



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,**  
**VINCULACIÓN Y POSGRADO**  
**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:**

**MAGÍSTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL**  
**MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL**

**TEMA:**

**EXPOSICIÓN A GASES VOLÁTILES Y EFECTOS EN LA SALUD DE LOS  
TRABAJADORES DEL PROYECTO AMAZONIA VIVA DEL B61 PERIODO  
FEBRERO 2021 – 2022**

**AUTOR:**

Acosta Peñafiel, Jairo Joel

**TUTOR:**

Msc. Manolo Alexander Córdova Suarez

**Riobamba- Ecuador**

**2024**

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de Investigación previo a la obtención del grado de Magister en Seguridad Industrial. Mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional con el tema: **“EXPOSICIÓN A GASES VOLÁTILES Y EFECTOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DEL PROYECTO AMAZONIA VIVA DEL B61 PERIODO FEBRERO 2021 – 2022.”** ha sido elaborado por el Dr. Jairo Joel Acosta Peñafiel, el mismo que ha sido revisado y analizado en un cien por ciento con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, por lo cual se encuentra apta para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.



Firmado electrónicamente por:  
**MANOLO ALEXANDER  
CORDOVA SUAREZ**

---

Msc. Manolo Alexander Córdova Suárez

**Director de Tesis**

## DECLARACIÓN DE TUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **Jairo Joel Acosta Peñafiel**, con número único de identificación **180386731-4**, declaro y acepto ser responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en el presente trabajo de titulación denominado: “Exposición a Gases Volátiles y Efectos en la Salud de los Trabajadores del Proyecto Amazonia Viva del B61 Periodo Febrero 2021 – 2022”, previo a la obtención del grado de Magíster en Seguridad Industrial mención Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional.

- Declaro que mi trabajo investigativo pertenece al patrimonio de la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que puede hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 30 de noviembre 2024



.....  
**Jairo Joel Acosta Peñafiel**

**C. I. 180386731-4**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a cada una de las personas que han sido parