesarios para poder cumplir esta meta. Me han regalado todo lo que soy como persona, de ellos aprendí a perseverar por lo que uno quiere, a comprender que querer es poder, que lo que siembra se cosecha y muchas más razones que ameritan dedicarles esta tesis.

A mi hermano que ha estado siempre pendiente de mí, que con sus consejos y su manera sincera de expresarme su cariño ha constituido la base esencial para culminar esta meta en mi carrera estudiantil.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Técnica de Ambato quien me supo acoger dentro de sus instalaciones para brindarme una educación de calidad.

A la facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica que gracias a sus conocimientos adquiridos por parte de sus docentes podré ayudar a la sociedad como persona y profesional.

A la empresa INOX-TEC por facilitarme todas las instalaciones y recursos necesarios para poder llevar a cabo este proyecto de investigación.

Al personal de la empresa INOX-TEC que labora en los puestos de trabajo con soldadura por su colaboración en esta investigación.

Al Ing. Luis Salan, Gerente general de la empresa INOX-TEC, que con su corazón bondadoso siempre estuvo dispuesto ayudarme.

Al Ing. Mg. Christian Castro quien supo guiarme en este proyecto de principio a fin, quien supo colaborar para que una de mis tantas metas llegue a cumplirse.

Y un agradecimiento especial a todas las personas que me supieron apoyar moralmente para la realización de esta tesis, de verdad mil gracias.

## **PÁGINAS PRELIMINARES**

PORTADA.....	I
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	II
AUTORIA DE LA TESIS.....	III
CERTIFICACIÓN.....	IV
DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO.....	VI
RESUMEN EJECUTIVO.....	XVIII
SUMMARY.....	XX

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I.....	1
1. EL PROBLEMA .....	1
1.1 TEMA .....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA.....	1
1.2.1 Contextualización.....	1
1.2.2 Análisis crítico. ....	2
1.2.3 Prognosis.....	3
1.2.4 Formulación del problema. ....	3
1.2.5 Interrogantes.....	3
1.2.6 Delimitación del problema.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN. ....	4
1.4 OBJETIVOS. ....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos. ....	5
CAPÍTULO II .....	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS .....	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.....	7
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.....	7
2.3.1 Legislación en radiaciones ionizantes.....	7
2.4 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES.....	8

2.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	9
2.5.1 Riesgos físicos laborales. ....	9
2.5.2 Radiaciones ionizantes. ....	11
2.5.3 Radiaciones ionizantes de soldadura.....	28
2.5.4. Salud ocupacional. ....	32
2.5.5 Salud de los trabajadores.....	34
2.5.6 Salud de los trabajadores soldadores.....	36
2.6 HIPÓTESIS.....	40
2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	40
2.7.1 Variable independiente.....	40
2.7.2 Variable dependiente.....	41
2.7.3 Enlace de conexión. ....	41
CAPITULO III.....	42
3. METODOLOGÍA .....	42
3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO. ....	42
3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN. ....	42
3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	43
3.3.1 Exploratoria.....	43
3.3.2 Descriptiva. ....	43
3.3.3 Explicativa.....	43
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	43
3.4.1 Población.....	43

3.4.2 Muestra.....	44
3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES. ....	45
3.5.1 Variable independiente.....	45
3.5.2 Variable dependiente.....	46
3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	47
3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN. ....	47
CAPITULO IV.....	48
4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS .....	48
4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	48
4.1.1 Proceso de fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche en la empresa INOX-TEC.....	48
4.1.2 Características del proceso de soldadura TIG de la empresa INOX-TEC.....	51
4.1.3 Características del equipo INSPECTOR EXP, detector de radiaciones ionizantes.....	53
4.2 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS. ....	54
4.2.1 Determinación del tiempo de exposición de un trabajador al realizar un proceso de soldadura. ....	54
4.2.2 Evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura. ....	59
4.2.3 Interpretación de los resultados sobre la salud de los trabajadores (con respecto a los puestos de trabajo con soldadura TIG).....	131
4.2.3.3 Equipos de protección personal para puestos de trabajo con soldadura TIG en la empresa INOX - TEC. ....	139

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS. ....	141
CAPITULO V .....	145
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	145
5.1 CONCLUSIONES. ....	145
5.2 RECOMENDACIONES. ....	147
CAPITULO VI.....	149
6. PROPUESTA.....	149
6.1 DATOS INFORMATIVOS. ....	149
6.1.1 Título de la propuesta.....	149
6.1.2 Institución ejecutora. ....	149
6.1.3 Beneficiarios. ....	149
6.1.4 Ubicación de la empresa. ....	149
6.1.5 Tiempo estimado para ejecución.....	149
6.1.6 Equipo técnico responsable.....	150
6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA. ....	150
6.3 JUSTIFICACIÓN. ....	150
6.4 OBJETIVOS. ....	151
6.4.1 Objetivo general. ....	151
6.4.2 Objetivos específicos. ....	151
6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD. ....	151
6.5.1 Análisis de costo ....	151
6.6 FUNDAMENTACIÓN .....	154

6.6.1 Seguridad del trabajador en el proceso de soldadura por arco TIG ...	154
6.6.2 Productividad de la empresa INOX-TEC .....	155
6.6.3 Beneficios del programa de protección.....	155
6.6.4 Salud del trabajador.....	155
6.7 METODOLOGÍA .....	156
6.8 DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....	157
6.8.1 Programa de protección para radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC .....	157
6.9 ADMINISTRACIÓN.....	203
6.9.1 Recursos .....	203
6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN .....	203
7. BIBLIOGRAFÍA.....	205
ANEXOS.....	208

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Categorización de variables.....	8
Figura 2-2 Relación entre alcance y energía de partículas alfa lento en el aire a 15 y 760 mm.....	12
Figura 2-3 Espectro de energía de negatrones emitidos por el <sup>32</sup> P. ....	13
Figura 2-4 Diferencias entre el poder penetrante en los tejidos de distintos tipos de radiación ionizante. ....	20
Figura 2-5 Frecuencia de aberraciones cromosómicas dicéntricas en linfocitos humanos en relación con la dosis, la tasa de dosis y la calidad de la irradiación in vitro. ....	21
Figura 2-6 Secuencia característica de acontecimientos en la patogenia de efectos no estocásticos de la radiación ionizante. ....	22
Figura 2-7 Esquema de arco eléctrico, distancia entre el electrodo y la pieza a soldar.....	29
Figura 2-8 Esquema de arco eléctrico.....	30
Figura 2-9 Cadena de desintegración del torio. ....	32
Figura 4-1 Equipo TIG y sus componentes.....	52
Figura 4-2 Equipo Inspector EXP y sus componentes.....	53
Figura 4-3 Tiempo de exposición a un proceso de soldadura en el área externa de trabajo.....	55
Figura 4-4 Tiempo de exposición a un proceso de soldadura en el área interna de trabajo.....	57
Figura 4-5 Tiempo promedio de exposición en un proceso de soldadura.....	59
Figura 4-6 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el cristalino (Área externa).....	76

Figura 4-7 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el antebrazo (Área externa) .....	90
Figura 4-8 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el tobillo (Área externa) .....	105
Figura 4-9 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el cristalino (Área interna) .....	116
Figura 4-10 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el antebrazo (Área interna).....	123
Figura 4-11 Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el tobillo (Área interna).....	130
Figura 4-12 Radiación ionizante emitida por un electrodo de Tungsteno en la zona de afilado.....	138
Figura 4-13 Equipo de protección para un proceso de soldadura TIG. ....	140
Figura 6-1 Anexo, Equipo de protección personal; folleto informativo para guantes de cuero.....	187

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1 Clasificación de los neutrones por su energía cinética. ....	15
Tabla 2-2 Radionucleidos primordiales. ....	16
Tabla 2-3 Fuentes y estimaciones de las dosis efectivas asociadas a la población debidas a materiales y a productos de consumo de tecnología avanzada. ....	18
Tabla 2-4 Efectos agudos de la radiación ionizante. ....	23
Tabla 2-5 Factores de calidad. ....	25
Tabla 2-6 Limitaciones de dosis (RD 783/2001) ....	27
Tabla 3-1 Operacionalización de variables. Evaluación de las radiaciones ionizantes. ....	45
Tabla 3-2 Operacionalización de variables. Salud de los trabajadores. (Con respecto a los puestos de trabajo con soldadura TIG) ....	46
Tabla 4-1 Tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en el área externa de trabajo. ....	55
Tabla 4-2 Tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en el área interna de trabajo ....	56
Tabla 4-3 Promedio de tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en un mes de trabajo. ....	58
Tabla 4-4 Evaluación de las radiaciones alfa, beta y rayos gamma. ....	60
Tabla 4-5 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Cristalino. ...	62
Tabla 4-6 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Antebrazo. ...	77
Tabla 4-7 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Tobillo. ....	92
Tabla 4-8 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Cristalino. .	107
Tabla 4-9 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Antebrazo. .	118

Tabla 4-10 Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Tobillo. ...	125
Tabla 4-11 Actividad radiactiva específica del torio. ....	135
Tabla 4-12 Composición química requerida para un electrodo de tungsteno. ....	137
Tabla 4-13 Proceso de soldadura por arco TIG, equipo de protección personal.	139
Tabla 4-14 Promedios de las radiaciones ionizantes, área externa de trabajo. ...	141
Tabla 4-15 Promedios de las radiaciones ionizantes, área interna de trabajo. ....	141
Tabla 4-16 Dosis equivalente límite de radiaciones ionizantes, norma NTP 614. .....	142
Tabla 4-17 Datos Chi- cuadrado. ....	143
Tabla 4-18 Datos Chi- cuadrada. ....	143
Tabla 4-19 Resultados de Chi- cuadrado. ....	143
Tabla 6-1 Costos unitarios de materiales .....	152
Tabla 6-2 Gastos indirectos.....	153
Tabla 6-3 Metodología para el programa de procedimientos de radiaciones ionizantes.....	156
Tabla 6-4 Análisis del factor de riesgo operacional.....	177
Tabla 6-5 Protección de la cabeza.....	181
Tabla 6-6 Protección de ojos y rostro (Proceso de soldadura).....	182
Tabla 6-7 Protección los oídos.....	184
Tabla 6-8 Protección respiratoria .....	185
Tabla 6-9 Protección manos y brazos .....	186
Tabla 6-10 Protección parte anterior y posterior del cuerpo.....	188
Tabla 6-11 Protección pies.....	190

Tabla 6-12 Protección piernas.....	190
Tabla 6-13 Lista de verificación de inducción.....	196
Tabla 6-14 Instituciones interesadas.....	203
Tabla 6-15 Recursos Humanos.....	203

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**Tema:**

EVALUACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO CON SOLDADURA EN LA EMPRESA INOX- TEC Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES.

**Autor:** Liliana Maribel Villena Jaitia.

**Tutor:** Ing. Christian Castro.

**RESUMEN EJECUTIVO**

En este proyecto de investigación se plantea como objetivo general: Evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC y su incidencia en la salud de los trabajadores, como primer paso para ejecutar esta investigación se realizó la obtención de tiempos para determinar el tiempo exposición en el proceso de soldadura por arco TIG al cual está expuesto un trabajador que opera en este puesto de trabajo durante su jornada laboral.

Luego se realizó las mediciones de las radiaciones ionizantes alfa, beta, gamma y rayos X en las áreas de soldadura externa e interna, de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable de capacidad 15000 litros, las mediciones se las hizo durante un mes las mismas que permitieron verificar la presencia de radiación por rayos X en el área interna de trabajo por lo que esta área presenta un espacio reducido y de poca ventilación permitiendo así la ionización de gases provocados por el proceso de soldadura por arco TIG, además se determinó como zona crítica al área de soldadura interna, por su dosis equivalente superior a la establecida por la Nota Técnica de Prevención 614.

Durante la evaluación no se evidencio la presencia de radiaciones alfa, beta, gamma en las dos áreas de trabajo con soldadura (externa e interna), por los

diferentes apantallamientos que impiden la penetración de estas radiaciones ya que la capacidad de penetración de estas radiaciones es muy baja comparada con la radiación rayos X.

Al final de esta investigación se logró demostrar que las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG en la empresa INOX-TEC inciden en la salud de los trabajadores ya que la mayoría de trabajadores presentan síntomas característicos de la dosis equivalente superior a la permitida Nota Técnica de Prevención 614 de protección contra radiaciones ionizantes.

Además mediante esta investigación se conoció el proceso de fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable capacidad 15000 litros, el cual fue una pieza fundamental para armar una propuesta que sirva para proteger la salud de los trabajadores de este puesto de trabajo.

**Palabras claves:** Radiaciones ionizantes, Proceso de soldadura TIG, Radiaciones ionizantes alfa, beta, gamma y rayos X, Dosis equivalente.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**CIVIL AND MECHANICS ENGINEERING FACULTY**  
**MECHANICS ENGINEERING CAREER**

**THEME:**

EVALUATION OF IONIZING RADIATION IN WORKING PLACES WITH WELDING IN THE COMPANY INOX-TEC AND ITS IMPACT ON THE WORKERS' HEALTH.

**Author:** Liliana Maribel Villena Jaitia.

**Tutor:** Ing. Christian Castro.

**SUMMARY**

In this research project the general objective is: to evaluate the ionizing radiation in working places with welding in the company INOX - TEC and its impact on the workers' health. The first step to run this investigation is times obtaining in order to performed and determine the time exposure in the welding process by arc TIG to which a worker who operates in this workplace is exposed during their working day.

Then, I conducted the measurements of ionizing radiation Alpha, beta, gamma and x-rays in the areas of external and internal welding, of an isothermal stainless steel tank that transport 1500 litres of milk. The measurements were done during a month which allowed verifying the presence of x-ray radiation in the internal working place to which this area presents a small space and is poorly ventilated allowing ionization gases generated during the welding process by arc TIG. In addition, it was also determined as a critical area of internal welding because of its higher equivalent dose. They are higher equivalent than the ones that are legalized by the Technical Note Prevention 614.

During the evaluation I couldn't find any evidence of the ionizing radiation of Alpha, beta, gamma in the two working places with welding, (internal and

external). This is due to the different shields that do not allow radiation to enter to the working places. This radiation is very low compared with the x - rays radiation.

At the end of this research, I could prove that the ionizing radiation in working places with welding TIG arc in the INOX-TEC company affects the workers' health since most of them have the typical symptoms of higher equivalent dose which is higher than the ones legalized by the Technical Note Prevention 614 that defends against ionizing radiations.

Furthermore through this research I have the opportunity to learn about the manufacturing process of an isothermal tank which transports milk. It's made of stainless steel and it has a capacity of 1500 liters. This was an essential piece to assemble a proposal that help to protect the workers' health at this workplace.

**Key words:** ionizing radiations, welding TIG process, ionizing radiation of Alpha, beta, gamma and x-rays, equivalent dose.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

“EVALUACIÓN DE LAS RADIACIONES IONIZANTES EN LOS PUESTOS DE TRABAJO CON SOLDADURA EN LA EMPRESA INOX – TEC Y SU INCIDENCIA EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES”.

#### **1.2 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA**

##### **1.2.1 Contextualización.**

La radiación ionizante, por su propia naturaleza, es muy nociva para la salud de los seres vivos. Desde el descubrimiento de los rayos X por Roentgen en 1895 y la radioactividad por Becquerel en 1896, los conocimientos sobre sus efectos se han ido avanzando. Por ejemplo en el empleo de la bomba atómica de Hiroshima y Nagasaki produjo la irradiación de las poblaciones sobrevivientes a la explosión que sufren secuelas hasta el día de hoy, las mismas que son fuente valiosa de información acerca de los efectos que causa la radiación a largo plazo. (Diaz, 2013)

A nivel mundial si bien las radiaciones ionizantes son perjudiciales para la salud de los seres vivos, también son indispensables para ciertas aplicaciones como: la medicina, la industria, la aviación, la minería, etc. Por tal motivo las personas que se encuentran involucradas en estas aplicaciones sufren daños en su AND, cambios en su sangre e incluso la muerte. (Cherry, 1998)

En la página web del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable se cita lo siguiente: En el Ecuador la Subsecretaría de Control y Aplicaciones Nucleares (SCAN), es la dependencia del Ministerio de Electricidad y Energía Renovable

que controla y regula el uso pacífico de las radiaciones ionizantes. La SCAN desarrolla su trabajo basándose en reglamentación nacional y tomando en cuenta las recomendaciones emitidas desde el Organismo Internacional de Energía Atómica, para fomentar los más altos estándares de protección radiológica y seguridad física a todas las instalaciones que operan con fuentes de radiación ionizante.

La provincia de Cotopaxi presenta una variedad de industrias dedicadas a la actividad de la metalmecánica una de ellas es la empresa INOX - TEC dedicada a la construcción de tanques de almacenamiento y transporte de leche y equipos para la industria alimenticia, utilizando con mayor frecuencia el material de construcción como es el acero inoxidable, para lo cual dentro del proceso de soldadura se utiliza un electrodo de tungsteno ya que es idóneo para trabajos en acero inoxidable y aluminio, pero presenta una desventaja ya que es un elemento radiactivo por la presencia de torio que contiene en el electrodo, por tal motivo el trabajador está en contacto con el electrodo de tungsteno exponiéndose a la emisión de la radiación ionizante durante su jornada laboral en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG, también por la presencia de fotones “rayos X” que produce el proceso de soldadura entre el electrodo o varilla con la pieza a soldar , mientras que la evaluación y control sobre este riesgo es deficiente. (Cherry, 1998)

### **1.2.2 Análisis crítico.**

La radiación ionizante produce daños biológicos a corto y a largo plazo en los seres vivos que se encuentran en exposición a estas radiaciones, por lo que de manera urgente se debe realizar investigaciones que permitan evaluar y controlar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo de soldadura que inciden en la salud del trabajador.

En el proceso de soldadura por arco TIG, las radiaciones ionizantes se originan por la emisión termoiónica y fotoeléctrica del proceso emitiendo partículas alfa, beta, rayos gamma y rayos X cuando superan ciertos límites de energía cinética a una distancia determinada, provocan lesiones en la epidermis del ser humano como uno de los primeros daños que presenta el ser humano.

### **1.2.3 Prognosis.**

INOX – TEC es una empresa dedicada a la actividad metalmeccánica por lo cual el proceso de soldadura está presente en la gran mayoría de sus procesos de fabricación por lo que el trabajador está expuesto a la radiación ionizante constantemente, de no realizarse esta investigación la salud del trabajador será afectada debido a los daños que causa esta radiación causando la disminución de las utilidades de la empresa.

### **1.2.4 Formulación del problema.**

¿Cómo evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC y su incidencia en la salud de los trabajadores?

### **1.2.5 Interrogantes.**

¿Cuál es el tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura por arco TIG en la empresa INOX – TEC?

¿Cómo evaluar las radiaciones ionizantes, partículas ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ )?

¿Cómo evaluar las radiaciones ionizantes, rayos gamma ( $\gamma$ ) y X?

¿Cuáles serían las medidas de control que se adopten a los procesos críticos de soldadura por arco TIG?

### **1.2.6 Delimitación del problema.**

#### **1.2.6.1 Delimitación de contenido.**

Los parámetros de investigación estarán dentro del campo de Ingeniería Mecánica, específicamente en el área de Seguridad Industrial.

#### **1.2.6.2 Delimitación espacial.**

El trabajo de investigación se desarrollara en la provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, Sector Tiobamba, Empresa INOX – TEC. Además también tendrá

estudios bibliográficos en la Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

### **1.2.6.3 Delimitación temporal.**

La presente investigación se efectuará durante el periodo establecido Octubre 2014-Mayo 2015.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN.**

Lo relevante de realizar esta investigación dentro de esta empresa es que mediante la evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura se podrá determinar si estas radiaciones están incidiendo en la salud del trabajador permitiendo así tomar medidas de control frente a este problema.

El tema de investigación también se involucra dentro de la misión de la carrera de Ingeniería Mecánica como es formar ingenieros líderes para la transformación social y productiva mediante una educación humanística, así compartiendo el conocimiento adquirido durante la carrera con la sociedad para garantizar la salud y seguridad de un trabajador dentro de una empresa en un proceso de soldadura por arco TIG.

Hasta la fecha se cuenta con muy escasa o nula información sobre este tema, debido principalmente a la creencia de fundamentos o pruebas de su riesgo para la salud. Pero si existen notas técnicas de prevención que ayudan a desarrollar una investigación sobre estas radiaciones.

Además la investigación si es factible ya que para evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG en la actualidad se cuenta con equipos que permiten medir las radiaciones ionizantes facilitando el desarrollo del tema de investigación, para luego tomar medidas adecuadas de protección sobre estas radiaciones en los trabajadores de la empresa INOX-TEC involucrados dentro de este riesgo.

## **1.4 OBJETIVOS.**

### **1.4.1 Objetivo general.**

Evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC y su incidencia en la salud de los trabajadores.

### **1.4.2 Objetivos específicos.**

- Determinar el tiempo de exposición de un trabajador en un puesto de trabajo al realizar un proceso de soldadura por arco TIG.
- Evaluar las radiaciones ionizantes, partículas alfa ( $\alpha$ ) y beta ( $\beta$ ) en los puestos de trabajo con soldadura utilizando la nota técnica de prevención 614.
- Evaluar las radiaciones ionizantes, rayos gamma ( $\gamma$ ) y X en los puestos de trabajo con soldadura utilizando la nota técnica de prevención 614.
- Determinar medidas de control a los procesos de soldadura por arco TIG medidas como críticas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Hernández Juan en el año 1998 previo a la obtención de la Maestría en Ciencias con Especialidad en Metrología de la Radiación realizó el tema “Detección, medición y evaluación de riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico” en la Facultad de Ciencias Físico – Matemático División de estudios de posgrado de la Universidad Autónoma de Nuevo León con el siguiente objetivo de investigación: Determinar, medir y evaluar de riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico.

A la conclusión que ha llegado sobre esta investigación es que al utilizar dosímetros termoluminiscentes los resultados de la medición y evaluación de la radiación ionizante varía dosis absorbida en un rango de 0,128 mGy a 1,605 mGy (Hernández, 1998).

En el I Congreso Internacional prevención de riesgos laborales responsabilidad social empresarial en la PYME los autores de este congreso. Pascual, et al., (2012) presentaron el tema: “Estudio sobre los riesgos radiológicos de los electrodos de tungsteno toriado en la soldadura por arco (TIG)” dando a conocer lo siguiente:

El torio es un elemento radiactivo natural, sus isótopos sufren espontáneamente un proceso de desintegración emitiendo radiaciones ionizantes. Industrialmente tiene muchas aplicaciones siendo una de ellas para la elaboración de electrodos de tungsteno toriado utilizado en soldadura TIG (Soldadura de arco con electrodo de tungsteno toriado y gas inerte). Las vías de exposición y contaminación radiactiva son por inhalación de partículas conteniendo material radiactivo, exposición externa por manipulación de electrodos, ingestión secundaria del material radiactiva. Estos electrodos se utilizan para soldar aluminio, aceros inoxidables y en ocasiones para el corte plasma. Los niveles de dosis que puede

estar expuesto un trabajador a las radiaciones ionizantes están dentro de lo legislado en el Reglamento sobre protección Sanitaria contra Radiaciones Ionizantes (RD 783/ 2001). (Pascual, et al., 2012, p.1)

## **2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA.**

El tema de investigación se encuentra ubicado en el paradigma crítico propositivo; ya que por medio de este enfoque se considera la participación de los involucrados en el problema pudiendo establecer una relación causa y efecto y encontrando alternativas de solución al problema.

## **2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

### **2.3.1 Legislación en radiaciones ionizantes.**

No se dispone de normas, notas técnicas de prevención y de metodología de evaluación de radiaciones ionizantes en el proceso de soldadura en el Ecuador por lo que no ayuda a realizar un estudio de este riesgo físico, por esta razón se emplea guías externas que ayuden a elaborar este proyecto de investigación como se detalla a continuación.

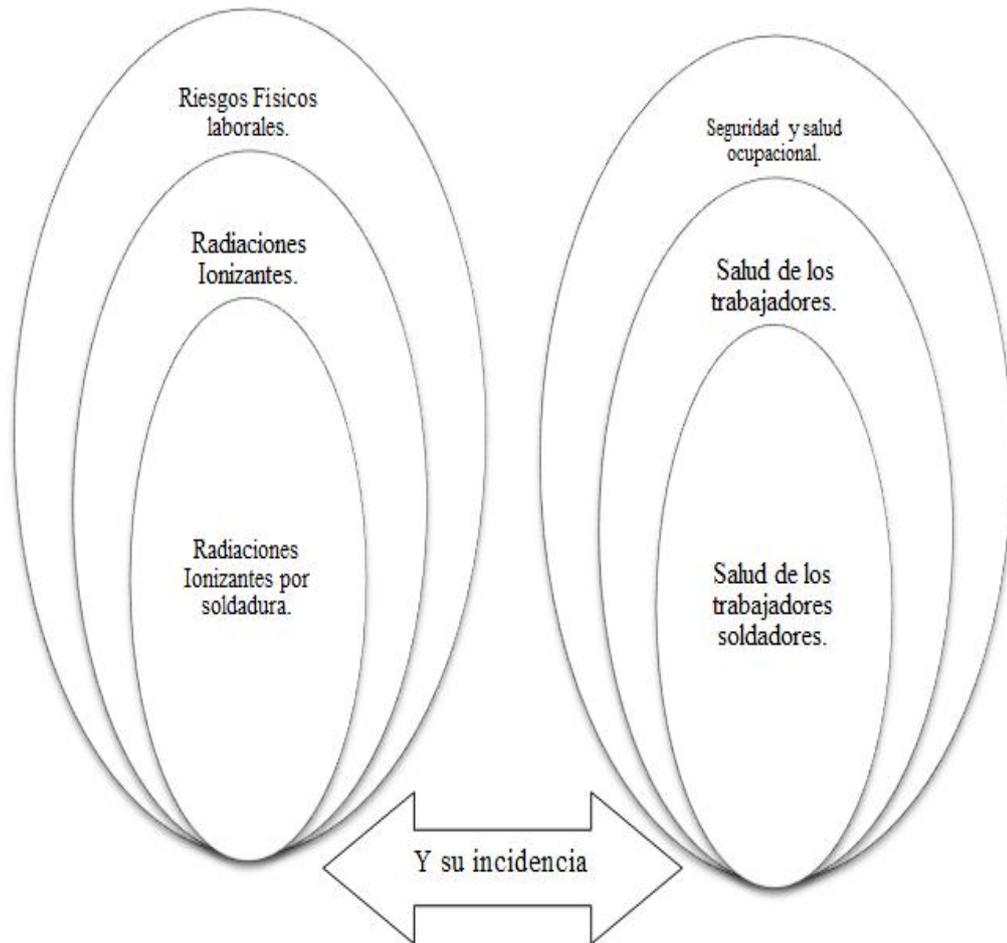
Las radiaciones ionizantes pueden ser tanto naturales como artificiales el Real Decreto: R.D. 53/1992 y el R.D. 413/1997 controlan y regulan la protección sanitaria de los trabajadores frente a la exposición de radiaciones ionizantes.

El Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. Además, la Directiva 96/29/EURATOM de la UE (aún no transpuesta), de 13 de mayo de 1996, establece las normas básicas relativas a la protección sanitaria de los trabajadores y de la población contra los riesgos que resultan de las radiaciones ionizantes.

Nota Técnica de Prevención 614: Radiaciones ionizantes: normas de protección.

Nota Técnica de prevención 770: Riesgos radiológicos del uso de electrodos de tungsteno toriados en la soldadura por arco (TIG).

## 2.4 CATEGORIZACIÓN DE VARIABLES.



**Figura 2-1** Categorización de variables

**Fuente:** Autor

## **2.5 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.**

### **2.5.1 Riesgos físicos laborales.**

Los riesgos físicos laborales son manifestaciones de energía, que según su carácter e intensidad provocan efectos biológicos, fisiológicos y psicológicos en los seres humanos (Parra, 2014).

Los riesgos físicos laborales dentro de la matriz de riesgos laborales por puesto de trabajo del Ministerio de Relaciones Laborales de la República del Ecuador considera los siguientes:

#### **a) Contactos térmicos extremos.**

Son aquellos accidentes que se producen cuando el trabajador entra en contacto directo con: objetos o sustancias calientes o frías.

#### **b) Exposición a la radiación solar.**

Se llama "radiación solar" al conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol. La región UV abarca el intervalo de longitudes de onda de 100 a 400 nm.

#### **c) Exposición a temperaturas extremas.**

Es cuando el trabajador sufre alteraciones fisiológicas por encontrarse expuesto a ambientes específicos de calor extremo (atmosférico o ambiental), y frío extremo (atmosférico o ambiental).

#### **d) Iluminación.**

Según la matriz de riesgos laborales del Ministerio de Relaciones laborales de la República del Ecuador determina que según el tipo de trabajo a realizar se necesita un determinado nivel de iluminación ya que si no se dispone de este tipo de iluminación en cada puesto de trabajo el trabajador puede sufrir molestias.

**e) Radiación ionizante.**

Son aquellas radiaciones electromagnéticas que al atravesar la materia son capaces de producir la ionización de la misma. Esta radiación se manifiesta en:

Gammagrafía industrial.

Diagnóstico radiológico.

Radioterapia.

Centrales nucleares.

Análisis químico mineral.

Investigación con isótopos radiactivos.

**f) Radiación no ionizante.**

Estas radiaciones electromagnéticas no producen ionización. Se presentan en: Hornos microondas, secaderos industriales, emisiones de radiofrecuencia, soldadura, salas de esterilización, fusión de metales, aplicación de láser.

**g) Ruido.**

Al ruido se clasifica dentro de un riesgo físico porque es un contaminante físico que se transmite por el aire mediante un movimiento ondulatorio, este riesgo es producido por motores eléctricos o de combustión interna, escapes de aire comprimido y rozamiento o impactos de partes metálicas.

**h) Temperatura Ambiente.**

Son aquellas actividades del puesto de trabajo que son realizadas al aire libre y en áreas calurosas o frías que pueden dar lugar a fatiga y a un deterioro o falta de productividad del trabajo realizado según la Matriz de Riesgos Laborales del Ministerio de Relaciones Laborales de la República del Ecuador.

**i) Vibraciones.**

La vibración se puede asociar al ruido por lo que los niveles permisibles se rigen al mismo artículo 55 del Decreto Ejecutivo 2393, la vibración puede causar disconfort, pérdida de presión al ejecutar movimientos, pérdida de rendimiento debido a la fatiga, alteraciones graves de la salud.

**j) Presiones anormales.**

El factor de riesgo se da cuando la presión atmosférica del lugar de trabajo es diferente a la presión atmosférica del ambiente general.

**2.5.2 Radiaciones ionizantes.**

Esta radiación consiste en partículas, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas. Pero algunos tipos de radiación de energía relativamente baja, como la luz ultravioleta, sólo puede originar ionización en determinadas circunstancias. Para distinguir estos tipos de radiación de la radiación que siempre causa ionización, se establece un límite energético inferior arbitrario para la radiación ionizante, que se suele situar en torno a 10 kiloelectronvoltios (keV) (Cherry, 1998).

La radiación ionizante directa consta de partículas cargadas, que son los electrones energéticos (llamados a veces negatrones), los positrones, los protones, las partículas alfa, los mesones cargados, los muones y los iones pesados (átomos ionizados). Este tipo de radiación ionizante interactúa con la materia sobre todo mediante la fuerza de Coulomb, que les hace repeler o atraer electrones de átomos y moléculas en función de sus cargas (Cherry, 1998).

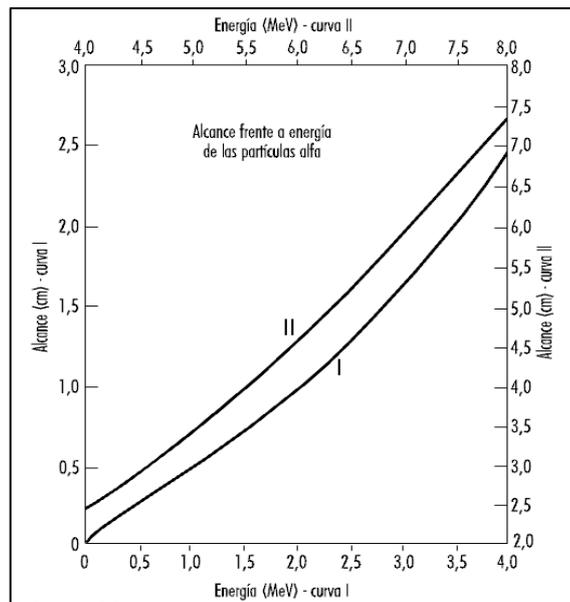
**2.5.2.1 Tipos de radiación ionizante.**

**a) Partícula alfa.**

Es un conjunto de dos protones y dos neutrones estrechamente unidos, idénticamente al núcleo de helio (He), su destino final después de haber perdido la mayoría de su energía cinética es capturar dos electrones y convertirse en un átomo de helio (Cherry, 1998).

La mayoría de los emisores alfa tienen números atómicos iguales o superiores al del plomo (Pb). Cuando el núcleo se desintegra y emite una partícula alfa, su número atómico es decir el número de protones y su número de neutrones disminuyen en dos, mientras que su número másico se reduce en cuatro (Cherry, 1998).

Los emisores alfa corrientes emiten partículas alfa con energía cinética entre unos 4 y 5,5 MeV. El alcance que tienen estas partículas en el aire no sobrepasan los 5cm, en cambio para que las partículas alfa penetren la epidermis (capa protectora de la piel, de 0,07 mm de espesor) se necesita una energía de 7,5 MeV, como se observa en la figura 2-2. Los emisores alfa no plantean ningún peligro de radiación externa, son peligrosos si captan al interior del cuerpo. Como las partículas alfa son depositadas a corta distancia constituyen una radiación de alta transferencia lineal de energía (TLE) (Cherry, 1998).



**Figura 2-2** Relación entre alcance y energía de partículas alfa lento en el aire a 15 y 760 mm.

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II).

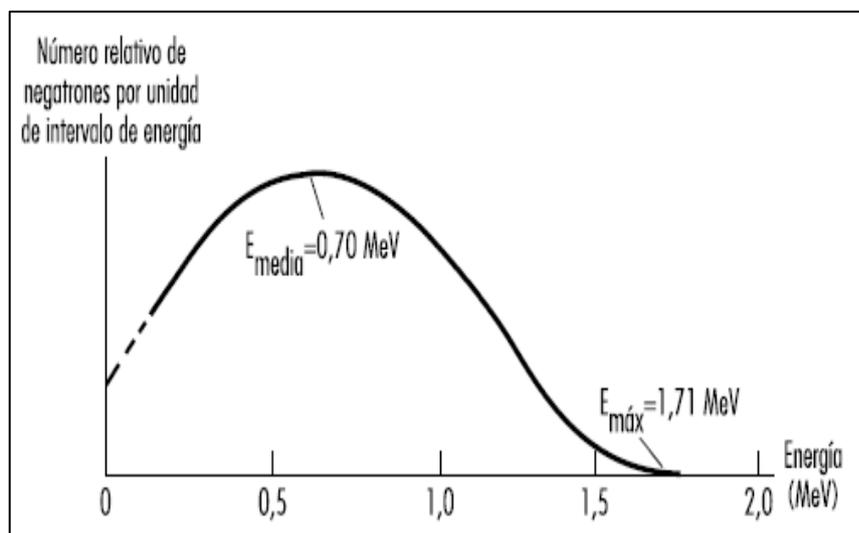
España: Copyright de la edición española.

## b) Partículas beta.

La partícula beta es un electrón o positrón muy energético. El positrón es la antipartícula del electrón posee la misma masa y la mayoría de las demás

propiedades de un electrón a excepción de su carga, cuya magnitud es la misma que la del electrón pero de signo positivo. Los radionucleidos emisores beta pueden ser de peso atómico alto o bajo. Los radionucleidos que presentan exceso de protones en comparación con los nucleidos estables de número másico similar al suyo pueden desintegrarse cuando un protón del núcleo se convierte en neutrón. Si así sucede, el núcleo emite un positrón y una partícula extraordinariamente ligera y muy rara vez interactúa llamada neutrino. El neutrino junto con su antipartícula carece de interés en protección radiológica. Cuando ha cedido la mayoría de su energía cinética, el positrón termina por colisionar con un electrón, con lo que se aniquilan ambos. Por lo tanto la radiación de aniquilación producida es casi siempre la de los fotones de 0,511 keV (Kiloelectronvoltios) que se desplazan en sentidos separados por 180 grados (Cherry, 1998).

Haciendo una comparación con la desintegración alfa que es una reacción de dos cuerpos, de manera que las partículas se emiten con energías cinéticas discretas. En cambio la desintegración beta es una reacción de tres cuerpos, de forma que las partículas beta emiten e un espectro de energía. La energía máxima del espectro depende del radiocleido que se desintegra como se observa en la figura 2-3.



**Figura 2-3** Espectro de energía de neutrones emitidos por el 32P.

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II).

España: Copyright de la edición española.

Las energías beta máximas oscilan desde 18.6 KeV para el Tritio ( $^3\text{H}$ ) a 1.71MeV para el fosforo 32 ( $^{32}\text{P}$ ). Se necesitan partículas beta de 70 KeV de energía como mínimo para atravesar la epidermis. Las partículas beta son de radiación baja TLE (Cherry, 1998).

**c) Radiación gamma.**

Es una radiación electromagnética producida por un núcleo cuando experimenta una transición de un estado de energía, más alta a un estado energético más bajo. El número de protones y neutrones del núcleo no varía en estas transiciones. El núcleo puede haber quedado en el estado de más energía después de una desintegración alfa o beta anterior, es decir, los rayos gamma se emiten a menudo inmediatamente después de una desintegración alfa o beta. Además los rayos gamma pueden ser el resultado de la captura de un neutrón y la dispersión inelástica de partículas subatómicas por núcleos. Los rayos gamma más energéticos se han observado en los rayos cósmicos (Cherry, 1998).

**d) Rayos X.**

Estos rayos X son una radiación electromagnética y, en sentido, son idénticos a los rayos gamma. La distinción entre los rayos X y los rayos gamma son su origen, es decir, los rayos gamma se originan en el núcleo atómico, los rayos X resultan de las interacciones entre electrones. Los rayos X tienen energía inferior a los rayos gamma. Se pueden producir rayos X con energías mucho más elevadas que los rayos gamma procedentes de la desintegración radiactiva (Cherry, 1998)

**e) Neutrones.**

Los neutrones no son emitidos como resultado directo de la desintegración radiactiva natural, sino que se producen durante reacciones nucleares. Los reactores nucleares son los que generan neutrones con mayor abundancia, pero los aceleradores de partículas y las fuentes especiales de neutrones, denominadas fuentes ( $\alpha$ , n), también pueden producir neutrones. Los reactores nucleares producen neutrones cuando los núcleos del uranio (U) que constituye el

combustible nuclear se desdoblán o fisionan. De hecho, la producción de neutrones es esencial para mantener la fisión nuclear en un reactor (Cherry, 1998).

Los aceleradores de partículas producen neutrones mediante la aceleración de partículas cargadas, como protones o electrones, hasta que alcanzan altas energías, para bombardear con ellas los núcleos estables de un blanco. Las partículas que pueden resultar de estas reacciones nucleares no son únicamente neutrones (Cherry, 1998).

Los neutrones se clasifican por su energía como se observa en la tabla 2-1.

**Tabla 2-1** Clasificación de los neutrones por su energía cinética.

<b>Tipo</b>	<b>Escala energética</b>
Lentos o térmicos	0 – 0.1 keV
Intermedios	0.1 – 20 keV
Rápidos	20 keV – 10 keV
De alta energía	> 10 MeV

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II). España: Copyright de la edición española.

#### **2.5.2.2 Fuentes de radiación ionizante.**

##### **a) Radionucleidos primordiales.**

En la naturaleza se puede encontrar radionucleidos primordiales porque su período de semidesintegración es comparable con la edad de la Tierra. Como se pueden apreciar en la tabla 2-2 (Cherry, 1998).

**Tabla 2-2** Radionucleidos primordiales.

<b>Radioisótopo</b>	<b>Período de semidesintegración (10<sup>9</sup> Y)</b>	<b>Abundancia (%)</b>
238 U	4,47	99,3
232 Th	14,0	100
235 U	0,704	0,720
40 K	1,25	0,0117
87 Rb	48,9	27,9

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II).

España: Copyright de la edición española.

Los isótopos del uranio y del torio encabezan una larga cadena de radioisótopos descendientes que están presentes también en la naturaleza. En las cadenas de desintegración hay isótopos del radón (Rn) (219 Rn, 220Rn y 222Rn). Como el Rn es un gas, una vez que se produce Rn este tiene la oportunidad de escapar a la atmósfera desde la matriz donde se formó, el 219Rn es demasiado corto para que lleguen cantidades significativamente del mismo a una zona donde se puede respirar. (Cherry, 1998, p.15)

Sin contar el Rn, los radionucleidos primordiales externos al cuerpo humano entregan una dosis efectiva media de unos 0,3 mSv anuales a la población humana. En algunas partes del mundo en que son corrientes las arenas de monacita, la dosis efectiva anual recibida por un miembro de la poblacional es de hasta unos 20 mSv, en otros lugares este valor puede variar (Cherry, 1998).

**b) Rayos cósmicos.**

La radiación cósmica la componen partículas energéticas de origen extraterrestre que inciden en la atmósfera de la Tierra, en su mayor parte protones, también incluyen partículas secundarias, casi todas fotones, neutrones y muones generados

por las interacciones de las partículas primarias con gases de la atmósfera. La tasa de dosis efectiva de los rayos cósmicos aumenta con la altitud. Como un ejemplo tenemos la tasa de dosis a 1.800 metros de altura es alrededor del doble que al nivel del mar (Cherry, 1998).

Los habitantes de latitudes altas reciben dosis eficaces de radiación cósmica mayores que los que se encuentran cerca del Ecuador. En promedio, los rayos cósmicos contribuyen en alrededor de 0,3 mSv (Cherry, 1998).

**c) Radionucleidos cosmógenos.**

Los rayos cósmicos producen radionucleidos cosmógenos en la atmósfera, entre los más destacados tenemos el tritio ( $^3\text{H}$ ), el Berilio 7 ( $^7\text{Be}$ ), el carbono 14 ( $^{14}\text{C}$ ) y el Sodio 22 ( $^{22}\text{Na}$ ), los radionucleidos cosmógenos entregan una dosis efectiva anual de unos 0,01 mSv que en su mayoría proceden del  $^{14}\text{C}$  (Cherry, 1998).

**d) Lluvia radiactiva.**

Desde el decenio de 1940 hasta el de 1960, se realizaron numerosas pruebas de armas nucleares sobre la superficie terrestre, estas pruebas produjeron grandes cantidades de materiales radioactivos que fueron distribuidos al medio ambiente de todo el mundo en forma de una lluvia radiactiva (Cherry, 1998).

Los contribuyentes en la actualidad a la lluvia radiactiva a la dosis efectiva son el estroncio 90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) y el cesio 137 ( $^{137}\text{Cs}$ ), los dos poseen un periodo de desintegración de 30 años, la dosis efectiva media anual debida a la lluvia radiactiva es de unos 0,05 mSv (Cherry, 1998).

**e) Material radiactivo en el organismo.**

La acumulación de los radionucleidos naturales en el cuerpo humano se da por la inhalación e ingestión de estos materiales del aire, los alimentos o el agua. Entre estos se encuentran los radioisótopos de Pb, Po, Bi, Ra, K (Potasio), C, H, U y Th. De todos estos citados el mayor contribuyente es el potasio. Los radionucleidos naturales depositados en el cuerpo contribuyen en unos 0,3 mSv a la dosis efectiva anual. (Cherry, 1998, p.17).

**f) Radiación producidas por máquinas.**

Un ejemplo de radiación producida por una máquina es la que se ha utilizado para artes curativos como son los rayos X este sistema médico es empleado en casi todo el mundo. En los países desarrollados la dosis efectiva anual debida a la radiación por rayos X por prescripción médica y a material radiactivo para diagnóstico y tratamiento es del orden de 1mSv (Cherry, 1998).

Los rayos X son un subproducto de la mayoría de los aceleradores de partículas en la física de altas energías, sobre todo los que aceleran electrones y positrones (Cherry, 1998).

**g) Radionucleidos producidos por las máquinas.**

Los aceleradores de partículas son prácticamente la única fuente de radioisótopos emisores de positrones. Los reactores nucleares tienden a producir radioisótopos ricos en neutrones que se desintegran por emisión de negatrones, son utilizados para producir isótopos de vida corta destinados a la aplicación médica, en especial para tomografía por emisión de positrones (TEP) (Cherry, 1998).

**h) Materiales y productos de consumo de tecnología avanzada.**

En gran número de actividades de la vida moderna aparecen rayos X y materiales radiactivos, unos deseados y otros indeseables. En la tabla 2-3 se enumeran varias fuentes de radiación y estimaciones de las dosis efectivas asociadas a la población debidas a materiales y a productos de consumo de tecnología avanzada (Cherry, 1998).

**Tabla 2-3** Fuentes y estimaciones de las dosis efectivas asociadas a la población debidas a materiales y a productos de consumo de tecnología avanzada.

<b>Grupo I - Comprende un gran número de personas y la dosis efectiva individual</b>	
Productos del tabaco	Combustibles.
Suministre doméstico de agua	Vidrio y cerámica.
Materiales de construcción	Vidrio oftálmico.

<b>Grupo II–Comprende un gran número de personas pero la dosis efectiva es relativamente pequeña o está limitada a una pequeña parte del cuerpo</b>	
Receptores de televisión	Materiales de construcción de carreteras y autopistas.
Productos radioluminosos	Transporte aéreo de materiales radiactivos.
Sistema de inspección de aeropuertos	Irradiación de chispas y tubos electrónicos.
Detectores de gases y arosales (humos)	Productos de torio – cebadores de lámparas y camisas de lámparas de gas.
<b>Grupo III - Comprende relativamente pocas personas y la dosis efectiva colectiva.</b>	
Productos de torio – varillas para soldar de tungsteno.	

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II).

España: Copyright de la edición española.

### 2.5.2.3 Efectos biológicos producidos por la radiación ionizante.

El estudio de los efectos biológicos de la radiación ionizante ha recibido un impulso permanente debido a su uso en varios campos como: medicina, ciencia e industria así como para aplicaciones pacíficas y militares de la energía atómica. El desarrollo de los conocimientos sobre los efectos de la radiación ha determinado el perfeccionamiento de medidas para proteger la salud humana contra muchos otros peligros medioambientales además de la radiación (Cherry, 1998).

Naturaleza y mecanismos de los efectos biológicos de la radiación:

#### a) Deposición de energía.

La radiación ionizante es capaz de depositar suficiente energía localizada para arrancar electrones de los átomos con los que interactúa. Así, cuando la radiación colisiona al azar con átomos y moléculas al atravesar células vivas, da lugar a iones y radicales libres que rompen los enlaces químicos y provoca otros

cambios moleculares que dañan las células afectadas como se observa en la figura 2-4 (Cherry, 1998).

Tipo de radiación	Fuente	Alcance en el tejido
Alfa	$^{210}\text{Po}$ 5,3 MeV	Alcance 0,037 mm
Beta	$^{14}\text{C}$ 0,154 MeV energía máxima	Alcance máximo 0,29 mm (en general menos)
Beta	$^{32}\text{P}$ 1,71 MeV energía máxima	Alcance máximo 8 mm (en general menos)
Gamma	$^{125}\text{I}$ 0,035 MeV	Distancia media a la colisión 33 mm
Gamma	$^{60}\text{Co}$ 1,33 MeV	Distancia media a la colisión 164 mm

**Figura 2-4** Diferencias entre el poder penetrante en los tejidos de distintos tipos de radiación ionizante.

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II). España: Copyright de la edición española.

#### b) Efectos sobre el ADN.

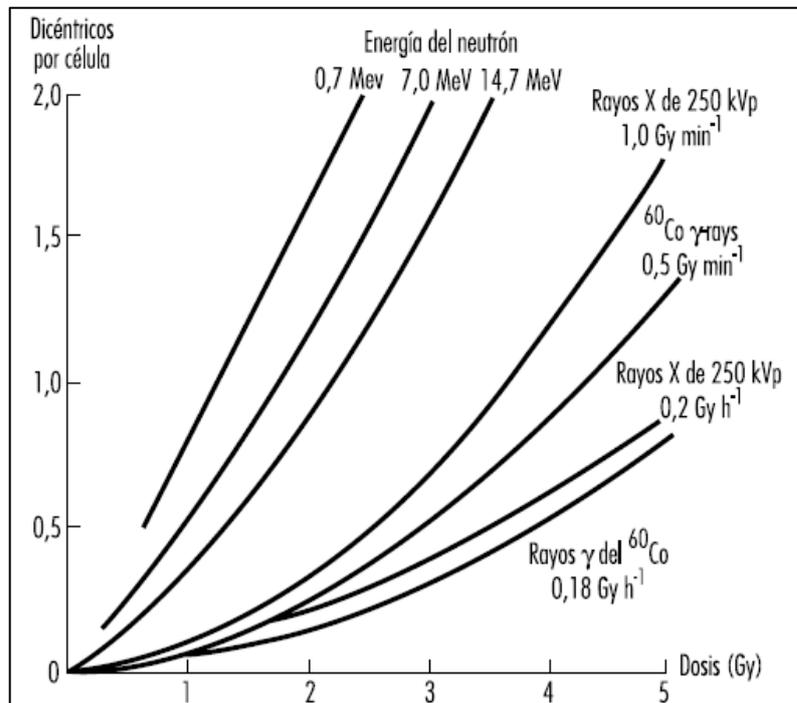
Una dosis absorbida de radiación lo bastante grande para matar la célula media en división —2 gray (Gy) — basta para originar centenares de lesiones en sus moléculas de ADN (Ward, 1988). La mayoría de estas lesiones son reparables, pero las producidas por una radiación ionizante concentrada (por ejemplo, un protón o una partícula alfa) son en general menos reparables que las generadas por una radiación ionizante dispersada (por ejemplo, un rayo X o un rayo gamma) (Goodhead, 1988). Por lo tanto, las radiaciones ionizantes concentradas (alta TLE) tienen por lo común un mayor efecto biológico relativo (EBR) que las radiaciones ionizantes dispersadas (baja TLE) en casi todas las formas de lesión (Cherry, 1998, p.5).

#### c) Efectos sobre los genes.

“El daño del ADN que queda sin reparar o es mal reparado puede manifestarse en forma de mutaciones, cuya frecuencia parece aumentar como una función lineal de la dosis, sin umbral, en alrededor de  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  por locus y por Gy (NAS 1990)” (Cherry, 1998, p.5).

d) Efectos sobre los cromosomas.

Pueden causar también cambios en el número y la estructura de los cromosomas, modificaciones cuya frecuencia se ha observado que aumenta con la dosis en trabajadores expuestos, en supervivientes de la bomba atómica y en otras personas expuestas a la radiación ionizante. La relación dosis-respuesta para las aberraciones cromosómicas en linfocitos de sangre humana (Figura 2-5) se ha determinado con bastante exactitud, de manera que la frecuencia de aberraciones en esas células puede servir de dosímetro biológico útil. (Cherry, 1998, p.5)



**Figura 2-5** Frecuencia de aberraciones cromosómicas dicéntricas en linfocitos humanos en relación con la dosis, la tasa de dosis y la calidad de la irradiación in vitro.

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II). España: Copyright de la edición española.

e) Efectos sobre la supervivencia celular.

Medida en términos de capacidad proliferativa, la supervivencia de las células en división tiende a disminuir exponencialmente con el aumento de la dosis, de manera que 1-2 Gy bastan por lo general para reducir la población superviviente en alrededor del 50 % (Cherry, 1998).

f) Efectos sobre los tejidos.

Las células maduras que no están en división son relativamente radiorresistentes, pero las que se dividen dentro de un tejido son radiosensibles, por lo que la irradiación intensiva puede matar un número suficiente para que el tejido se atrofie, figura 2-6 (Cherry, 1998).

La rapidez de esta atrofia depende de la dinámica de la población celular dentro del tejido afectado; es decir, en órganos caracterizados por un recambio celular lento, como el hígado y el endotelio vascular, el proceso es típicamente mucho más lento que en órganos caracterizados por un recambio celular rápido, como la médula ósea, la epidermis y la mucosa intestinal. (Cherry, 1998, p.6)



**Figura 2-6** Secuencia característica de acontecimientos en la patología de efectos no estocásticos de la radiación ionizante.

**Fuente:** Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II). España: Copyright de la edición española.

g) Efectos agudos.

El síndrome de radiación aguda es el conjunto de síntomas por la exposición del cuerpo, ya sea total o de grandes proporciones.

Los efectos agudos pueden ser generales o locales. Los generales presentan la sintomatología que se resume en la tabla 2-4.

**Tabla 2-4** Efectos agudos de la radiación ionizante.

<b>Unidades rem</b>	<b>Tiempo transcurrido, posradiación, signos y síntomas</b>
0 - 25	Ningún efecto detectable, con poca probabilidad de que aparezcan efectos diferidos.
50	Cambios pasajeros en la sangre, con posibles efectos diferidos.
100	Cambios marcados en la sangre y aparición de náuseas, fatiga y posibles vómitos.
200	<p>24 horas después de la irradiación, aparición de náuseas y vómito.</p> <p>Periodo latente de una semana. Caída del cabello, pérdida de apetito, debilidad general y otros síntomas, como diarrea e irritación de la garganta al cabo del periodo latente.</p>
400	<p>Al cabo de una a dos horas, náuseas y vómito.</p> <p>Periodo latente de una semana. Luego, caída del cabello, pérdida de apetito y debilidad general con fiebre. Inflamación de boca y garganta en la tercera semana.</p> <p>A la cuarta semana, palidez, diarrea, hemorragia nasal y rápida</p>

	<p>extenuación.</p> <p>Muerte de 50% de los individuos irradiados.</p>
600	<p>Náuseas y vómito al cabo de una a dos horas.</p> <p>Corto período latente.</p> <p>Diarrea, vómito, inflamación de boca y garganta en la primera semana.</p> <p>Fiebre, rápida extenuación y fallecimiento en 100% de los casos durante la segunda semana.</p>

**Fuente:** Hernández, J. (1998). *Detección, medición y evaluación de los riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico*. México.

#### 2.5.2.4 Dosimetría de la radiación ionizante.

##### a) Exposición:

La exposición es una medida de la ionización producida por una radiación; su unidad es el Roentgen. Un Roentgen (R) es la exposición (X o gamma) recibida por un kilogramo de aire en condiciones estándar de presión y temperatura (CSPT) si se produce un número de pares de iones equivalente a  $2.58 \times 10^{-4}$  Coulombs. Como la carga de un ion es  $1.602 \times 10^{-19}$  Coulombs, esto equivale a que se produzcan  $1.61 \times 10^{15}$  pares de iones/kilogramo de aire. (Hernández, 1998, p.24).

##### b) Dosis absorbida:

Energía depositada por unidad de masa, independientemente de qué material se trate.

En el S.I. la unidad de dosis absorbida es Gray (Gy), definido como  $1 \text{ Gy} = 1 \text{ J/kg}$ .

La unidad original de dosis absorbida era el rad, definido como  $1 \text{ rad} = 0.01 \text{ J/kg}$

Como se puede ver:  $1 \text{ Rad} = 0.01 \text{ Gray} = 1 \text{ centi Gray}$ .

También que un Roentgen equivale en tejido a una dosis de 0.96 rad, casi un rad, por lo que con frecuencia estas dos unidades se confunden (Cherry, 1998).

**c) Dosis equivalente:**

Aunque todas las radiaciones ionizantes son capaces de producir efectos biológicos similares, una cierta dosis absorbida puede producir efectos de magnitudes distintas, según el tipo de radiación de que se trate. Esta diferencia de comportamiento ha llevado a definir una cantidad llamada factor de calidad (Q) para cada tipo de radiación. Se seleccionó arbitrariamente  $Q=1$  para rayos-X y gamma, y para las otras radiaciones los valores dados en la tabla 2-5. (Hernández, 1998, p.26).

**Tabla 2-5** Factores de calidad.

<b>Tipo de radiación</b>	<b>Q</b>
Rayos X - $\gamma$	1
Electrones	1
Neutrones térmicos	2,3
Neutrones rápidos	10
Protones	10
Partículas alfa	20

**Fuente:** Hernández, J. (1998). *Detección, medición y evaluación de los riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico*. México.

El factor de calidad es una medida de los efectos biológicos producidos por las distintas radiaciones, comparados con los producidos por los rayos-X y gamma, para una dosis absorbida dada. Así, por ejemplo, un Gray de partículas alfa

produce efectos biológicos 20 veces más severos que un Gray de rayos-X. (Hernández, 1998, p.26).

La unidad de dosis equivalente en el S.I. es el Sievert (Sv), definido por  $1\text{Sv} = 1\text{Gy} \times Q$ .

La unidad original era el rem, con  $1\text{ rem} = 1\text{ rad} \times Q$ , un  $1\text{ rem} = 0.01\text{ Sv}$

Según la Nota Técnica de prevención 614 cita lo siguiente en la dosis equivalente:

Es también una magnitud que considera la energía cedida por unidad de masa, pero considerando el daño biológico. La unidad de medida es el Sievert (Sv) que equivale a 100 rems en el sistema Cegesimal. El Sievert es una unidad muy grande para su utilización en protección radiológica y por esto se utilizan sus submúltiplos, el milisievert (mSv,  $10^{-3}\text{Sv}$ ) y el microsievert ( $\mu\text{Sv}$ ,  $10^{-6}\text{ Sv}$ ). (Pascual & Gadea, 2007, p.5)

#### **2.5.2.5 Limitación de dosis.**

En la Nota Técnica de prevención 614 de Radiación Ionizante: normas de protección nos proporciona la limitación de dosis de la radiación ionizante.

Los límites de dosis son valores que nunca deben ser sobrepasados y que pueden ser rebajados de acuerdo con los estudios de optimización adecuados y se aplican a la suma de las dosis recibidas por exposición externa e interna en el periodo considerado. Los límites de dosis actualmente en vigor, están referidos a un periodo de tiempo de un año oficial y diferencian entre trabajadores expuestos, personas en formación o estudiantes y miembros del público. También están establecidos límites y medidas de protección especial para determinados casos, como mujeres embarazadas y en período de lactancia y exposiciones especialmente autorizadas como se observa en la tabla 2-6. (Pascual & Gadea, 2007, p.6)

**Tabla 2-6** Limitaciones de dosis (RD 783/2001)

<b>Dosis efectiva</b>	<b>Personas profesionalmente expuestas</b>	Trabajadores	100mSv/5 años oficiales consecutivos (máximo: 50 mSv/cualquier año oficial).
		Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años).	6mSv/año oficial.
	<b>Personas profesionalmente no expuestas</b>	Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años).	1mSv/año oficial
<b>Dosis equivalente</b>	<b>Personas profesionalmente expuestas</b>	Trabajadores	
		Cristalino	150mSv/año oficial
		Piel	500mSv/año oficial
		Manos, antebrazo, pies y tobillos	500mSv/año oficial
		Aprendices y estudiantes (entre 16 y 18 años)	
		Cristalino	50mSv/año oficial
		Piel	150mSv/año oficial
		Manos, antebrazo, pies y tobillos	150mSv/año oficial
		Público, aprendices y estudiantes (menores de 16 años)	
		Cristalino	15mSv/año oficial

	<b>Personas profesionalmente no expuestas</b>	Piel	50mSv/año oficial
		Manos, antebrazo, pies y tobillos	150mSv/año oficial
<b>Casos especiales</b>	<b>Embarazas (feto)</b>	Debe ser improbable superar	1mSv/embarazo
	<b>Lactantes</b>	No debe haber riesgo de contaminación radiactiva corporal.	
<b>Exposición especialmente autorizadas</b>	Sólo trabajadores profesionalmente expuestos de categoría A: en casos excepcionales las autoridades competentes pueden autorizar exposiciones individuales superiores a los límites establecidos, siempre que sea con limitación de tiempo y en zonas delimitadas.		

**Fuente:** Pascual, A., & Gadea, E. (2007). *NTP: Radiaciones ionizantes: normas de proteccion*. Recuperado el 2014, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_614.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf)

### 2.5.3 Radiaciones ionizantes de soldadura.

#### 2.5.3.1 Antecedentes del arco de soldadura.

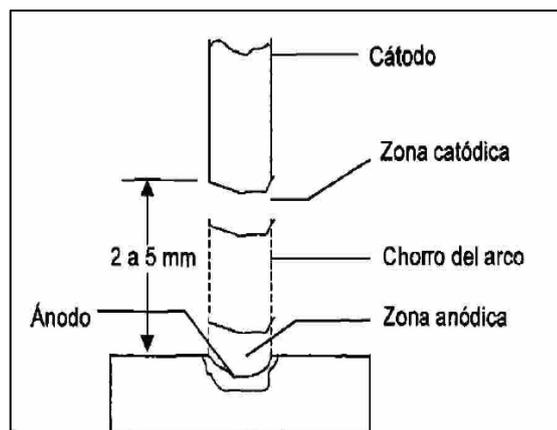
El arco de soldadura representa a una descarga eléctrica producida dentro de un espacio gaseoso entre el electrodo y una pieza a soldar o se puede dar entre dos electrodos, acompañada de una emisión considerable de radiación térmica, lumínica visible, infrarroja, ultravioleta y rayos X. Para que se dé una descarga eléctrica en un medio gaseoso entre el electrodo y la pieza que se suelda, el gas debe estar ionizado, convirtiéndose en electroconductor. El proceso de ionización del medio gaseoso se da de la siguiente manera: (Hernández, 1998).

El arco de soldadura se produce tocando la pieza a soldar con un electrodo, a continuación, retirándole de dicha pieza a una distancia puede ser de 2 mm a 5mm. Figura 2-7.

A consecuencia de la alta resistencia eléctrica en el espacio entre la pieza que se suelda y el electrodo, y la de la corriente, se desprende una gran cantidad de

calor. Bajo el efecto de la influencia de factores como, el calor (emisión termoiónica), la energía de radiación luminosa (emisión fotoeléctrica), el campo eléctrico que surge al unir el electrodo con la fuente de corriente eléctrica (autoemisión), y la atracción de los iones con carga positiva del metal a soldar, se produce la precipitación de los electrones desde el electrodo hacia el metal que se suelda. En el medio gaseoso entre el electrodo y el metal a soldar, estos electrones, al incidir sobre los átomos y moléculas del aire y vapores, expulsan de ellos electrones, creando iones y electrones libres. (Hernández, 1998, p.3).

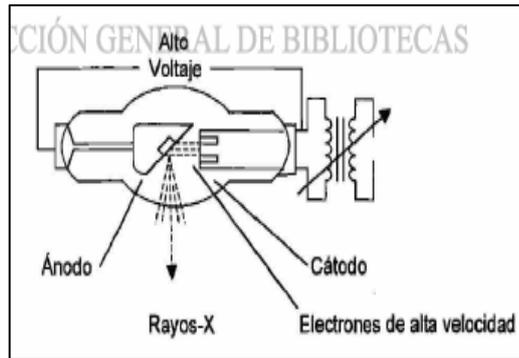
Hernández (1998) afirma: “Las colisiones, la energía cinética de los electrones e iones se transforma parcialmente en energía térmica que mantiene una alta temperatura, del orden de 5000°C a 8000°C en el electrodo y en la pieza que se suelda” (p.5).



**Figura 2-7** Esquema de arco eléctrico, distancia entre el electrodo y la pieza a soldar

**Fuente:** Hernández, J. (1998). *Detección, medición y evaluación de los riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico*. México.

La radiación X se emite de la siguiente manera en un proceso de soldadura se emiten electrones termoiónicos por un cátodo y son acelerados a altas velocidades a través de una diferencia de potencial y después frenados al chocar contra un blanco metálico es decir un “ánodo”. Cuando los electrones inciden sobre los átomos del metal muchos de los electrones de bombardeo arrancan electrones de las capas interiores del átomo y dejan agujeros en estos niveles internos.



**Figura 2-8** Esquema de arco eléctrico

**Fuente:** Hernández, J. (1998). *Deteccion, medición y evaluación de los riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco electrico*. México.

A medida que los electrones de los niveles exteriores caen en estos agujeros emiten fotones, o sea rayos X, así de esta manera generando en un proceso de soldadura de arco radiaciones ionizantes, como se muestra en la figura 2-8 (Hernández, 1998).

### 2.5.3.2 Características del proceso de soldadura.

La empresa INOX – TEC como ya anterior mencionado se dedica a la actividad metalmecánica y dentro de la mayoría de sus procesos de fabricación utilizan materiales como acero inoxidable para lo que se encuentra involucrado la soldadura TIG.

Material utilizado:

Pascual, et al. (2007) Afirman que los electrodos de tungsteno (también llamado wolframio) toriado se emplean en la soldadura de arco de gas, denominada TIG AC/DC especialmente indicada para aleaciones de aluminio, magnesio y acero inoxidable, ya que con ellos se aumenta la corriente (emisión termoiónica) y su duración, evita la contaminación de la soldadura, y facilita la formación y estabilidad del arco (Pascual, et al., 2007).

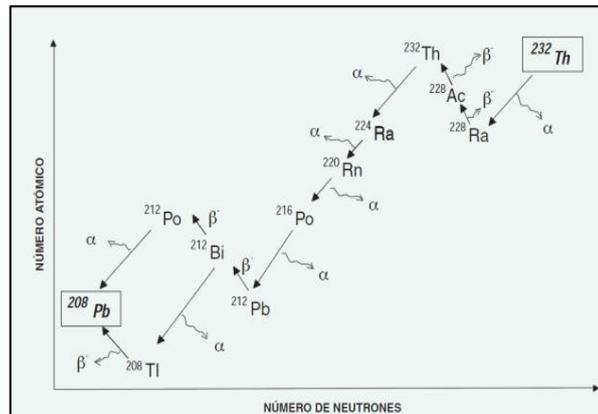
En el trabajo con este tipo de electrodos debe afilarse la punta de los mismos varias veces, ya que después de un periodo de soldadura, aquella se deforma y

debe pulirse de nuevo para su recuperación. El afilado se realiza mediante muelas (esmoladeras), cuyas características varían según las instalaciones.

Pascual, et al. (2007) dicen que la pérdida de material del afilado en las muelas del electrodo tiene un valor medio de 0,1 g por afilado, llegando a un valor máximo de 0,3 g, siendo el consumo medio por electrodo del 68% de su longitud. Las puntas de los electrodos (de entre 20 a 40 mm de longitud) deben considerarse como residuos y gestionarse adecuadamente, evitándose que se acumulen en el suelo de las zonas de afilado o de soldadura, o bien, puedan ser utilizadas como mondadientes por los trabajadores. Sin embargo los restos de electrodos en forma de puntas cilíndricas sólo constituyen el 32% del material inicial ya que el resto del material queda disperso en forma de polvo, de manera que durante la limpieza de las instalaciones se recoge conjuntamente el polvo metálico, las virutas y restos de los electrodos, constituyendo todo ello los residuos de soldadura de la instalación (Pascual, et al., 2007).

### **2.5.3.3 Contenido del material radioactivo.**

PASCUAL, et al. (2007) expresan que el equilibrio secular en la actividad del isótopo Th-232 del Torio (ver la figura 2-9) puede distorsionarse por efecto de procesos físicos y químicos y, especialmente, por la difusión del gas radón, encontrándose en la tierra formando parte minerales característicos. En la fabricación de estos electrodos se utiliza torio que ha sufrido inicialmente una concentración y purificación y posteriormente un proceso de oxidación, obteniéndose dióxido de torio ( $\text{ThO}_2$ ). Durante la fabricación, si el proceso metalúrgico elimina las trazas de radio, es posible que se rompa de nuevo el equilibrio. Una vez fabricado, el electrodo se almacena y distribuye para su utilización, proceso que puede durar varios años, durante los cuales el Th-232 tiende a alcanzar de nuevo el equilibrio secular, mientras que el Th-228 inicial desaparece, aunque produce su propio equilibrio con sus descendientes. En consecuencia, la actividad total en los electrodos puede variar según la edad del torio, que es el tiempo transcurrido desde su separación o desde la fabricación del electrodo, si esta fabricación produce una nueva purificación de descendientes. La radiactividad de un electrodo depende de la actividad de la masa de óxido torio y del grado de equilibrio de la cadena de desintegración en el mismo (Pascual, et al., 2007, p.2).



**Figura 2-9** Cadena de desintegración del torio.

**Fuente:** Pascual, Gadea, Tapia, Montserrat, Masegú, & Vilaseca. (2012). Estudio sobre los riesgos radiológicos de los electrodos de tungsteno toriado en la soldadura por arco (TIG). *I congreso internacional prevención de riesgos laborales responsabilidad social empresarial en la PYME*, (pág. 2). Barcelona.

#### 2.5.4. Salud ocupacional.

La Organización Mundial de la Salud define como, Salud Ocupacional a una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de enfermedades y accidentes y la eliminación de los factores y condiciones que ponen en peligro la salud y la seguridad en el trabajo. Además procura generar y promover el trabajo seguro y sano, así como buenos ambientes y organizaciones de trabajo realizando el bienestar físico mental y social de los trabajadores y respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo. A la vez que busca habilitar a los trabajadores para que lleven vidas social y económicamente productivas y contribuyan efectivamente al desarrollo sostenible, la salud ocupacional permite su enriquecimiento humano y profesional en el trabajo (Carrillo, 2011).

En el Ministerio de Relaciones Laborales la Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo surge como parte de los derechos del trabajo y su protección. El programa existe desde que la ley determinara que “los riesgos del trabajo son de

cuenta del empleador” y que hay obligaciones, derechos y deberes que cumplir en cuanto a la prevención de riesgos laborales.

A través del Programa de Seguridad y Salud en el trabajo se ha desarrollado el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en los Centros de Trabajo del País, afianzamiento del tema de responsabilidad solidaria en los centros de trabajo respecto a requisitos para contratación de obras y servicios.

En el reglamento para el funcionamiento de los servicios médicos de empresas (Acuerdo No. 1404), expresa en los artículos:

Art. 4.- Las empresas con cien o más trabajadores organizarán obligatoriamente los Servicios Médicos con la planta física adecuada, el personal médico o paramédico que se determina en el presente Reglamento.

Art. 5.- (Reformado por el Art. 2 del Acdo. 0524, R.O. 825, 4-V-79).- Las empresas con un número inferior a 100 trabajadores que deseen organizar un servicio médico, podrán hacerlo independientemente o asociarse con otras empresas situadas en la misma área con los mismos fines y funciones señaladas en el Art. 20.

El Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos por intermedio de su Departamento de Higiene Industrial conjuntamente con la División de Riesgos del Trabajo del IESS, acordará con el carácter de obligatoria la organización de Servicios Médicos en las empresas con un número inferior a cien trabajadores, cuando la actividad de las mismas pueda ocasionar riesgos específicos graves, ya sea en todos los ambientes de trabajo, o en determinadas secciones. Principalmente, se considerarán a estos efectos tareas de riesgo grave, las siguientes:

- a) Trabajos en que se produzcan concentraciones elevadas de polvo silíceo;
- b) Manipulación y exposición a la acción de disolventes;
- c) Manipulación y exposición al plomo, mercurio, arsénico y cuerpos radioactivos;
- d) Exposición a la acción de gases, humos, vapores o nieblas tóxicas o peligrosas;

- e) Exposición a la acción de sólidos o líquidos tóxicos;
- f) Tareas en que los operarios están sometidos a la acción del aire comprimido;
- g) Exposición a ruido continuo e intenso sobre los límites máximos permitidos; y,
- h) Las demás tareas que a juicio de las Dependencias Técnicas antes nombradas, constituyan actividades de alto riesgo para la salud de los trabajadores.

El artículo 4 y 5 que se explicó se encuentran en el Decreto ejecutivo 2393 del Ecuador (p.6).

### **2.5.5 Salud de los trabajadores.**

Según el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo en el artículo 11 cita lo siguiente referente a la salud de los trabajadores: (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Decreto ejecutivo 2393, 2014).

Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.- Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

1. Cumplir las disposiciones de este Reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
4. Organizar y facilitar los Servicios Médicos, Comités y Departamentos de Seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes.
5. Entregar gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.

6. Efectuar reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas; y, especialmente, cuando sufran dolencias o defectos físicos o se encuentren en estados o situaciones que no respondan a las exigencias psicofísicas de los respectivos puestos de trabajo.

7. (Agregado inc. 2 por el Art. 3 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) Cuando un trabajador, como consecuencia del trabajo, sufre lesiones o puede contraer enfermedad profesional, dentro de la práctica de su actividad laboral ordinaria, según dictamen de la Comisión de Evaluaciones de Incapacidad del IESS o del facultativo del Ministerio de Trabajo, para no afiliados, el patrono deberá ubicarlo en otra sección de la empresa, previo consentimiento del trabajador y sin mengua a su remuneración.

La renuncia para la reubicación se considerará como omisión a acatar las medidas de prevención y seguridad de riesgos.

8. Especificar en el Reglamento Interno de Seguridad e Higiene, las facultades y deberes del personal directivo, técnicos y mandos medios, en orden a la prevención de los riesgos de trabajo.

9. Instruir sobre los riesgos de los diferentes puestos de trabajo y la forma y métodos para prevenirlos, al personal que ingresa a laborar en la empresa.

10. Dar formación en materia de prevención de riesgos, al personal de la empresa, con especial atención a los directivos técnicos y mandos medios, a través de cursos regulares y periódicos.

11. Adoptar las medidas necesarias para el cumplimiento de las recomendaciones dadas por el Comité de Seguridad e Higiene, Servicios Médicos o Servicios de Seguridad.

12. Proveer a los representantes de los trabajadores de un ejemplar del presente Reglamento y de cuantas normas relativas a prevención de riesgos sean de aplicación en el ámbito de la empresa. Así mismo, entregar a cada trabajador un ejemplar del Reglamento Interno de Seguridad e Higiene de la empresa, dejando constancia de dicha entrega.

13. Facilitar durante las horas de trabajo la realización de inspecciones, en esta materia, tanto a cargo de las autoridades administrativas como de los órganos internos de la empresa.

14. Dar aviso inmediato a las autoridades de trabajo y al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, de los accidentes y enfermedades profesionales ocurridas en sus centros de trabajo y entregar una copia al Comité de Seguridad e Higiene Industrial.

15. Comunicar al Comité de Seguridad e Higiene, todos los informes que reciban respecto a la prevención de riesgos.

Además de las que se señalen en los respectivos Reglamentos Internos de Seguridad e Higiene de cada empresa, son obligaciones generales del personal directivo de la empresa las siguientes:

1. Instruir al personal a su cargo sobre los riesgos específicos de los distintos puestos de trabajo y las medidas de prevención a adoptar.

2. Prohibir o paralizar los trabajos en los que se adviertan riesgos inminentes de accidentes, cuando no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos. Tomada tal iniciativa, la comunicarán de inmediato a su superior jerárquico, quien asumirá la responsabilidad de la decisión que en definitiva se adopte.

#### **2.5.6 Salud de los trabajadores soldadores.**

Pascual, et al. (2007) afirman que “los trabajadores que manipulan los electrodos de tungsteno toriado están potencialmente expuestos a radiaciones ionizantes, cuyo nivel de radiación puede valorarse a partir del análisis de las principales vías de exposición”, que se describen a continuación: (Pascual, et al., 2007, p.2).

a) Inhalación de partículas conteniendo material radiactivo.

La inhalación de partículas radioactivas puede producirse especialmente en las operaciones de afilado aunque también, en menor medida, durante la propia soldadura y en el resto de la instalación.

b) Zona de afilado.

El afilado es la operación que produce una mayor cantidad de partículas. Generalmente se realiza en una zona alejada de los puestos de soldadura, es muy corta (segundos), se realiza en la muela y es la causa principal de la pérdida de material del electrodo, depositándose el polvo en el suelo, en las superficies de la propia muela y en cualquier otro objeto que se encuentre en esta zona. La resuspensión del material genera un ambiente de polvo en las zonas cercanas, pudiéndose dispersarse más o menos en función de la ventilación existente y del tránsito de personal.

c) Zona de soldadura.

La producción de partículas en la operación de soldadura es mucho menor que en el afilado, debiéndose tener en cuenta que, además, el soldador trabaja con pantalla protectora, lo que reduce de manera importante el riesgo de inhalación.

d) Inhalación en el resto de la instalación.

Los niveles de polvo residual proveniente de los electrodos en el resto de las zonas son muy inferiores a los existentes en la zona de afilado, aunque pueden presentar localmente niveles elevados de polvo metálico a causa de otras operaciones como el corte o el pulido. También hay que tener en cuenta el polvo de tungsteno toriado que se retira con el resto de materiales, incluidos los restos de puntas de electrodos, en las operaciones de limpieza de la instalación.

e) Ingestión secundaria de material radiactivo.

Aparte de la posibilidad de utilizar los restos de electrodos como mondadientes, esta vía de exposición comprende la transferencia de material a la boca, a partir de las manos contaminadas, manipulación de alimentos, bebidas, y otros objetos contaminados. Si bien la ingestión debería estar reducida al mínimo, la habitual falta de medidas de higiene personal y la presencia de botellas de agua u otras bebidas en las inmediaciones de las muelas, facilita esta vía de entrada secundaria de material contaminado.

Los trabajadores soldadores deben realizar reconocimientos médicos específicos con el fin de prevenir alguna enfermedad profesional, el personal médico de los

servicios de prevención establecerá los protocolos de vigilancia de la salud que corresponda aplicar a cada trabajador en particular, definiendo en ellos los distintos reconocimientos médicos a realizar, tales como por ejemplo, la determinación de la capacidad pulmonar mediante espirometrías, el estado de las vías respiratorias mediante radiografías, el contenido de metales en sangre y orina, etc. así como su periodicidad, semestral, anual, bianual, etc (Rojas, 2009).

En el Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo cita lo siguiente sobre el personal expuesto a radiaciones ionizantes:

Art. 62. “Radiaciones ionizantes”, Se consideran radiaciones ionizantes capaces de producir directa o indirectamente iones a su paso por la materia.

1. Solamente las personas que están debidamente autorizadas mediante licencia concedida por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica pueden trabajar en las áreas de radiaciones.
2. Se prohíbe a los menores de 18 años y mujeres gestantes, realizar cualquier tipo de trabajo sometido al riesgo de exposición a las radiaciones ionizantes.
3. Todas las personas e instituciones que trabajan con radiaciones ionizantes están obligadas a cumplir con el Reglamento de Seguridad Radiológica y los que sobre la materia dictare la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.
4. Las dosis máximas permisibles de radiaciones ionizantes son las que se indican en el Reglamento de Seguridad Radiológica.
5. Todos los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes deberán ser informados de los riesgos que entrañan para su salud y de las precauciones que deban adoptarse.
6. El patrono está obligado a solicitar a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica las inspecciones de reconocimiento periódicos de sus equipos, instalaciones y contenedores de material radioactivo, así como dar un mantenimiento preventivo a sus equipos.  
Asimismo está obligado a llevar un registro de las cantidades de material radioactivo utilizado en la empresa y se proveerá de un cementerio de desechos radioactivos en general.
7. Toda área donde se genere o emita radiación, al igual que todo envase de material radioactivo, deberá estar debidamente etiquetado con el símbolo de radiación,

con la identificación del radioelemento y con la fecha en la que se determinó su actividad inicial.

8. Toda persona que ingrese a un puesto de trabajo sometido a riesgo de radiaciones ionizantes se someterá a un examen médico apropiado.

Periódicamente los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes deberán someterse a exámenes médicos específicos. También se efectuarán reconocimientos médicos cuando sufran una sobredosis a estas radiaciones.

9. El IESS, por intermedio de su Departamento de Medicina del Trabajo, evaluará los registros proporcionados por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica de la dosis de radiación superficial y profunda, así como las actividades de incorporación de radioisótopos en las personas expuestas, y determinará con sujeción a las normas nacionales e internacionales los límites máximos permisibles.

10. (Reformado por el Art. 42 del D.E. 4217, R.O. 997, 10-VIII-88) El Servicio Médico de la Empresa practicará la evaluación médica de preempleo a las personas que vayan a someterse a radiaciones ionizantes y a aquellas que se encuentren laborando se les sujetará a reconocimientos médicos por lo menos anualmente para controlar oportunamente los efectos nocivos de este tipo de riesgo.

A los trabajadores en quienes se ha diagnosticado enfermedad profesional radioinducida se les realizará evaluaciones médicas específicas, utilizando los recursos nacionales o la ayuda internacional.

11. Cuando por examen médico del trabajador expuesto a radiaciones ionizantes se sospeche la absorción de cualquiera de sus órganos o tejidos de la dosis máxima permisible, se lo trasladará a otra ocupación exenta del riesgo.
12. Los trabajadores expuestos a radiaciones deberán comunicar de inmediato cualquier afección que sufran o el exceso de exposición a estas radiaciones, al Servicio Médico de la Empresa y al facultativo que corresponda en el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, quienes inmediatamente comunicarán el hecho a la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.
13. Conforme lo establece el Reglamento de Seguridad Radiológica los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes no podrán de ninguna manera laborar en otra Institución, cuando la suma de los horarios de trabajo exceda de ocho horas diarias.

14. Se deberán utilizar señales de peligro y carteles de advertencia visibles destinados a indicar la existencia de riesgos debidos a radiaciones ionizantes.
15. Los haces de rayos útiles serán orientados de modo que no alcancen a las zonas adyacentes ocupadas por personal; la sección de haz útil se limitará al máximo indispensable, para el trabajo a realizar.
16. Para garantizar una protección eficaz se dará preferencia a los métodos de protección colectiva. En caso de que estos métodos no sean suficientes, deberán complementarse con equipos de protección personal adecuados, que se mantendrán limpios y serán descontaminados periódicamente.
17. Se cuidará muy especialmente el almacenamiento sin peligro de productos radiactivos y la eliminación de residuos.
18. No se introducirá en los locales donde existan o se usen sustancias radiactivas: alimentos, bebidas, utensilios, cigarrillos, bolsos de mano, cosméticos, pañuelos de bolsillo o toallas.
19. El diseño de los servicios, la instalación, reparación y pruebas de seguridad de los equipos generadores o emisores de radiación se someterán a las normas y reglamentos que sobre la materia dicte la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica, así como a las normativas del Ministerio de Trabajo y Recursos Humanos y del IESS, para garantizar su seguridad y la salud del personal que labora en este campo.

Todos estos literales están dentro (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, Decreto ejecutivo 2393, 2014, p. 35, 36, 37).

## **2.6 HIPÓTESIS.**

Las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC incidirán en la salud de los trabajadores.

## **2.7 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.**

### **2.7.1 Variable independiente.**

Las radiaciones ionizantes.

### **2.7.2 Variable dependiente.**

Salud de los trabajadores.

### **2.7.3 Enlace de conexión.**

Incidencia.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 ENFOQUE INVESTIGATIVO.**

El presente proyecto de investigación se desarrollara con variables cuantitativas de manera que se tendrá que interpretar los resultados basados en cantidades de intensidad de emisiones de radiación de partículas alfa, beta, gamma y rayos X, así como los resultados de los exámenes clínicos que se realizara a los trabajadores de la empresa INOX – TEC.

#### **3.2 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN.**

El tema de investigación se realizara de manera cuantitativa y cualitativa así descrita de:

Investigación de campo:

Para la evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo de soldadura se requiere estar en el lugar que se presentan los hechos, para tomar de forma directa la información que contribuya a los objetivos del proyecto de investigación.

Investigación bibliográfica:

Con el fin de profundizar el tema de radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura y su incidencia en la salud de los trabajadores se basara en la recolección de información de fuentes primarias como libros, revistas, artículos, etc., y además fuentes secundarias.

### **3.3 NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Constarán los siguientes tipos de investigación:

- Exploratoria
- Descriptiva
- Explicativa

#### **3.3.1 Exploratoria.**

Para evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC.

#### **3.3.2 Descriptiva.**

Para describir los fenómenos existentes en la evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura de la empresa INOX – TEC y su incidencia en la salud de los trabajadores.

#### **3.3.3 Explicativa.**

Para demostrar si las radiaciones ionizantes están incidiendo en la salud de los trabajadores soldadores, se necesita la descripción de los pasos establecidos previos a un conjunto de investigación.

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.**

La población se sitúa en la empresa INOX – TEC de la ciudad de Latacunga.

#### **3.4.1 Población.**

Se tomará a las áreas de trabajo externas e internas con soldadura en el cual está expuesto el trabajador durante el tiempo que tarda en terminar un proceso de soldadura.

Se les nombra área externa e interna de soldadura por la razón que las actividades que realiza la empresa en la fabricación de tanques de transporte de leche en acero

inoxidable implica procesos de soldadura en el exterior e interior del tanque, por esta razón cabe recalcar que para la población de este proyecto de investigación se realizará en estas dos áreas de trabajo.

Área externa: Proceso de soldadura en el galpón de producción, es decir, todo ensamble que sea fuera del tanque de transporte de leche de acero inoxidable.

Área interna: Proceso de soldadura en el galpón de producción, es decir, todo ensamble que sea dentro o en el interior del tanque de transporte de leche de acero inoxidable.

### **3.4.2 Muestra.**

Para la evaluación de las radiaciones ionizantes se tomará como muestra en las dos áreas (externa e interna) de soldadura, una medición por hora en el área externa, mientras que en el área interna se tomará cinco mediciones dentro de las ocho horas diarias que trabajan las áreas debido a la complejidad del proceso de soldadura que implica en esta área. Por lo que el número de mediciones son 13 diarias (8 mediciones en el área externa y 5 en el área interna) durante un mes, dando como muestra total 260 muestras.

Es una muestra a conveniencia del autor de este proyecto, dentro de la investigación se la denomina como muestreo no probalístico, muestreo intencional, se tomó este método como antes explicado en la población el proceso de soldadura que se realiza en esta empresa implica mucho riesgo al estar en contacto con el trabajador porque puede sufrir accidentes de trabajo tanto el trabajador como el investigador.

La muestra que se obtendrá con estas mediciones serán las apropiadas para continuar con la investigación.

### 3.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

#### 3.5.1 Variable independiente.

**Tabla 3-1 Operacionalización de variables.** Evaluación de las radiaciones ionizantes.

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Las radiaciones ionizantes son aquellas que al atravesar la materia son capaces de producir ionización en la misma, consiste en partículas alfa, beta, rayos gamma y rayos X, incluidos los fotones, que causan la separación de electrones de átomos y moléculas.	Ionización:	¿Qué intensidad de ionización emiten las partículas alfa con energía cinética?	< 5,5 MeV >5,5 MeV  (o su equivalencia en mSv)	Equipo para mediación de radiaciones ionizante.
	Partícula alfa			
	Partícula beta	¿Qué intensidad de ionización emiten las partículas beta con energía cinética?	< 70 KeV >70 KeV  (o su equivalencia en mSv)	Equipo para mediación de radiaciones ionizante.
	Rayos gamma	¿Qué intensidad de ionización emiten los rayos gamma con energía cinética?	< 10 KeV >10 KeV  (o su equivalencia en mSv)	Equipo para mediación de radiaciones ionizante.
	Rayos X	¿Qué intensidad de ionización emiten los rayos X con energía cinética?	< 10 KeV >10 KeV  (o su equivalencia en mSv)	Equipo para mediación de radiaciones ionizante.

**Fuente:** Autor.

### 3.5.2 Variable dependiente.

**Tabla 3-2 Operacionalización de variables.** Salud de los trabajadores. (Con respecto a los puestos de trabajo con soldadura TIG)

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
La Organización Mundial de la Salud define como, Salud Ocupacional a una actividad multidisciplinaria dirigida a promover y proteger la salud de los trabajadores mediante la prevención y el control de riesgos laborales, por lo tanto los trabajadores que manipulan los electrodos de tungsteno en un determinado tiempo están expuestos a radiaciones ionizantes, las vías de exposición son inhalación y la ingestión.	Prevención y control.	¿Existe programas de prevención y control de riesgos laborales en la Empresa INOX - TEC?	Reglamento de seguridad y salud en los trabajadores.	Entrevista.
	Electrodos de tungsteno.	¿Cuál es el elemento radiactivo en el electrodo de tungsteno?	% de composición química del electrodo de tungsteno. (1,80 – 2, 20 ThO <sub>2</sub> )	Catálogos.
	Tiempo de exposición.	¿Cuál es el tiempo de exposición a las radiaciones ionizantes de un trabajador en un puesto de trabajo con soldadura?	< 8 horas > 8 horas	Hoja de registro.
	Inhalación	¿Qué equipos de protección personal utilizan los soldadores con respecto a la inhalación?	Mascarilla Máscara antipartículas Máscara antigás Máscaras con filtros.	Hoja de registro.
Ingestión	¿Qué equipos de protección personal utilizan los soldadores con respecto a la ingestión?	Guantes	Hoja de registro.	

**Fuente:** Autor.

### **3.6 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

Al realizar la Operacionalización de variables la compilación de información se realizó con las siguientes técnicas:

Fuentes bibliográficas tales como libros, artículos científicos, catálogos etc. Así como de encuestas y entrevistas, también un cuaderno de apuntes para que permita tomar alguna información.

Además se recolectó la información de las radiaciones ionizantes de la base de datos del equipo detector de radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG.

### **3.7 PLAN DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.**

Se utilizó técnicas como la encuesta y entrevista para verificar la salud y seguridad de los trabajadores, después con la ayuda de un equipo de medición de radiaciones ionizantes se evaluó las partículas alfa, beta, gamma y rayos X en los puestos de trabajo con soldadura utilizando las Notas Técnicas de Prevención 614 y 770.

Cabe destacar que la técnica e instrumentos de recolección de información han sido aplicados en lugares relacionados al tema de investigación, con la finalidad de obtener resultados que aporten a la investigación.

## **CAPITULO IV**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

#### **4.1 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.**

Mediante la investigación de campo se verificó que el trabajador que realiza un proceso de soldadura por arco TIG dentro de la empresa INOX – TEC, se encuentra ligado profundamente a un riesgo físico con lo referente a la radiactividad del elemento que constituye el electrodo de tungsteno que es Torio y la emisión de fotones en el proceso de soldadura, por lo que el trabajador durante su jornada laboral está en exposición a la radiación ionizante constantemente mientras culmina cada proceso de fabricación de máquinas y equipos de acero inoxidable que elabora esta empresa.

Para cumplir con el propósito de la muestra de este proyecto de investigación a continuación se detalla dentro del análisis de resultados el proceso de fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche en acero inoxidable, las características del proceso de soldadura por arco TIG y las características del equipo detector de radiaciones ionizantes que se utilizó para la evaluación.

##### **4.1.1 Proceso de fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche en la empresa INOX-TEC.**

El proceso que realiza la empresa INOX-TEC en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable capacidad 15000 litros el cual se ha tomado como objeto para el desarrollo de la investigación es el siguiente:

Con la ayuda de un diagrama de procesos se detalla cada actividad que forma parte de un proceso de fabricación de un tanque isotérmico, esto ayudará a interpretar con facilidad los datos adquiridos para la investigación.

 <b>Diagrama de procesos</b> <b>Tanque isotérmico de transporte de leche</b>					
<i>Simbología</i>		Operación			
		Transporte			
		Inspección			
		Espera			
		Combinar			
<b>Actividades</b>					
<b>Preparación del material.</b>					
Trazo					
Corte					
Conformado de rolado de envolverte					
Rebordeado de tapas					
Rebordeado de espejos					
<b>Proceso de soldadura TIG 1</b>					

Ensamble de envolventes					
Ensamble de tapas	↓				
Ensamble de espejos	↓				
Pulido y esmerilado	↓				
<b>Proceso de soldadura SMAW</b>	→				
Construcción de la Jaula	↓				
Construcción Chasis	→				
<b>Aislamiento</b>	↘				
Colocación de Poliuretano	↙				
<b>Proceso de soldadura TIG 2</b>	↘				
Forrado final	↓				
Ensamble de puertas	↓				
Colocación de escaleras	↓				
Colocación de	↓				

tuberías					
<b>Accesorios</b>					
Colocación de mangueras					
Colocación de una motobomba					
Conexión eléctrica de accesorios (como luces, etc.)					
<b>Lavado del interior y exterior del tanque.</b>					
<b>Pruebas de funcionamiento.</b>					

Fuente: Autor.

#### 4.1.2 Características del proceso de soldadura TIG de la empresa INOX-TEC.

- Datos generales del material a soldar:

Acero inoxidable: AISI 304.

Espesor: 3mm y 1,5 mm.

- Especificaciones del gas inerte “Argón – Ar”:

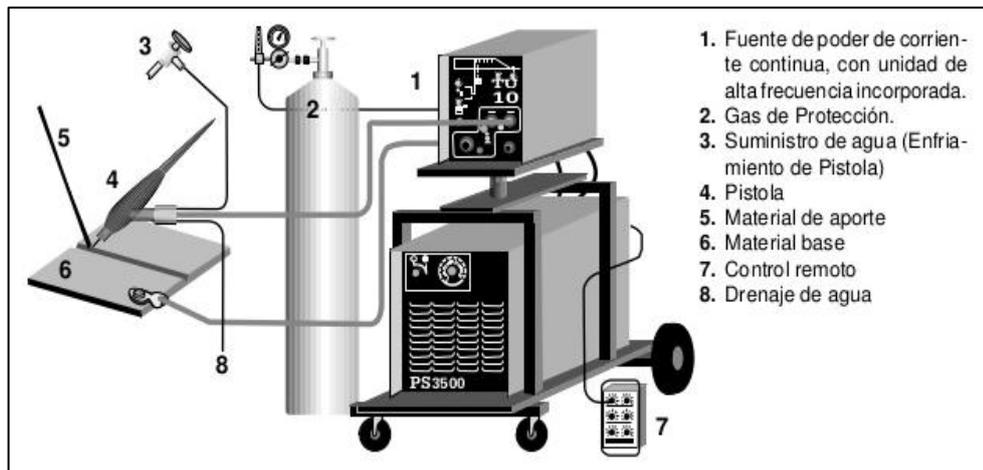
La empresa INOX – TEC utiliza este gas, para el proceso de soldadura TIG en acero inoxidable.

Sus características generales son: es un gas monoatómico, incoloro, inodoro, insípido y no tóxico. (Catálogo AGA, 2012)

Es considerado como un gas inerte, debido a que no se combina químicamente con otros elementos, esta propiedad es ideal como uso de gas de protección contra la acción oxidante del aire y como gas especial para usos industriales como es el proceso de soldadura TIG. (Catálogo AGA, 2012).

- Equipo TIG:

El equipo TIG se compone de las siguientes partes como se demuestra en la figura 4-1



**Figura 4-1** Equipo TIG y sus componentes.

**Fuente:** Manual de soldadura INDURA

El equipo que utilizan para el proceso de soldadura en la empresa INOX- TEC es marca Miller, que opera bajo ciertas condiciones de trabajo, el amperaje varía de 95 a 120 amperios.

Las especificaciones del equipo con el cual se trabaja en el proceso de soldadura se especifican en el ANEXO 8.

El consumo del gas de protección argón es de 8ml por minuto este valor se lo obtuvo gracias a la observación directa en el equipo de soldadura TIG.

- Electrodo de tungsteno:

Marca: PROWAR.

Composición química: 2% Thoriated (EWTh-2)

Dimensiones: 3/32" x 7".

- Varillas para sistema TIG.

Acero inoxidable: 308L

AWS: ER-308L.

Medidas: 1/16" - 3/32" - 1/8" - 5/32" y largo 36".

#### **4.1.3 Características del equipo INSPECTOR EXP, detector de radiaciones ionizantes.**

El equipo es un Inspector EXP, el cual facilita detectar radiaciones ionizantes, este equipo se encuentra dentro de la Nota Técnica de prevención 614: norma de protección contra radiaciones ionizantes, como un detector de radiación, es portátil de lectura directa indica la tasa de radiación la dosis por unidad de tiempo, se basan en alguno de estos fenómenos: ionización de gases, excitación por luminiscencia o detectores semiconductores, se utilizó este equipo en las áreas de trabajo que realizan un proceso de soldadura específicamente soldadura TIG, por la ionización de gases que provoca este proceso.



**Figura 4-2** Equipo Inspector EXP y sus componentes.

**Fuente:** Autor.

El inspector es un instrumento de salud y de seguridad que ha sido creado para detectar radiación hipoenergética. Realiza mediciones de radiación alfa, beta, rayos gamma y rayos X.

Sus usos comprenden: detección y medición de la contaminación superficial, vigilancia de la posibilidad de una exposición durante el manejo de radionucleidos, vigilancia de la posibilidad de contaminación ambiental, detección de los gases nobles y otros radionucleidos hipoenergéticos.

Por las características que presenta este equipo es ideal para que facilite la investigación.

## **4.2 INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.**

### **4.2.1 Determinación del tiempo de exposición de un trabajador al realizar un proceso de soldadura.**

#### **4.2.1.1 Área externa de trabajo.**

Para determinar el tiempo de exposición de un trabajador durante un proceso de soldadura se empleó una hoja de registro, donde se va detallando el tiempo en que un trabajador se expone a un proceso de soldadura específicamente en la fabricación de un tanque de transporte de leche de acero inoxidable para una capacidad 15000 litros.

La fabricación de este tanque permitirá la obtención de información valiosa para esta investigación ya que la culminación de dicha fabricación es alrededor de un mes lo cual facilita el cumplimiento de la muestra de este proyecto.

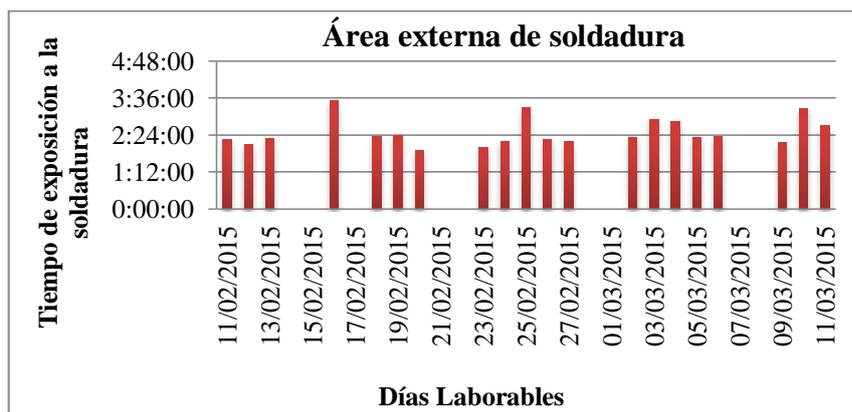
La hoja de registro de exposición a un proceso de soldadura arrojó los siguientes resultados en la empresa INOX- TEC:

Primero se tomó los tiempos en el área externa de la siguiente forma, como se resume en la tabla 4-1:

**Tabla 4-1** Tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en el área externa de trabajo.

 <b>Área externa de soldadura</b>	
<b>Días laborables</b>	<b>Tiempo de exposición a la soldadura (horas)</b>
11/02/2015	2:14:55
12/02/2015	2:05:54
13/02/2015	2:17:37
16/02/2015	3:30:28
18/02/2015	2:21:09
19/02/2015	2:22:43
20/02/2015	1:54:49
23/02/2015	1:59:45
24/02/2015	2:11:35
25/02/2015	3:16:52
26/02/2015	2:16:02
27/02/2015	2:11:00
02/03/2015	2:19:35
03/03/2015	2:54:54
04/03/2015	2:49:52
05/03/2015	2:18:44
06/03/2015	2:20:15
09/03/2015	2:08:55
10/03/2015	3:15:57
11/03/2015	2:41:41

**Fuente:** Autor.



**Figura 4-3** Tiempo de exposición a un proceso de soldadura en el área externa de trabajo.

**Fuente:** Autor.

En el área externa de trabajo en la fabricación de un tanque de transporte de leche de acero inoxidable un trabajador se expone a un proceso de soldadura un tiempo máximo de tres horas con treinta minutos y veinte y ocho segundos durante un día laborable de trabajo, como se observa en la figura 4-3 que ayuda a diferenciar el valor máximo del tiempo de exposición durante un mes de trabajo.

Este tiempo implica todas las actividades que el trabajador realizó en el proceso de soldadura en la fabricación del tanque de transporte de leche de acero inoxidable en el área externa de trabajo dando cumplimiento a la población y muestra de la investigación.

#### 4.2.1.2 Área interna de trabajo.

En la tabla 4-2 se determinó el tiempo de exposición a un proceso de soldadura por arco TIG en el área interna de trabajo, el tiempo se obtuvo durante un mes de trabajo que realizaba un trabajador en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche.

Al referirse al área interna de trabajo engloba toda actividad que realiza un trabajador en el interior del tanque de transporte de leche, es así como también un proceso de soldadura se encuentra dentro de esta área, mientras el tanque se encuentra en proceso de fabricación.

**Tabla 4-2** Tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en el área interna de trabajo

 <b>Área interna de soldadura</b>	
<b>Días laborables</b>	<b>Tiempo de exposición a la soldadura (horas)</b>
11/02/2015	1:22:22
12/02/2015	2:45:02
13/02/2015	1:08:40
16/02/2015	1:56:07
18/02/2015	1:12:29
19/02/2015	1:06:28
20/02/2015	1:13:39
23/02/2015	1:49:39
24/02/2015	1:25:14

25/02/2015	1:36:29
26/02/2015	1:29:35
27/02/2015	1:22:55
02/03/2015	1:34:08
03/03/2015	1:50:20
04/03/2015	1:25:40
05/03/2015	2:00:03
06/03/2015	1:35:50
09/03/2015	1:34:02
10/03/2015	1:44:25
11/03/2015	1:49:57

Fuente: Autor.

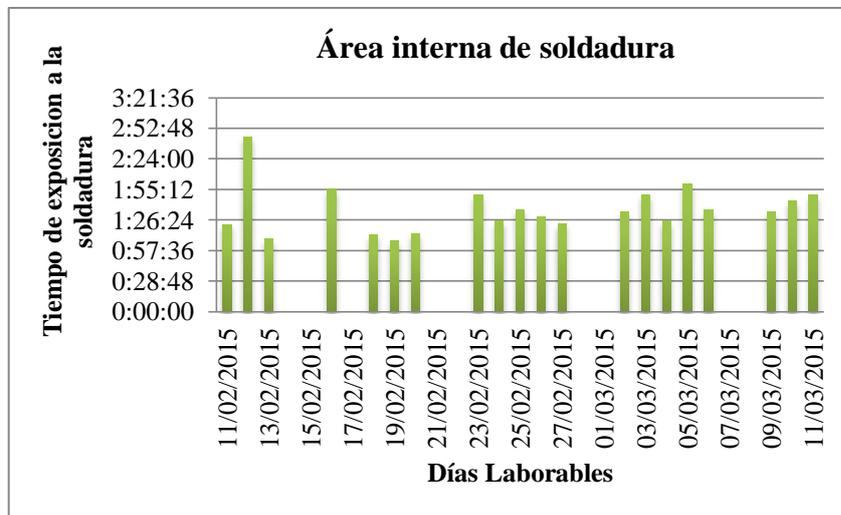


Figura 4-4 Tiempo de exposición a un proceso de soldadura en el área interna de trabajo.

Fuente: Autor.

En la tabla 4-2 se puede observar que el trabajador durante un mes de trabajo en un proceso de soldadura estuvo expuesto un tiempo máximo de dos horas con cuarenta y cinco minutos y dos segundos, este valor máximo en un día laborable dentro del área interna de trabajo. Al comparar con el área externa el tiempo de exposición a un proceso de soldadura en el área interna es menor, esto se debe a la complejidad de realizar una actividad dentro de esta área por lo que se trata de realizar la mayoría de actividades en la parte externa de trabajo.

La figura 4-4 la integra en el eje de las abscisas los días laborables a partir que se empezó a realizar la investigación de campo que inicio el día once de febrero del

presente año y se finalizó el día once de marzo del mismo año, mientras que en el eje de las ordenadas se encuentra el tiempo de exposición de un trabajador en un puesto de trabajo al realizar un proceso de soldadura por arco TIG, en esta figura expone el tiempo máximo de exposición a la radiación ionizante de un trabajador como se observó en la tabla 4-2.

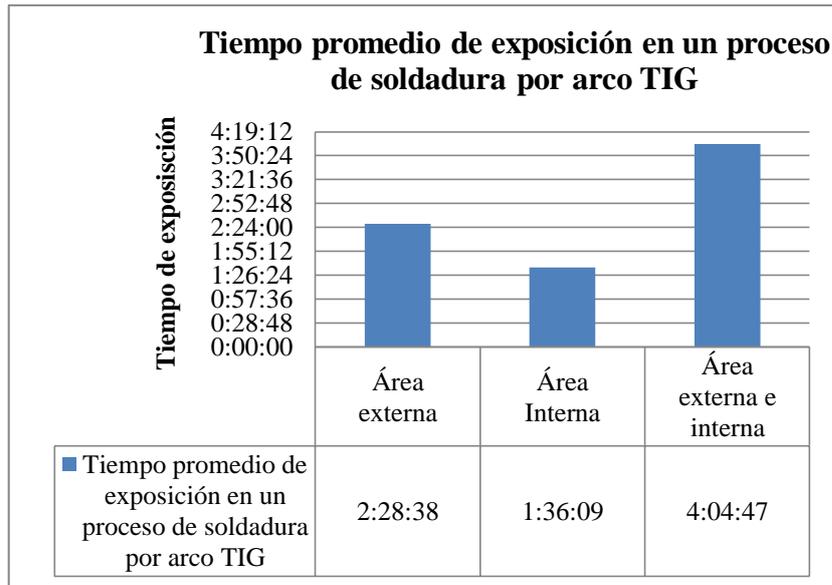
#### 4.2.1.3. Promedio de exposición de un trabajador en un puesto de trabajo al realizar un proceso de soldadura.

La tabla 4-3, presenta un tiempo promedio que un trabajador se encuentra expuesto a un proceso de soldadura durante un mes.

**Tabla 4-3** Promedio de tiempo de exposición de un trabajador en un proceso de soldadura en un mes de trabajo.

 <b>Exposición de un trabajador en un proceso de soldadura por arco TIG</b>	
<b>Días laborables</b>	<b>Tiempo de exposición a la soldadura (horas)</b>
11/02/2015	3:37:17
12/02/2015	4:50:56
13/02/2015	3:26:17
16/02/2015	5:26:35
18/02/2015	3:33:38
19/02/2015	3:29:11
20/02/2015	3:08:28
23/02/2015	3:49:24
24/02/2015	3:36:49
25/02/2015	4:53:21
26/02/2015	3:45:37
27/02/2015	3:33:55
02/03/2015	3:53:43
03/03/2015	4:45:14
04/03/2015	4:15:32
05/03/2015	4:18:47
06/03/2015	3:56:05
09/03/2015	3:42:57
10/03/2015	5:00:22
11/03/2015	4:31:38
<b>Promedio</b>	<b>4:04:47</b>

**Fuente:** Autor.



**Figura 4-5** Tiempo promedio de exposición en un proceso de soldadura

**Fuente:** Autor.

En la tabla 4-3 se determinó que un trabajador durante un mes de trabajo se encuentra expuesto a la soldadura un tiempo promedio de 4 horas durante su jornada laboral de ocho horas diarias, las otras horas restantes se dedica a otras actividades que conforman la fabricación del tanque isotérmico de transporte de leche, en la figura 4-5 se expone los tiempos promedios que un trabajador realiza actividades específicamente de soldadura por arco TIG en el área externa e interna de soldadura así como el promedio general entre área externa como interna.

#### **4.2.2 Evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura.**

##### **4.2.2.1 Interpretación de la evaluación de las radiaciones ionizantes, partícula alfa ( $\alpha$ ), partícula ( $\beta$ ) y rayos gamma ( $\gamma$ ).**

Para interpretar los datos que fueron proporcionados de la evaluación de las radiaciones ionizantes es necesario comprender que la partícula alfa ( $\alpha$ ), partícula ( $\beta$ ) y rayos gamma ( $\gamma$ ) su capacidad de penetración es muy baja como se detalla a continuación:

Partícula alfa ( $\alpha$ ): También conocida como radiación alfa, según la Nota Técnica de prevención 614 de protección de radiaciones ionizantes, la capacidad de penetración de esta partícula es muy baja y las detiene una hoja de papel, pero tiene una energía muy elevada ya que son núcleos de helio cargado positivamente (Pascual & Gadea, 2007).

Partícula beta ( $\beta$ ): Las radiaciones beta tienen un menor nivel de energía que la de la radiación alfa, su capacidad de penetración es mayor que la de alfa por lo tanto las detiene una hoja de metal (Pascual & Gadea, 2007).

Rayos gamma ( $\gamma$ ): La radiación gamma es una radiación electromagnética, tiene un menor nivel de energía que las de alfa y beta pero su capacidad de penetración es mucho mayor, lo que dificulta su absorción por los apantallamientos (Pascual & Gadea, 2007).

En la tabla 4.4 se detalló la evaluación de estas radiaciones antes mencionadas.

**Tabla 4-4** Evaluación de las radiaciones alfa, beta y rayos gamma

<b>Evaluación Partícula alfa, beta y gamma (Área Externa e interna de soldadura).</b>								
		INOX- TEC						
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	$\mu$ r/h	mR/h	$\mu$ Sv/h	Averaging Time (sec)
11/02/2015	8:00:00	0	0	0	0	0	0	0
11/03/2015	17:00:00	0	0	0	0	0	0	0
<i>Simbología</i>	<b>cps</b>	Recuentos por segundo						
	<b>cpm</b>	Recuentos por minuto						
	<b>mR/h</b>	Miliroentgenios						
	<b><math>\mu</math>Sv/h</b>	Microsieverts						

**Fuente:** Autor.

Según los resultados de la tabla 4-4 se puede constatar que lo descrito por la Nota Técnica de prevención 614 de protección de radiaciones ionizantes es veredicto, por lo que durante el mes que se realizó la evaluación de estas radiaciones el equipo que se utilizó para medir radiaciones ionizantes dotó de datos de cero como se observa en la tabla 4-4, tanto en el área externa como interna de trabajo, la unidad de medida que proporciona los datos el equipo es el microsievert por

hora ( $\mu\text{Sv/h}$ ) esta medida es comparada con el límite de dosis equivalente permitida para estas radiaciones, se justifica que el valor de cero de estas radiaciones es porque la capacidad de penetración es muy baja y el equipo de protección personal que lleva el trabajador impide la penetración de estas radiaciones a su cuerpo en el área externa de trabajo mientras que en el área interna las razones que atribuyen este valor es por la distancia que existe entre la pistola del equipo TIG y las partes del cuerpo humano que se evaluaron.

#### **4.2.2.2 Interpretación de la evaluación de las radiaciones ionizantes, rayos X área externa.**

La evaluación de las radiaciones ionizantes se basó en la Nota Técnica de prevención 614 de protección de radiaciones ionizantes, ya que esta nota específica la dosis equivalente límite, el equipo Inspector EXP detectó en el proceso de soldadura por arco TIG la presencia de rayos X, esta radiación es de gran capacidad de penetración y necesita de apantallamientos especiales de grosor elevados para ser absorbida, por lo que con facilidad un soldador se expone a estas radiaciones al no poseer estos apantallamientos.

La nota específica que la evaluación de la radiación se debe realizar en diferentes partes del cuerpo del trabajador para la investigación se ha considerado el cristalino (Cara), antebrazo y tobillo.

Como se explicó anteriormente el equipo facilita los datos de la medición en microsievert por hora ( $\mu\text{Sv/h}$ ), para comparar los valores con la dosis equivalente de la Nota Técnica de prevención 614 se realizó una transformación para obtener en  $\text{mSv/año}$  oficial como se observa en la tabla 4-5.

El puesto de trabajo que se realizó la evaluación de las radiaciones ionizantes de los rayos X son áreas externas de trabajo en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche.

**Tabla 4-5** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Cristalino.

<b>Evaluación Rayos X (Área Externa de soldadura) ; Cristalino</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
		 Valor mínimo			 Valor máximo					
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	µr/h	mR/h	µSv/h	mSv/ año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	8:18:24	2	0	0	0	0	0	 0	0	30
11/02/2015	9:18:35	1	0	0	0	0	0	0	0	30
11/02/2015	10:13:43	3	0,0667	4	299,4012	0,299401	2,994012	8,6227545	5,39E+13	30
11/02/2015	11:15:21	3	0,1	6	449,1018	0,449102	4,491018	12,9341317	8,08E+13	30
11/02/2015	12:18:14	1	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
11/02/2015	14:22:21	0	0,3	18	1347,305	1,347305	13,473054	38,8023952	2,43E+14	30
11/02/2015	15:23:14	0	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
11/02/2015	16:30:18	0	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30

12/02/2015	8:17:29	1	0	0	0	0	0	0	0	30
12/02/2015	9:15:39	3	0	0	0	0	0	0	0	30
12/02/2015	10:15:51	2	0	0	0	0	0	0	0	30
12/02/2015	11:45:35	20	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
12/02/2015	12:11:43	0	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
12/02/2015	14:52:12	1	0,4	24	1796,407	1,796407	17,964072	51,7365271	3,23E+14	30
12/02/2015	15:33:21	1	0,4	24	1796,407	1,796407	17,964072	51,7365271	3,23E+14	30
12/02/2015	16:10:34	1	0,4333	26	1946,108	1,946108	19,461078	56,0479041	3,50E+14	30
13/02/2015	8:37:23	2	0,4667	28	2095,808	2,095808	20,958084	60,3592813	3,77E+14	30
13/02/2015	9:48:17	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
13/02/2015	10:19:29	2	0,5667	34	2544,91	2,54491	25,449102	73,2934132	4,58E+14	30
13/02/2015	11:16:56	1	0,5667	34	2544,91	2,54491	25,449102	73,2934132	4,58E+14	30
13/02/2015	12:34:49	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30

13/02/2015	14:35:54	1	0,6667	40	2994,012	2,994012	29,94012	86,227545	5,39E+14	30
13/02/2015	15:27:32	0	0,7	42	3143,713	3,143713	31,437126	90,538922	5,66E+14	30
13/02/2015	16:16:21	0	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
16/02/2015	8:36:06	2	0	0	0	0	0	0	0	30
16/02/2015	9:48:12	3	0	0	0	0	0	0	0	30
16/02/2015	10:31:58	1	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
16/02/2015	11:55:23	1	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
16/02/2015	12:19:10	2	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
16/02/2015	14:15:13	0	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
16/02/2015	15:14:36	1	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
16/02/2015	16:42:05	1	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
18/02/2015	8:37:10	0	0,8667	52	3892,216	3,892216	38,922156	112,095808	7,01E+14	30
18/02/2015	9:48:12	2	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30

18/02/2015	10:27:18	0	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
18/02/2015	11:08:07	0	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
18/02/2015	12:35:56	0	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
18/02/2015	14:48:09	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
18/02/2015	15:09:53	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
18/02/2015	16:32:42	3	1	60	4491,018	4,491018	44,91018	129,341317	8,08E+14	30
19/02/2015	8:55:39	5	0,9333	56	4191,617	4,191617	41,916168	120,718563	7,54E+14	30
19/02/2015	9:34:45	5	0,9333	56	4191,617	4,191617	41,916168	120,718563	7,54E+14	30
19/02/2015	10:27:02	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
19/02/2015	11:55:12	2	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
19/02/2015	12:11:15	5	1,3333	80	5988,024	5,988024	59,88024	172,45509	1,08E+15	30
19/02/2015	14:45:19	5	0,9333	56	4191,617	4,191617	41,916168	120,718563	7,54E+14	30
19/02/2015	15:38:21	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30

19/02/2015	16:22:57	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
20/02/2015	8:36:09	3	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
20/02/2015	9:56:11	2	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
20/02/2015	10:22:12	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
20/02/2015	11:54:45	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
20/02/2015	12:37:38	1	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
20/02/2015	14:48:47	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
20/02/2015	15:55:48	5	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
20/02/2015	16:24:06	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
23/02/2015	8:16:08	1	0,4	24	1796,407	1,796407	17,964072	51,7365271	3,23E+14	30
23/02/2015	9:47:10	0	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
23/02/2015	10:17:23	2	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
23/02/2015	11:22:34	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30

23/02/2015	12:47:22	0	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
23/02/2015	14:35:47	3	1	60	4491,018	4,491018	44,91018	129,341317	8,08E+14	30
23/02/2015	15:31:21	2	0,4	24	1796,407	1,796407	17,964072	51,7365271	3,23E+14	30
23/02/2015	16:23:11	4	0,3	18	1347,305	1,347305	13,473054	38,8023952	2,43E+14	30
24/02/2015	8:19:07	1	0,4333	26	1946,108	1,946108	19,461078	56,0479041	3,50E+14	30
24/02/2015	9:53:17	2	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
24/02/2015	10:22:58	0	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
24/02/2015	11:34:21	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
24/02/2015	12:44:56	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
24/02/2015	14:33:11	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
24/02/2015	15:12:09	1	0	0	0	0	0	0	0	30
24/02/2015	16:39:45	1	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
25/02/2015	8:57:09	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30

25/02/2015	9:26:45	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
25/02/2015	10:11:12	5	1	60	4491,018	4,491018	44,91018	129,341317	8,08E+14	30
25/02/2015	11:09:34	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
25/02/2015	12:10:33	2	0,4667	28	2095,808	2,095808	20,958084	60,3592813	3,77E+14	30
25/02/2015	14:54:17	0	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
25/02/2015	15:12:56	5	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
25/02/2015	16:23:43	1	0,4	24	1796,407	1,796407	17,964072	51,7365271	3,23E+14	30
26/02/2015	8:31:21	2	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
26/02/2015	9:36:13	2	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
26/02/2015	10:13:21	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
26/02/2015	11:17:24	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
26/02/2015	12:23:25	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
26/02/2015	14:53:48	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30

26/02/2015	15:21:23	1	0,4333	26	1946,108	1,946108	19,461078	56,0479041	3,50E+14	30
26/02/2015	16:24:57	1	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
27/02/2015	8:54:28	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
27/02/2015	9:26:19	5	1,3333	80	5988,024	5,988024	59,88024	172,45509	1,08E+15	30
27/02/2015	10:25:11	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
27/02/2015	11:45:12	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
27/02/2015	12:23:47	0	0,3333	20	1497,006	1,497006	14,97006	43,1137725	2,69E+14	30
27/02/2015	14:46:12	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
27/02/2015	15:55:05	2	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
27/02/2015	16:28:12	3	1	60	4491,018	4,491018	44,91018	129,341317	8,08E+14	30
02/03/2015	8:46:09	1	0,4333	26	1946,108	1,946108	19,461078	56,0479041	3,50E+14	30
02/03/2015	9:29:18	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
02/03/2015	10:11:25	1	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30

02/03/2015	11:28:28	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
02/03/2015	12:04:35	4	0,3	18	1347,305	1,347305	13,473054	38,8023952	2,43E+14	30
02/03/2015	14:37:29	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
02/03/2015	15:29:13	0	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
02/03/2015	16:37:18	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
03/03/2015	8:28:39	2	0	0	0	0	0	0	0	30
03/03/2015	9:38:11	3	0,0667	4	299,4012	0,299401	2,994012	8,6227545	5,39E+13	30
03/03/2015	10:49:17	2	0,4667	28	2095,808	2,095808	20,958084	60,3592813	3,77E+14	30
03/03/2015	11:18:28	1	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
03/03/2015	12:16:49	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
03/03/2015	14:28:18	2	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
03/03/2015	15:19:29	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
03/03/2015	16:10:31	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30

04/03/2015	8:17:28	1	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
04/03/2015	9:38:19	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
04/03/2015	10:17:38	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
04/03/2015	11:54:29	2	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
04/03/2015	12:17:45	0	0,8667	52	3892,216	3,892216	38,922156	112,095808	7,01E+14	30
04/03/2015	14:36:19	5	1,3333	80	5988,024	5,988024	59,88024	172,45509	1,08E+15	30
04/03/2015	15:18:21	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
04/03/2015	16:19:32	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
05/03/2015	8:27:38	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
05/03/2015	9:35:18	2	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
05/03/2015	10:05:19	0	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
05/03/2015	11:18:39	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
05/03/2015	12:46:32	1	0,8667	52	3892,216	3,892216	38,922156	112,095808	7,01E+14	30

05/03/2015	14:36:16	5	1,3333	80	5988,024	5,988024	59,88024	172,45509	1,08E+15	30
05/03/2015	15:45:11	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
05/03/2015	16:35:26	2	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
06/03/2015	8:36:17	2	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
06/03/2015	9:26:29	2	0,6667	40	2994,012	2,994012	29,94012	86,227545	5,39E+14	30
06/03/2015	10:17:58	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
06/03/2015	11:19:39	1	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
06/03/2015	12:22:19	0	0,8667	52	3892,216	3,892216	38,922156	112,095808	7,01E+14	30
06/03/2015	14:49:19	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
06/03/2015	15:08:17	5	1,3333	80	5988,024	5,988024	59,88024	172,45509	1,08E+15	30
06/03/2015	16:12:47	2	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
09/03/2015	8:28:42	1	0,4333	26	1946,108	1,946108	19,461078	56,0479041	3,50E+14	30
09/03/2015	9:43:57	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30

09/03/2015	10:28:33	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
09/03/2015	11:26:29	0	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
09/03/2015	12:17:19	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
09/03/2015	14:57:38	4	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
09/03/2015	15:38:19	1	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
09/03/2015	16:14:12	2	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
10/03/2015	8:45:26	1	0	0	0	0	0	0	0	30
10/03/2015	9:25:18	3	0,2	12	898,2036	0,898204	8,9820359	25,8682635	1,62E+14	30
10/03/2015	10:16:23	2	0,4667	28	2095,808	2,095808	20,958084	60,3592813	3,77E+14	30
10/03/2015	11:18:26	2	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
10/03/2015	12:27:37	3	0,7667	46	3443,114	3,443114	34,431138	99,1616766	6,20E+14	30
10/03/2015	14:35:45	2	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
10/03/2015	15:56:43	3	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30

10/03/2015	16:16:47	1	1,2333	74	5538,922	5,538922	55,389222	159,520958	9,97E+14	30
11/03/2015	8:25:18	1	0,6333	38	2844,311	2,844311	28,443114	81,9161677	5,12E+14	30
11/03/2015	9:56:34	3	0,5	30	2245,509	2,245509	22,45509	64,6706586	4,04E+14	30
11/03/2015	10:11:56	1	0,8333	50	3742,515	3,742515	37,42515	107,784431	6,74E+14	30
11/03/2015	11:14:26	3	1,0667	64	4790,419	4,790419	47,904192	137,964072	8,62E+14	30
11/03/2015	12:36:19	2	0,9	54	4041,916	4,041916	40,419162	116,407186	7,28E+14	30
11/03/2015	14:37:24	0	0,7333	44	3293,413	3,293413	32,934132	94,8502993	5,93E+14	30
11/03/2015	15:48:28	1	0,8667	52	3892,216	3,892216	38,922156	112,095808	7,01E+14	30
11/03/2015	16:29:36	3	0,9667	58	4341,317	4,341317	43,413174	125,02994	7,81E+14	30
<b>Promedio</b>								<b>91,0778443</b>	<b>5,69E+14</b>	

Fuente: Autor.

En la tabla 4-5 se puede observar que algunos valores de la radiación de los rayos X sobrepasan la dosis equivalente límite permitida por la Nota Técnica de Prevención 614 que en este caso para el cristalino es de 150 mSv/año oficial, entonces según la evaluación que se realizó en el área externa de trabajo en un proceso de soldadura por arco TIG durante un mes en ocho horas de trabajo al día un trabajador estuvo expuesto a la radiación ionizante rayos X de 172,46 mSv/año oficial valor máximo. En el área externa de soldadura existe un promedio de radiación X de 91,077 mSv/año oficial como se observa en la figura 4-6, con el valor promedio se procede a calcular la dosis de esta radiación de la siguiente forma: Primero se establece un rango de dosis adimensional, el cual permite tomar medidas de protección si el caso amerita para cada parte del cuerpo humano tanto en el área externa como interna de trabajo con soldadura.

0 – 0,5 Dosis baja (Hay que considerar protección).

0,5 – 1 Dosis moderada (Afecta y es necesario protección).

> 1 Dosis elevada (Afecta y necesita intervención de inmediato).

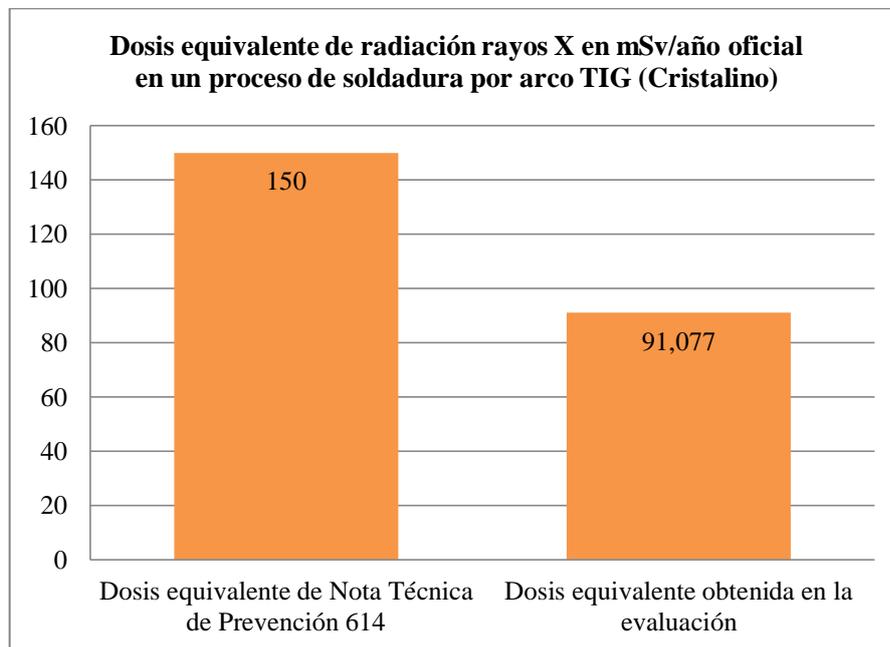
La dosis se calcula con el indicador  $Dosis = \frac{Dosis\ equivalente\ obtenida}{Dosis\ equivalente\ de\ la\ NTP\ 614}$ , con el valor obtenido de este indicador comparamos con el rango de dosis.

$$Dosis = \frac{91,077\text{mSv/año oficial}}{150\text{ mSv/año oficial}} = 0,607$$

Esta dosis es moderada y necesita protección en esta parte del cristalino (Cara), esta dosis es diferente de la dosis equivalente, ya que con el valor calculado no se puede verificar los efectos biológicos que produce esta radiación por lo que para verificar si la radiación rayos X está incidiendo en la salud del soldador se utilizó la dosis equivalente.

En un año oficial un trabajador en el área externa de trabajo con soldadura recibirá una emisión de energía producida por la radiación X de 5,69E+14 KeV/ kg año oficial, en valor promedio. De tal manera que se comprueba que los tipos de radiación ionizante indirecta (rayos X) que son generados por fotones generan energías superiores a 10 keV, como se observa en la figura 4-7, para el cristalino.

Para esta investigación el equipo Inspector EXP, detector de radiaciones ionizantes proporciona la “dosis equivalente” lo cual permite comparar de forma directa con la Nota Técnica de prevención 614 como se observa en la figura 4-6, ya que las dosis equivalentes están en mSv/ año oficial. Por lo que se utilizó los datos en dosis equivalente para toda la evaluación y se hizo la comparación con la dosis equivalente de la nota y la dosis equivalente obtenida en los puestos de trabajo con soldadura en el área externa e interna, dentro de un proceso de soldadura por arco TIG.



**Figura 4-6** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el cristalino (Área externa)

**Fuente:** Autor.

La figura 4-6 muestra la dosis equivalente limite permitida que proporciona la Nota Técnica de prevención 614 (NTP 614), y la dosis equivalente promedio que se obtuvo en la evaluación de radiación ionizante rayos X.

**Tabla 4-6** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Antebrazo.

<b>Evaluación Rayos X (Área Externa de soldadura) ; Antebrazo</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
		 Valor mínimo			 Valor máximo					
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	µr/h	mR/h	µSv/h	mSv/año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	8:21:06	2	0,08	6	574,85	0,57485	5,7485	16,5556915	1,03E+14	30
11/02/2015	9:19:35	1	0,08	6	574,85	0,57485	5,7485	16,5556915	1,03E+14	30
11/02/2015	10:15:12	2	0,08	6	574,85	0,57485	5,7485	16,5556915	1,03E+14	30
11/02/2015	11:17:19	3	0,12	8	862,28	0,86228	8,6228	24,8335373	1,55E+14	30
11/02/2015	12:19:14	1	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
11/02/2015	14:23:21	0	0,36	20	2586,8	2,58683	25,868	74,5006003	4,66E+14	30
11/02/2015	15:25:18	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
11/02/2015	16:32:20	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30

12/02/2015	8:19:31	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
12/02/2015	9:17:39	1	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
12/02/2015	10:16:54	1	0	0	0	0	0	0	0	30
12/02/2015	11:47:35	8	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
12/02/2015	12:13:23	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
12/02/2015	14:55:11	1	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
12/02/2015	15:34:19	1	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
12/02/2015	16:12:28	1	0,52	28	3736,5	3,73653	37,365	107,611972	6,73E+14	30
13/02/2015	8:39:17	2	0,56	30	4024	4,02395	40,24	115,889818	7,24E+14	30
13/02/2015	9:51:21	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
13/02/2015	10:20:09	2	0,68	36	4886,2	4,88623	48,862	140,723355	8,80E+14	30
13/02/2015	11:19:34	1	0,68	36	4886,2	4,88623	48,862	140,723355	8,80E+14	30
13/02/2015	12:35:01	2	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
13/02/2015	14:36:18	1	0,8	42	5748,5	5,7485	57,485	165,556881	1,03E+15	30

13/02/2015	15:28:37	0	0,84	44	6035,9	6,03593	60,359	173,834726	1,09E+15	30
13/02/2015	16:17:34	0	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
16/02/2015	8:37:10	2	0,68	36	4886,2	4,88623	48,862	140,723355	8,80E+14	30
16/02/2015	9:49:02	0	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
16/02/2015	10:33:24	1	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
16/02/2015	11:57:22	1	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
16/02/2015	12:20:09	3	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
16/02/2015	14:17:18	0	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
16/02/2015	15:15:38	1	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
16/02/2015	16:43:11	5	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
18/02/2015	8:38:03	0	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
18/02/2015	9:49:15	2	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
18/02/2015	10:27:18	0	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30

18/02/2015	11:09:12	0	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
18/02/2015	12:36:57	0	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
18/02/2015	14:49:19	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
18/02/2015	15:10:10	5	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
18/02/2015	16:33:23	3	1,2	62	8622,8	8,62276	86,228	248,335327	1,55E+15	30
19/02/2015	8:56:39	5	1,12	58	8047,9	8,0479	80,479	231,779635	1,45E+15	30
19/02/2015	9:36:43	5	1,12	58	8047,9	8,0479	80,479	231,779635	1,45E+15	30
19/02/2015	10:28:18	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
19/02/2015	11:56:16	2	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
19/02/2015	12:12:13	5	1,6	82	11497	11,497	114,97	331,113773	2,07E+15	30
19/02/2015	14:46:21	5	1,12	58	8047,9	8,0479	80,479	231,779635	1,45E+15	30
19/02/2015	15:39:22	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
19/02/2015	16:24:53	1	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30

20/02/2015	8:37:18	3	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
20/02/2015	9:57:15	2	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
20/02/2015	10:23:06	1	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
20/02/2015	11:55:41	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
20/02/2015	12:38:15	1	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
20/02/2015	14:49:26	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
20/02/2015	15:56:45	5	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
20/02/2015	16:26:17	1	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
23/02/2015	8:17:11	1	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
23/02/2015	9:48:16	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
23/02/2015	10:18:27	2	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
23/02/2015	11:23:46	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
23/02/2015	12:48:20	0	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30

23/02/2015	14:37:11	3	1,2	62	8622,8	8,62276	86,228	248,335327	1,55E+15	30
23/02/2015	15:32:18	2	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
23/02/2015	16:24:13	4	0,36	20	2586,8	2,58683	25,868	74,5006003	4,66E+14	30
24/02/2015	8:20:12	5	0,52	28	3736,5	3,73653	37,365	107,611972	6,73E+14	30
24/02/2015	9:55:18	2	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
24/02/2015	10:24:19	0	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
24/02/2015	11:35:05	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
24/02/2015	12:45:17	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
24/02/2015	14:34:12	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
24/02/2015	15:13:04	1	0	0	0	0	0	0	0	30
24/02/2015	16:40:34	1	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
25/02/2015	8:58:06	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
25/02/2015	9:27:12	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30

25/02/2015	10:11:54	5	1,2	62	8622,8	8,62276	86,228	248,335327	1,55E+15	30
25/02/2015	11:10:03	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
25/02/2015	12:11:36	2	0,56	30	4024	4,02395	40,24	115,889818	7,24E+14	30
25/02/2015	14:54:57	0	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
25/02/2015	15:13:23	5	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
25/02/2015	16:24:26	1	0,48	26	3449,1	3,4491	34,491	99,3341261	6,21E+14	30
26/02/2015	8:32:28	2	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
26/02/2015	9:37:07	2	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
26/02/2015	10:13:57	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
26/02/2015	11:19:10	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
26/02/2015	12:24:21	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
26/02/2015	14:54:16	4	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
26/02/2015	15:22:38	1	0,52	28	3736,5	3,73653	37,365	107,611972	6,73E+14	30

26/02/2015	16:25:10	1	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
27/02/2015	8:55:01	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
27/02/2015	9:27:47	5	1,6	82	11497	11,497	114,97	331,113773	2,07E+15	30
27/02/2015	10:26:07	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
27/02/2015	11:45:58	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
27/02/2015	12:24:11	0	0,4	22	2874,3	2,87425	28,743	82,7784461	5,17E+14	30
27/02/2015	14:47:01	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
27/02/2015	15:55:54	2	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
27/02/2015	16:29:36	3	1,2	62	8622,8	8,62276	86,228	248,335327	1,55E+15	30
02/03/2015	8:47:12	1	0,52	28	3736,5	3,73653	37,365	107,611972	6,73E+14	30
02/03/2015	9:31:10	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
02/03/2015	10:12:34	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
02/03/2015	11:29:25	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30

02/03/2015	12:05:27	4	0,36	20	2586,8	2,58683	25,868	74,5006003	4,66E+14	30
02/03/2015	14:39:02	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
02/03/2015	15:30:11	0	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
02/03/2015	16:38:02	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
03/03/2015	8:29:39	2	0	0	0	0	0	0	0	30
03/03/2015	9:38:58	3	0,08	6	574,85	0,57485	5,7485	16,5556915	1,03E+14	30
03/03/2015	10:49:59	2	0,56	30	4024	4,02395	40,24	115,889818	7,24E+14	30
03/03/2015	11:19:01	1	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
03/03/2015	12:17:37	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
03/03/2015	14:29:10	2	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
03/03/2015	15:20:02	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
03/03/2015	16:12:56	3	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
04/03/2015	8:18:13	1	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30

04/03/2015	9:39:08	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
04/03/2015	10:19:06	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
04/03/2015	11:55:53	2	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
04/03/2015	12:18:58	0	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
04/03/2015	14:37:19	5	1,6	82	11497	11,497	114,97	331,113773	2,07E+15	30
04/03/2015	15:19:29	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
04/03/2015	16:20:18	1	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
05/03/2015	8:28:19	2	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30
05/03/2015	9:36:55	2	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
05/03/2015	10:06:59	0	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
05/03/2015	11:19:48	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
05/03/2015	12:47:55	1	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
05/03/2015	14:37:43	5	1,6	82	11497	11,497	114,97	331,113773	2,07E+15	30

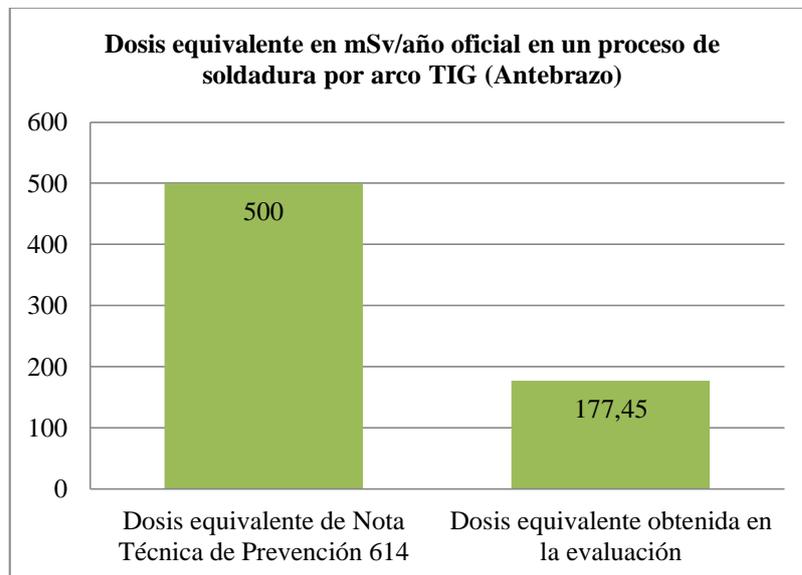
05/03/2015	15:46:37	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
05/03/2015	16:36:58	2	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
06/03/2015	8:37:57	2	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
06/03/2015	9:28:14	2	0,8	42	5748,5	5,7485	57,485	165,556881	1,03E+15	30
06/03/2015	10:18:55	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
06/03/2015	11:20:18	1	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
06/03/2015	12:23:56	0	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
06/03/2015	14:50:28	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
06/03/2015	15:10:01	5	1,6	82	11497	11,497	114,97	331,113773	2,07E+15	30
06/03/2015	16:13:51	4	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30
09/03/2015	8:29:56	1	0,52	28	3736,5	3,73653	37,365	107,611972	6,73E+14	30
09/03/2015	9:44:48	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
09/03/2015	10:29:37	1	0,76	40	5461,1	5,46108	54,611	157,279046	9,83E+14	30

09/03/2015	11:27:39	0	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
09/03/2015	12:18:28	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
09/03/2015	14:58:18	4	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
09/03/2015	15:39:15	1	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
09/03/2015	16:16:13	2	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
10/03/2015	8:47:17	1	0	0	0	0	0	0	0	30
10/03/2015	9:27:16	3	0,24	14	1724,6	1,72455	17,246	49,667063	3,10E+14	30
10/03/2015	10:17:24	2	0,56	30	4024	4,02395	40,24	115,889818	7,24E+14	30
10/03/2015	11:19:31	2	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
10/03/2015	12:28:55	3	0,92	48	6610,8	6,61078	66,108	190,390418	1,19E+15	30
10/03/2015	14:36:16	2	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
10/03/2015	15:58:17	3	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
10/03/2015	16:17:55	5	1,48	76	10635	10,6347	106,35	306,280236	1,91E+15	30

11/03/2015	8:26:55	1	0	0	0	0	0	0	0	30
11/03/2015	9:58:27	3	0,6	32	4311,4	4,31138	43,114	124,167663	7,76E+14	30
11/03/2015	10:12:27	1	1	52	7185,6	7,18563	71,856	206,946109	1,29E+15	30
11/03/2015	11:15:28	3	1,28	66	9197,6	9,1976	91,976	264,891018	1,66E+15	30
11/03/2015	12:37:21	2	1,08	56	7760,5	7,76048	77,605	223,501801	1,40E+15	30
11/03/2015	14:38:18	0	0,88	46	6323,4	6,32335	63,234	182,112572	1,14E+15	30
11/03/2015	15:49:57	1	1,04	54	7473,1	7,47305	74,731	215,223955	1,35E+15	30
11/03/2015	16:30:52	3	1,16	60	8335,3	8,33533	83,353	240,057481	1,50E+15	30
<b>Promedio</b>								<b>177,456287</b>	<b>1,11E+15</b>	

Fuente: Autor.

Los datos de la evaluación de las radiaciones ionizantes radiación rayos X de la tabla 4-6, se observa que la dosis equivalente a la cual está expuesto un trabajador en un día de su jornada laboral está en 331,11 mSv/año oficial valor máximo en el área externa de trabajo, que al comparar con la dosis equivalente permitida por la Nota Técnica de prevención 614 de protección contra estas radiaciones para la parte del antebrazo del cuerpo humano la dosis equivalente permitida está en 500 mSv/año oficial. Al determinar un promedio de radiación X que se genera en el área externa de trabajo para el antebrazo del cuerpo humano del trabajador que opera en este proceso de soldadura por arco TIG es de 177,45 mSv/año oficial, los valores de la nota y los valores obtenidos en la evolución de la radiación rayos X se representan en la figura 4-7.



**Figura 4-7** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el antebrazo (Área externa)

**Fuente:** Autor.

La dosis adimensional se procede a calcular utilizando los mismos rangos que se utilizó para calcular la dosis para el cristalino ahora se calcula para el antebrazo en el área externa de soldadura utilizando el valor de la dosis equivalente promedio obtenido en la evaluación sobre el valor de la Nota Técnica de prevención 614 de la siguiente forma:

$Dosis = \frac{177,45 \text{ mSv/año oficial}}{500 \text{ mSv/año oficial}} = 0,355$ , esta dosis se ubica en un rango de dosis baja, pero hay que considerar que necesita protección aunque la dosis sea baja para garantizar al trabajador su integridad física en este puesto de trabajo con soldadura.

Esta dosis adimensional permite conocer la medida de protección que hay que tomar frente a este riesgo físico como son las radiaciones ionizantes, para cada parte del cuerpo que se evaluó.

De igual manera que en el caso del cristalino en la parte del antebrazo existe un nivel de energía provocada por la radiación rayos X superior a 10 KeV como se puede observar en valor promedio de energía de  $1,11 \times 10^{15}$  KeV/kg año oficial, este valor es elevado por la porque es en un año oficial.

**Tabla 4-7** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Tobillo

<b>Evaluación Rayos X (Área Externa de soldadura) ; Tobillo</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
		 Valor mínimo			 Valor máximo					
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	μr/h	mR/h	μSv/h	mSv/año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	8:22:55	2	0	0	0	0	0	0	0	30
11/02/2015	9:21:17	3	0,09	7	727,5	0,7275	7,27545	20,9532874	1,31E+14	30
11/02/2015	10:17:48	3	0,06	5	485	0,485	4,8503	13,9688582	8,73E+13	30
11/02/2015	11:19:08	3	0,09	7	727,5	0,7275	7,27545	20,9532874	1,31E+14	30
11/02/2015	12:21:48	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
11/02/2015	14:26:25	0	0,27	19	2183	2,1826	21,8263	62,859875	3,93E+14	30
11/02/2015	15:27:18	0	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
11/02/2015	16:34:55	0	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30

12/02/2015	8:22:45	1	0	0	0	0	0	0	0	30
12/02/2015	9:18:55	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
12/02/2015	10:18:10	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
12/02/2015	11:49:18	8	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
12/02/2015	12:14:55	0	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
12/02/2015	14:59:02	1	0,36	25	2910	2,9102	29,1018	83,8131754	5,24E+14	30
12/02/2015	15:36:18	5	0,36	25	2910	2,9102	29,1018	83,8131754	5,24E+14	30
12/02/2015	16:14:29	1	0,39	27	3153	3,1527	31,5269	90,7976045	5,67E+14	30
13/02/2015	8:41:38	2	0,42	29	3395	3,3952	33,9521	97,7820336	6,11E+14	30
13/02/2015	9:54:18	0	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
13/02/2015	10:22:19	2	0,51	35	4123	4,1228	41,2275	118,735334	7,42E+14	30
13/02/2015	11:23:28	1	0,51	35	4123	4,1228	41,2275	118,735334	7,42E+14	30
13/02/2015	12:38:11	3	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
13/02/2015	14:39:18	1	0,6	41	4850	4,8503	48,503	139,688621	8,73E+14	30

13/02/2015	15:29:55	0	0,63	43	5093	5,0928	50,9281	146,67305	9,17E+14	30
13/02/2015	16:19:26	0	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
16/02/2015	8:39:16	2	0	0	0	0	0	0	0	30
16/02/2015	9:51:20	0	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
16/02/2015	10:35:09	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
16/02/2015	11:58:28	1	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
16/02/2015	12:20:09	2	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
16/02/2015	14:17:18	0	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
16/02/2015	15:17:58	1	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
16/02/2015	16:45:16	1	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
18/02/2015	8:39:49	0	0,78	53	6305	6,3054	63,0539	181,595209	1,14E+15	30
18/02/2015	9:53:43	2	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
18/02/2015	10:28:48	0	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30

18/02/2015	11:11:15	0	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
18/02/2015	12:37:58	0	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
18/02/2015	14:51:43	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
18/02/2015	15:12:08	4	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
18/02/2015	16:35:24	3	0,9	61	7275	7,2754	72,7545	209,532938	1,31E+15	30
19/02/2015	8:59:38	5	0,84	57	6790	6,7904	67,9042	195,564067	1,22E+15	30
19/02/2015	9:38:19	5	0,84	57	6790	6,7904	67,9042	195,564067	1,22E+15	30
19/02/2015	10:29:38	20	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
19/02/2015	11:57:21	2	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
19/02/2015	12:14:13	5	1,2	81	9701	9,7006	97,006	279,377243	1,75E+15	30
19/02/2015	14:48:06	5	0,84	57	6790	6,7904	67,9042	195,564067	1,22E+15	30
19/02/2015	15:41:27	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
19/02/2015	16:27:04	1	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30

20/02/2015	8:39:05	3	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
20/02/2015	9:59:37	2	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
20/02/2015	10:24:55	1	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
20/02/2015	11:56:59	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
20/02/2015	12:39:19	1	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
20/02/2015	14:51:56	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
20/02/2015	15:58:43	5	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
20/02/2015	16:28:15	3	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
23/02/2015	8:18:55	1	0,36	25	2910	2,9102	29,1018	83,8131754	5,24E+14	30
23/02/2015	9:49:03	0	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
23/02/2015	10:19:31	2	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
23/02/2015	11:25:28	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
23/02/2015	12:49:53	0	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30

23/02/2015	14:39:32	3	0,9	61	7275	7,2754	72,7545	209,532938	1,31E+15	30
23/02/2015	15:34:01	2	0,36	25	2910	2,9102	29,1018	83,8131754	5,24E+14	30
23/02/2015	16:27:14	4	0,27	19	2183	2,1826	21,8263	62,859875	3,93E+14	30
24/02/2015	8:22:38	1	0,39	27	3153	3,1527	31,5269	90,7976045	5,67E+14	30
24/02/2015	9:58:45	2	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
24/02/2015	10:26:17	0	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
24/02/2015	11:37:16	2	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
24/02/2015	12:46:56	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
24/02/2015	14:36:05	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
24/02/2015	15:15:06	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
24/02/2015	16:43:39	1	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
25/02/2015	8:58:58	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
25/02/2015	9:28:58	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30

25/02/2015	10:13:55	5	0,9	61	7275	7,2754	72,7545	209,532938	1,31E+15	30
25/02/2015	11:12:28	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
25/02/2015	12:13:41	2	0,42	29	3395	3,3952	33,9521	97,7820336	6,11E+14	30
25/02/2015	14:56:18	0	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
25/02/2015	15:14:59	5	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
25/02/2015	16:26:29	1	0,36	25	2910	2,9102	29,1018	83,8131754	5,24E+14	30
26/02/2015	8:34:48	2	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
26/02/2015	9:39:10	2	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
26/02/2015	10:15:10	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
26/02/2015	11:23:46	2	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
26/02/2015	12:27:12	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
26/02/2015	14:57:56	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
26/02/2015	15:23:31	1	0,39	27	3153	3,1527	31,5269	90,7976045	5,67E+14	30

26/02/2015	16:26:55	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
27/02/2015	8:58:17	0	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
27/02/2015	9:26:26	5	1,2	81	9701	9,7006	97,006	279,377243	1,75E+15	30
27/02/2015	10:29:16	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
27/02/2015	11:47:18	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
27/02/2015	12:25:55	0	0,3	21	2425	2,4251	24,2515	69,8443171	4,37E+14	30
27/02/2015	14:49:42	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
27/02/2015	15:58:10	2	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
27/02/2015	16:31:26	3	0,9	61	7275	7,2754	72,7545	209,532938	1,31E+15	30
02/03/2015	8:48:55	1	0,39	27	3153	3,1527	31,5269	90,7976045	5,67E+14	30
02/03/2015	9:33:19	4	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
02/03/2015	10:14:28	1	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
02/03/2015	11:30:57	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30

02/03/2015	12:07:18	4	0,27	19	2183	2,1826	21,8263	62,859875	3,93E+14	30
02/03/2015	14:40:50	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
02/03/2015	15:33:15	0	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
02/03/2015	16:39:51	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
03/03/2015	8:31:28	3	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
03/03/2015	9:39:58	3	0,06	5	485	0,485	4,8503	13,9688582	8,73E+13	30
03/03/2015	10:51:08	2	0,42	29	3395	3,3952	33,9521	97,7820336	6,11E+14	30
03/03/2015	11:21:10	1	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
03/03/2015	12:18:58	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
03/03/2015	14:31:19	2	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
03/03/2015	15:22:57	0	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
03/03/2015	16:15:01	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
04/03/2015	8:20:59	1	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30

04/03/2015	9:40:28	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
04/03/2015	10:28:38	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
04/03/2015	11:57:02	2	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
04/03/2015	12:19:54	0	0,78	53	6305	6,3054	63,0539	181,595209	1,14E+15	30
04/03/2015	14:41:10	5	1,2	81	9701	9,7006	97,006	279,377243	1,75E+15	30
04/03/2015	15:21:19	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
04/03/2015	16:22:48	1	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
05/03/2015	8:29:55	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30
05/03/2015	9:38:01	2	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
05/03/2015	10:10:28	0	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
05/03/2015	11:21:34	0	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
05/03/2015	12:49:59	1	0,78	53	6305	6,3054	63,0539	181,595209	1,14E+15	30
05/03/2015	14:37:43	5	1,2	81	9701	9,7006	97,006	279,377243	1,75E+15	30

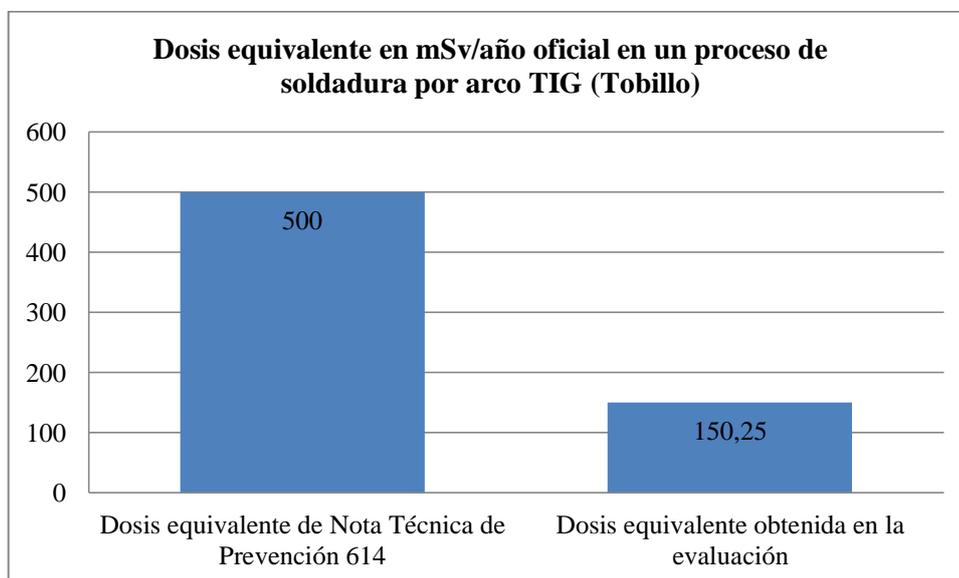
05/03/2015	15:49:56	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
05/03/2015	16:33:28	2	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
06/03/2015	8:38:50	2	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
06/03/2015	9:29:58	2	0,6	41	4850	4,8503	48,503	139,688621	8,73E+14	30
06/03/2015	10:19:28	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
06/03/2015	11:22:10	1	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
06/03/2015	12:25:13	0	0,78	53	6305	6,3054	63,0539	181,595209	1,14E+15	30
06/03/2015	14:51:16	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
06/03/2015	15:13:18	20	1,2	81	9701	9,7006	97,006	279,377243	1,75E+15	30
06/03/2015	16:14:55	2	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30
09/03/2015	8:31:27	1	0,39	27	3153	3,1527	31,5269	90,7976045	5,67E+14	30
09/03/2015	9:46:40	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
09/03/2015	10:31:35	1	0,57	39	4608	4,6078	46,0778	132,704192	8,29E+14	30

09/03/2015	11:28:57	0	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
09/03/2015	12:19:48	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
09/03/2015	14:59:28	4	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
09/03/2015	15:40:29	1	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
09/03/2015	16:17:03	2	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
10/03/2015	8:49:24	1	0	0	0	0	0	0	0	30
10/03/2015	9:29:57	3	0,18	13	1455	1,4551	14,5509	41,9065877	2,62E+14	30
10/03/2015	10:19:59	2	0,42	29	3395	3,3952	33,9521	97,7820336	6,11E+14	30
10/03/2015	11:22:13	2	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
10/03/2015	12:29:58	3	0,69	47	5578	5,5778	55,7784	160,641922	1,00E+15	30
10/03/2015	14:38:29	2	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
10/03/2015	15:59:26	3	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
10/03/2015	16:19:51	1	1,11	75	8973	8,9731	89,7305	258,423955	1,62E+15	30

11/03/2015	8:28:29	1	0	0	0	0	0	0	0	30
11/03/2015	9:59:59	2	0,45	31	3638	3,6377	36,3772	104,766463	6,55E+14	30
11/03/2015	10:15:17	1	0,75	51	6063	6,0629	60,6287	174,61078	1,09E+15	30
11/03/2015	11:17:23	3	0,96	65	7760	7,7605	77,6048	223,501797	1,40E+15	30
11/03/2015	12:39:52	2	0,81	55	6548	6,5479	65,479	188,579638	1,18E+15	30
11/03/2015	14:39:06	1	0,66	45	5335	5,3353	53,3533	153,65748	9,60E+14	30
11/03/2015	15:51:29	2	0,78	53	6305	6,3054	63,0539	181,595209	1,14E+15	30
11/03/2015	16:33:55	3	0,87	59	7033	7,0329	70,3293	202,548509	1,27E+15	30
<b>Promedio</b>								<b>150,252575</b>	<b>9,39E+14</b>	

Fuente: Autor.

La tabla 4-7 la evaluación de radiación rayos X, para la parte del tobillo en el área externa de trabajo de un puesto con soldadura por arco TIG dio como resultado la dosis equivalente a la cual se encuentra expuesto el trabajador en su jornada laboral de ocho horas diarias un valor máximo de 279,37 mSv/año oficial, valor que al comparar con la dosis equivalente permitida por la Nota Técnica de prevención 614 para esta parte del cuerpo humano es de 500 mSv/año oficial, y el promedio de dosis equivalente de radiación ionizante rayos X a la cual estuvo expuesto el trabajador en esta área durante un mes que se realizó la evaluación es muy baja a la dosis equivalente permitida por la nota siendo 150,25 mSv/año oficial como se observa en la figura 4-8 .



**Figura 4-8** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el tobillo (Área externa)

**Fuente:** Autor.

La dosis adimensional para el tobillo en el área externa de trabajo con soldadura por arco TIG es la siguiente:

$$Dosis = \frac{150,25 \text{ mSv/año oficial}}{500 \text{ mSv/año oficial}} = 0,301$$

La dosis es 0,301 por lo que corresponde a una dosis baja, pero como ya se ha dicho anteriormente hay que tomar medidas de protección con el objetivo siempre

de garantizar la salud del trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura aunque la dosis sea baja y pueda o no causar daños.

El nivel de energía de la radiación ionizante rayos X que muestra la tabla 4-7 en un valor promedio en la parte del tobillo correspondiente al cuerpo humano de un trabajador que opera en un proceso de soldadura por arco TIG en el área externa de trabajo es de  $9,39E+14$  KeV/ kg año oficial, siendo superior a 10 KeV lo cual permite verificar lo descrito por el autor (Cherry, 1998), referente al nivel de energía de esta radiación ionizante rayos X.

#### **4.2.2.3 Interpretación de la evaluación de las radiaciones ionizantes, rayos X área interna.**

Al igual que para el área externa de trabajo la evaluación de la radiación ionizante de rayos X se realizó en el área interna de un puesto de trabajo con soldadura, en un proceso de fabricación de un tanque de transporte de leche, las mediciones se realizaron durante un mes dentro de un día laborable se tomaron cinco mediciones en el día mientras el trabajador realizaba su trabajo en el interior de este tanque.

Para la evaluación de las radiaciones ionizantes en el área interior también se consideraron las mismas partes del cuerpo humano del trabajador que realiza un proceso de soldadura por arco TIG, para posteriormente los valores de la dosis equivalente medidos en esta área sean analizados con los valores permitidos por la Nota Técnica de prevención 614 de protección contra radiaciones.

Las tablas que se presentan a continuación revelan resultados de la evaluación de radiación rayos X en la empresa INOX – TEC de la ciudad de Latacunga.

**Tabla 4-8** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Cristalino.

<b>Evaluación Rayos X (Área Interna de soldadura) ; Cristalino</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
				Valor mínimo		Valor máximo				
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	µr/h	mR/h	µSv/h	mSv/ año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	10:10:24	66	1,4	84	754,491	0,75449	7,54491	21,72934	1,36E+14	30
11/02/2015	11:28:56	26	1,5	90	808,383	0,80838	8,08383	23,28144	1,46E+14	30
11/02/2015	12:06:18	16	3,7	222	1994,01	1,99401	19,9401	57,42755	3,59E+14	30
11/02/2015	15:28:57	4	4,5333	272	2443,11	2,44311	24,4311	70,36168	4,40E+14	30
11/02/2015	16:10:19	6	5,0333	302	2712,57	2,71257	27,1257	78,12216	4,88E+14	30
12/02/2015	8:35:28	5	5,1333	308	2766,47	2,76647	27,6647	79,67425	4,98E+14	30
12/02/2015	9:48:34	8	5,2667	316	2838,32	2,83832	28,3832	81,74371	5,11E+14	30

12/02/2015	10:27:29	26	6,3333	380	3413,17	3,41317	34,1317	98,2994	6,14E+14	30
12/02/2015	11:54:29	36	7,2	432	3880,24	3,88024	38,8024	111,7509	6,98E+14	30
12/02/2015	12:52:09	33	8,0667	484	4347,31	4,34731	43,4731	125,2024	7,83E+14	30
13/02/2015	8:57:13	4	4,5333	272	2443,11	2,44311	24,4311	70,36168	4,40E+14	30
13/02/2015	11:38:31	33	10,333	620	5568,86	5,56886	55,6886	160,3832	1,00E+15	30
13/02/2015	14:29:43	27	5,7667	346	3107,78	3,10778	31,0778	89,50419	5,59E+14	30
13/02/2015	15:27:11	26	6,3333	380	3413,17	3,41317	34,1317	98,2994	6,14E+14	30
13/02/2015	16:47:15	33	10,333	620	5568,86	5,56886	55,6886	160,3832	1,00E+15	30
16/02/2015	8:45:18	43	11,533	692	6215,57	6,21557	62,1557	179,0084	1,12E+15	30
16/02/2015	9:37:56	40	12,633	758	6808,38	6,80838	68,0838	196,0814	1,23E+15	30
16/02/2015	11:27:54	32	14,033	842	7562,87	7,56287	75,6287	217,8108	1,36E+15	30
16/02/2015	15:53:13	28	15,333	920	8263,47	8,26347	82,6347	237,988	1,49E+15	30
16/02/2015	16:12:26	19	16,4	984	8838,32	8,83832	88,3832	254,5437	1,59E+15	30
18/02/2015	9:17:09	15	17,267	1036	9305,39	9,30539	93,0539	267,9952	1,67E+15	30

18/02/2015	10:29:46	23	17,9	1074	9646,71	9,64671	96,4671	277,8251	1,74E+15	30
18/02/2015	11:29:28	14	18,4	1104	9916,17	9,91617	99,1617	285,5856	1,78E+15	30
18/02/2015	14:28:19	17	19,167	1150	10329,3	10,3293	103,293	297,485	1,86E+15	30
18/02/2015	15:58:48	9	19,5	1170	10509	10,509	105,09	302,6587	1,89E+15	30
19/02/2015	9:25:18	10	20,033	1202	10796,4	10,7964	107,964	310,9365	1,94E+15	30
19/02/2015	12:52:09	33	8,0667	484	4347,31	4,34731	43,4731	125,2024	7,83E+14	30
19/02/2015	14:27:56	4	20,567	1234	11083,8	11,0838	110,838	319,2144	2,00E+15	30
19/02/2015	15:10:35	38	9,2667	556	4994,01	4,99401	49,9401	143,8275	8,99E+14	30
19/02/2015	16:29:29	18	5,6333	338	3035,93	3,03593	30,3593	87,43473	5,46E+14	30
20/02/2015	8:26:34	9	20,4	1224	10994	10,994	109,94	316,6275	1,98E+15	30
20/02/2015	10:24:29	7	20,367	1222	10976	10,976	109,76	316,1102	1,98E+15	30
20/02/2015	11:46:29	4	20,233	1214	10904,2	10,9042	109,042	314,0407	1,96E+15	30
20/02/2015	12:32:16	9	20,4	1224	10994	10,994	109,94	316,6275	1,98E+15	30

20/02/2015	15:48:41	2	20,733	1234	11083,8	11,0838	110,838	319,2144	2,00E+15	30
23/02/2015	9:28:19	2	20,7	1242	11155,7	11,1557	111,557	321,2838	2,01E+15	30
23/02/2015	10:17:46	5	18,567	1114	10006	10,006	100,06	288,1725	1,80E+15	30
23/02/2015	11:54:23	2	17,767	1066	9574,85	9,57485	95,7485	275,7557	1,72E+15	30
23/02/2015	14:47:33	4	17,4	1044	9377,25	9,37725	93,7725	270,0647	1,69E+15	30
23/02/2015	15:51:43	4	17,333	1040	9341,32	9,34132	93,4132	269,0299	1,68E+15	30
24/02/2015	8:47:29	4	17,267	1036	9305,39	9,30539	93,0539	267,9952	1,67E+15	30
24/02/2015	9:18:47	10	17,233	1034	9287,43	9,28743	92,8743	267,4778	1,67E+15	30
24/02/2015	10:28:37	4	17,1	1026	9215,57	9,21557	92,1557	265,4084	1,66E+15	30
24/02/2015	11:37:49	3	17,267	1036	9305,39	9,30539	93,0539	267,9952	1,67E+15	30
24/02/2015	15:45:38	8	16,8	1008	9053,89	9,05389	90,5389	260,7521	1,63E+15	30
25/02/2015	8:39:56	5	16	960	8622,75	8,62275	86,2275	248,3353	1,55E+15	30
25/02/2015	9:45:54	4	15,4	924	8299,4	8,2994	82,994	239,0228	1,49E+15	30

25/02/2015	11:13:10	3	14,367	862	7742,51	7,74251	77,4251	222,9844	1,39E+15	30
25/02/2015	12:21:24	3	13,4	804	7221,56	7,22156	72,2156	207,9808	1,30E+15	30
25/02/2015	14:27:18	4	12,233	734	6592,81	6,59281	65,9281	189,8731	1,19E+15	30
26/02/2015	10:35:12	1	11,233	674	6053,89	6,05389	60,5389	174,3521	1,09E+15	30
26/02/2015	12:19:37	5	9,9333	596	5353,29	5,35329	53,5329	154,1749	9,64E+14	30
26/02/2015	14:56:13	2	8,6333	518	4652,69	4,65269	46,5269	133,9976	8,37E+14	30
26/02/2015	15:21:11	3	7,7333	464	4167,66	4,16766	41,6766	120,0287	7,50E+14	30
26/02/2015	16:11:06	2	6,8667	412	3700,6	3,7006	37,006	106,5772	6,66E+14	30
27/02/2015	8:48:37	2	6,3333	380	3413,17	3,41317	34,1317	98,2994	6,14E+14	30
27/02/2015	9:17:34	1	5,9	354	3179,64	3,17964	31,7964	91,57365	5,72E+14	30
27/02/2015	11:28:19	3	5,2	312	2802,4	2,8024	28,024	80,70898	5,04E+14	30
27/02/2015	14:45:34	3	4,7667	286	2568,86	2,56886	25,6886	73,98323	4,62E+14	30
27/02/2015	16:29:19	13	4,3	258	2317,37	2,31737	23,1737	66,74012	4,17E+14	30

02/03/2015	9:18:31	9	4,1	246	2209,58	2,20958	22,0958	63,63593	3,98E+14	30
02/03/2015	10:36:27	0	4,2	252	2263,47	2,26347	22,6347	65,18802	4,07E+14	30
02/03/2015	12:17:38	3	4,3667	262	2353,29	2,35329	23,5329	67,77485	4,24E+14	30
02/03/2015	15:11:45	4	4,0667	244	2191,62	2,19162	21,9162	63,11856	3,94E+14	30
02/03/2015	16:16:38	8	3,9333	236	2119,76	2,11976	21,1976	61,0491	3,82E+14	30
03/03/2015	9:23:39	4	3,9333	236	2119,76	2,11976	21,1976	61,0491	3,82E+14	30
03/03/2015	11:28:27	6	4,1333	248	2227,54	2,22754	22,2754	64,15329	4,01E+14	30
03/03/2015	12:18:39	1	4,2	252	2263,47	2,26347	22,6347	65,18802	4,07E+14	30
03/03/2015	14:27:49	6	4,2333	254	2281,44	2,28144	22,8144	65,70539	4,11E+14	30
03/03/2015	15:28:56	30	4,2	252	2263,47	2,26347	22,6347	65,18802	4,07E+14	30
04/03/2015	9:12:45	2	4,2667	256	2299,4	2,2994	22,994	66,22275	4,14E+14	30
04/03/2015	11:26:37	6	5,1333	308	2766,47	2,76647	27,6647	79,67425	4,98E+14	30
04/03/2015	12:37:57	2	5,0667	304	2730,54	2,73054	27,3054	78,63952	4,91E+14	30

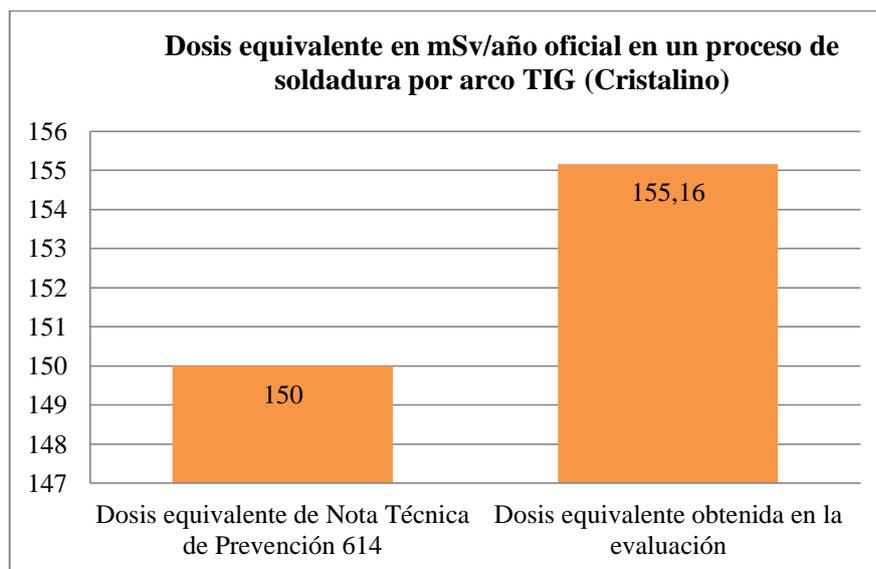
04/03/2015	15:19:38	6	4,9333	296	2658,68	2,65868	26,5868	76,57006	4,79E+14	30
04/03/2015	16:01:47	14	4,8667	292	2622,75	2,62275	26,2275	75,53533	4,72E+14	30
05/03/2015	9:16:37	13	4,9667	298	2676,65	2,67665	26,7665	77,08743	4,82E+14	30
05/03/2015	10:27:39	6	5,1667	310	2784,43	2,78443	27,8443	80,19162	5,01E+14	30
05/03/2015	11:56:18	3	5,4333	326	2928,14	2,92814	29,2814	84,33054	5,27E+14	30
05/03/2015	12:18:48	7	5,9	354	3179,64	3,17964	31,7964	91,57365	5,72E+14	30
05/03/2015	14:31:45	31	6,2667	376	3377,25	3,37725	33,7725	97,26467	6,08E+14	30
06/03/2015	8:21:49	4	6,3333	380	3413,17	3,41317	34,1317	98,2994	6,14E+14	30
06/03/2015	9:28:57	2	7,3	438	3934,13	3,93413	39,3413	113,303	7,08E+14	30
06/03/2015	11:38:29	9	7,3333	440	3952,1	3,9521	39,521	113,8204	7,11E+14	30
06/03/2015	12:15:09	6	7,3333	440	3952,1	3,9521	39,521	113,8204	7,11E+14	30
06/03/2015	15:47:11	6	7,5667	454	4077,84	4,07784	40,7784	117,4419	7,34E+14	30
09/03/2015	8:31:38	3	7,7333	464	4167,66	4,16766	41,6766	120,0287	7,50E+14	30

09/03/2015	9:28:29	6	7,8333	470	4221,56	4,22156	42,2156	121,5808	7,60E+14	30
09/03/2015	11:28:18	2	7,8333	470	4221,56	4,22156	42,2156	121,5808	7,60E+14	30
09/03/2015	14:37:12	0	7,6	456	4095,81	4,09581	40,9581	117,9593	7,37E+14	30
09/03/2015	15:32:19	2	7,3667	442	3970,06	3,97006	39,7006	114,3377	7,15E+14	30
10/03/2015	9:17:48	105	7,3667	442	3970,06	3,97006	39,7006	114,3377	7,15E+14	30
10/03/2015	10:11:04	6	7,3333	440	3952,1	3,9521	39,521	113,8204	7,11E+14	30
10/03/2015	12:18:02	3	10,7	642	5766,47	5,76647	57,6647	166,0743	1,04E+15	30
10/03/2015	14:18:39	4	10,633	638	5730,54	5,73054	57,3054	165,0395	1,03E+15	30
10/03/2015	15:12:04	1	10,6	636	5712,57	5,71257	57,1257	164,5222	1,03E+15	30
11/03/2015	8:28:39	15	10,533	632	5676,65	5,67665	56,7665	163,4874	1,02E+15	30
11/03/2015	9:28:18	3	10,533	632	5676,65	5,67665	56,7665	163,4874	1,02E+15	30
11/03/2015	11:38:29	26	10,833	650	5838,32	5,83832	58,3832	168,1437	1,05E+15	30
11/03/2015	14:48:27	0	9,9333	596	5353,29	5,35329	53,5329	154,1749	9,64E+14	30

11/03/2015	16:29:36	0	10,733	644	5784,43	5,78443	57,8443	166,5916	1,04E+15	30
<b><i>Promedio</i></b>								<b>155,16302</b>	<b>9,70E+14</b>	

**Fuente:** Autor.

En la tabla 4-8 se puede apreciar que la dosis equivalente de la evaluación alcanza valores superiores a los permitidos por la Nota Técnica de prevención 614 siendo el máximo 321,28 mSv/año oficial en un proceso de soldadura por arco TIG, según la investigación de campo que se desarrolló en la empresa INOX- TEC aquí los valores en comparación con los de la dosis equivalente del área externa de trabajo son mayores a pesar que el tiempo de exposición es menor que el del área externa. De esta manera en el área interna de trabajo la dosis equivalente límite promedio es de 155,16 mSv/año oficial de radiación X a la cual e expone un trabajador, con esta dosis equivalente promedio se puede deducir que él trabajador sobrepasa la dosis equivalente límite por la nota para esta parte del cuerpo humano que es de 150 mSv/año oficial, como se observa en la figura 4-9, esto quiere decir que la dosis equivalente evaluada supera en un 3,44% a la dosis equivalente límite por la nota técnica de prevención 614.



**Figura 4-9** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el cristalino (Área interna)

**Fuente:** Autor.

La dosis adimensional para esta parte del cuerpo humano como es el cristalino (Cara), se calcula manteniendo el mismo rango para tomar medidas de protección que se explicó en el área externa de trabajo ahora se realizó de igual forma en el área interna de trabajo con soldadura utilizando el siguiente indicador:

$$Dosis = \frac{Dosis\ equivalente\ obtenida}{Dosis\ equivalente\ de\ la\ NTP\ 614}$$

Con la dosis equivalente obtenida en la evaluación de la radiación ionizante rayos X, y la dosis equivalente límite permitida por la Nota Técnica de Prevención 614 procedemos a remplazar valores en el indicador para obtener una dosis adimensional.

$$Dosis = \frac{155,16\ mSv/año\ oficial}{150\ mSv/año\ oficial} = 1,034$$

La dosis adimensional es de 1,034 esto indica que es una dosis elevada y necesita una intervención de forma inmediata a este puesto de trabajo con soldadura, ya que él trabajador está recibiendo una dosis elevada que afecta al cristalino (Cara).

De las mediciones realizadas en esta área de trabajo y a la parte del cuerpo humano correspondiente se puede interpretar que el nivel de energía emitida por la radiación ionizante rayos X en promedio como se observa en la tabla 4-8 es de  $9,70E+14$  KeV /kg año oficial, también siendo un valor superior a 10 KeV característico del nivel de energía emitida por esta radiación indirecta.

**Tabla 4-9** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Antebrazo.

<b>Evaluación Rayos X (Área Interna de soldadura) ; Antebrazo</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
		 Valor mínimo		 Valor máximo						
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	µr/h	mR/h	µSv/h	mSv/año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	9:27:18	26	10,8333	650	19072	19,072	190,7	549,269461	3,43E+15	30
11/02/2015	10:38:10	0	9,93333	596	17487	17,487	174,9	503,637843	3,15E+15	30
11/02/2015	12:18:57	34	10,5333	632	18544	18,544	185,4	534,058923	3,34E+15	30
11/02/2015	15:28:19	1	10,4667	628	18426	18,426	184,3	530,678802	3,32E+15	30
11/02/2015	16:19:28	1	11,4	684	20069	20,069	200,7	578,00048	3,61E+15	30
12/02/2015	8:59:18	3	10,9667	658	19307	19,307	193,1	556,0297	3,48E+15	30
12/02/2015	9:39:19	5	10,5667	634	18602	18,602	186	535,748982	3,35E+15	30
12/02/2015	11:29:14	5	10,4667	628	18426	18,426	184,3	530,678802	3,32E+15	30
12/02/2015	14:29:17	3	10,5333	632	18544	18,544	185,4	534,058923	3,34E+15	30
12/02/2015	15:49:10	7	10,4667	628	18426	18,426	184,3	530,678802	3,32E+15	30
13/02/2015	8:19:28	0	10,1667	610	17898	17,898	179	515,468264	3,22E+15	30
13/02/2015	9:55:29	4	10	600	17605	17,605	176	507,017964	3,17E+15	30
13/02/2015	11:28:06	3	9,76667	586	17194	17,194	171,9	495,187546	3,09E+15	30
13/02/2015	12:43:10	3	8,86667	532	15610	15,61	156,1	449,555927	2,81E+15	30
13/02/2015	14:16:29	1	8,83333	530	15551	15,551	155,5	447,865868	2,80E+15	30
16/02/2015	8:25:10	3	8,86667	532	15610	15,61	156,1	449,555927	2,81E+15	30

16/02/2015	9:36:17	1	8,6	516	15140	15,14	151,4	436,03545	2,73E+15	30
16/02/2015	10:17:04	0	8,5	510	14964	14,964	149,6	430,965271	2,69E+15	30
16/02/2015	12:28:54	2	8,33333	500	14671	14,671	146,7	422,514971	2,64E+15	30
16/02/2015	14:36:10	8	8,23333	494	14495	14,495	144,9	417,444791	2,61E+15	30
18/02/2015	9:12:28	15	8,1	486	14260	14,26	142,6	410,68455	2,57E+15	30
18/02/2015	10:43:19	13	8,3	498	14612	14,612	146,1	420,824909	2,63E+15	30
18/02/2015	11:15:29	20	8,8	528	15492	15,492	154,9	446,175809	2,79E+15	30
18/02/2015	14:28:37	3	9,16667	550	16138	16,138	161,4	464,766468	2,90E+15	30
18/02/2015	16:16:11	23	6,33333	380	11150	11,15	111,5	321,111377	2,01E+15	30
19/02/2015	9:14:29	7	6,23333	374	10974	10,974	109,7	316,041198	1,98E+15	30
19/02/2015	10:18:28	2	6,9	414	12147	12,147	121,5	349,842396	2,19E+15	30
19/02/2015	11:27:10	3	7	420	12323	12,323	123,2	354,912575	2,22E+15	30
19/02/2015	14:21:19	5	7,03333	422	12382	12,382	123,8	356,602634	2,23E+15	30
19/02/2015	15:27:13	1	6,63333	398	11678	11,678	116,8	336,321916	2,10E+15	30
20/02/2015	8:10:56	0	6,7	402	11795	11,795	118	339,702036	2,12E+15	30
20/02/2015	9:19:03	0	5,86667	352	10328	10,328	103,3	297,450539	1,86E+15	30
20/02/2015	10:14:13	0	5,86667	352	10328	10,328	103,3	297,450539	1,86E+15	30
20/02/2015	11:25:19	0	5,86667	352	10328	10,328	103,3	297,450539	1,86E+15	30
20/02/2015	15:35:19	0	4,73333	284	8333	8,3329	83,33	239,988503	1,50E+15	30
23/02/2015	8:17:24	0	4,7	282	8274	8,2743	82,74	238,298443	1,49E+15	30
23/02/2015	9:11:27	0	4,66667	280	8216	8,2156	82,16	236,608383	1,48E+15	30
23/02/2015	10:25:16	0	4,56667	274	8040	8,0395	80,4	231,538204	1,45E+15	30
23/02/2015	12:27:16	0	4,4	264	7746	7,7461	77,46	223,087904	1,39E+15	30
23/02/2015	14:51:57	0	4,23333	254	7453	7,4527	74,53	214,637605	1,34E+15	30

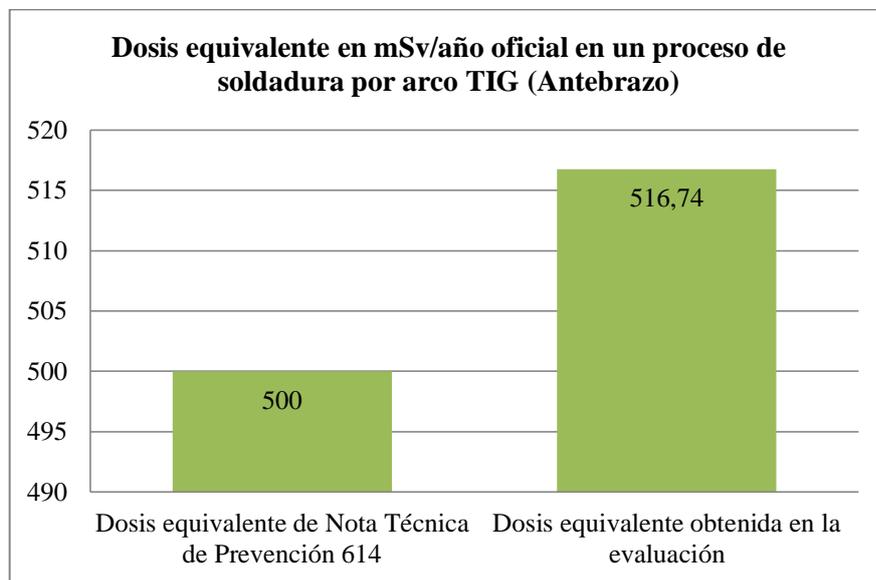
24/02/2015	9:25:18	3	4,13333	248	7277	7,2766	72,77	209,567425	1,31E+15	30
24/02/2015	10:27:17	2	3,9	234	6866	6,8659	68,66	197,737006	1,24E+15	30
24/02/2015	11:28:57	0	4	240	7042	7,0419	70,42	202,807186	1,27E+15	30
24/02/2015	14:38:15	0	3,93333	236	6925	6,9246	69,25	199,427066	1,25E+15	30
24/02/2015	16:12:59	20	3,83333	230	6749	6,7485	67,49	194,356886	1,21E+15	30
25/02/2015	8:17:27	4	3,73333	224	6572	6,5725	65,72	189,286707	1,18E+15	30
25/02/2015	9:19:28	9	4,36667	262	7687	7,6874	76,87	221,397844	1,38E+15	30
25/02/2015	10:26:37	6	4,4	264	7746	7,7461	77,46	223,087904	1,39E+15	30
25/02/2015	12:54:18	14	4,66667	280	8216	8,2156	82,16	236,608383	1,48E+15	30
25/02/2015	14:29:13	9	4,86667	292	8568	8,5677	85,68	246,748742	1,54E+15	30
26/02/2015	8:13:19	7	5,26667	316	9272	9,2719	92,72	267,029461	1,67E+15	30
26/02/2015	9:27:16	7	5,3	318	9331	9,3305	93,31	268,719521	1,68E+15	30
26/02/2015	11:38:29	3	5,03333	302	8861	8,8611	88,61	255,199042	1,59E+15	30
26/02/2015	12:27:10	32	4,83333	290	8509	8,509	85,09	245,058683	1,53E+15	30
26/02/2015	15:28:45	12	4,26667	256	7511	7,5114	75,11	216,327665	1,35E+15	30
27/02/2015	9:21:13	20	5,23333	314	9213	9,2132	92,13	265,339401	1,66E+15	30
27/02/2015	10:18:24	11	4,86667	292	8568	8,5677	85,68	246,748742	1,54E+15	30
27/02/2015	11:09:56	14	5,3	318	9331	9,3305	93,31	268,719521	1,68E+15	30
27/02/2015	14:21:04	26	5,6	336	9859	9,8587	98,59	283,93006	1,77E+15	30
27/02/2015	15:33:07	21	5,96667	358	10504	10,504	105	302,520718	1,89E+15	30
02/03/2015	8:11:43	12	6,66667	400	11737	11,737	117,4	338,011975	2,11E+15	30
02/03/2015	9:27:13	6	7,33333	440	12910	12,91	129,1	371,813172	2,32E+15	30
02/03/2015	10:19:37	35	7,73333	464	13614	13,614	136,1	392,093893	2,45E+15	30
02/03/2015	12:27:45	18	7,93333	476	13966	13,966	139,7	402,234252	2,51E+15	30

02/03/2015	14:52:15	22	9,1	546	16020	16,02	160,2	461,386348	2,88E+15	30
03/03/2015	9:28:18	38	9,7	582	17077	17,077	170,8	491,807425	3,07E+15	30
03/03/2015	10:10:02	26	10,4333	626	18368	18,368	183,7	528,988743	3,31E+15	30
03/03/2015	12:38:13	22	11,7	702	20598	20,598	206	593,211018	3,71E+15	30
03/03/2015	14:38:21	23	12,5667	754	22123	22,123	221,2	637,152575	3,98E+15	30
03/03/2015	16:11:06	32	13,3	798	23414	23,414	234,1	674,333893	4,21E+15	30
04/03/2015	9:14:01	17	14,0667	844	24764	24,764	247,6	713,205271	4,46E+15	30
04/03/2015	10:14:42	10	15,1333	908	26642	26,642	266,4	767,287187	4,80E+15	30
04/03/2015	11:34:35	16	15,6	936	27463	27,463	274,6	790,948025	4,94E+15	30
04/03/2015	12:36:17	15	15,8667	952	27933	27,933	279,3	804,468502	5,03E+15	30
04/03/2015	16:27:13	26	16,4	984	28872	28,872	288,7	831,509461	5,20E+15	30
05/03/2015	9:14:15	19	16,9	1014	29752	29,752	297,5	856,860359	5,36E+15	30
05/03/2015	10:21:57	14	17,1	1026	30104	30,104	301	867,000718	5,42E+15	30
05/03/2015	11:24:11	13	17,6	1056	30984	30,984	309,8	892,351616	5,58E+15	30
05/03/2015	14:29:31	9	17,7667	1066	31278	31,278	312,8	900,801916	5,63E+15	30
05/03/2015	15:13:28	15	18	1080	31689	31,689	316,9	912,632337	5,70E+15	30
06/03/2015	8:16:38	9	17,8333	1070	31395	31,395	314	904,182036	5,65E+15	30
06/03/2015	9:36:18	2	18,0333	1082	31747	31,747	317,5	914,322396	5,71E+15	30
06/03/2015	10:15:16	0	18,1	1086	31865	31,865	318,6	917,702516	5,74E+15	30
06/03/2015	11:56:36	0	17,9333	1076	31571	31,571	315,7	909,252216	5,68E+15	30
06/03/2015	12:45:18	2	17,8333	1070	31395	31,395	314	904,182036	5,65E+15	30
09/03/2015	9:17:25	8	16,7667	1006	29517	29,517	295,2	850,100121	5,31E+15	30
09/03/2015	10:17:45	0	16,4333	986	28931	28,931	289,3	833,19952	5,21E+15	30
09/03/2015	11:42:17	14	16,0333	962	28226	28,226	282,3	812,918802	5,08E+15	30

09/03/2015	12:31:18	14	15,6667	940	27581	27,581	275,8	794,328143	4,96E+15	30
09/03/2015	14:37:38	81	15,6667	940	27581	27,581	275,8	794,328143	4,96E+15	30
10/03/2015	8:13:29	17	15,2667	916	26877	26,877	268,8	774,047425	4,84E+15	30
10/03/2015	9:16:41	37	17,2667	1036	30398	30,398	304	875,451018	5,47E+15	30
10/03/2015	10:18:21	5	17,4333	1046	30691	30,691	306,9	883,901318	5,52E+15	30
10/03/2015	12:45:26	34	18,4667	1108	32510	32,51	325,1	936,293172	5,85E+15	30
10/03/2015	16:21:47	40	17,4667	1048	30750	30,75	307,5	885,591377	5,53E+15	30
11/03/2015	9:15:38	0	18	1080	31689	31,689	316,9	912,632337	5,70E+15	30
11/03/2015	10:16:36	0	18,6	1116	32745	32,745	327,4	943,053414	5,89E+15	30
11/03/2015	12:27:34	0	17,3333	1040	30515	30,515	305,1	878,831139	5,49E+15	30
11/03/2015	14:31:15	23	16,4667	988	28989	28,989	289,9	834,889582	5,22E+15	30
11/03/2015	15:28:31	19	15,7333	944	27698	27,698	277	797,708264	4,99E+15	30
<b>Promedio</b>								<b>516,735808</b>	<b>3,23E+15</b>	

Fuente: Autor.

En la tabla 4-9 la dosis equivalente de radiación de rayos X de un proceso de soldadura por TIG en la empresa INOX – TEC al cual está expuesto un trabajador da un máximo de 936,29 mSv/año oficial es una dosis equivalente superior a la de la área externa de trabajo, la dosis equivalente que permite la Nota Técnica de Prevención 614 es de 500 mSv/año oficial para esta parte del cuerpo humano del trabajador, el promedio de dosis equivalente de radiación ionizante rayos X es de 516,74 mSv/ año oficial, por lo que se interpreta que la dosis equivalente sobrepasa el límite de la nota existiendo una radiación ionizante rayos X en este puesto de trabajo elevada, como se indica en la figura 4-10.



**Figura 4-10** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el antebrazo (Área interna)

**Fuente:** Autor.

La dosis adimensional en el antebrazo en el área interna de trabajo con soldadura se obtiene al remplazar la dosis equivalente obtenida valor promedio por la evaluación sobre la dosis equivalente límite permitida por la nota técnica de prevención 614 de la siguiente manera:

$$Dosis = \frac{516,74 \text{ mSv/año oficial}}{500 \text{ mSv/año oficial}} = 1,153$$

Esta dosis adimensional de 1,153 es una dosis elevada que de forma inmediata necesita intervención a este puesto de trabajo con soldadura en el área interna, porque puede causar daños a la salud del trabajador.

Como ya se mencionó anteriormente la dosis equivalente en esta área de trabajo es superior a la Nota Técnica de Prevención 614 lo supera con un 3,35% de dosis equivalente límite permitida.

El nivel de energía de esta radiación ionizante indirecta en valor promedio es de  $3,23E+15$  KeV/kg año oficial en el antebrazo de un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura, lo cual hace que se compruebe que esta radiación es superior a los 10 KeV.

**Tabla 4-10** Resultados de la evaluación de las radiaciones, rayos X; Tobillo.

<b>Evaluación Rayos X (Área Interna de soldadura) ; Tobillo</b>										
		<b>INOX- TEC</b>								
		 Valor mínimo			 Valor máximo					
Date	Time	counts (1Sec)	cps	cpm	µr/h	mR/h	µSv/h	mSv/año oficial	Kev/ kg año oficial	Averaging Time (sec)
11/02/2015	8:14:28	6	15,3	918	18415	18,415	184,15	530,351139	3,31E+15	30
11/02/2015	9:10:21	1	14,967	898	18014	18,014	180,14	518,796648	3,24E+15	30
11/02/2015	11:28:38	8	14,833	890	17853	17,853	178,53	514,17485	3,21E+15	30
11/02/2015	12:18:57	8	14,333	860	17251	17,251	172,51	496,843114	3,11E+15	30
11/02/2015	16:13:26	46	14,1	846	16971	16,971	169,71	488,754971	3,05E+15	30
12/02/2015	9:25:15	12	13,5	810	16249	16,249	162,49	467,956886	2,92E+15	30
12/02/2015	10:27:45	12	14,4	864	17332	17,332	173,32	499,154011	3,12E+15	30
12/02/2015	11:37:19	16	14,333	860	17251	17,251	172,51	496,843114	3,11E+15	30
12/02/2015	12:21:13	16	14,3	858	17211	17,211	172,11	495,687663	3,10E+15	30
12/02/2015	14:11:03	16	14,533	872	17492	17,492	174,92	503,775809	3,15E+15	30
13/02/2015	9:03:58	18	14,567	874	17532	17,532	175,32	504,931257	3,16E+15	30
13/02/2015	10:52:17	14	14,8	888	17813	17,813	178,13	513,019403	3,21E+15	30
13/02/2015	11:27:19	16	15,333	920	18455	18,455	184,55	531,506586	3,32E+15	30
13/02/2015	12:36:29	9	15,8	948	19017	19,017	190,17	547,682875	3,42E+15	30
13/02/2015	14:48:28	10	16,333	980	19659	19,659	196,59	566,170059	3,54E+15	30
16/02/2015	9:17:41	2	16,567	994	19940	19,94	199,4	574,258205	3,59E+15	30

16/02/2015	10:13:26	0	16,633	998	20020	20,02	200,2	576,569102	3,60E+15	30
16/02/2015	11:43:18	0	16,7	1002	20100	20,1	201	578,88	3,62E+15	30
16/02/2015	12:38:19	0	16,233	974	19538	19,538	195,38	562,703714	3,52E+15	30
16/02/2015	14:47:07	0	15,767	946	18977	18,977	189,77	546,527425	3,42E+15	30
18/02/2015	8:43:28	0	13,067	784	15727	15,727	157,27	452,936048	2,83E+15	30
18/02/2015	9:26:18	0	12,5	750	15045	15,045	150,45	433,293414	2,71E+15	30
18/02/2015	10:26:19	0	11,267	676	13560	13,56	135,6	390,541795	2,44E+15	30
18/02/2015	11:13:05	0	11,1	666	13360	13,36	133,6	384,76455	2,40E+15	30
18/02/2015	15:24:51	0	9,9667	598	11996	11,996	119,96	345,479282	2,16E+15	30
19/02/2015	8:11:42	0	8,6333	518	10391	10,391	103,91	299,261318	1,87E+15	30
19/02/2015	9:17:27	12	8,6333	518	10391	10,391	103,91	299,261318	1,87E+15	30
19/02/2015	10:26:28	14	8,6333	518	10391	10,391	103,91	299,261318	1,87E+15	30
19/02/2015	11:42:18	22	9,0333	542	10872	10,872	108,72	313,126707	1,96E+15	30
19/02/2015	12:19:36	12	8,7333	524	10511	10,511	105,11	302,727663	1,89E+15	30
20/02/2015	9:15:03	14	8,8333	530	10632	10,632	106,32	306,194011	1,91E+15	30
20/02/2015	11:26:28	13	9	540	10832	10,832	108,32	311,971257	1,95E+15	30
20/02/2015	12:19:27	18	9,2667	556	11153	11,153	111,53	321,21485	2,01E+15	30
20/02/2015	14:47:38	21	9,6667	580	11635	11,635	116,35	335,080238	2,09E+15	30
20/02/2015	16:19:36	18	10	600	12036	12,036	120,36	346,634729	2,17E+15	30
23/02/2015	9:16:17	21	10,433	626	12557	12,557	125,57	361,655568	2,26E+15	30
23/02/2015	10:14:24	52	9,5	570	11434	11,434	114,34	329,302993	2,06E+15	30
23/02/2015	11:49:27	8	9,8	588	11795	11,795	117,95	339,702036	2,12E+15	30
23/02/2015	12:28:54	36	11,133	668	13400	13,4	134	385,92	2,41E+15	30
23/02/2015	15:53:56	107	10,867	652	13079	13,079	130,79	376,676407	2,35E+15	30

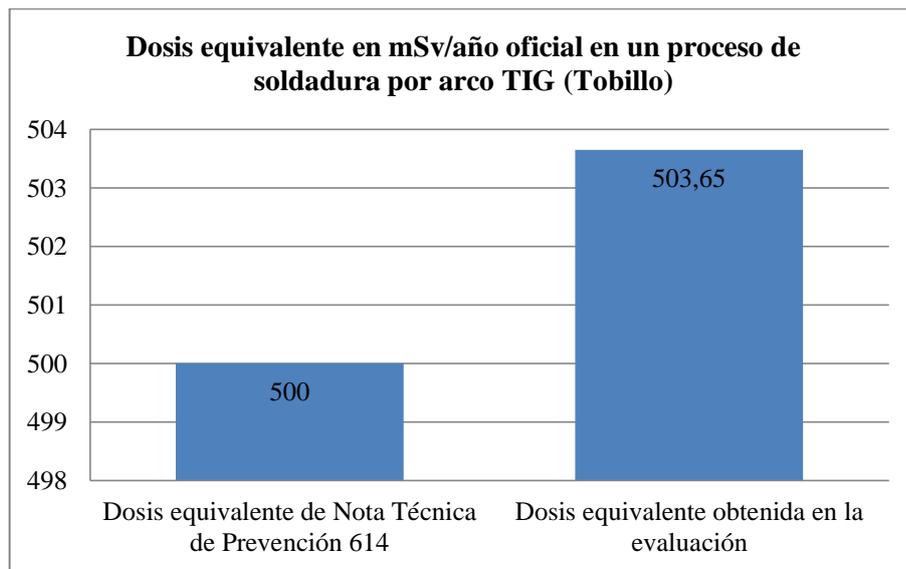
24/02/2015	8:26:27	34	11,533	692	13881	13,881	138,81	399,785388	2,50E+15	30
24/02/2015	9:10:29	24	14,567	874	17532	17,532	175,32	504,931257	3,16E+15	30
24/02/2015	10:27:31	6	15,1	906	18174	18,174	181,74	523,418443	3,27E+15	30
24/02/2015	11:22:19	3	10,867	652	13079	13,079	130,79	376,676407	2,35E+15	30
24/02/2015	12:38:26	10	15,433	926	18575	18,575	185,75	534,972934	3,34E+15	30
25/02/2015	8:35:23	16	15,1	906	18174	18,174	181,74	523,418443	3,27E+15	30
25/02/2015	9:27:18	13	15,133	908	18214	18,214	182,14	524,573893	3,28E+15	30
25/02/2015	10:11:31	33	15,333	920	18455	18,455	184,55	531,506586	3,32E+15	30
25/02/2015	11:41:19	11	15,7	942	18896	18,896	188,96	544,216527	3,40E+15	30
25/02/2015	12:36:47	10	16,8	1008	20220	20,22	202,2	582,346348	3,64E+15	30
26/02/2015	8:28:38	10	17,167	1030	20662	20,662	206,62	595,056286	3,72E+15	30
26/02/2015	9:15:13	8	17,5	1050	21063	21,063	210,63	606,61078	3,79E+15	30
26/02/2015	10:06:52	15	17,833	1070	21464	21,464	214,64	618,165271	3,86E+15	30
26/02/2015	11:28:38	7	18,1	1086	21785	21,785	217,85	627,408861	3,92E+15	30
26/02/2015	12:31:45	29	18,6	1116	22387	22,387	223,87	644,740597	4,03E+15	30
27/02/2015	8:17:28	8	18,833	1130	22668	22,668	226,68	652,828743	4,08E+15	30
27/02/2015	9:27:37	23	19,8	1188	23831	23,831	238,31	686,336766	4,29E+15	30
27/02/2015	10:11:28	23	20,067	1204	24152	24,152	241,52	695,580359	4,35E+15	30
27/02/2015	11:46:23	44	20,833	1250	25075	25,075	250,75	722,155689	4,51E+15	30
27/02/2015	12:36:18	22	21,2	1272	25516	25,516	255,16	734,86563	4,59E+15	30
02/03/2015	9:26:56	44	22,2	1332	26720	26,72	267,2	769,529102	4,81E+15	30
02/03/2015	10:12:19	13	22,2	1332	26720	26,72	267,2	769,529102	4,81E+15	30
02/03/2015	11:27:48	5	23,267	1396	28004	28,004	280,04	806,503473	5,04E+15	30
02/03/2015	12:17:13	24	23,233	1394	27963	27,963	279,63	805,348025	5,03E+15	30

02/03/2015	14:37:38	16	22,967	1378	27643	27,643	276,43	796,104432	4,98E+15	30
03/03/2015	9:13:28	13	23,167	1390	27883	27,883	278,83	803,037125	5,02E+15	30
03/03/2015	10:27:24	11	23	1380	27683	27,683	276,83	797,259879	4,98E+15	30
03/03/2015	11:19:26	8	22,833	1370	27482	27,482	274,82	791,482634	4,95E+15	30
03/03/2015	12:46:28	11	22,5	1350	27081	27,081	270,81	779,928143	4,87E+15	30
03/03/2015	15:11:54	9	21,033	1262	25316	25,316	253,16	729,088384	4,56E+15	30
04/03/2015	9:26:27	9	21,133	1268	25436	25,436	254,36	732,554729	4,58E+15	30
04/03/2015	10:15:23	5	20,233	1214	24353	24,353	243,53	701,357604	4,38E+15	30
04/03/2015	11:28:26	7	16,967	1018	20421	20,421	204,21	588,123593	3,68E+15	30
04/03/2015	12:14:27	6	16	960	19257	19,257	192,57	554,615568	3,47E+15	30
04/03/2015	14:17:29	6	15,433	926	18575	18,575	185,75	534,972934	3,34E+15	30
05/03/2015	9:18:21	3	15,433	926	18575	18,575	185,75	534,972934	3,34E+15	30
05/03/2015	10:28:24	13	15,3	918	18415	18,415	184,15	530,351139	3,31E+15	30
05/03/2015	11:24:13	5	14,867	892	17893	17,893	178,93	515,3303	3,22E+15	30
05/03/2015	12:22:57	8	14,867	892	17893	17,893	178,93	515,3303	3,22E+15	30
05/03/2015	14:16:28	13	13,933	836	16770	16,77	167,7	482,977725	3,02E+15	30
06/03/2015	8:11:17	6	13,833	830	16650	16,65	166,5	479,511377	3,00E+15	30
06/03/2015	9:13:28	12	13,933	836	16770	16,77	167,7	482,977725	3,02E+15	30
06/03/2015	10:25:16	7	13,8	828	16610	16,61	166,1	478,355927	2,99E+15	30
06/03/2015	11:12:09	6	13,933	836	16770	16,77	167,7	482,977725	3,02E+15	30
06/03/2015	12:31:25	7	13,667	820	16449	16,449	164,49	473,734132	2,96E+15	30
09/03/2015	8:15:27	9	13,633	818	16409	16,409	164,09	472,578682	2,95E+15	30
09/03/2015	9:20:35	6	12,9	774	15526	15,526	155,26	447,158802	2,79E+15	30
09/03/2015	10:15:28	9	12,933	776	15566	15,566	155,66	448,314252	2,80E+15	30

09/03/2015	11:27:25	10	12,367	742	14884	14,884	148,84	428,671616	2,68E+15	30
09/03/2015	12:13:46	15	11,9	714	14323	14,323	143,23	412,49533	2,58E+15	30
10/03/2015	8:11:05	12	10,767	646	12959	12,959	129,59	373,210059	2,33E+15	30
10/03/2015	9:16:36	4	10,533	632	12678	12,678	126,78	365,121916	2,28E+15	30
10/03/2015	10:25:11	11	9,4667	568	11394	11,394	113,94	328,147546	2,05E+15	30
10/03/2015	11:36:27	2	9,1667	550	11033	11,033	110,33	317,748502	1,99E+15	30
10/03/2015	14:19:03	7	9,3667	562	11274	11,274	112,74	324,681198	2,03E+15	30
11/03/2015	8:16:28	8	8,6333	518	10391	10,391	103,91	299,261318	1,87E+15	30
11/03/2015	9:36:29	8	8,3333	500	10030	10,03	100,3	288,862275	1,81E+15	30
11/03/2015	11:38:49	9	8,1667	490	9829,3	9,8293	98,293	283,08503	1,77E+15	30
11/03/2015	12:11:21	12	8,0667	484	9709	9,709	97,09	279,618683	1,75E+15	30
11/03/2015	15:39:38	6	8,1	486	9749,1	9,7491	97,491	280,774132	1,75E+15	30
<b>Promedio</b>								<b>503,648709</b>	<b>3,15E+15</b>	

Fuente: Autor.

La radiación ionizante rayos X evaluada en un puesto de trabajo con soldadura según detalla la tabla 4-10 los resultados de la dosis equivalente son muy elevados en comparación con los de la área externa, según la investigación de campo que se desarrolló el trabajador obtuvo una dosis equivalente de 806,50 mSv/año oficial como valor máximo, puede ser porque esta parte del cuerpo estaba en contacto directo con la ionización de gases por la posición de soldadura que debe ejercer para elaborar su actividad en la fabricación del tanque de transporte de leche de acero inoxidable en un proceso de soldadura TIG, la dosis equivalente promedio durante un mes de evaluación de radiación ionizante rayos X es de 503,65 mSv/año oficial la cual supera el límite de la dosis equivalente permitida por la Nota Técnica de prevención 614 en un 0,73%, cabe recalcar que la dosis equivalente límite permitida es 500 mSv/año oficial, como se aprecia en la figura 4-11.



**Figura 4-11** Dosis equivalente de radiación rayos X en mSv/año oficial de NTP 614 vs la obtenida, en el tobillo (Área interna)

**Fuente:** Autor.

La dosis adimensional que sirve para poder conocer si la dosis es baja, moderada y elevada se obtuvo mediante el indicador de dosis expuesto anteriormente en el cual al remplazar los valores que se conoce se determina una dosis de:

$$Dosis = \frac{503,65 \text{ mSv/año oficial}}{500 \text{ mSv/año oficial}} = 1,007$$

La dosis adimensional de 1,007 permite conocer que la dosis que recibe el trabajador en este proceso de soldadura por arco TIG en el área interna de trabajo es elevada y que necesita de forma inmediata intervención en dicha área ya que está afectando a la salud del trabajador y hay que tomar medidas de protección contra estas radiaciones ionizantes rayos X.

En lo referente al nivel de energía por esta radiación en esta parte del cuerpo se encuentra en un valor promedio de  $3,15E+15$  KeV/ kg año oficial, de igual manera valor superior a 10 KeV.

#### **4.2.3 Interpretación de los resultados sobre la salud de los trabajadores (con respecto a los puestos de trabajo con soldadura TIG).**

En el proyecto de investigación para analizar la salud de los trabajadores en los puestos de trabajo con soldadura TIG se ha utilizado las siguientes técnicas de investigación como la entrevista y hojas de registro.

##### **4.2.3.1 Programas de prevención y control de riesgos laborales en la empresa INOX – TEC.**

La información que se recopiló a partir de una entrevista dirigida al gerente general de la empresa entrevista enfocada al reglamento de seguridad y salud de los trabajadores específicamente en las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura TIG.

El gerente general de la empresa INOX – TEC, Ing. Luis Salan, en la entrevista realizada supo manifestar que la empresa no cuenta con un programa de prevención y control de riesgos laborales la justificación es que la empresa en funcionamiento hace muy poco tiempo, pero recaló que la empresa si trata de dar cumplimiento con algunos literales del Decreto Ejecutivo 2393 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento de ambiente de Trabajo así por ejemplo hace referencia en el Art. 11 de dicho decreto referente a las obligaciones de los empleadores:

- La empresa mantiene en buen estado los servicios de las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
- Organiza y facilita los servicios médicos con sujeción a normas legales vigentes.
- Entrega gratuitamente a sus trabajadores vestido adecuado para el trabajo y los medios de protección personal y colectiva necesarios.
- No efectúa reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores en actividades peligrosas.
- Existe deficiente formación en materia de prevención de riesgos laborales.

Con respecto a los trabajadores que laboran en un puesto de trabajo con soldadura TIG, manifestó que tiene conocimiento que el elemento radiactivo de la soldadura TIG es el electrodo de Tungsteno por su composición de Torio del cual está fabricado, pero desconoce de la radiación ionizante que causa este elemento en un proceso de soldadura por la ionización de gases que se produce.

Se le realizó algunas preguntas con respecto al reclutamiento y adaptación al proceso de soldadura por arco TIG al cual respondió, para contratar a un trabajador para este puesto de trabajo como requisito es la experiencia en esta actividad y que tenga conocimiento de manejo de máquinas y herramientas, pero no se solicita de ningún examen médico previo para constatar que las condiciones sean óptimas del trabajador para este puesto de trabajo, pero considera que si es necesario para garantizar la integridad del trabajador.

Además manifestó que en la empresa los accidentes de trabajo que comúnmente presentan los trabajadores de los puestos de trabajo con soldadura TIG han sido los siguientes como por ejemplo: quemaduras en la piel, espasmo muscular, quemaduras oculares por arco de soldadura entre otras.

Por lo tanto el gerente general de la empresa INOX- TEC considera que el proceso de soldadura TIG si influye en la salud de los trabajadores y piensa que es necesario hacer un estudio sobre las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura para prevenir este riesgo físico.

#### 4.2.3.2 Determinación del elemento radiactivo en el electrodo de Tungsteno.

El electrodo de Tungsteno constituye la fuente principal de emisión de radiaciones ionizantes dentro del proceso de soldadura por arco TIG, en la empresa INOX-TEC se lo utiliza mucho porque esta empresa se dedica a la construcción de máquinas y equipos de acero inoxidable motivo por el cual este electrodo es el idóneo para el procesos de soldadura, el elemento radiactivo de este electrodo es el Torio del cual está fabricado y se encuentra dentro de su composición química, la empresa utiliza un electrodo de Tungsteno marca PROWAR de 2,4 mm x 175mm (3/32 x 7”) el cual dentro de su composición química contiene un 2% de Torio (EWTh-2).

##### 4.2.3.2.1 Determinación de la actividad radioactiva de un electrodo de Tungsteno.

Para calcular la actividad radioactiva de un electrodo de Tungsteno se utilizó la Nota Técnica de Prevención 770 “Riesgos Radiológicos del uso del electrodo de tungsteno toriados en la soldadura de arco (TIG)”, con el fin de determinar la actividad radiactiva del electrodo mientras se encuentra almacenado dentro del área de almacenamiento de materia prima de la empresa INOX- TEC de la siguiente manera:

La masa del dióxido de Torio se calcula a partir de la fórmula de la norma Nota Técnica de Prevención 770 así:

$$M_{ThO_2} = W\rho\pi\frac{D^2}{4}L \quad \text{Ec. 4.1}$$

Dónde:

$M_{ThO_2}$  = Masa del dióxido de Torio (gr)

W= Fracción de la masa total del electrodo de  $ThO_2$

L= Longitud del electrodo en (cm)

D= Diámetro del electrodo en (cm)

$\rho$  = Representa la densidad del electrodo que es aproximadamente de  $18,5 \text{ g/cm}^3$

Con la ayuda del catálogo de PROWAR se obtiene los datos para calcular la masa de dióxido del Torio, para remplazar en la ecuación 4.1.

Datos:

W= 2% de  $ThO_2$

L= 17, 5 cm

D= 0,24cm

$\rho = 18, 5 \text{ g/cm}^3$

Con estos datos se procede a remplazar en la ecuación 4.1

$$M_{ThO_2} = (0,02) \left( 18,5 \text{ g/cm}^3 \right) \pi \frac{(0,24\text{cm})^2}{4} (17,5\text{cm})$$

$$M_{ThO_2} = 0,292 \text{ gr}$$

Como parte final se calcula la actividad radioactiva de un electrodo de Tungsteno a partir de la masa de dióxido de Torio con la ecuación 4.2 impartida de la Nota Técnica de prevención 770:

$$A(\text{Bq}) = 0,878 m A_e \quad \text{Ec. 4.2}$$

Dónde:

m= masa de dióxido de torio contenido en un electrodo expresada en gramos

$A_e$ = actividad específica del torio, en Becquerelio/gramo (Bq/ g)

A= actividad del electrodo, en Bq (Becquerelio)

Para encontrar la actividad específica del electrodo se ha tomado datos de la tabla 4-11 expresada por la Nota Técnica de prevención 770, que expresa sus valores por años, para esta investigación se tomado valores de años 0 y 1 que puede estar almacenado la caja de electrodo de tungsteno dato obtenido por la empresa.

**Tabla 4-11** Actividad radiactiva específica del torio.

*b) Fracción de actividad radiactiva total (normalizada a la actividad de un gramo de torio 232),  
conteniendo inicialmente Th-232 y Th-228*

T (años)	Th-232	Ra-228	Ac-228	Th-228	Ra-224	Total cadena
0	1,0000	0,0000	0,0000	1,0000	0,0000	2,0000
1	1,0000	0,1136	0,1135	0,7147	0,7178	6,2487
2	1,0000	0,2142	0,2141	0,5485	0,5502	5,2781
3	1,0000	0,3035	0,3034	0,4615	0,4623	4,8423
4	1,0000	0,3826	0,3825	0,4264	0,4267	4,7514
5	1,0000	0,4527	0,4526	0,4246	0,4244	4,8765
6	1,0000	0,5148	0,5148	0,4433	0,4429	5,1306
7	1,0000	0,5699	0,5699	0,4741	0,4736	5,4554
8	1,0000	0,6188	0,6187	0,5112	0,5107	5,8127
9	1,0000	0,6621	0,6620	0,5510	0,5504	6,1777
10	1,0000	0,7004	0,7004	0,5911	0,5905	6,5348
11	1,0000	0,7345	0,7344	0,6299	0,6293	6,8748
12	1,0000	0,7646	0,7646	0,6666	0,6661	7,1924
13	1,0000	0,7914	0,7913	0,7008	0,7003	7,4853
14	1,0000	0,8150	0,8150	0,7322	0,7318	7,7528
15	1,0000	0,8361	0,8360	0,7608	0,7604	7,9955
20	1,0000	0,9103	0,9103	0,8666	0,8664	8,8852
25	1,0000	0,9509	0,9509	0,9266	0,9264	9,3870
30	1,0000	0,9731	0,9731	0,9597	0,9597	9,6640
35	1,0000	0,9853	0,9853	0,9780	0,9779	9,8160
40	1,0000	0,9919	0,9919	0,9879	0,9879	9,8993
45	1,0000	0,9956	0,9956	0,9934	0,9934	9,9449
50	1,0000	0,9976	0,9976	0,9964	0,9964	9,9698

Nota: para obtener la actividad de 1 g de ThO<sub>2</sub> hay que multiplicar el valor de la tabla por 0,878.

**Fuente:** Pascual, A., Gadea, E., Tapia, C., Monserrat, J., Masegú, J., & Vilaseca, L. (2007). *Riesgos radiológicos del uso de electrodos de tungsteno toriados en la soldadura de arco (TIG)*. Obtenido de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas Tecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20770.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Fichas_Tecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20770.pdf)

Datos:

$$m = 0,292 \text{ gr}$$

$$A_e = \begin{cases} \text{para } 0 \text{ años} = 2 \text{ Bq/gr} \\ \text{para } 1 \text{ año} = 6,2487 \text{ Bq/gr} \end{cases}$$

Valor que se obtendrá para 0 años de almacenamiento de un electrodo de Tungsteno:

$$A(\text{Bq}) = 0,878 (0,292 \text{ gr})(2 \text{ Bq/gr})$$

$$A(\text{Bq}) = 0,512 \text{ Bq}$$

La caja PROWAR contiene 10 electrodos de Tungsteno por lo que el valor obtenido anteriormente se multiplica por el total de electrodos para obtener la actividad radiactiva de la caja de electrodos de tungsteno.

$$A(Bq) = 0,512 Bq(10)$$

$$A(Bq) = 5,13 Bq$$

Para un año de almacenamiento será:

$$A(Bq) = 0,878 (0,292 gr)(6,2487 Bq/gr)$$

$$A(Bq) = 0,878 (0,292 gr)(6,2487 Bq/gr)$$

$$A(Bq) = 1,60 Bq$$

La caja de electrodos de tungsteno tendrá una actividad radiactiva de:

$$A(Bq) = 1,60 Bq (10)$$

$$A(Bq) = 1,60 Bq (10)$$

$$A(Bq) = 16 Bq$$

La caja de electrodos de tungsteno en un tiempo de meses contiene una actividad radiactiva de 5,13 Bq y en un año de almacenamiento 16 Bq según los cálculos realizados, esto influye también en la salud de los trabajadores por la razón que estos electrodos poseen una actividad radiactiva desde el momento que se encuentran almacenados y son manipulados por parte del trabajador que opera en un proceso de soldadura por arco TIG, por esta razón hace referencia la Nota Técnica de prevención 770 sobre el riesgo radiológico que causan estos electrodos a la salud de los trabajadores, y hace énfasis en que las vías de exposición y contaminación radiactiva se da por la inhalación e ingestión del material radiactivo dentro de un proceso de soldadura por arco TIG en la zona de afilado.

La composición química del electrodo de Tungsteno de la marca PROWAR posee un 2% de Thoriated (EWTh - 2) y cumple con lo dispuesto por la norma AWS A5.12 M / A5. 12:2009 como se observa en la tabla 4-12.

**Tabla 4-12** Composición química requerida para un electrodo de tungsteno

Classification symbol (ISO 6848 Classification)	Chemical composition requirements			Tungsten, mass percent	Colour code, RGB colour value and colour sample <sup>a</sup>
	Oxide addition	Impurities, mass percent	Principal oxide		
EWP (WP)	None	N.A. <sup>b</sup>	0.5 max.	99.5 min.	Green #008000
EWCe-2 (WCa 20)	CeO <sub>2</sub>	1.8 to 2.2	0.5 max.	Balance	Grey (formerly orange) #808080
EWLa-1 (WLa 10)	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.8 to 1.2	0.5 max.	Balance	Black #000000
EWLa-1.5 (WLa 15)	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.3 to 1.7	0.5 max.	Balance	Gold #FFD700
EWLa-2 (WLa 20)	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.8 to 2.2	0.5 max.	Balance	Blue #0000FF
EWTh-1 (WTh 10)	ThO <sub>2</sub>	0.8 to 1.2	0.5 max.	Balance	Yellow #FFFF00
EWTh-2 (WTh 20)	ThO <sub>2</sub>	1.7 to 2.2	0.5 max.	Balance	Red #FF0000
(WTh 30)	ThO <sub>2</sub>	2.8 to 3.2	0.5 max.	Balance	Violet #EE82EE
EWZr-1 (WZr 3)	ZrO <sub>2</sub>	0.15 to 0.50	0.5 max.	Balance	Brown #A52A2A
EWZr-8 (WZr 8)	ZrO <sub>2</sub>	0.7 to 0.9	0.5 max.	Balance	White #FFFFFF
EWG	<i>The manufacturer must identify all additions.</i>	<i>The manufacturer must state the nominal quantity of each addition.</i>	0.5 max.	Balance	<i>The manufacturer may select any color not already in use.</i>

NOTE: Intentional additions of "doping oxides" other than indicated for a particular electrode classification is prohibited.

<sup>a</sup> RGB color values and color samples can be found at the following website:  
<http://msdn2.microsoft.com/en-us/library/ms531197.aspx>

<sup>b</sup> N.A. = Not applicable.

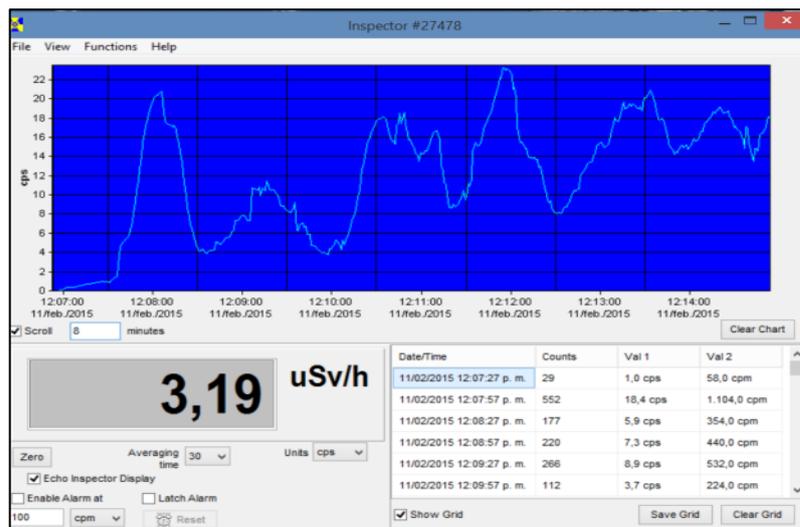
**Fuente:** AWS A5.12 M / A5. 12:2009. ISO 6848:2004

Este electrodo como se mencionó en la parte de análisis de resultados es utilizado por la empresa INOX-TEC para la fabricación de equipos y máquinas en acero inoxidable a la cual se dedica la empresa de esta manera es utilizado para el proceso de soldadura en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche capacidad 15000 litros.

Cabe recalcar que este electrodo no se consume es la varilla para sistema TIG la cual se consume pero este electrodo el cual está dentro de la pistola en ocasiones se desgasta por circunstancias que ocurre dentro del proceso de soldadura, de tal manera provoca que un trabajador se acerque a la zona de afilado del electrodo en ocasiones no tomando las medidas necesarias de protección personal y exponiéndose a la actividad radiactiva que posee esta electrodo.

#### 4.2.3.2.2 Evaluación de radiación ionizante en la zona de afilado de un electrodo de Tungsteno.

La dosis equivalente de la radiación ionizante en la zona de afilado de un electrodo de Tungsteno cuando un trabajador se acerca a esta zona es la que se observa en la figura 4-12, durante una medición que se realizó con el equipo de detector de radiaciones Inspector EXP en la empresa INOX- TEC.



**Figura 4-12** Radiación ionizante emitida por un electrodo de Tungsteno en la zona de afilado.

**Fuente:** Autor.

Un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura TIG en el momento que acude a la zona de afilado del electrodo de Tungsteno se expone a una radiación de 3,19 uSv/h y dentro de un año recibirá una dosis equivalente de 9, 18 mSv / año oficial, son dosis muy bajas, pero en esta zona de afilado del electrodo de tungsteno la salud del trabajador está en exposición por la razón que en ocasiones por desconocimiento el trabajador no utiliza el equipo de protección personal en esta zona como es la mascarilla antipartículas y los guantes de cuero para que de esta manera evite la inhalación e ingestión de elemento radiactivo del electrodo de tungsteno como es el Torio.

#### 4.2.3.3 Equipos de protección personal para puestos de trabajo con soldadura TIG en la empresa INOX - TEC.

Para hacer un análisis sobre el equipo de protección personal para un trabajador que realiza un proceso de soldadura por arco TIG se ha utilizado la técnica de observación directa y la ayuda de una hoja de registro, utilizando como referencia los equipos de protección personal para un soldador del catálogo de INDURA como se detalla en el ANEXO 2, así como el catálogo 3M, ANEXO 3, así encontrando las siguientes novedades.

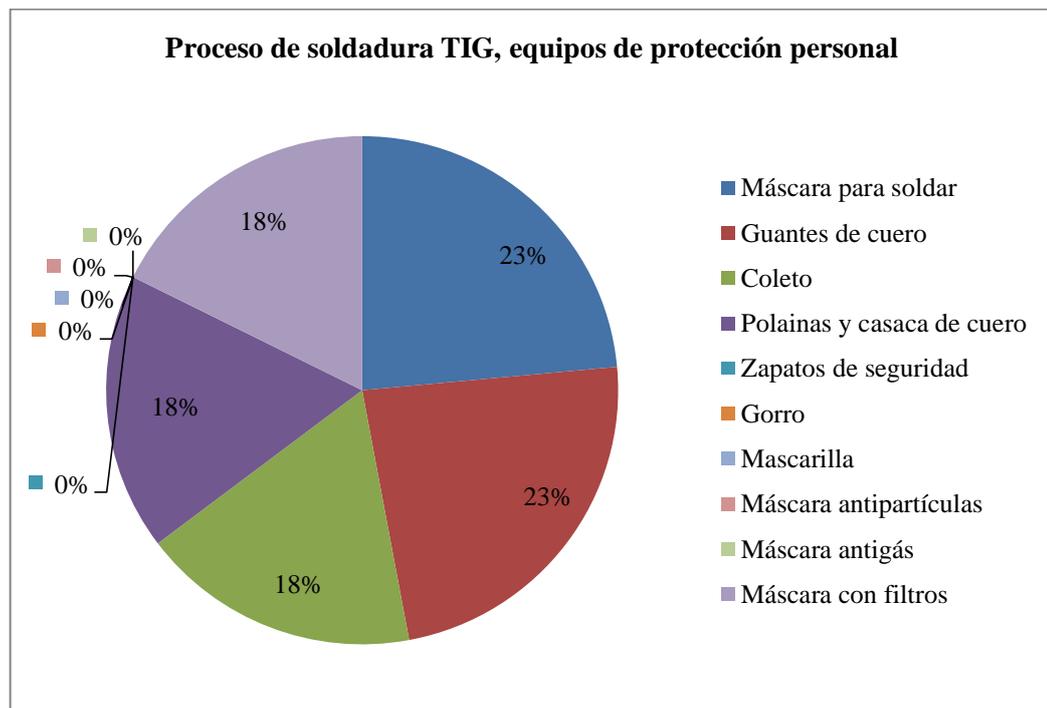
Para el proyecto de investigación se ha enfocado en el proceso de soldadura de arco TIG, y en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable capacidad 15000 litros, las actividades en las cuales se ve incluido este proceso de soldadura son las siguientes: ensamble de envoltentes, ensamble de tapas, ensamble de espejos, forrado final, ensamble de puertas, colocación de escaleras, colocación de tuberías y aquí también se realiza pulido y esmerilado.

**Tabla 4-13** Proceso de soldadura por arco TIG, equipo de protección personal.

 <b>Proceso de soldadura TIG</b>		
<b>Equipo de protección personal</b>	<b>(Nº de obreros)</b>	<b>Utilización del Equipo</b>
Máscara para soldar	4	Siempre
Guantes de cuero	4	Siempre
Coletos	2-3	En ocasiones
Polainas y casaca de cuero	2-3	En ocasiones
Zapatos de seguridad	4	Siempre
Gorro	0	Nunca
Mascarilla	0	Nunca
Máscara antipartículas	0	Nunca
Máscara antigás	0	Nunca
Máscara con filtros	2-3	En ocasiones

**Fuente:** Autor.

En la tabla 4-13 se puede observar que para desarrollar la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable de capacidad de 15000 litros, los equipos de protección personal que utilizan los trabajadores de la empresa INOX – TEC son los que se observa en la tabla 4-13 para interpretar de una forma clara se presenta la siguiente figura 4-13.



**Figura 4-13** Equipo de protección para un proceso de soldadura TIG.

**Fuente:** Autor.

La figura 4-13 describe el porcentaje de los obreros que utilizan cada equipo de protección personal, los trabajadores que operan en un proceso de soldadura por arco TIG dentro de la empresa INOX-TEC son cuatro, así en la figura 4-13 representando a un 23% que los cuatro trabajadores siempre utilizan la máscara de soldar y zapatos de seguridad industrial, de igual manera sucede con los guantes de cuero, mientras que con la utilización del colete, polainas y casaca de cuero utilizan un 18% esto representa de dos a tres trabajadores que si utilizan este equipo, pero en lo que refiere a la utilización de un gorro y equipo de protección personal referente a la inhalación es de un 0% nadie de los cuatro trabajadores emplea este equipo.

Según la investigación los trabajadores no le toman la importancia de utilizar el equipo de protección personal, a pesar que la empresa si dota de cada equipo de protección personal para que operen en este proceso de soldadura.

### 4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS.

Para verificar la hipótesis planteada en el capítulo II de esta investigación se ha utilizado la prueba de CHI – CUADRADO, esta prueba facilita verificar si las dos variables están relacionadas.

Después de la evaluación de las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC y al obtener un promedio de cada radiación alfa, beta, gamma y rayos X, se procede a realizar con estos promedios la verificación de la hipótesis de la siguiente manera:

**Tabla 4-14** Promedios de las radiaciones ionizantes, área externa de trabajo.

<b>Promedio de radiaciones, área externa</b>			
Radiación alfa, beta y gamma (mSv/ año oficial)	Radiación X (mSv/ año oficial)		
	Cristalino	Antebrazo	Tobillo
0	91,08	177,46	150,25

**Fuente:** Autor.

**Tabla 4-15** Promedios de las radiaciones ionizantes, área interna de trabajo.

<b>Promedio de radiaciones, área interna</b>			
Radiación alfa, beta y gamma (mSv/ año oficial)	Radiación X (mSv/ año oficial)		
	Cristalino	Antebrazo	Tobillo
0	155,16	516,74	503,64

**Fuente:** Autor.

**Tabla 4-16** Dosis equivalente límite de radiaciones ionizantes, norma NTP 614.

<b>DOSIS EQUIVALENTE LIMITE DE RADIACIONES IONIZANTES (mSv/año oficial)</b>		
Personas profesionalmente expuestas trabajadores		
Cristalino	Antebrazo	Tobillo
150	500	500

**Fuente:** Pascual, A., & Gadea, E. (2007). *NTP: Radiaciones ionizantes: normas de proteccion*. Recuperado el 2014, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_614.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf)

Con la ayuda de las tablas anteriores se determinó el área de trabajo crítica de soldadura al área interna por sus dosis equivalentes promedios superiores a los estipulados por la Nota Técnica de Prevención 614.

Para lo cual para verificar la hipótesis se ha realizado una encuesta para determinar la relación de las variables de este proyecto.

La encuesta (ANEXO 4) hizo referencia a los síntomas que una persona presenta al estar expuesta a la radiación ionizante superiores a los límites de la dosis equivalente, como se observa en la tabla 2-4.

Aplicación de la prueba de Chi- cuadrado, a los datos obtenidos de la encuesta ANEXO 4.

$$X^2 = \sum \frac{(f_o - f_e)^2}{f_e} \quad \text{Ec. 4.3}$$

Dónde:

$X^2$  = Chi- cuadrada.

$f_o$  = Frecuencia observada del acontecimiento a investigar.

$f_e$  = Frecuencia esperada.

En las tablas 4-17 y 4-18 se presentan las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas de la siguiente forma:

**Tabla 4-17** Datos Chi- cuadrado.

<b>FRECUENCIA OBSERVADA (<math>f_0</math>)</b>						
<b>Genérico</b>	<b>Presencia de náuseas</b>	<b>Presencia de vómito</b>	<b>Enrojecimiento de piel</b>	<b>Presencia de fatiga</b>	<b>Debilidad general del cuerpo</b>	<b>TOTAL</b>
SI	1	0	4	4	1	10
NO	3	4	0	0	3	10
<b>TOTAL</b>	4	4	4	4	4	20

**Fuente:** Autor.

**Tabla 4-18** Datos Chi- cuadrada.

<b>FRECUENCIA ESPERADA (<math>f_e</math>)</b>				
<b>Presencia de nauseas</b>	<b>Presencia de vómito</b>	<b>Enrojecimiento de la piel</b>	<b>Presencia de fatiga</b>	<b>Debilidad general del cuerpo</b>
2	2	2	2	2
2	2	2	2	2

**Fuente:** Autor.

**Tabla 4-19** Resultados de Chi- cuadrado.

<b>CALCULO CHI- CUADRADO (<math>X^2</math>)</b>				
<b>Presencia de náuseas</b>	<b>Presencia de vómito</b>	<b>Enrojecimiento de la piel</b>	<b>Presencia de fatiga</b>	<b>Debilidad general del cuerpo</b>
0,5	2	2	2	0,5
0,5	2	2	2	0,5

**Fuente:** Autor.

La sumatoria del cálculo de Chi- cuadrado de la tabla 4-19 es el siguiente:

$$X^2 = 0,5 + 0,5 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0,5 + 0,5$$

$$X^2 = 14$$

Calculo de los grados de libertad ( $v$ ).

$$v = (\text{cantidad de filas} - 1)(\text{cantidad de columnas} - 1)$$

$$v = (2 - 1)(5 - 1)$$

$$v = 4$$

Nivel de significancia para este cálculo se trabajó con un nivel de la significancia de 0,01.

Valor del parámetro p.

$$p = 1 - \textit{nivel de significancia}$$

$$p = 1 - 0.01$$

$$p = 0,99$$

Con estos valores vamos al ANEXO 5 y procedemos a verificar la hipótesis que se planteó.

Hipótesis nula: Las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC no incidirán en la salud de los trabajadores.

Hipótesis alternativa: Las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC incidirán en la salud de los trabajadores.

Las bibliografías revisadas explican que si el valor de Chi- cuadrado calculado es menor o igual a Chi - cuadrado crítico se acepta la hipótesis nula caso contrario se acepta la hipótesis alternativa.

$$X^2 \leq X^2 \textit{Crítico}; \textit{Hipótesis nula.}$$

$$X^2 \geq X^2 \textit{Crítico}; \textit{Hipótesis alternativa.}$$

Con estas especificaciones por último se procede a verificar la hipótesis.

$$X^2 \geq X^2 \textit{Crítico}; \textit{Hipótesis alternativa.}$$

$$14 > 13,277$$

La hipótesis ha sido verificada las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC si inciden en la salud de los trabajadores.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

#### 5.1 CONCLUSIONES.

- Al evaluar las radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC se identificó la presencia de radiación ionizante rayos X en el proceso de soldadura por arco TIG.
- Se determinó el tiempo de exposición de un trabajador en un puesto de trabajo al realizar un proceso de soldadura por arco TIG, se encuentra expuesto a las radiaciones ionizantes un tiempo de 4 horas dentro de su jornada laboral que son de ocho horas diarias, en el área externa e interna de trabajo.
- Se evaluó las radiaciones ionizantes, partícula alfa ( $\alpha$ ) y partícula beta ( $\beta$ ) en los puestos de trabajo con soldadura en el área externa e interna en la fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche de acero inoxidable capacidad 15000 litros, no existe penetración de estas radiaciones al cuerpo humano.
- La penetración de la radiación alfa ( $\alpha$ ) es muy baja y puede ser detenida por una hoja de papel, el dosímetro que se utilizó para la detección de esta radiación arrojó valores de cero, debido a que el trabajador utiliza un equipo de protección personal para el proceso de soldadura por arco TIG que consta de una máscara de soldar (Cara), guantes de cuero (manos, antebrazo) y zapatos de seguridad industrial (tobillo y pies) esto impide que penetre la radiación hacia la epidermis del trabajador, en el área externa mientras que en el área interna no existe penetración de esta radiación por la relación de distancia entre pistola del equipo TIG y el soldador.

- La radiación beta ( $\beta$ ) la capacidad de penetración es mayor que la radiación alfa, durante la evaluación no se detectó presencia de esta radiación con lo que se concluye que no incide en la salud de los trabajadores, área externa por equipo de protección personal y área interna por relación distancia.
- Se evaluó la radiación gamma ( $\gamma$ ) en los puestos de trabajo con soldadura área externa e interna de trabajo, no se detectó presencia de esta radiación a pesar que la capacidad de penetración de esta radiación es mucho mayor que las emitidas por alfa y beta, el equipo de protección personal si detiene la penetración de estas radiaciones en el área externa mientras que en la interna es por el factor distancia, por lo tanto dentro de estas áreas de trabajo esta radiación no incide en la salud del trabajador.
- Se ha evaluado la radiación rayos X, la capacidad de penetración de esta radiación es muy elevada por lo que se detectó presencia de esta radiación en el área externa e interna de los puestos de trabajo con soldadura, a condiciones de trabajo de 95 a 120 amperios, la temperatura en el área externa varía según las condiciones del clima en el galpón de trabajo mientras que en el área interna la temperatura esta por alrededor de 40° centígrados.
- Se determinó como área crítica de soldadura al área interna ya que presenta dosis equivalentes superiores a la Nota Técnica de prevención 614 la cual expresa dosis equivalente límite para el cristalino de 150 mSv/año oficial y para el antebrazo y tobillo es de 500 mSv/año oficial, y la dosis equivalente obtenida en los puestos de trabajo con soldadura son los siguientes para el cristalino 155,16 mSv/año oficial, para el antebrazo 516,74 mSv/año oficial y para el tobillo 503,64 mSv/año oficial.
- La emisión de la radiación X, en el área interna es mayor que la radiación que se encuentra en el área externa de trabajo, por la razón que la ionización de gases no fugan con facilidad de esta manera son absorbidos por el trabajador en el interior del tanque en un porcentaje de 3,44% en la parte del cristalino, un 3,35% en el antebrazo y un 0,73% en el tobillo del cuerpo del trabajador.

- Los niveles de energía de la radiación indirecta rayos X es superior a los 10 KeV, en el área externa como interna de trabajo con soldadura en el proceso TIG.
- El proceso de soldadura por arco TIG si influye en la salud de los trabajadores ya que los trabajadores han presentado síntomas comunes provocados por la radiación ionizante con la dosis equivalente a la cual e exponen en su jornada laboral.
- Se ha detectado radiación X en el afilado del electrodo de tungsteno, la radiación emitida es muy baja la dosis equivalente varía entre 9,18 mSv/año oficial.
- En los puestos de trabajo con soldadura no existe un mapa que identifique las áreas que representan riesgo físico como son las radiaciones ionizantes provocadas por el proceso de soldadura, para poder orientar al personal interno como externo de la empresa para que se adopten medidas de precaución.

## **5.2 RECOMENDACIONES.**

- Desarrollar un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC.
- Dar preferencia a los aspectos determinados como significativos en la interpretación de los resultados de la evaluación de las radiaciones ionizantes.
- Disminuir los tiempos de exposición de un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura realizando un estudio de trabajo adecuado.
- Capacitar a los trabajadores de la empresa INOX – TEC en la importancia de la utilización del equipo de protección personal para disminuir los riesgos laborales.
- Analizar un equipo de protección personal adecuado para los trabajadores que realizan un proceso de soldadura por arco TIG que impida la penetración de radiaciones ionizantes.

- Proponer la designación de un responsable de seguridad que cubra las falencias referentes a la prevención de riesgos laborales en la empresa INOX-TEC.

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

#### **6.1 DATOS INFORMATIVOS.**

##### **6.1.1 Título de la propuesta.**

Desarrollar un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC.

##### **6.1.2 Institución ejecutora.**

La empresa “INOX-TEC” soluciones en acero inoxidable de la ciudad de Latacunga.

##### **6.1.3 Beneficiarios.**

Los beneficiarios directamente de esta propuesta son los trabajadores que trabajan en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX – TEC, permitiendo tomar medidas adecuadas de protección contra estas radiaciones.

##### **6.1.4 Ubicación de la empresa.**

Provincia de Cotopaxi, ciudad Latacunga, Sector Tiobamba.

##### **6.1.5 Tiempo estimado para ejecución.**

Fecha de inicio: Marzo 2015.

Fecha de finalización: Abril 2015.

### **6.1.6 Equipo técnico responsable.**

Gerente general: Ing. Luis Salan.

Tutor: Ing. Mg. Christian Castro.

Autor: Liliana Maribel Villena Jaitia.

### **6.2 ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA.**

El tema de la propuesta para este proyecto de investigación es realizar un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC, según investigaciones que se ha realizado en la Universidad Técnica de Ambato en la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica no hay una propuesta que sea similar a la planteada en este proyecto.

La empresa no cuenta con un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura, por lo que es necesario para poder tomar medidas adecuadas de protección contra estas radiaciones, tomando en cuenta la fuente, el medio y el receptor.

### **6.3 JUSTIFICACIÓN.**

La empresa INOX-TEC de la provincia de Cotopaxi, ciudad Latacunga necesita un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura, ya que el principal problema de esta empresa es que no se toma medidas de protección adecuadas contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura esto hace que esta radiación incida en la salud de los trabajadores que operan en un proceso de soldadura por arco TIG.

De esta manera este proyecto está dirigido a tomar medidas adecuadas contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura, garantizando la seguridad del trabajador en su puesto de trabajo.

Al garantizar la seguridad del trabajador se está contribuyendo a que el trabajo que realiza la empresa sea de reconocimiento nacional e internacional.

## **6.4 OBJETIVOS.**

### **6.4.1 Objetivo general.**

- Desarrollar un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC.

### **6.4.2 Objetivos específicos.**

- Elaborar un procedimiento para reclutamiento de personal.
- Elaborar un procedimiento de selección de un trabajador.
- Elaborar un procedimiento de capacitación al trabajador.
- Elaborar un procedimiento de instructivo de trabajo para un soldador.
- Elaborar un procedimiento de equipo de protección personal adecuado para los trabajadores que operan en un proceso de soldadura.
- Elaborar un procedimiento de adiestramiento e inducción.
- Elaborar un procedimiento de vigilancia médica.

## **6.5 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD.**

El proyecto de investigación está orientado a tomar medidas adecuadas para la protección de radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC, y el cumplimiento de control de normas y reglamentaciones que exigen los organismos de control para este riesgo físico.

Revisando estándares de seguridad industrial ayudará a desarrollar el programa de protección para radiaciones ionizantes.

### **6.5.1 Análisis de costo**

#### **6.5.1.1 Costos directos**

Costos de materiales:

Las mediciones que se ha realizado en este proyecto son gracias a un equipo detector de radiaciones ionizantes el cual el costo es elevado por lo que la

inversión es costosa, a continuación se detallan los costos unitarios del material a utilizar en la tabla 6-1.

**Tabla 6-1** Costos unitarios de materiales

<b>Inversión de materiales</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>Precio total</b>
Alquiler equipo detector de radiaciones ionizantes INSPECTOR EXP	1	1500	1500
Tutorías	1	26	26
Impresiones	x	50	50
		<b>Total</b>	<b>1576</b>

**Fuente:** Autor.

La empresa para ejecutar este programa de protección contra radiaciones ionizantes debe invertir un monto de \$ 1576 dólares en costos directos, esta inversión se lo hará una vez al año para que con la propuesta de este proyecto de investigación se logre disminuir la dosis equivalente para radiaciones ionizantes en el área interna de trabajo, se lo hará una vez al año durante un mes ya que la dosis equivalente de radiaciones ionizantes son por año oficial.

Las tutorías son importantes ya que mediante ellas el personal encargado de realizar la evaluación de radiaciones ionizantes se informará del equipo a utilizar y desarrollará un trabajo de forma eficiente.

Además dentro de los costos directos están las impresiones de manuales, tutorías del equipo esto también representa un valor económico, en lo que se refiere a los costos directos para la ejecución de esta propuesta que será responsable la empresa INOX-TEC.

### 6.5.1.2 Costos indirectos

Los costos indirectos son aquellos que no se exponen de forma directa pero que deben ser tomados en cuenta para que se lleve a cabo la ejecución del proyecto.

**Tabla 6-2** Gastos indirectos.

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad (USD)</b>
Mano de obra utilizada	600
Material bibliográfico	100
Transporte	90
<b>Total</b>	<b>790</b>

**Fuente:** Autor.

Para la evaluación de radiaciones ionizantes se necesitará utilizar mano de obra especializada en el tema, por lo cual la empresa tendrá que invertir alrededor de \$ 600 dólares en el profesional que ejecute la evaluación.

Se incluye material bibliográfico que será necesario para la evaluación de radiaciones ionizantes, así como el transporte se ha determinado el valor de la tabla 6-2 si es necesario.

La totalidad de inversión de este proyecto es de \$ 2366 dólares, los cuales tienen que ser financiados por la empresa INOX-TEC para que se ejecute la propuesta de este proyecto de investigación como es “desarrollar un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura”, con la finalidad de garantizar la seguridad del trabajador.

## **6.6 FUNDAMENTACIÓN**

### **6.6.1 Seguridad del trabajador en el proceso de soldadura por arco TIG**

Los trabajadores que operan en un proceso de soldadura por arco TIG que es el proceso que resalta en la empresa INOX-TEC, como ya antes mencionada es una empresa que se dedica a la fabricación de equipos y máquinas en acero inoxidable siendo el proceso por arco TIG el idóneo para estos trabajos, pero al mismo tiempo este proceso genera un número de riesgos laborales al trabajador, siendo uno de ellos las radiaciones ionizantes, que pueden ser controladas desarrollando un programa de protección para estas radiaciones, atacando a ciertas falencias que presenta esta empresa.

Las vías de exposición de radiación ionizante en un trabajador son el electrodo de tungsteno parte esencial del proceso de soldadura por arco TIG y por la emisión de fotones en otras palabras rayos X dentro del proceso de soldadura por arco, como se explicó en el capítulo dos de esta investigación, estos dos factores que han sido analizados en este proyecto inciden en la salud de los trabajadores por tal motivo es necesario que se tome medidas de protección contra estas radiaciones.

Según la investigación que se realizó los trabajadores están expuestos a radiación rayos X, no se detectó presencia de radiación alfa, beta y gamma por las razones que se justificó en el capítulo cuatro de esta investigación.

Por la presencia de la radiación ionizante rayos X, los trabajadores de la empresa INOX-TEC, han presentado síntomas comunes de esta radiación como son enrojecimiento de la piel, fatiga y debilidad general del cuerpo.

Por todas las razones antes expuestas es necesario garantizar la seguridad en el trabajo por lo tanto esto implica:

Que seguridad en el trabajo es un conjunto de medidas técnicas, educacionales, médicas y psicológicas empleados para prevenir accidentes, tendientes a eliminar las condiciones inseguras del ambiente y a instruir o convencer a las personas acerca de la necesidad de implementación de prácticas preventivas. (Cimo, 2002)

Los esquemas de organización de la empresa, los servicios de seguridad tienen el objetivo de establecer normas y procedimientos, poniendo en práctica los recursos posibles para conseguir la prevención de accidentes y controlando los resultados obtenidos. (Cimo, 2002)

### **6.6.2 Productividad de la empresa INOX-TEC**

La mejora de la productividad de una empresa implica muchos factores tales como: tecnología, organización, recursos humanos, relaciones laborales, condiciones de trabajo, calidad entre otros, de este conjunto de factores para la propuesta de esta investigación se enfocará al recurso humano y las condiciones de trabajo se lo toma como prioridad ya que están directamente relacionados la fabricación de los productos que oferta la empresa y es necesario que garantizar la seguridad del trabajador para que de esta manera mejore la productividad.

Una medida de protección contra las radiaciones ionizantes en un proceso de soldadura, es implementar un plan de rotación de puestos de trabajo para trabajadores que operan en un proceso de soldadura por arco TIG, para de esta manera evitar que el trabajo sea monótono y disminuir la fatiga que es producida por la radiación ionizante.

### **6.6.3 Beneficios del programa de protección**

La inversión del programa de protección para radiaciones ionizantes implica su costo, pero proporciona beneficios ya que mediante él se podrá evitar paradas de producción ya que las radiaciones ionizantes si están incidiendo en la salud de los trabajadores que operan en un proceso de soldadura TIG, además con este programa se logrará mejorar las condiciones de trabajo de esta manera aportando a mejora de la productividad.

### **6.6.4 Salud del trabajador**

Tomando como prioridad el recurso humano de la empresa INOX-TEC, en especial al personal que labora en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG, la empresa se ve en la obligación de garantizar la seguridad y salud en el

trabajador, por lo que este programa de protección para radiaciones ionizantes en gran parte ayudará a preservar la salud del trabajador como cita en la página web del ministerio de trabajo del país de Ecuador: “ La Dirección de Seguridad y Salud en el Trabajo surge como parte de los derechos del trabajo y su protección. “los riesgos del trabajo son de cuenta del empleador” y que hay obligaciones, derechos y deberes que cumplir en cuanto a la prevención de riesgos laborales”.

## 6.7 METODOLOGÍA

Para desarrollar el proyecto de investigación fue necesario realizar evaluaciones de radiaciones ionizantes determinando sus dosis equivalentes así como sus niveles de energía de cada radiación, y tomando en cuenta los siguientes parámetros se pudieron determinar que la empresa necesita un programa de procedimientos para radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura.

**Tabla 6-3** Metodología para el programa de procedimientos de radiaciones ionizantes.

Maquinaria o equipo usado	Puesto	Riesgo detectado	Métodos de control
		Radiación ionizante	Medidas técnicas
Equipo TIG (Miller Welders)	Área externa e interna de soldadura	<b>En la fuente:</b> No aplica porque el proceso de soldadura TIG no puede sufrir modificaciones.	
		<b>En el medio:</b> No aplica	
		<b>En receptor:</b> Desarrollar un programa de protección para radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura.	

**Fuente:** Autor.

## **6.8 DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

### **6.8.1 Programa de protección para radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC.**

En esta parte se desarrollará la propuesta de este proyecto de investigación tomando en cuenta falencias que se ha encontrado durante la investigación que se ha realizado en esta empresa, para poder mediante este programa de protección contra radiaciones ionizantes tomar medidas apropiadas para este problema siempre con el objetivo de garantizar la integridad de los trabajadores de la empresa así como un desempeño óptimo en cada una de sus actividades en el campo laboral.

Se realizará varios procedimientos como se detalló en los objetivos específicos de la propuesta, siguiendo un orden empezando desde el reclutamiento del personal hasta la vigilancia médica para que de esta manera la empresa pueda contar con un programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura, ayudando así a superar ciertas falencias que presenta la empresa en lo referente a programas de prevención de riesgos laborales.

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	<b>MANUAL DE PROCESOS</b>
<b>Código:</b> I-001	<b>Proceso:</b> Reclutamiento del personal idóneo para puestos de trabajo con soldadura.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 3

### 1. Propósito.

Dotar a la empresa INOX-TEC del personal idóneo para el desempeño de puestos vacantes para trabajo con soldadura, en proceso de soldadura por arco TIG.

### 2. Alcance.

Todos los puestos de trabajo en la empresa INOX-TEC, en especial los puestos de trabajo con soldadura deben ser llenados, debido a que constituyen una parte esencial en el proceso de fabricación.

### 3. Responsables.

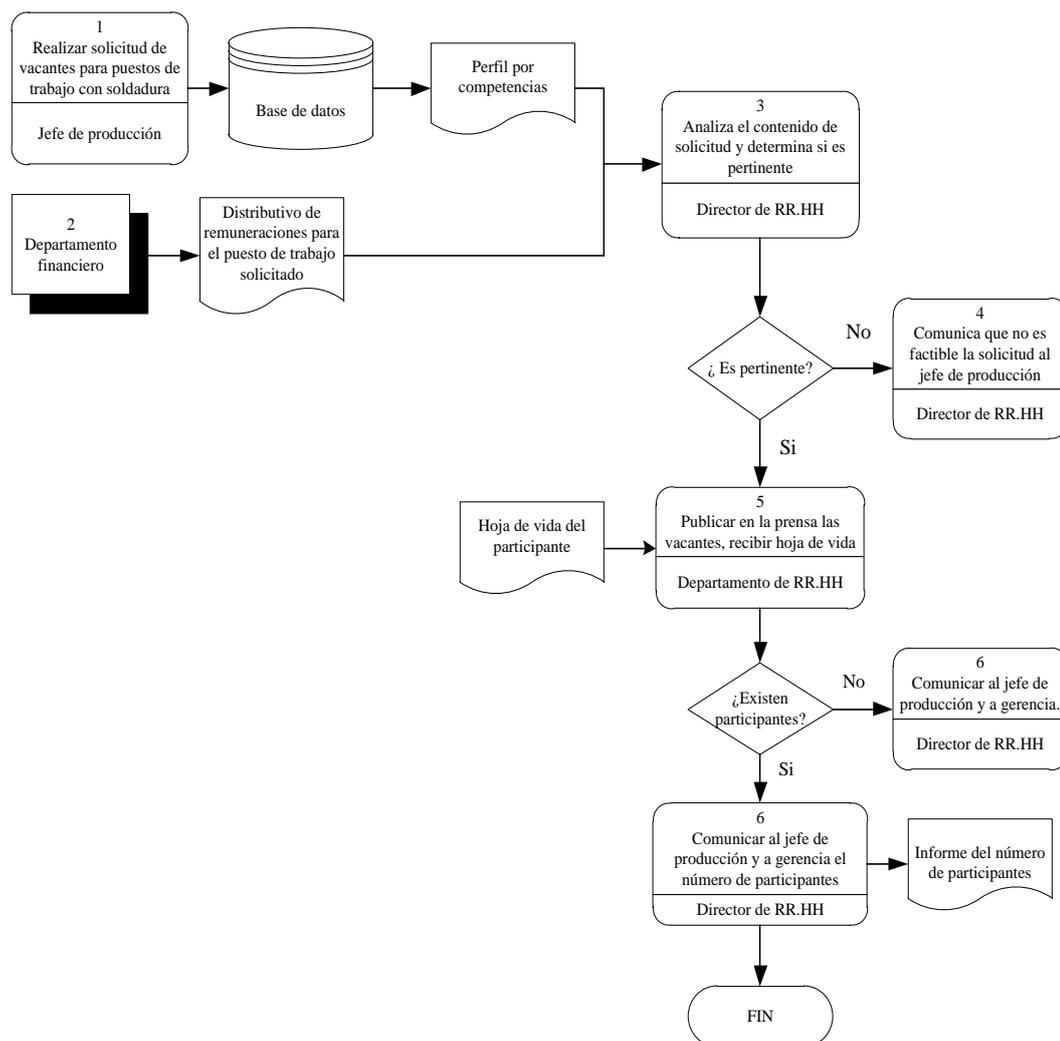
- Gerente general
- Director(a) administrativo financiero
- Director (a) de recursos humanos ( Director de RR.HH)
- Jefe de producción

### 4. Definiciones.

**Reclutamiento de Personal:** Procedimiento para atraer candidatos potencialmente calificados y capaces.

### 5. Metodología.

La metodología que se empleará para el procedimiento de reclutamiento del personal para soldadura TIG se detalla mediante un diagrama de flujo de la siguiente manera:



## 6. Anexos.

### 6.1 Perfil de competencia laboral soldador(a).

La Secretaría técnica de capacitación y formación personal emite el perfil de competencia de nivel 2 para soldador(a), citando como competencia general para este puesto de trabajo como:

“Unir elementos cumpliendo con las normas establecidas de soldadura, seguridad y salud en el trabajo, estándares de calidad y de medio ambiente”.

**Fuente:** Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional, 2012.

Unidades de competencia:

Nivel 1: Preparar y garantizar la disponibilidad de equipos, materiales, consumibles y elementos de seguridad a utilizarse en el proceso de soldadura. (Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional, 2012)

Nivel 2: Ensamblar y soldar las piezas de acuerdo a las normas técnicas establecidas y a los requerimientos de las órdenes de trabajo. (Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional, 2012)

Nivel 3: Verificar la calidad de la soldadura para comprobar el cumplimiento de los requisitos establecidos. (Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional, 2012)

## 7. Referencias.

Secretaría Técnica de Capacitación y Formación Profesional.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro.	Ing. Luis Salan.	Ing. Luis Salan.	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	MANUAL DE PROCESOS
<b>Código:</b> I-002	<b>Proceso:</b> Selección de los trabajadores en función de los factores de riesgo ocupacional de exposición	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 7

### 1. Propósito.

Determinar el proceso de selección que permita contratar personal apto para puestos de trabajo con soldadura TIG, siempre que la empresa INOX-TEC solicite cubrir alguna vacante.

### 2. Alcance.

Este proceso se emplea para realizar la selección idónea de personal, precisando los requerimientos acertados para cada puesto de trabajo y así garantizar que se obtengan contrataciones con criterio de Seguridad y Salud en el Trabajo.

### 3. Responsables.

- Gerente general
- Director(a) administrativo financiero
- Director (a) de recursos humanos (Director (a) de RR.HH)
- Médico Ocupacional (profesional externo concertado para evaluaciones)

### 4. Indicadores.

Profesiograma

### 5. Definiciones.

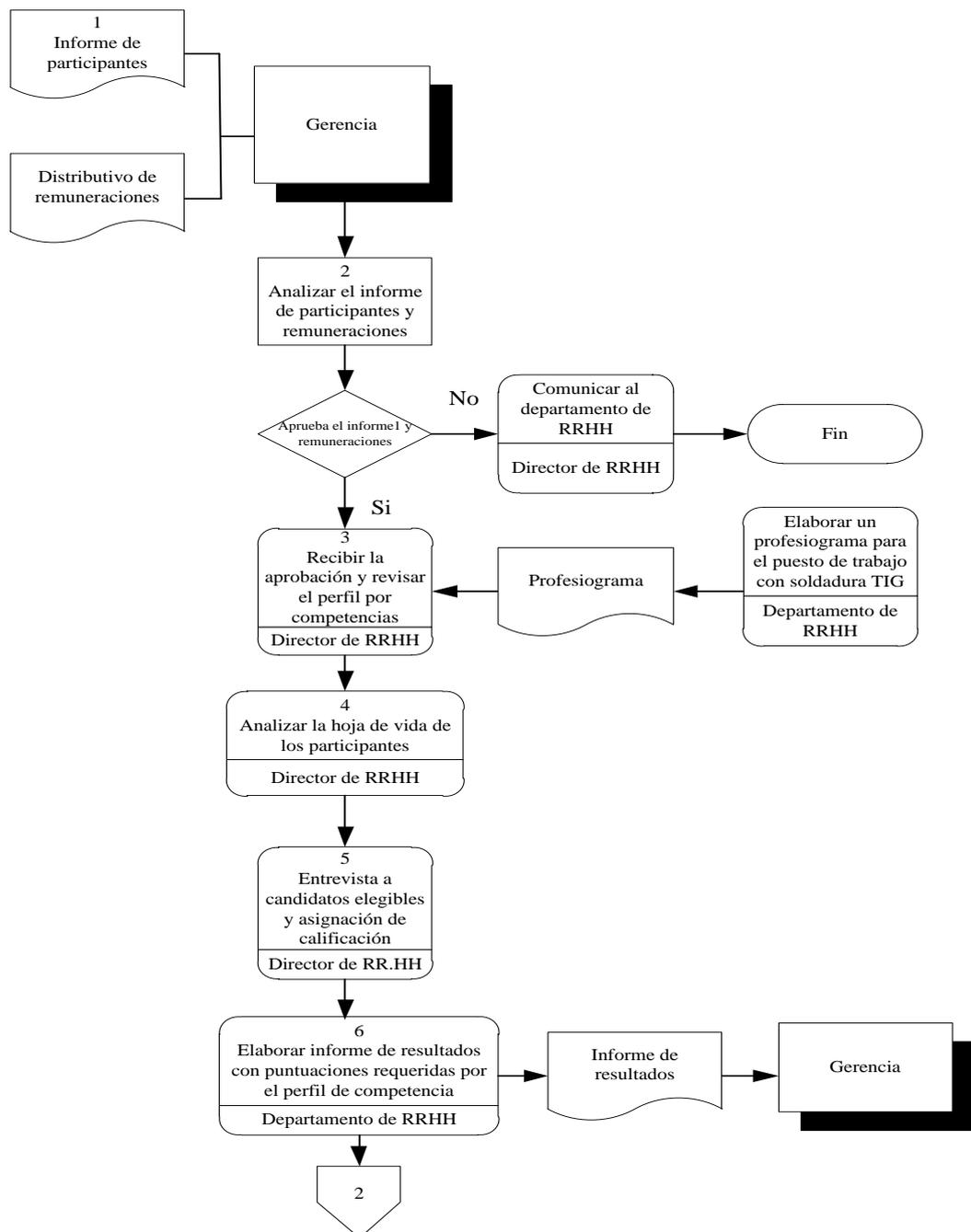
**Competencia:** En materia de Seguridad y Salud en el Trabajo incluye: la instrucción, la experiencia y la formación profesional; o una combinación de estos elementos.

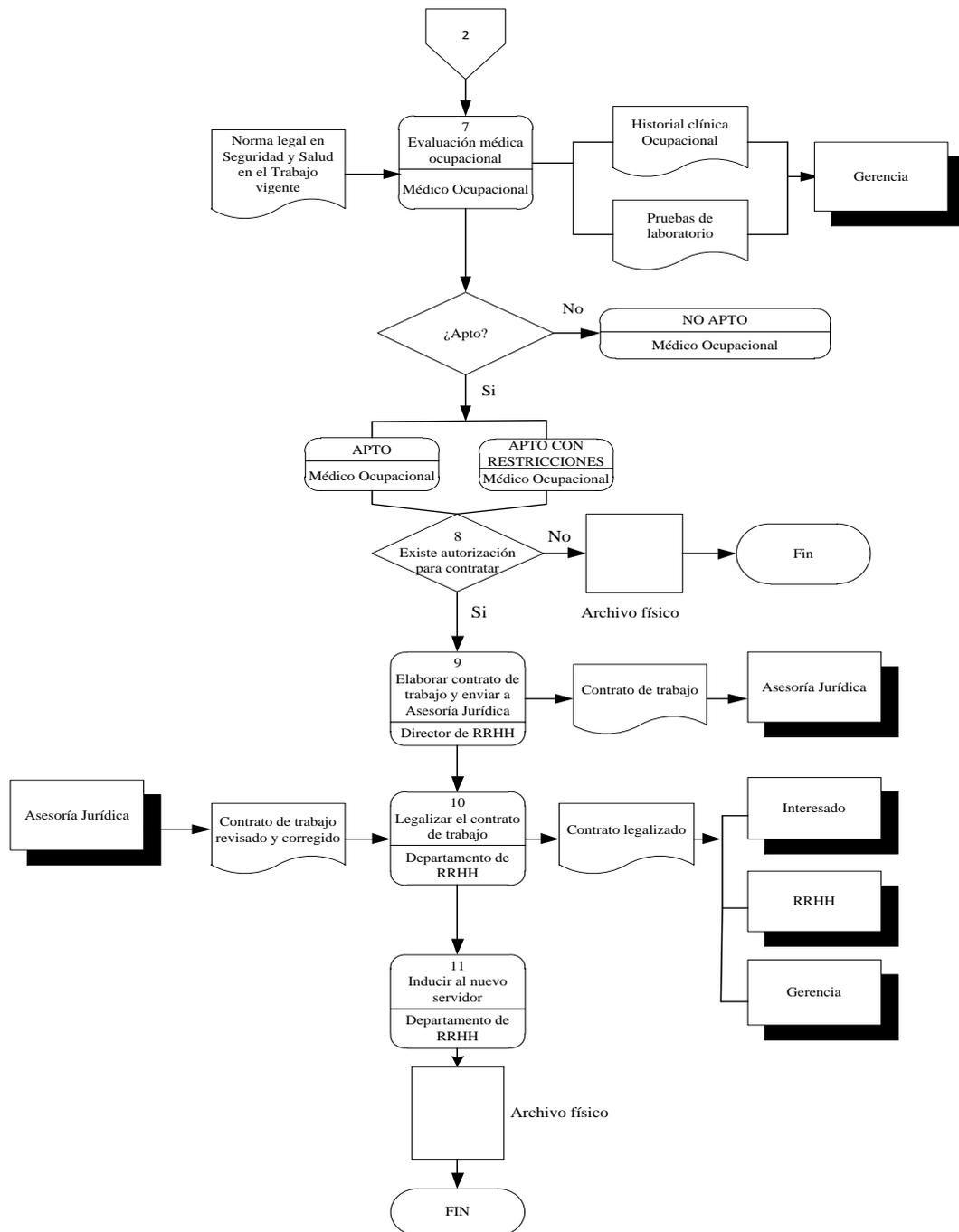
**Lugar de trabajo:** Cualquier espacio físico en el que se realizan actividades relacionadas con el trabajo, bajo el control de la organización.

**Examen Médico Pre Ocupacional:** Examen médico y de investigación de antecedentes ocupacionales, previo al ingreso del trabajador, para determinar si su condición de salud satisface los requisitos del puesto de trabajo al que postula.

**Profesiograma:** Conjunto de criterios a cumplir, en base a evaluaciones médicas, evaluaciones técnicas y definición de competencias para un puesto de trabajo.

## 6. Metodología





## 7. Anexos

### 7.1 Profesiograma

En esta sección se presenta un profesiograma modelo para un puesto de trabajo con soldadura, el profesiograma especifica cuantitativamente y cualitativamente las características, deberes, responsabilidades y requisitos mínimos exigidos a un puesto de trabajo (López, 2013).

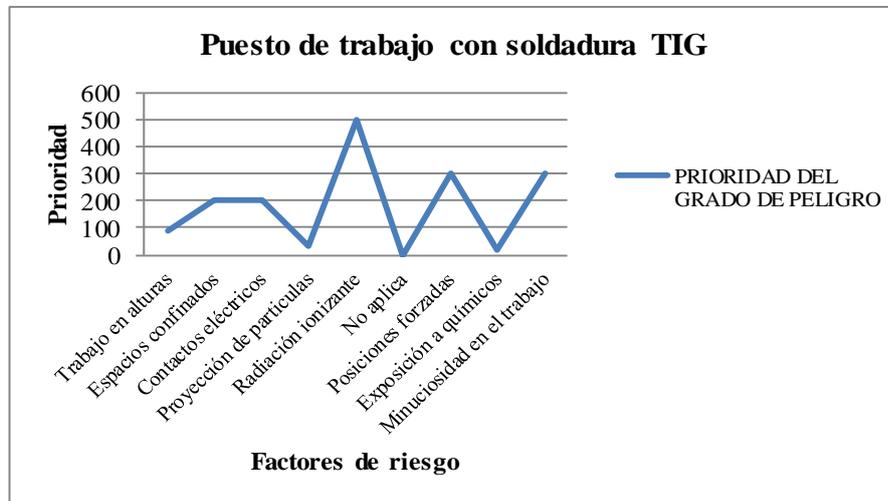
	<b>PROFESIOGRAMA</b>	CÓDIGO: I-002						
		VERSIÓN: 00						
		PÁGINA: 1/ 3						
<b>PUESTO TIPO</b>								
<b>Puesto de trabajo</b>	Área externa e interna de soldadura TIG							
<b>Código puesto</b>	I-002 E							
<b>Formación</b>	Soldador calificado							
<b>Experiencia</b>	2 años							
<b>Aptitudes</b>	Conocer bien las características del proceso de soldadura por arco TIG							
<b>Descripción del proceso productivo que se desempeña en el puesto de trabajo</b>	<b>Flujograma de actividades</b>							
	<b>Área de trabajo:</b>	<b>Código de trabajo:</b>	<b>Elaborado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>				
	Área externa e interna de soldadura	I-002 S	Autor	Departamento de RRHH				
	<b>Nombre del procedimiento:</b>	Proceso de soldadura TIG, fabricación de un tanque isotérmico de transporte de leche capacidad 15000 litros en acero inoxidable			<b>fecha:</b>			
	<b>Código del procedimiento:</b>	I-002 S TIG						
	<b>N° de actividades</b>	<b>Descripción de actividades</b>						<b>Comentarios (Mejoras)</b>
		Proceso de soldadura TIG 1			x			
	1	Ensamble de envoltentes	x					
	2	Ensamble de tapas	x					
	3	Ensamble de espejos	x					
	4	Pulido y esmerilado	x					
		Proceso de soldadura SMAW			x	x	x	
	5	Construcción de la jaula	x					
	6	Construcción del chasis	x					
		Proceso de soldadura TIG 2			x	x		
7	Forrado final	x						
8	Ensamble de puertas	x						
9	Colocación puertas	x						
10	Colación de Tuberías	x						
	<b>Simbolo</b>	<b>Tareas descritas</b>						
		Operación						
		Transporte						
		Inspección						
		Espera						
		Combinar						
<b>Tareas y/o funciones que realiza en el puesto</b>	Preparación del material; proceso de soldadura TIG, SMAW.							
<b>Útiles, herramientas o maquinaria de trabajo utilizados</b>	Equipo TIG en general							
<b>Exigencias funcionales</b>	Técnicas de soldadura, seguridad y salud aplicado al proceso de soldadura, metrología básica y conversión de unidades, manejo de materiales de metalurgia, electricidad básica, manejo de equipo TIG.							
<b>Competencias</b>	Nivel 1, Nivel 2, Nivel 3							
<b>Capacidades</b>	Manejo de recursos materiales, selección de equipo, Proactividad, minuciosidad.							
<b>Horario de trabajo</b>	8:00 am - 17:00 pm							
<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>						
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan						

**IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

RIESGO	FACTOR DE RIESGO	PRIORIDAD DEL GRADO DE PELIGRO
<b>MECÁNICO</b>	Trabajo en alturas	90
	Espacios confinados	200
	Contactos eléctricos	200
	Proyección de partículas	30
<b>FÍSICO</b>	Radiación ionizante	500
<b>BIOLÓGICO</b>	No aplica	0
<b>ERGONÓMICO</b>	Posiciones forzadas	300
<b>QUÍMICO</b>	Exposición a químicos	18
<b>PSICOSOCIAL</b>	Minuciosidad en el trabajo	300

VALOR ÍNDICE DE W FINE	INTERPRETACIÓN
$0 > GP < 18$	Bajo
$18 < GP \leq 85$	Medio
$85 < GP \leq 200$	Alto
$GP > 200$	Crítico

**GRÁFICO FACTORES DE RIESGO DEL PUESTO DE TRABAJO - PRIORIZACIÓN**



**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL PARA EL PUESTO DE TRABAJO**

								
Protección Auditiva	Casco de Seguridad	Calzado de Seguridad	Protección para Manos	Protección Ocular	Protección Respiratoria	Mascara de Soldar	Arnés/Cinturón de Seguridad	Ropa Protectora de Trabajo

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan



**PROFESIOGRAMA**

CÓDIGO: I-002

VERSIÓN: 00

PÁGINA: 3/ 3

**EXIGENCIAS PSICOFISIOLÓGICAS DEL PUESTO DE TRABAJO**

APTITUDES MÍNIMAS EXIGIBLES	MUY BUENA	BUENA	MEDIA	INSUFICIENTE	DÉFICIT	OBSERVACIONES
	1	2	3	4	5	
Salud general	x					
Aptitud a permanecer sentado		x				
Equilibrio		x				
Facilidad de movimiento sobre el tronco	x					
Facilidad de movimiento sobre superior		x				
Facilidad de movimiento sobre inferior		x				
Conocimientos técnicos requeridos		x				
Exigencias visuales	x					
Exigencias auditivas			x			
Exigencias táctiles						
Destreza manual	x					
Aparato digestivo			x			
Aparato respiratorio			x			
Aparato circulatorio			x			
Aparato urinario			x			
Piel y mucosas		x				
Memoria	x					
Atención	x					
Orden	x					
Responsabilidad	x					
Resistencia a la monotonía		x				

**EXAMENES Y VALORES MÉDICAS OCUPACIONALES**

<b>PRE- OCUPACIONALES</b>	SI
<b>PERIÓDICOS</b>	SI
<b>REINTEGRO</b>	NO
<b>ESPECIALES</b>	SI
<b>SALIDA</b>	NO

**CONTRAINDICACIONES MÉDICAS**

Vértigo, epilepsia, cardiopatías, enfermedades respiratorias crónicas, etc.

**Elaborado por:**

Liliana Villena

**Revisado por:**

Ing. Christian Castro

**Aprobado por:**

Ing. Luis Salan

**8. Referencias.**

Resolución 957, Instrumento Andino de SST,

Decisión 584, Instrumento Andino de SST, art. 11, literal K

Código de Trabajo.

Resoluciones del Ministerio de Relaciones Laborales.

Distributivo de sueldos aprobado.

Manual de Puestos de Trabajo. (Talento Humano)

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	<b>MANUAL DE PROCESOS</b>
<b>Código:</b> I-003	<b>Proceso:</b> Capacitación al personal que trabaja en puestos de trabajo con soldadura TIG sobre es el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 7

### 1. Propósito.

Determinar los parámetros técnicos para una idónea preparación en argumentos concernientes a la Seguridad y Salud en el Trabajo conforme con las necesidades de la empresa INOX-TEC, en los puestos de trabajo con soldadura TIG.

### 2. Alcance.

Este proceso se emplea a los trabajadores que operan en un puesto de trabajo con soldadura TIG con mayor énfasis a los trabajadores nuevos que ocuparán este puesto de trabajo.

### 3. Responsables.

- Gerencia
- Responsable de prevención de riesgos (R.P.R)
- Director administrativo financiero
- Trabajador

### 4. Indicadores.

Plan de capacitación

### 5. Definiciones

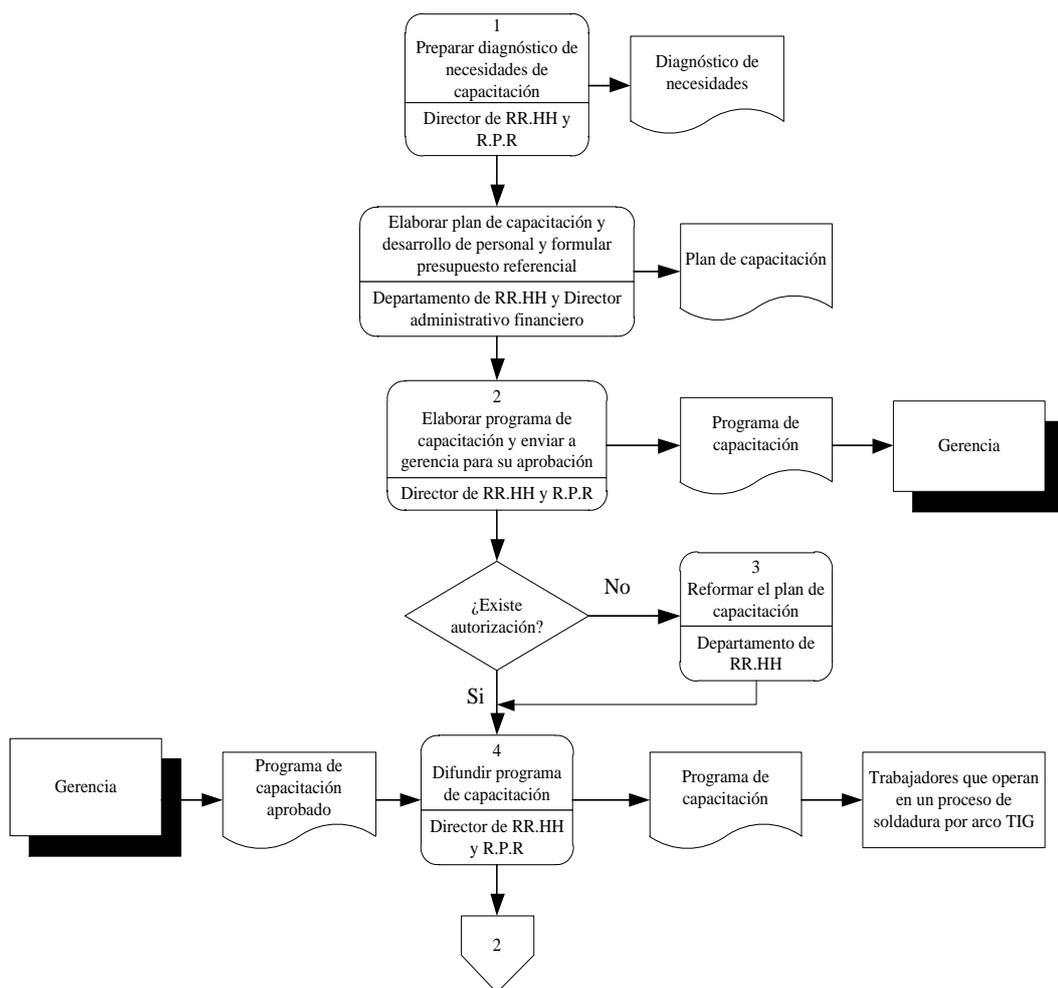
**Capacitación:** Medio que permite mejorar las habilidades, destrezas y conocimientos del personal.

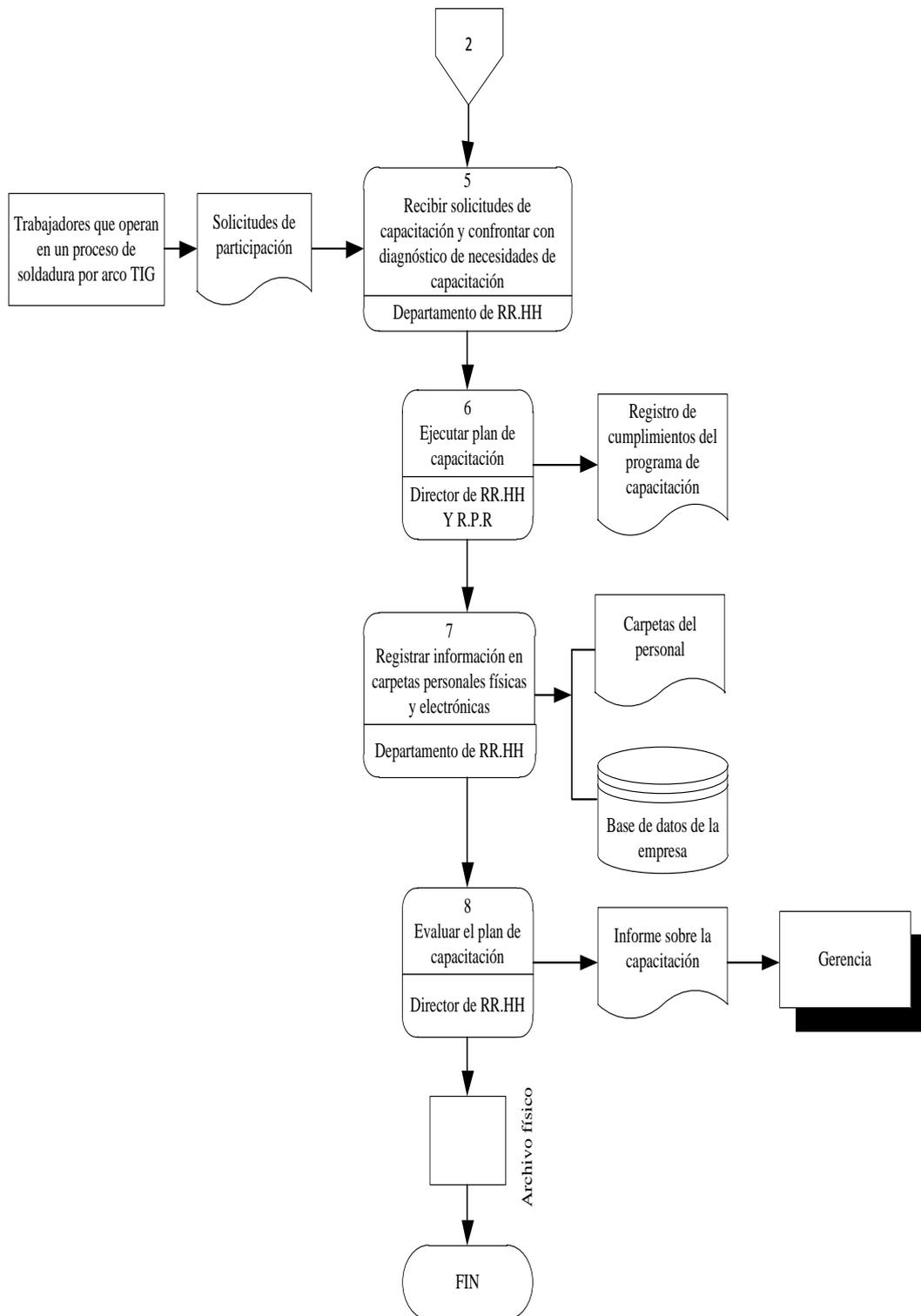
**Responsable de prevención de riesgos (R.P.R):** El responsable de este cargo deberá realizar las siguientes funciones requeridas por el Ministerio de Relaciones Laborales:

- Reconocer, prevenir y controlar los riesgos laborales
- Facilitar el adiestramiento de sus trabajadores en materia de seguridad.
- Cumplir y hacer cumplir las disposiciones descritas en el documento del plan de capacitación.
- Mantener la comunicación y retroalimentación en temas de prevención de riesgos, de accidentes de trabajo con todos sus colaboradores.

Cabe recalcar que deberá ser registrado conforme la ley del Ministerio de Relaciones Laborales. (Ministerio de Relaciones Laborales).

## 6. Metodología.





## 7. Anexos.

### 7.1 Detección de necesidades de capacitación

DETECCIÓN DE NECESIDADES DE CAPACITACIÓN				AUEB-SG-SSO-REG 1		
				Versión: 0		
Cargo	Nombre	Posibles cursos	Justificación	Prioridad		
				1	2	3
Soldador SMAW		Proceso de soldadura SMAW	Para que el trabajador conozca más sobre el proceso de soldadura SMAW		x	
		Riesgos laborales	Para que el trabajador conozca el factor de riesgo al cual se encuentra expuesto			x
		Medios y materiales de producción	Conozca sobre equipos e insumos de soldadura así como equipos de protección personal		x	
Soldador TIG		Proceso de soldadura TIG	Para que el trabajador conozca a fondo el proceso de soldadura por arco TIG		x	
		Riesgos laborales	Para que el trabajador conozca el factor de riesgo al cual se encuentra expuesto			x
		Medios y materiales de producción	Conozca sobre equipos e insumos de soldadura así como equipos de protección personal		x	

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan



Se deberá especificar los criterios y principios de la protección radiológica, así como las medidas de control adecuadas que se deben tomar en cuenta en el puesto de trabajo. Todo esto incluye información sobre métodos y técnicas de trabajo en condiciones de seguridad a los que tendrían que ajustarse los trabajadores; además sobre la utilización, funcionamiento y cuidado correcto de los equipos de protección personal y medidas de primeros auxilios.

- Esta información se debería facilitar a los trabajadores antes de iniciar su trabajo, dando atención especial al personal recién contratado, a los trabajadores con dificultad de idioma y también a los trabajadores temporáneos.
- Se deberá capacitar al trabajador sobre las reglas y procedimientos de protección radiológica, se deberá facilitar al trabajador por escrito las instrucciones pertinentes y detalladas sobre el trabajo específico que va a realizar.
- Se deberá informar al trabajador que debe familiarizarse con las instrucciones de trabajo en el adiestramiento e inducción que se le facilitara en su puesto de trabajo a desempeñar.
- Se deberá informar al trabajador sobre: artículos que comprendan o incluyan una fuente de radiación, un ejemplo de esto dentro de un proceso de soldadura por arco TIG es el electrodo de Tungsteno.
- También dentro de la capacitación se debe informar al trabajador sobre artículos de utilización destinada a efectos de protección radiológica, así como de artículos para detectar y medir radiación (Beaver, et al., 1987).
- Dentro de la capacitación se expondrá sobre la clasificación de los trabajadores expuestos a radiaciones ionizantes que estipula la Nota Técnica de Prevención 614 de la siguiente manera:

Categoría A: será el trabajador que por sus condiciones de trabajo recibe una dosis superior a 6mSv por año oficial o puede ser una dosis de 3/10 de los límites de dosis equivalente para las partes del cuerpo humano del trabajador que este caso es para un soldador tomando en cuenta el cristalino, antebrazo y tobillo.

Categoría B: será el trabajador que por sus condiciones de trabajo es improbable que reciba dosis superiores a 6mSv por año oficial.

Mediante esta explicación el trabajador que opera en un proceso de soldadura TIG, tendrá en cuenta que cada cierto tiempo habrá una rotación de puestos de trabajo.

Además dentro de este tema de capacitación se dará a conocer los límites de dosis equivalentes de radiación ionizante para un trabajador como se expuso en la tabla 4-16 de esta investigación.

### 7.3 Registro de cumplimiento del programa de capacitación.

 <b>CÓDIGO I-003</b>	CHARLAS DE CAMPO Y CAPACITACIONES			
	<input type="checkbox"/> CHARLAS DE CAMPO		<input type="checkbox"/> CAPACITACIONES	
Área:		Personal de:		Realizado en:
<input type="checkbox"/>	Salud	<input type="checkbox"/>	Productividad	<input type="checkbox"/> INOX-TEC
<input type="checkbox"/>	Ambiente	<input type="checkbox"/>	Administrativo	<input type="checkbox"/> OTROS
<input type="checkbox"/>	Seguridad			
Número de horas:			Fecha:	
TEMA:				
Aspectos tratados:				
N°	Apellidos y Nombres	Cédula	Firma	Compañía

Fuente: Autor

### 8. Referencias.

- Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo; Resolución 957.
- Resolución CD 333 SART
- Código de Trabajo.
- Resoluciones del Ministerio de Relaciones Laborales.

Elaborado por:	Revisado por:	Validado por:	Aprobado por:	Fecha de vigencia:
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	MANUAL DE PROCESOS
<b>Código:</b> I-004	<b>Proceso:</b> Instructivo de trabajo para un trabajador que opera en un proceso de soldadura por arco TIG.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 4

### 1. Propósito.

Establecer un procedimiento que sirva para guiar al trabajador en el manejo y operación de un sistema TIG en un proceso de soldadura por arco TIG en la empresa INOX-TEC.

### 2. Alcance.

Abarcará a todo el personal que trabaje en un puesto de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC.

### 3. Responsables.

- Gerencia.
- Departamento de recursos humanos.
- Responsable de prevención de riesgos (R.P.R)
- Trabajador (Soldador).

### 4. Indicadores.

Instructivo de trabajo.

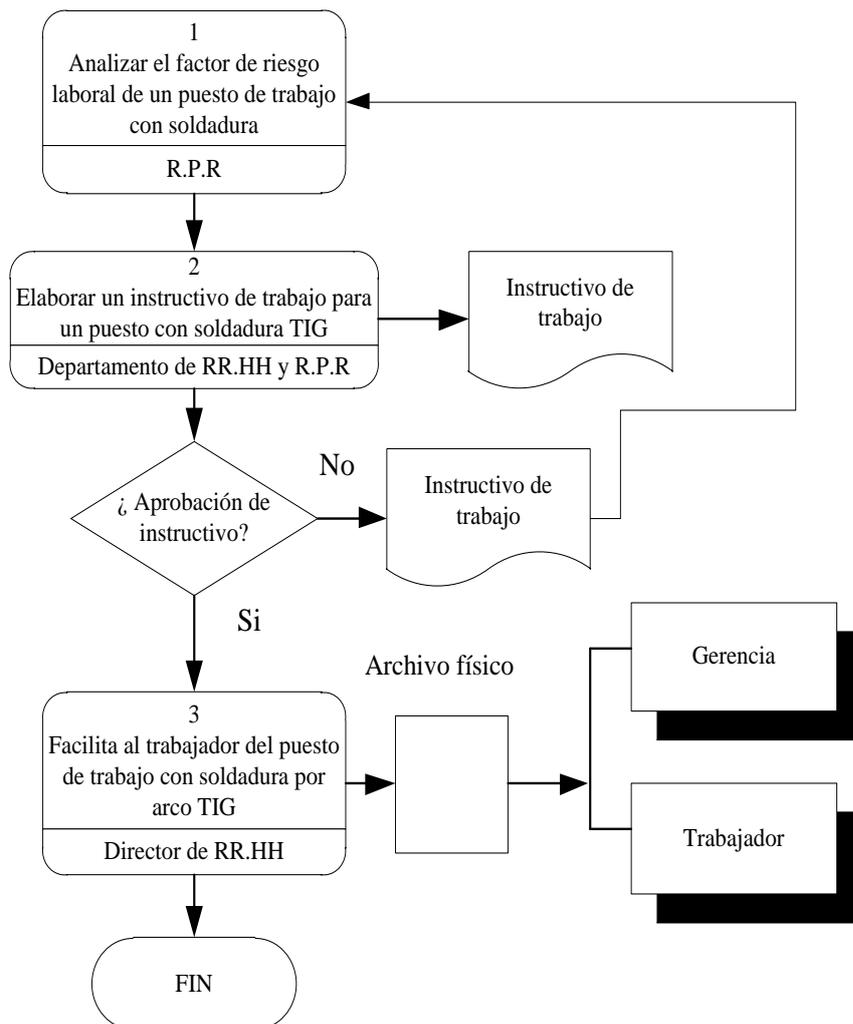
### 5. Definiciones.

**Sistema TIG.-** Es un sistema de soldadura al arco con protección gaseosa, que utiliza un intenso calor de un arco eléctrico generado entre un electrodo de tungsteno no consumible y la pieza a soldar, donde puede o no utilizar material de aporte. (Catálogo, INDURA)

El gas protector puede ser Argón o Helio, en la empresa INOX-TEC utilizan como gas protector Argón.

**Equipo TIG.-** El equipo para un sistema TIG consta de las siguientes partes: Fuente de poder, unidad de alta frecuencia, pistola, suministro gas de protección, suministro de agua de enfriamiento. En la pistola se asegura el electrodo de tungsteno que conduce la corriente y está rodeado por una boquilla de cerámica que hace fluir el gas protector. (Catálogo, INDURA)

## 6. Metodología.



## 7. Anexos.

En la parte de anexos de este procedimiento de instructivo de trabajo se describe paso a paso lo que debe revisar, analizar y siempre hacer un trabajador que opera en un proceso de soldadura por arco TIG.

## 7.1 Instructivo de trabajo

**Tabla 6-4** Análisis del factor de riesgo operacional.

<b>Riesgos en las tareas</b>
Proyección de partículas
Espacios confinados
Contactos eléctricos
Radiación ionizante
Trabajo en alturas
Posiciones forzadas
Exposición químicos

**Fuente:** Autor.

Preparación de materiales, equipos y consideraciones generales:

1. Antes de iniciar el trabajo, inspeccione todo el equipo TIG, el equipo debe estar en un lugar limpio y que no haya humedad, los cables de alimentación de energía deben estar en buenas condiciones. Debe haber una conexión a tierra externa y debe ser visible para evitar accidentes y daños al trabajador.
2. Verifique que el enchufe del equipo TIG este en buenas condiciones.
3. Nunca suelde sin utilizar todo el equipo de protección personal.
4. Cuando acuda a la zona de afilado del electrodo de Tungsteno, no olvide llevar puesto los equipos de protección personal requeridos como: gafas, mascarilla antipartículas y guantes.
5. Seleccione un vidrio inactínico según el amperaje al cual vaya a realizar su tarea.

6. Antes de iniciar a soldar verifique que no exista elementos combustibles a su alrededor ya que puede reaccionar con las chispas del electrodo esto en el caso de soldadura SMAW, mientras que en el sistema TIG no ocurre esto pero también hay que tomar en cuenta esta instrucción.
7. Verifique que el elemento a soldar este limpio es decir sin elementos inflamables o líquidos que puedan reaccionar al momento de ejecutar el proceso de soldadura
8. Colocar mamparas en el puesto de trabajo donde sea necesario y factible para proteger de las radiaciones que causan daños a la persona.
9. Apagar el equipo TIG cuando se vaya ausentar del puesto de trabajo hasta que reanude sus actividades en el proceso de soldadura.
10. No facilitar el uso del equipo TIG a personas no capacitadas para este puesto de trabajo.
11. Identificar el lugar donde se encuentra el extintor en caso de emergencia.
12. Desconecte el equipo TIG y guárdelo en el lugar designado para el equipo cuando termine su jornada laboral.

## 8. Referencias.

Díaz, W. (2013). *Procedimiento Seguro de Trabajo del Soldador al Arco*. Disponible en:

[http://www.paritarios.cl/prevencion\\_de\\_riesgos\\_Procedimiento\\_Seguro\\_de\\_Trabajo\\_del\\_Soldador\\_al\\_Arco.html](http://www.paritarios.cl/prevencion_de_riesgos_Procedimiento_Seguro_de_Trabajo_del_Soldador_al_Arco.html)

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	<b>MANUAL DE PROCESOS</b>
<b>Código:</b> I-005	<b>Proceso:</b> Utilización de Equipos de protección personal para un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura por arco TIG.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 14

### 1. Propósito.

Para cumplir con los objetivos marcados en el Sistema de Gestión Integrada de la Prevención de Riesgos Laborales, el propósito del presente Proceso es:

Definir los elementos o Equipos de Protección Personal que son de utilización obligatoria o recomendada para la realización de determinadas tareas en el proceso de soldadura TIG en la empresa INOX-TEC.

### 2. Alcance.

Al trabajador que opera en un proceso de soldadura TIG, en el área de producción de la empresa INOX-TEC.

### 3. Responsables.

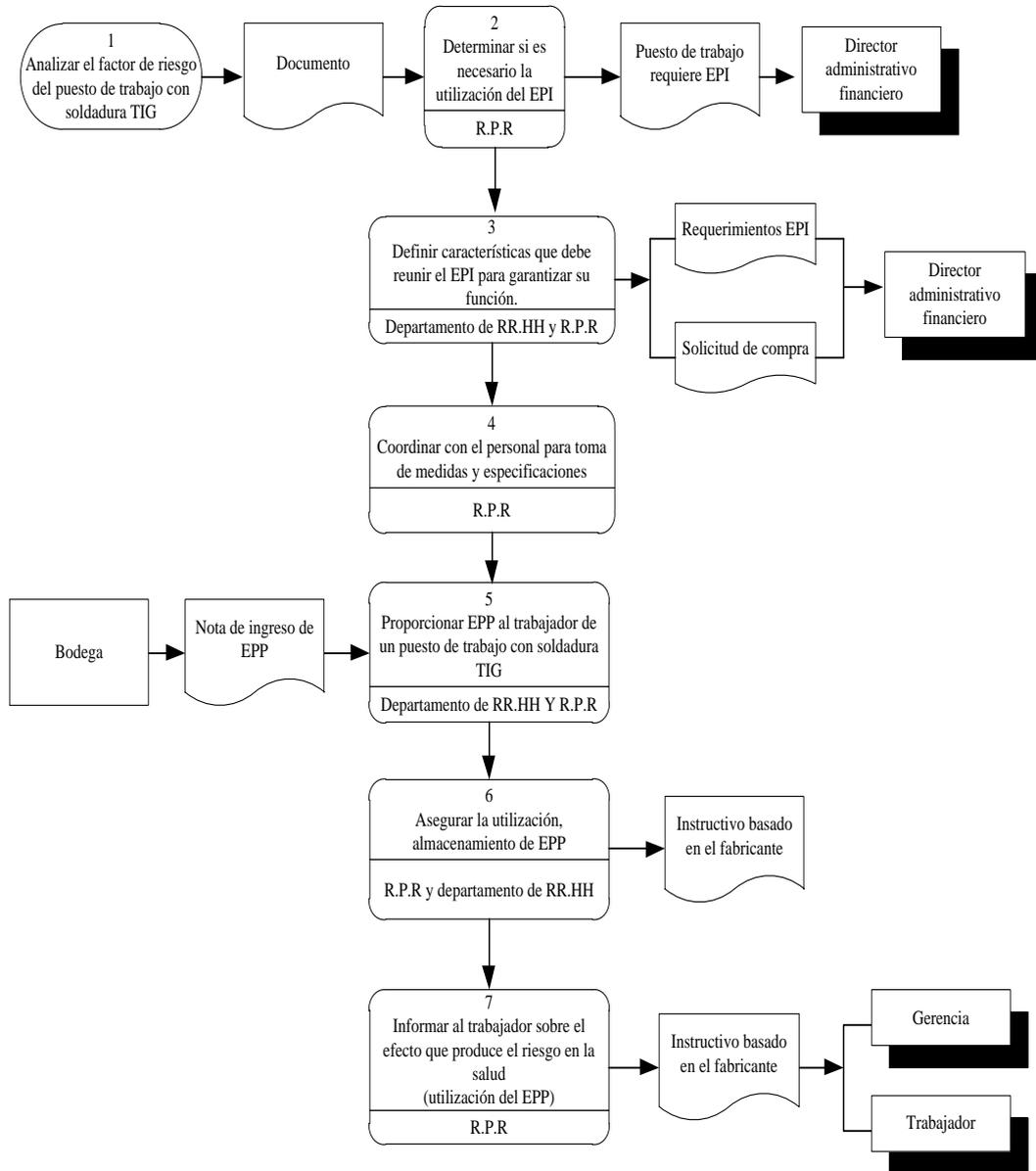
- Gerencia
- Director administrativo financiero
- Departamento de recursos humanos
- Responsable de prevención de riesgos (R.P.R)
- Bodega

### 4. Definiciones.

**Equipo De Protección Personal.-** Cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin. (Art. 2 del RD 773/1997).

**EPI.-** Equipo de protección individual.

## 5. Metodología.



## 6. Anexos.

### 6.1 Requerimientos Equipo de protección individual. (Soldador)

Para realizar un proceso de soldadura un trabajador necesita de un equipo de protección personal adecuado para que proteja cada una de sus partes del cuerpo humano.

### Protección para la cabeza:

Cabe recalcar que dentro de las tareas que debe realizar un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura son el corte, pulido y esmerilado para el cual necesita también de un equipo de protección personal adecuado que proteja cada parte del cuerpo.

**Tabla 6-5** Protección de la cabeza

<b>Protección de la cabeza</b>	
<b>Gorro</b>  Protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones (Catálogo INDURA)	

**Fuente:** Catálogo INDURA

**NOTA:** Este gorro o también conocido con el nombre de capucha de mezclilla es muy importante ya que además de proteger el cabello protege el cuello reforzando el blindaje para que de esta manera impida la penetración de las radiaciones ionizantes a esta parte del cuerpo humano.

Este gorro debe cumplir con los requerimientos de la norma ANSI Z.87.1, de tal manera que garantice la integridad física del trabajador.

### Protección de ojos y rostro:

Para los trabajos de soldadura, la protección visual deberá contar con lentes filtrantes con la opacidad mínima requerida de acuerdo con el tipo de operación a realizarse, diámetro del electrodo, corriente del arco y/o espesor del elemento a soldarse. La protección facial y ocular deberá cumplir con los requerimientos de ANSI Z87.1-2010.

Debe estar diseñada para ofrecer protección lateral y alta resistencia al impacto.

Tener estampado de fábrica ANSI Z87.1-2010 (Z87+ High Impact) y cumplir con sus requerimientos.

**Tabla 6-6** Protección de ojos y rostro (Proceso de soldadura)

<b>Protección de ojos y rostro (Proceso de soldadura)</b>	
<p><b>Máscara de soldar</b></p> <p>Protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactivos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas. (Catálogo INDURA)</p>	

**Fuente:** Catálogo INDURA

**NOTA:** Este equipo de protección para los ojos y rostro es muy importante ya que mediante su utilización protege en el área externa e interna de soldadura en la empresa INOX-TEC de las radiaciones ionizantes esta máscara de soldar impide de cierta forma que penetren las radiaciones alfa, beta y gamma claro que esto no ocurre con la radiación X.

<b>Protección de ojos y rostro (pulido y esmerilado)</b>	
<p><b>Gafas de montura “universal”</b></p> <p><b>Gafas de montura “integral” uní o binocular</b></p> <p><b>Protectores faciales</b></p> <p>Protección contra partículas y otros cuerpos extraños, suelen</p>	

<p>ser fabricados de plástico transparente, cristal templado o rejilla metálica.</p>	
--	--

**Fuente:** Catálogo 3M

**NOTA:** Es muy importante la utilización de estos equipos de protección personal para efectuar tareas de pulido y esmerilado, las gafas de montura es un requisito esencial para el trabajador cuando acuda a la zona de afilado del electrodo de Tungsteno para evitar proyección de partículas a los ojos recalcando que el electrodo de tungsteno contiene material radiactivo dentro de su composición química el cual es perjudicial para su salud si no se toma las medidas adecuadas de protección.

#### **Protección de los oídos:**

Es necesario que el trabajador en un puesto de trabajo con soldadura también se proteja los oídos, por las tareas que tiene que realizar en su jornada laboral, estos equipos de protección personal deben cumplir los estándares mínimos para equipos de protección personal como son:

- Cumplir con los requerimientos de la ANSI S3.19-1974 (los protectores o sus empaques deberán contar con el estampe, etiqueta o indicación específica de dicho cumplimiento).
- Ofrecer un nivel de reducción mínimo (NRR) de 25 dB (personalmente).
- Ser adecuado a las condiciones de trabajo para garantizar un uso correcto e higiénico del mismo: es decir, la elección del tipo de protector auditivo (tapón desechable o reutilizable, copa o su combinación) dependerán de las condiciones de lugar y del tipo de trabajo.
- Si el personal estará expuesto a un nivel de ruido igual o superior a 100 dB(A) deberá contar con doble protección auditiva. O sea orejera (clase A,

B según necesidad) y tapón auditivo (clase A, L) que cumplan la norma ANSI S 3.19-1974.

**Tabla 6-7** Protección los oídos

<b>Protección los oídos</b>	
Para proteger los oídos se puede utilizar tapones u orejeras dependiendo el nivel de ruido existente en el puesto de trabajo.	

**Fuente:** Catálogo 3M

**NOTA:** Es indispensable la utilización de este equipo de protección personal para el oído, por las actividades que la empresa INOX-TEC se dedica a realizar, es necesario dotar de este equipo de protección personal al trabajador que trabaja en un puesto de soldadura TIG, garantizando la salud del trabajador y evitando enfermedades auditivas causadas por el trabajo y mejorando la productividad de la empresa.

#### **Protección respiratoria:**

Todos los equipos utilizados para la protección de las vías respiratorias deben cumplir y aprobar los requerimientos establecidos por el Instituto Nacional de Salud Ocupacional y Seguridad (NIOSH), en función del tipo de riesgo al que esté expuesto el trabajador y a las condiciones en las cuales se ejecute el trabajo.

Los equipos de protección personal para protección respiratoria fueron tomados del catálogo de productos 3M como se detalla en la tabla 6-8:

**Tabla 6-8** Protección respiratoria

<b>Protección respiratoria</b>	
<p>Los respiradores ayudan a proteger contra determinados contaminantes presentes en el aire, reduciendo las concentraciones en la zona de respiración por debajo del TLV u otros niveles de exposición recomendados. (MONTANERES, 2015)</p>	

**Fuente:** Catálogo 3M

**NOTA:** Los equipos de protección respiratoria deben ser utilizados según la tarea que vaya a ejecutar el trabajador, en este caso para un trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura TIG que es el proceso que más prevalece en la empresa INOX-TEC es indispensable el uso de este equipo ya que el trabajador dentro de su jornada laboral tiene que exponerse a contaminantes, como por ejemplo la inhalación de los gases provocados por el proceso de soldadura e incluso puede inhalar partículas de elementos radiactivos como cuando acude a la zona de afilado del electrodo de Tungsteno, el trabajador debe utilizar siempre protección respiratoria para soldar ya sea en el área externa e interna de soldadura para evitar enfermedades provocadas por el inadecuado uso de este equipo.

Los equipos de protección respiratoria son los siguientes: Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas), equipos filtrantes frente a gases y vapores, equipos filtrantes mixtos, equipos aislantes de aire libre, equipos aislantes con suministro de aire, equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura, equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura, Equipos de submarinismo. (Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo).

### Protección de manos y brazos:

La protección de esta parte del cuerpo humano al igual que las otras partes son de gran importancia ya que esta parte del cuerpo ejecuta la tarea en un proceso de soldadura TIG, por tal razón es la parte del cuerpo que se expone con mucha más frecuencia a la radiación ionizante ya que se encuentra a muy poca distancia de contacto con la radiación.

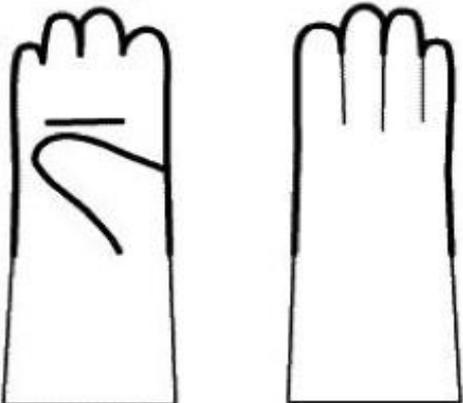
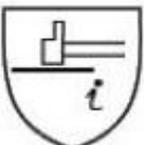
**Tabla 6-9** Protección manos y brazos

Protección manos y brazos							
<b>Guantes de cuero</b> Este tipo de guante debe ser tipo mosquetero, con costura interna, que proteja manos y brazos y debe cumplir el estándar INEN 876 & ASTM F696. ( Catálogo, INDURA)	 <table border="1"><tbody><tr><td>PM-99820</td><td>PM-99814</td><td>PM-99818</td></tr><tr><td>Carnaza</td><td>Carnaza-kevlar</td><td>Carnaza-Kevlar</td></tr></tbody></table>	PM-99820	PM-99814	PM-99818	Carnaza	Carnaza-kevlar	Carnaza-Kevlar
PM-99820	PM-99814	PM-99818					
Carnaza	Carnaza-kevlar	Carnaza-Kevlar					

**Fuente:** Catálogo, INDURA

**NOTA:** Cuando se manipulen objetos calientes, se utilizará guantes para alta temperatura (Tipo API-Kevlar) libres de asbesto que cumpla estándar INEN 876 & ASTM F696, es muy importante recalcar esto porque durante el proceso de soldadura se maneja temperaturas muy elevadas.

La siguiente figura 6-1 es un ejemplo como se puede adquirir guantes para el proceso de soldadura TIG, debe cumplir cada una de estas especificaciones para que garantice la seguridad del trabajador en un proceso de soldadura como ya se mencionó anteriormente en las NOTAS que será información entregada al trabajador al momento de entregar el equipo de protección personal individual, es indispensable su utilización.

<b>HOJA DE CARACTERÍSTICAS</b>	
<b>Guantes de protección mecánica y térmica, para soldadores</b>	 ORGANISMO NOTIFICADO Nº XXXX
<p><i>Descripción y composición:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Guante de 5 dedos</li> <li>- Cuero serraje crupón curtido al cromo, de aproximadamente 1,5 mm, extra-flexible</li> <li>- Protección en costuras</li> <li>- Totalmente forrado</li> <li>- Manga larga, con el dorso de una sola pieza</li> </ul>	
<p><i>Talla:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unica</li> </ul>	
<p><i>Mantenimiento:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando su estado lo aconseje, el guante puede lavarse industrialmente en seco</li> </ul>	
<p><b>Niveles de protección según Normas Europeas</b></p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>Mecánica según EN 388</b></p> <div style="text-align: center;">   <b>A B C D</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>A- Resistencia a la ABRASIÓN XXXX ciclos, NIVEL X</li> <li>B- Resistencia al CORTE Factor XXXX, NIVEL X</li> <li>C- Resistencia al DESGARRO XXXX Newton, NIVEL X</li> <li>D- Resistencia a la PENETRACIÓN XXXX Newton, NIVEL X</li> </ul> </div> <div style="width: 45%;"> <p style="text-align: center;"><b>Térmica según EN 407</b></p> <div style="text-align: center;">   <b>A B C D E F</b> </div> <ul style="list-style-type: none"> <li>A- INFLAMABILIDAD: NIVEL X</li> <li>B- Calor por CONTACTO: xx seg (xxx°C) NIVEL X</li> <li>C- Calor CONVECTIVO: HTI xx seg NIVEL X</li> <li>D- Calor RADIANTE: 1/2 xx seg NIVEL X</li> <li>E- Salpicaduras de METAL FUNDIDO: &gt;xx gotas NIVEL X</li> <li>F- Gran proyección de metal fundido: No adecuado frente a este riesgo</li> </ul> </div> </div>	<p>Este guante está especialmente indicado para ser utilizado en los trabajos tipo soldador o similar, donde se requiera una buena protección mecánica / térmica, manteniendo un buen nivel de confort.</p> <p><b>NO DEBE USARSE</b> este tipo de guantes en puestos de trabajo donde el riesgo a cubrir supere los niveles de prestaciones alcanzados según EN 388 y EN 407, o cuando se trate de riesgos no mecánicos o térmicos (p.e. químicos, eléctricos, etc.)</p>

**Figura 6-1** Anexo, Equipo de protección personal; folleto informativo para guantes de cuero.

**Fuente:** <http://uprl.unizar.es/seguridad/epis.html>

La recomendación para los trabajadores que se encuentran expuestos a radiación ionizante es utilizar equipos de protección personal que contengan plomo, para un puesto de trabajo con soldadura no es recomendable por el punto de fusión que presenta el plomo que es aproximadamente de 327,4° centígrados, que al comparar con la temperatura de un proceso de soldadura que se encuentra de

5000° centígrados a 8000°centígrados entre el electrodo y la pieza a soldar es sumamente elevado de tal forma que no es idóneo para este puesto de trabajo.

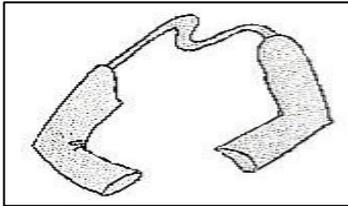
Para adquirir un guante para un trabajador en el cual su actividad es soldar el fabricante debe cumplir con las exigencias legales del RD 1407/92 (marcado “CE” y folleto informativo), como se observa en la figura 6.1 Anexo, equipos de protección personal.

Este equipo de protección personal es un requisito esencial para ejecutar una tarea que involucre un proceso de soldadura, ya que su utilización actúa como blindaje para las radiaciones en un proceso de soldadura.

**Protección para la parte anterior y posterior del cuerpo:**

**Tabla 6-10** Protección parte anterior y posterior del cuerpo

<b>Protección parte anterior y posterior del cuerpo</b>	
<p><b>Coletos o delantal de cuero</b></p> <p>Protege la parte anterior del cuerpo de las salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.( Catálogo, INDURA)</p>	
<p><b>Casaca de cuero</b></p> <p>Protege la parte del pecho y los brazos se utilizan para soldadura en posición vertical, horizontal y sobre cabeza. .( Catálogo, INDURA)</p>	

<p><b>Mangas</b></p> <p>Protege solamente los brazos del soldador, se utiliza para soldadura en posición plana.</p>	
---	--

**Fuente:** Catálogo, INDURA

**NOTA:** Este equipo de protección personal también al igual que los anteriores es de gran importancia ya que sirve de protección para los órganos vitales del cuerpo humano, deben cumplir todos los requerimientos de la Norma OHSAS 18001:2007, el trabajador debe utilizar siempre que vaya a realizar un proceso de soldadura.

#### **Protección de pies y piernas:**

Los requerimientos mínimos que debe cumplir un equipo de protección personal para los pies y tobillo son los siguientes:

Tener estampado o etiqueta de fábrica ASTM F-2413-11 o ASTM F-2413-05 y cumplir con sus requerimientos.

En el estampe o etiqueta de fábrica del calzado debe constar claramente la clasificación del mismo; ésta debe ser la siguiente: Resistencia al impacto: Clase 75, Resistencia a la compresión: Clase 75.

La suela del calzado de seguridad debe ser antideslizante y resistente a crudo y productos químicos.

A continuación se detalla mediante una tabla los zapatos de seguridad indicados para un proceso de soldadura TIG u otro proceso de soldadura y que debe cumplir con los requisitos mínimos de seguridad como se mencionó.

**Tabla 6-11** Protección pies

<b>Protección pies</b>	
<b>Zapatos de seguridad</b> Cubren los pies y tobillo y evitan quemaduras por salpicaduras( Catálogo, INDURA)	

**Fuente:** Catálogo, INDURA

**NOTA:** Los zapatos de seguridad industrial deben ser de cuero y para un soldador no debe llevar cordones ya que puede sufrir quemaduras, el zapato debe ser de punta de acero para proteger al pie de caídas de objetos, el soldador debe utilizar siempre estos zapatos durante su jornada laboral al realizar cada actividad que contribuye a la productividad de la empresa.

**Tabla 6-12** Protección piernas

<b>Protección piernas</b>	
<b>Polainas</b> Se utiliza para proteger las piernas y los pies del soldador, pueden remplazar a las botas altas de seguridad.	

**Fuente:** Catálogo, INDURA

**NOTA:** Las polainas si bien lo dicen pueden remplazar a las botas de seguridad altas para el caso de radiación ionizante que se presenta en esta parte del cuerpo es necesario la utilización de este equipo de protección ya que ayuda a reforzar el blindaje de tal manera que dificulta la penetración de la radiación hacia el cuerpo y son muy importantes para realizar soldadura en posiciones.

### **Ropa de trabajo:**

La ropa de trabajo que deberá dotar la empresa al trabajador como obligación que le pertenece constara de: camisa de manga larga y pantalón en la talla adecuada para el trabajador.

Para trabajadores del área metalmeccánica es recomendable utilizar tela JEANS.

**NOTA:** El trabajador debe utilizar siempre la ropa de trabajo que recibió al momento que entró a formar parte de la empresa INOX-TEC.

### **Protección contra caídas:**

El trabajador que opera en un puesto de trabajo con soldadura en la empresa INOX-TEC también está expuesto al factor de riesgo de caídas por alturas ya que su actividad de ensamble mediante soldadura hace que se exponga a este riesgo laboral para el cual necesita de un equipo de protección personal, el mismo que debe cumplir con estándares mínimos de seguridad como:

El arnés y las líneas con absolvedor de energía deben tener estampe o etiqueta de fábrica ANSI Z359.2007, ANSI A10.32-2004 o ANSI A 10.14-1991.

El arnés utilizado debe ser de cuerpo entero y contar, como mínimo, con anillos “D” en los costados (2) y en la parte posterior (1).

Las líneas con absolvedor de energía deben contar con un sistema de sujeción de doble seguro en cada uno de sus ganchos.

Los materiales y elementos de los dispositivos de protección contra caídas deben ofrecer una resistencia mínima a la tensión de 5000 lb.

### **6.2 Registro de entrega de equipo de protección personal.**

	<b>INOX-TEC</b>							<b>CÓDIGO</b>
	REGISTRO DE ENTREGA DE EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL							I-005
<b>Fecha:</b>		<b>Responsable de R.P.R</b>						
<b>Puesto de trabajo:</b>	Área externa e interna de soldadura							
<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Equipo de protección personal entregado</b>							
								
	<b>Otros:</b>							
	Polainas							
	Coletos							
	Casaca de cuero							
	Mangas							
	Gorro							

**Fuente:** Autor.

Este registro se archivará en la carpeta física del trabajador para que exista evidencia de que el equipo de protección personal fue entregado al trabajador.

Además de llenar este registro de entrega de equipos de protección personal se deberá informar al trabajador las funciones e importancia de utilizar el equipo de protección individual (EPI) y como debe ser utilizado.

## 7. Referencias.

- REAL DECRETO 773/1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo. Resolución N°. C.D.390.
- Catálogo de Equipos de Protección.
- Catálogo de soldadura.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	<b>MANUAL DE PROCESOS</b>
<b>Código:</b> I-006	<b>Proceso:</b> Adiestramiento e inducción para el puesto de trabajo con soldadura por arco TIG.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 7

### 1. Propósito.

Establecer un procedimiento que asegure la efectividad en el adiestramiento en el puesto de trabajo con soldadura por arco TIG en la etapa de inducción de la empresa INOX-TEC.

### 2. Alcance.

Abarcará a todo el personal operativo que ingresa a laborar en la empresa INOX-TEC, en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG.

### 3. Responsables.

- Gerente general
- Responsable de Prevención de Riesgos (R.P.R)
- Departamento de recursos humanos

### 4. Definiciones.

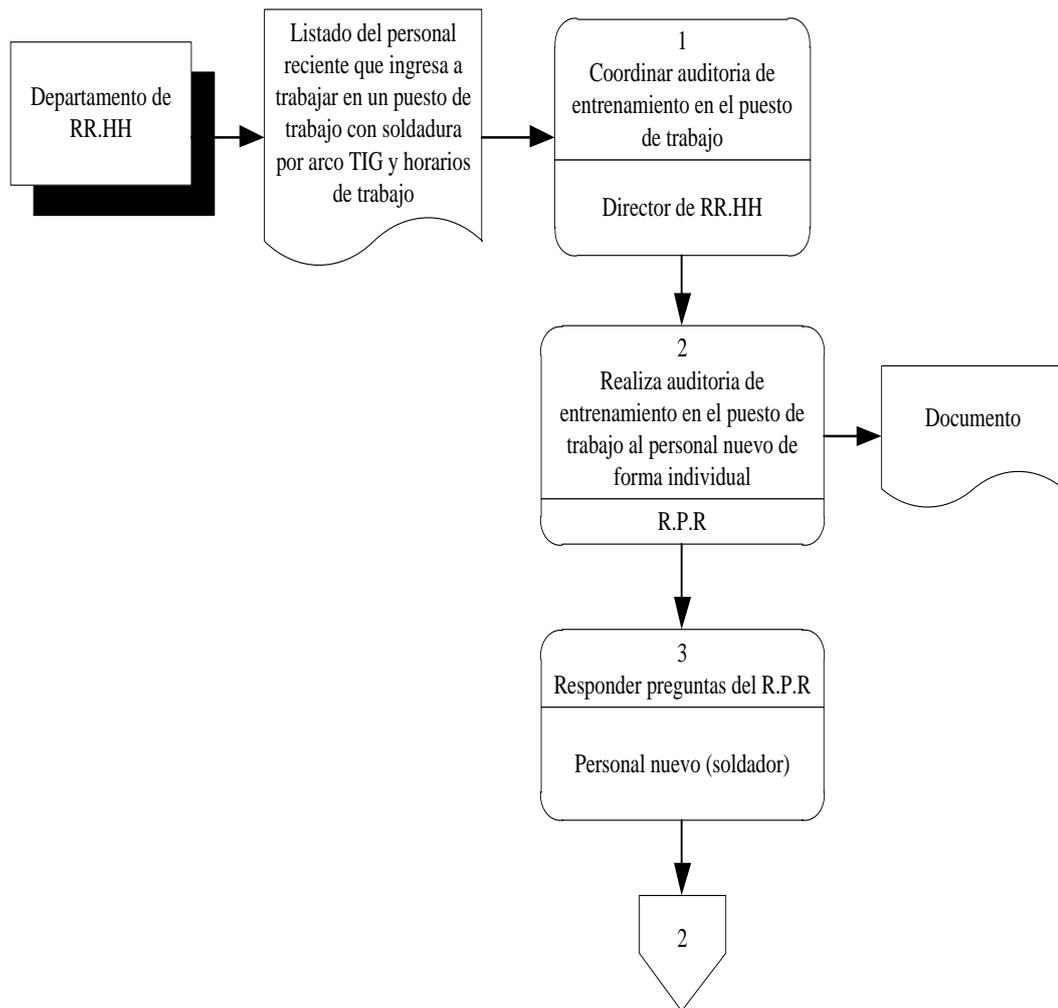
**Inducción:** Consiste en la orientación, ubicación y supervisión que se efectúa a los trabajadores de reciente ingreso (puede aplicarse así mismo a las transferencias de personal), durante el período de desempeño inicial ("período de prueba"). Se debe llenar un registro. (ANEXO 6.1)

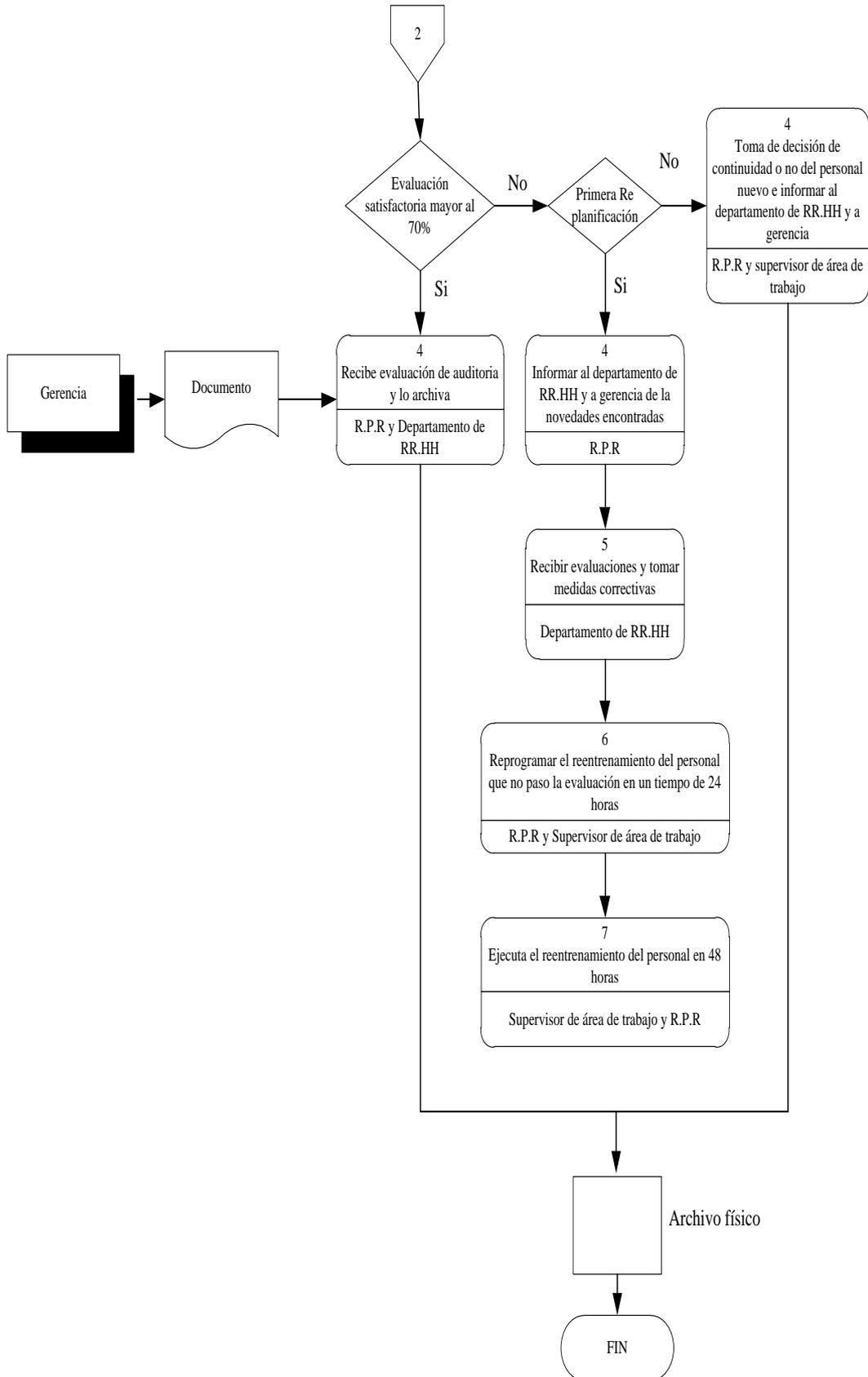
**Entrenamiento:** Aprendizaje que se desarrolla en el lugar de trabajo para mejorar el rendimiento del trabajador en un puesto de trabajo con soldadura por arco TIG, este entrenamiento supone la práctica con las herramientas o equipos, documentos o materiales que se utilizaran en forma cotidiana. Se debe llenar un registro. (Ver ANEXO 6.1)

**Departamento de RR.HH:** Departamento de Recursos de Humanos de la empresa INOX-TEC.

**R.P.R:** Responsable de prevención de riesgos.

### 5. Metodología.





## 6. Anexos.

### 6.1 Formato de inducción al nuevo trabajador.

	<b>ADIESTRAMIENTO E INDUCCIÓN</b>			
	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	
<b>CÓDIGO I-006</b>	CHARLAS DE CAMPO		INDUCCIÓN	
<b>Área:</b>		<b>Personal de:</b>		<b>Realizado en:</b>
<input type="checkbox"/>	Salud	<input type="checkbox"/>	Productividad	<input type="checkbox"/> INOX-TEC
<input type="checkbox"/>	Ambiente	<input type="checkbox"/>	Administrativo	<input type="checkbox"/> OTROS
<input type="checkbox"/>	Seguridad			
<b>Número de horas:</b>			<b>Fecha:</b>	
<b>TEMA:</b>				
<b>Aspectos tratados/ realizados:</b>				
<b>Nº</b>	<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Cédula</b>	<b>Firma</b>	<b>Responsable</b>

**Fuente:** Autor

### 6.2 Lista de verificación de inducción.

**Tabla 6-13** Lista de verificación de inducción.

<b>Nombre:</b>	<b>Fecha de Ingreso:</b> .....
<b>C.I.:</b>	<b>Unidad Administrativa:</b> .....
<b>Cargo:</b>	<b>Fecha de Inducción:</b> .....
<b>Declaro haber recibido la inducción en los siguientes temas:</b>	

<b>Inducción General</b>	SI	NO
Bienvenida y explicación del propósito la inducción		
Video Institucional		
<b>Talento Humano</b>	SI	NO
Funciones del Personal		
Explicación de los Horarios de Trabajo, Vacaciones, Ausencias, Sobre tiempos.		
Horario del comedor		
Marcación entrada y salida		
Marcación ingreso al comedor		
Tiempo disponible del comedor		
Pago de salario		
Sistema de evaluación personal		
Servicio de Transporte		
Ámbito Legal		
Recorrido y Explicación de toda el área de trabajo		
Uso de ropa de trabajo		
<b>Sistema de Gestión de Calidad</b>	SI	NO
Política de Calidad		
Objetivos de Calidad		
Parámetros Medición de Calidad (Operaciones)		
Gestión por procesos (Administrativos)		
<b>Seguridad y Salud en el Trabajo</b>	SI	NO
Ubicación y uso de extintores /Ubicación y uso de alarmas contraincendios		
Explicación de las Normas Específicas de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Institución.		
Procedimiento para casos de Emergencia (incendio, sismos, incidentes, otros)		

Factores de riesgo a lo que va estar expuesto		
Limpieza y aseo en el lugar de trabajo		
Accidente de trabajo / Incidente de trabajo / enfermedad profesional		
Rutas de evacuación / Salidas de emergencia /y puntos de encuentro.		
<b>Inducción de Tecnología</b>	SI	NO
Estructura de la Unidad		
Procedimiento para Asistencia Técnica		
Política de uso de Equipos		
Políticas de Uso de Internet u otros servicios		
<b>Seguridad Física</b>	SI	NO
Política de ingreso a las Instalaciones		
Objetos que no pueden ingresar		
Ingreso de Alimentos		
<b>Administrativa-Financiera</b>	SI	NO
Proceso de Adquisiciones		
Cuidado de Bienes		
Solicitud suministros y Viáticos		
<b>Guardalmacén</b>	SI	NO
Aspectos Generales de entrega de equipos y suministros		
Políticas de Uso		
Proceso de Requerimientos de Materiales		
<hr style="width: 30%; margin: 0 auto;"/>		
Firma del Personal Nuevo		

**NOTA:** Es necesario que el trabajador conozca todos estos aspectos para un mejor desempeño laboral dentro de la empresa INOX-TEC.

**7. Referencias.**

- RESOLUCION 957 Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Resolución CD 333 Sistema de auditoría de Riesgos del Trabajo SART.
- Resolución CD 390 Reglamento del seguro general de riesgos del trabajo.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

	<b>INOX-TEC</b> Soluciones en acero inoxidable	MANUAL DE PROCESOS
<b>Código:</b> I-007	<b>Proceso:</b> Vigilancia de la salud de los trabajadores que operan en un puesto de trabajo con soldadura por arco TIG.	
<b>Edición N° 1</b>		<b>Página:</b> 1 de 3

### 1. Propósito.

Establecer un procedimiento de vigilancia de la salud de los trabajadores para identificar, y controlar los riesgos ocupacionales, proporcionando información probatoria para fundamentar las medidas de prevención y control en los ambientes de trabajo e implementar un plan de la vigilancia de la salud de los trabajadores como una herramienta para mantener condiciones adecuadas de salud de los trabajadores que trabajan en un puesto de trabajo con soldadura por arco TIG.

### 2. Alcance.

Abarcará a todo el personal que ingresa a laborar en la empresa INOX-TEC, en los puestos de trabajo con soldadura por arco TIG, con la finalidad de garantizar la salud de los trabajadores de la empresa.

### 3. Responsable.

**Gerencia:** En calidad de empleador proporcionar los recursos necesarios: humanos, económicos para la ejecución de los elementos que conforman el presente programa de Vigilancia de la Salud.

**Médico Ocupacional:** Planificación y ejecución del presente programa. Adicionalmente diagnóstico de enfermedades de origen laboral y determinación de la relación entre factores de riesgo y alteraciones de la salud del trabajador en dirección de las actividades que realice.

**Trabajador de un puesto de trabajo con soldadura por arco TIG:** Cumplirá todo lo establecido en el Programa de Vigilancia de la Salud determinado por la

ley el trabajador tiene obligación de someterse a las revisiones médicas que sean necesarias.

#### **4. Definiciones.**

**Vigilancia de la Salud.-** La vigilancia en la salud laboral consiste en la observación de las condiciones de trabajo y de salud de los trabajadores mediante la recogida y análisis de datos sobre los factores de riesgo y salud.

**Niveles de Prevención.-** Los distintos niveles de prevención están en íntima relación con las fases de la historia natural de las enfermedades, siendo: Prevención primaria o frente a las causas, prevención secundaria frente a la enfermedad en sus fases precoces y prevención terciaria o rehabilitación, dado que previene la incapacidad.

#### **5. Metodología.**

Como se explica en la Nota Técnica de Prevención 614: Radiaciones ionizantes: norma de protección, a los trabajadores que se exponen a radiaciones ionizantes debe someterse a vigilancia sanitaria como se expone a continuación:

Toda persona que vaya a incorporarse a un trabajo que implique exposición a radiaciones ionizantes que suponga su clasificación como trabajador expuesto de categoría A debe someterse a un examen médico de salud previo, que permita conocer su estado de salud, su historial laboral y, en su caso, el historial dosimétrico que debe ser aportado por el trabajador y, en consecuencia, decidir su aptitud para el trabajo. A su vez, los trabajadores expuestos de categoría A están obligados a efectuar exámenes de salud periódicos que permitan comprobar que siguen siendo aptos para sus funciones. Estos exámenes se deben realizar cada doce meses y más frecuentemente, si lo hiciera necesario, a criterio médico, el estado de salud del trabajador, sus condiciones de trabajo o los incidentes que puedan ocurrir. (Pascual & Gadea, 2007, p.9)

Por lo antes expuesto el trabajador de la empresa INOX-TEC según la investigación que se realizó esta dentro de la categoría A, por lo que tendrá que someterse a exámenes médicos cada doce meses, esto permitirá comprobar si es

apto para continuar en su puesto de trabajo o movilizarle de puesto de trabajo según su perfil de competencia.

## 6. Anexos.

- Historial clínica
- Historia laboral

Estos anexos serán registrados en la carpeta física del trabajador.

## 7. Referencias.

- Decisión 584: Reglamento del instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Reglamento de Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo, Resolución 957.
- Código del Trabajo art. 142
- Reglamento para el funcionamiento de los servicios Médicos de Empresas acuerdo N. 1404.
- Resolución 390. Reglamento del seguro general de Riesgos del Trabajo.
- Resolución 333. Reglamento para el Sistema de Auditoría del Trabajo-SART.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre: NTP 614.

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Validado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>	<b>Fecha de vigencia:</b>
Liliana Villena	Ing. Christian Castro	Ing. Luis Salan	Ing. Luis Salan	

## 6.9 ADMINISTRACIÓN.

### 6.9.1 Recursos

#### 6.9.1.1 Institucional

**Tabla 6-14** Instituciones interesadas.

<b>INSTITUCIONES</b>	<b>OCUPACIÓN</b>
INOX-TEC	Producción ( metalmecánica)
Universidad Técnica de Ambato	Educativa

**Fuente:** Autor.

#### 6.9.1.2 Humanos

**Tabla 6-15** Recursos Humanos.

<b>CARGO</b>	<b>NOMBRE</b>
Gerente “INOX-TEC”	Ing. Luis Salan
Tutor	Ing. Christian Castro
Estudiante	Liliana Villena

**Fuente:** Autor.

## 6.10 PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

El proyecto de investigación será socializado en primer lugar con gerencia de la empresa INOX-TEC donde se tomará la decisión de impartir de forma equitativa el programa de protección contra radiaciones ionizantes en los puestos de trabajo con soldadura.

Luego de la planificación que realice gerencia, el programa será impartido al personal involucrado, el responsable de que se ejecute el programa de protección contra radiaciones ionizantes es el encargado de prevención de riesgos laborales

(R.P.R), se entregará al personal de soldadura este programa de protección contra radiaciones ionizantes en un archivo físico.

En un tiempo determinado la empresa deberá realizar una nueva evaluación de radiaciones ionizantes lo recomendable sería después de un año de haber ejecutado el programa, esperando que la evaluación sea satisfactoria en un porcentaje mayor al 70% siempre y cuando el programa haya sido ejecutado de forma adecuada.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### Libros:

Cherry, R. (1998). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo* (Vol. II). España: Copyright de la edición española.

López, I. (2013). *Profesiograma una guía para su diseño y aplicación*. Quito: Ecodesign.

Hernández, J. (1998). *Detección, medición y evaluación de los riesgos por radiación ionizante en el proceso de soldadura por arco eléctrico*. México.

### Documento de sitio web:

Beaver, B. K. (1987). *Protección de los trabajadores contra radiaciones ionizantes*. Recuperado el 2015, de [http:// www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms\\_112658.pdf](http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/normativeinstrument/wcms_112658.pdf)

Carrillo, R. (2011). *Salud ocupacional*. Obtenido de [http:// www.msal.gov.ar/index.php/home/salud-ocupacional](http://www.msal.gov.ar/index.php/home/salud-ocupacional)

Cimo. (julio de 2002). *Seguridad e higiene en el trabajo*. Recuperado el 2015, de [http:// www.gestiopolis.com/organizacion-talento/seguridad-e-higiene-en-el-trabajo.htm](http://www.gestiopolis.com/organizacion-talento/seguridad-e-higiene-en-el-trabajo.htm)

Díaz, W. (2013). *Procedimiento seguro de trabajo del soldador al arco*. Recuperado el Abril de 2015, de [http:// www.paritarios.cl/prevencion\\_de\\_riesgos\\_Procedimiento\\_Seguro\\_de\\_Trabajo\\_del\\_Soldador\\_al\\_Arco.html](http://www.paritarios.cl/prevencion_de_riesgos_Procedimiento_Seguro_de_Trabajo_del_Soldador_al_Arco.html)

Gallego, R. (7 de Enero de 2012). *Que es la productividad*. Recuperado el 2015, de <http://es.slideshare.net/cristianstiveng1/que-es-productividad>

Montaneres, J. (2015). *Equipos de protección personal*. Recuperado el 2015, de [http://www.paritarios.cl/especial\\_epp.htm](http://www.paritarios.cl/especial_epp.htm)

- Paredes, H. (noviembre de 2012). *Perfil de competencia laboral*. Obtenido de [http:// www.secretariacapacitacion.gob.ec/wp-content/ uploads/ 2013/ 07/ Perfil-soldador.pdf](http://www.secretariacapacitacion.gob.ec/wp-content/uploads/2013/07/Perfil-soldador.pdf)
- Parra, B. (13 de Octubre de 2014). *Riesgos laborales*. Recuperado el Diciembre de 2014, de <http://es.slideshare.net/brianyesid/riesgos-industriales-40182556>
- Pascual, A., & Gadea, E. (2007). *NTP: Radiaciones ionizantes: normas de proteccion*. Recuperado el 2014, de [http:// www.insht.es/ InshtWeb/ Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_614.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_614.pdf)
- Pascual, A., Gadea, E., Tapia, C., Monserrat, J., Masegú, J., & Vilaseca, L. (2007). *Riesgos radiológicos del uso de electrodos de tungsteno toriados en la soldadura de arco (TIG)*. Obtenido de [http:// www.insht.es/ InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20770.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/752a783/NTP%20770.pdf)
- Pascual, Gadea, Tapia, Monserrat, Masegú, & Vilaseca. (2012). Estudio sobre los riesgos radiologicos de los electrodos de tungsteno toriado en la soldadura por arco (TIG). *I congreso internacional prevencion de riesgos laborales responsabilidad social empresarial en la PYME*, (pág. 6). Barcelona.
- Pascual, Gadea, Tapia, Montserrat, Masegú, & Vilaseca. (2012). Estudio sobre los riesgos radiologicos de los electrodos de tungsteno toriado en la soldadura por arco (TIG). *I congreso internacional prevencion de riesgos laborales responsabilidad social empresarial en la PYME*, (pág. 1). Barcelona.
- Rojas, J. (mayo de 2009). *El soldador y los humos*. Recuperado el 2014, de [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1062689](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1062689)
- Segura, G. R. (2010). *Sol en el trabajo un peligro olvidado*. Recuperado el 2014, de [http:// www.mapfre.com/ documentacion/ publico/ i18n/ catalogo\\_ imagenes/ grupo.cmd?path=1060058](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1060058).

**Sitios web:**

Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (s.f.). *Decreto ejecutivo 2393 reglamento de seguridad y salud de los trabajadores*. Recuperado el 2014, de <http://www.smartworkers.com.ec/2014/06/19/decreto-ejecutivo-2393-reglamento-de-seguridad-y-salud-de-los-trabajadores-y-mejoramiento-del-medio-ambiente-de-trabajo/>

Subsecretaria de control y aplicaciones nucleares. (s.f.). Recuperado el 2014, de <http://www.energia.gob.ec/subsecretaria-de-control-y-aplicaciones-nucleares/>

# **ANEXOS**

## ANEXO 1

### CATÁLOGO DE ELECTRODO DE TUNGSTENO

nombre del electrodo	marca	adición de impurezas	el número de impurezas	otras impurezas	W	potencia de salida	código de colores
Electrodos de tungsteno puro	WP	--	--	<0.20%	resto	4.5	verde
Electrodo de tungsteno Torio	WT10	ThO <sub>2</sub>	0.90 - 1.20	<0.20%	resto	--	color
Electrodo de tungsteno Torio	WT20		1.80 - 2.20	<0.20%	resto	--	rojo
Electrodo de tungsteno Torio	WT30		2.80 - 3.20	<0.20%	resto	--	púrpura
Electrodo de tungsteno Torio	WT40		3.80 - 4.20	<0.20%	resto	--	color naranja
Lantano electrodo de tungsteno	WL10	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.80 - 1.20%	<0.20%	resto	2.6 - 2.7	negro
Lantano electrodo de tungsteno	WL15	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.30 - 1.70%	<0.20%	resto	2.8 - 3.0	amarillo
Lantano electrodo de tungsteno	WL20	La <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.80 - 2.20%	<0.20%	resto	2.8 - 3.2	azul
Electrodos de tungsteno de cerio	WC20	CeO <sub>2</sub>	1.80 - 2.20%	<0.20%	resto	2.7 - 2.8	gris
Electrodo de tungsteno de circonio	WZ3	ZrO <sub>2</sub>	0.20 - 0.40%	<0.20%	resto	2.5 - 3.0	marrón
Electrodo de tungsteno de circonio	WZ8	WZ8 ZrO <sub>2</sub>	0.70 - 0.90%	<0.20%	resto	2.5 - 3.0	blanco
Itrio electrodo de tungsteno	WY20	YO <sub>2</sub>	1.80 - 2.20%	<0.20%	resto	2.0 - 3.9	azul
electrodo compuesto	WRex	ReO <sub>x</sub>	1.00 - 4.00%	<0.20%	resto	2.45 - 3.1	--
Electrodo de tungsteno plata	AgW	Silver	--	--	resto	--	--

**Fuente:** Catálogo XIEMEN

## ANEXO 2

### EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA UN SOLDADOR

#### SEGURIDAD EN SOLDADURA AL ARCO

Cuando se realiza una soldadura al arco durante la cual ciertas partes conductoras de energía eléctrica están al descubierto, el operador tiene que observar con especial cuidado las reglas de seguridad, a fin de contar con la máxima protección personal y también proteger a las otras personas que trabajan a su alrededor.

En la mayor parte de los casos, la seguridad es una cuestión de sentido común. Los accidentes pueden evitarse si se cumplen las siguientes reglas:

##### Protección Personal

Siempre utilice todo el equipo de protección necesario para el tipo de soldadura a realizar. El equipo consiste en:

1. **Máscara de soldar**, proteje los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactínicos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.
2. **Guantes de cuero**, tipo mosquetero con costura interna, para proteger las manos y muñecas.
3. **Coletó o delantal de cuero**, para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas del arco.
4. **Polainas y casaca de cuero**, cuando es necesario hacer soldadura en posiciones verticales y sobre cabeza, deben usarse estos aditamentos, para evitar las severas quemaduras que puedan ocasionar las salpicaduras del metal fundido.
5. **Zapatos de seguridad**, que cubran los tobillos para evitar el atrape de salpicaduras.
6. **Gorro**, protege el cabello y el cuero cabelludo, especialmente cuando se hace soldadura en posiciones.

**IMPORTANTE:** Evite tener en los bolsillos todo material inflamable como fósforos, encendedores o papel celofán. No use ropa de material sintético, use ropa de algodón. Para mayor información ver: NCh 1466 - of. 78, NCh 1467 - of. 78, NCh 1562 - of. 79, NCh 1692 - of. 80, NCh 1805 - of. 80 y NCh 1806 - of. 80.

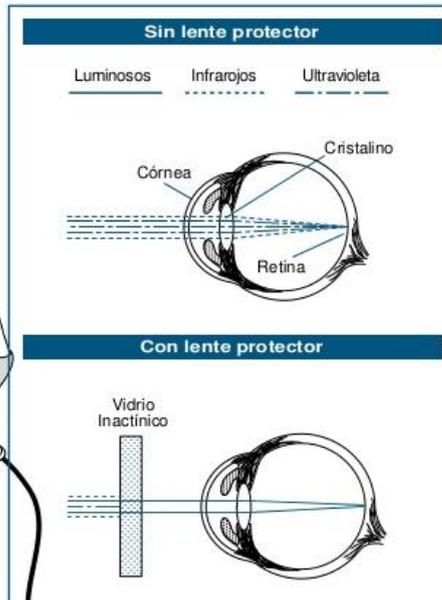


##### Protección de la vista

La protección de la vista es un asunto tan importante que merece consideración aparte. El arco eléctrico que se utiliza como fuente calórica y cuya temperatura alcanza sobre los 4.000 °C, desprende radiaciones visibles y no visibles. Dentro de estas últimas, tenemos aquellas de efecto más nocivo como son los rayos ultravioletas e infrarrojos.

El tipo de quemadura que el arco produce en los ojos no es permanente, aunque sí es extremadamente dolorosa. Su efecto es como "tener arena caliente en los ojos". Para evitarla, debe utilizarse un lente protector (vidrio inactínico) que ajuste bien y, delante de éste, para su protección, siempre hay que mantener una cubierta de vidrio transparente, la que debe ser sustituida inmediatamente en caso de deteriorarse. A fin de asegurar una completa protección, el lente protector debe poseer la densidad adecuada al proceso e intensidad de corriente utilizada. La siguiente tabla le ayudará a seleccionar el lente adecuado:

##### Influencia de los rayos sobre el ojo humano:



### ANEXO 3

### PROTECCIÓN RESPIRATORIA

Soldadura y vaciado de metal	Respirador	Producto Número/ Clasificación	Válvula Cool Flow™ 3M™	Clip nasal M	Sello Facial	Medios Electrostáticos avanzados	Material filtrante con carbón	Medios del filtro resistentes a niveles molestos	Banda ajustable/bandas elásticas
		<b>8512 N95</b>	X			X		X	B
		<b>8214 N95</b>	X		X	X	VO OZ	X	B
		<b>8514 N95</b>	X			X	VO OZ	X	B
		<b>8515 N95</b>	X	X		X		X	E

Respirador sin mantenimiento de 3M<sup>MR</sup>  
Serie 5000

Tabla de Selección de la Serie 5000					
Respirador	Número del Producto	Caras con Cartuchos	Respirador	Número del Producto	Caras con Cartuchos
	5106 (pequeño) 5206 (mediano) 5306 (grande)	Gases múltiples y vapor		51911 (pequeño) 52911 (mediano) 53911 (grande)	Vapores orgánicos/ Conjunto P100
	51P71 (pequeño) 52P71 (mediano) 53P71 (grande)	Vapores orgánicos/ Conjunto P95		51913 (pequeño) 52913 (mediano) 53913 (grande)	Vapores orgánicos/ Gases ácidos/ Conjunto P100
				51916 (pequeño) 52916 (mediano) 53916 (grande)	Gases múltiples y vapor/ Conjunto P100

Fuente: Catálogo 3M

## ANEXO 4

### ENCUESTA

**Lugar:** INOX - TEC

**Dirigida:** Al personal que trabaja en un proceso de soldadura.

**Instructivo:**

- Lee cada pregunta detenidamente.
- Seleccione una sola opción de cada pregunta.
- Responda con honestidad.

**1. ¿Al culminar un proceso de soldadura usted ha detectado presencia de náuseas?**

Si

No

**2. ¿Al culminar un proceso de soldadura usted ha sufrido vómitos?**

Si

No

**3. ¿Al culminar un proceso de soldadura usted ha notado que su piel ha sufrido enrojecimiento (eritema)?**

Si

No

**4. ¿Al culminar un proceso de soldadura usted ha sentido fatiga?**

Si

No

**5. ¿Al culminar un proceso de soldadura usted ha sentido una debilidad general del cuerpo?**

Si

No

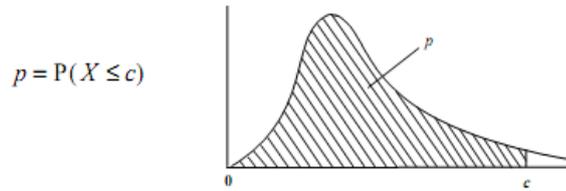
GRACIAS

**Fuente:** Autor

## ANEXO 5

### CHI- CUADRADO CRÍTICO

Valores críticos de la distribución  $\chi^2$  (tema 6.9)



$p$	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,9	0,95	0,975	0,99	0,995
$\nu = 1$	0,00004	0,0002	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,236	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,687	6,408	7,564	8,673	10,085	24,769	27,597	30,191	33,409	35,718

**Fuente:** [ingsistemas-unefazulia.jimdo.com/.../Grupo+N°+6+Distribución+Chi+-](http://ingsistemas-unefazulia.jimdo.com/.../Grupo+N°+6+Distribución+Chi+-)

+...

## ANEXO 6

### EVALUACIÓN DE RADIACIONES IONIZANTES EN LA EMPRESA INOX- TEC, ÁREA EXTERNA DEL SOLDADURA



**Fuente:** Autor

## ANEXO 7

### EVALUACIÓN DE RADIACIONES IONIZANTES EN LA EMPRESA INOX- TEC, ÁREA INTERNA DEL SOLDADURA



**Fuente:** Autor

## ANEXO 7

### EVALUACIÓN DE RADICIÓN IONIZANTE EN LA ZONA DE AFILADO DEL ELECTRODO DE TUNGSTENO



**Fuente:** Autor

## ANEXO 8

### ESPECIFICACIONES DEL MÁQUINA MILLER, MAXSTAR 200 SD, DX, AND LX

#### 3. Specifications

Input Power	Rated Output	IP Rating	Welding Amperage Range	Max. Open-Circuit Voltage (U <sub>0</sub> )	Rated Peak Striking Voltage (U <sub>p</sub> )	Amperes Input At Rated Output, 50/60Hz				KVA	KW
						115	230	400	460		
Three-Phase Stick Process	150 A @ 26 VDC, 60% Duty Cycle	23	1 - 200	80∇ 9-14◆	15 KV**	--	13.1 0.16*	7.4 0.24*	6.4 0.25*	5.2 0.06*	5.0 0.03*
Three-Phase TIG Process	175 A @ 17 VDC, 60% Duty Cycle	23	1 - 200	80 9-14◆	15 KV**	--	10.5 0.16*	6.0 0.24*	5.2 0.25*	4.2 0.06*	4.0 0.03*
Three-Phase Stick Process	200 A @ 28 VDC, 30% Duty Cycle	23	1 - 200	80∇ 9-14◆	15 KV**	--	18.4 0.16*	10.3 0.24*	8.9 0.25*	7.3 0.06*	7.0 0.03*
Three-Phase TIG Process	200 A @ 18 VDC, 40% Duty Cycle	23	1 - 200	80 9-14◆	15 KV**	--	12.7 0.16*	7.2 0.24*	6.2 0.25*	5.1 0.06*	4.9 0.03*
Single-Phase Stick Process	150 A @ 26 VDC, 60% Duty Cycle	23	1 - 200	80∇ 9-14◆	15 KV**	--	21.7 0.23*	--	10.6 .25*	5.0 0.05*	5.0 0.02*
Single-Phase TIG Process	175 A @ 17 VDC, 60% Duty Cycle	23	1 - 200	80 9-14◆	15 KV**	--	17.4 0.23*	--	8.5 .25*	4.0 0.05*	4.0 0.02*
Single-Phase Stick Process	125 A @ 25 VDC, 50% Duty Cycle	23	1 - 200	80∇ 9-14◆	15 KV**	34.1 0.42*	--	--	--	4.0 0.05*	3.8 0.03*
Single-Phase TIG Process	150 A @ 16 VDC, 70% Duty Cycle	23	1 - 200	80 9-14◆	15 KV**	29.7 0.42*	--	--	--	3.4 0.05*	3.4 0.03*
Single-Phase Stick Process	100 A @ 24 VDC, 80% Duty Cycle	23	1 - 200	80∇ 9-14◆	15 KV**	28.1 0.42*	--	--	--	3.2 0.05*	3.2 0.03*
Single-Phase TIG Process	125 A @ 15 VDC, 100% Duty Cycle	23	1 - 200	80 9-14◆	15 KV**	23.0 0.42*	--	--	--	2.6 0.05*	2.6 0.03*

\*While idling

\*\* Arc starting device is designed for manual guided operations.

◆ Low open-circuit voltage while in TIG Lift Arc™, or while in Stick with low open-circuit voltage selected.

∇ Normal open-circuit voltage (80 volts) is present while in Stick with normal open-circuit voltage selected.

☞ Duty cycle limitations on units with 115 volt input power are due to the input power cord supplied with the unit.

☞ This unit is equipped with Auto-Line™. The Auto-Line circuitry automatically connects to 120-460 VAC, single- or three-phase power without removing the cover to relink the power source.

**Fuente: MILLER, OWNERS MANUAL**

#### 4-6. Selecting A Location

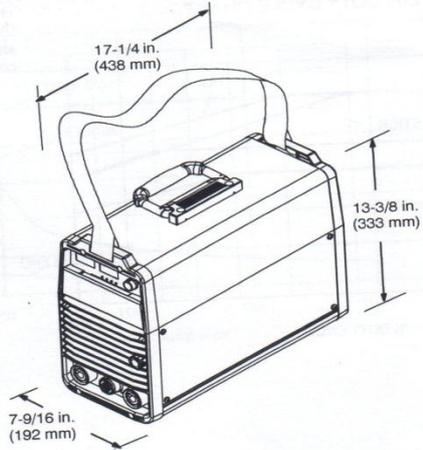


##### Dimensions And Weight

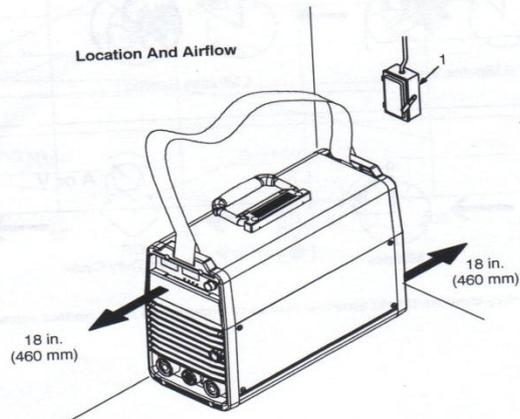
34.7 lb (15.7 kg) - without power cord  
37.3 lb (16.9 kg) - with power cord

1 Line Disconnect Device  
Locate unit near correct input  
power supply.

**Special installation may be required where gasoline or volatile liquids are present - see NEC Article 511 or CEC Section 20.**



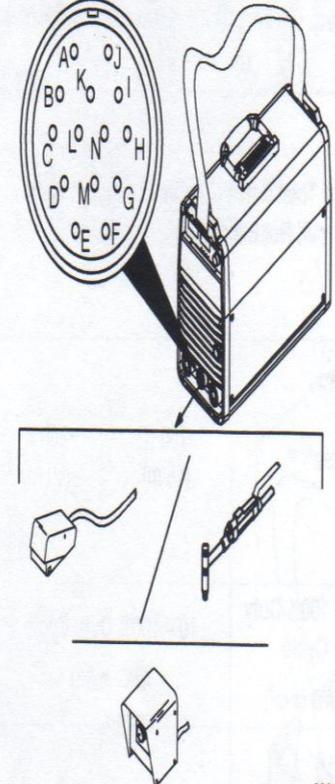
##### Location And Airflow



80

**Fuente: MILLER, OWNERS MANUAL**

#### 4-8. Remote 14 Receptacle Information



 REMOTE 14	Socket*	Socket Information
15 VOLTS DC	A	Contactor control +15 volts DC.
	 OUTPUT CONTACTOR	B Contact closure to A completes 15 volts DC contactor control circuit and enables output.
REMOTE OUTPUT CONTROL	C	Output to remote control; 0 to +10 volts DC output to remote control.
	D	Remote control circuit common.
	E	0 to +10 volts DC input command signal from remote control.
A/V AMPERAGE VOLTAGE	F	Current feedback; +1 volt DC per 100 amperes.
	H	Voltage feedback; +1 volt DC per 10 volts output.
GND	G	+15 volts DC GND
CHASSIS	K	Chassis common.

802 541

\* The remaining sockets are not used.

 If a remote hand control, like the RHC-14, is connected to the Remote 14 receptacle, some current value above min. must be set on the remote control before the Panel or Remote contactor is turned on. Failure to do so will cause current to be controlled by the panel control, and the remote hand control will not function.

**Fuente: MILLER, OWNERS MANUAL**

## ANEXO 9

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO INSPECTOR EXP, DETECTOR DE RADIACIONES

**SERVITEST**  
AUTOMATION, CALIBRATION AND TESTING SERVICES

Lizarazu N24-66 y La Gasca  
Phone: 3200 202 Fax: 2641 733  
E-mail: info@servitest.com.ec  
Quito-Ecuador  
www.servitest.com.ec

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

Pag. 1/2

Informe técnico No. 1648-AR-TC

Fecha de calibración: 30-Abril-2013  
Propietario: Municipio de Ambato  
Ciudad o ubicación: Laboratorio

### IDENTIFICACION DEL EQUIPO

Tipo de máquina: Calda de carga  
Marca: CAS  
Modelo: SBA-10KLB-I Serie: 0706SBALH02008  
Consola: Digital Forcey  
Modelo: Data Readout-6572 Serie: 1102  
Rango o capacidad: 10.000 Lbs (50 KN) Res: 0,045 KN  
Temperatura: Inicial: 23,2 °C Final: 23,4 °C  
Observaciones: Equipo en buen estado de funcionamiento.

### IDENTIFICACION DEL EQUIPO DE CALIBRACION

Marca: Matest  
Modelo: Data-Tronic Serie: C138P107\*1\*06 U= 0,24%  
Descripción: Equipo electrónico de calibración con celda de carga:  
Capacidad: 50 KN Modelo: C140-01 Serie: C140-01/ZH/0005

### NORMAS Y REFERENCIAS UTILIZADOS

Documentos: Norma ASTM E4-03 : Standard Practices for Force Verification of Testing Machines.  
Tolerancia: 1%

### INFORME Y RESULTADOS

Evaluación: El equipo presenta errores máximos  $q=-1,1553\%$  y  $b=1,4337\%$ .  
Realizado por: Ing. Edison Chango  
Observaciones: Ninguna

FIRMA RESPONSABLE

Ing. Edison Chango S.  
Reg. 17-04-695

La verificación y calibración de esta máquina fue realizada en referencia a la norma ASTM E4-03, y en óptimas condiciones de funcionamiento del equipo en la fecha de expedición de este informe.  
ServitTest no se responsabiliza por mal uso del equipo o de este informe.

Este informe técnico puede ser reproducido únicamente y en su totalidad bajo autorización de ServitTest

Fuente: Equipo Inspector EXP.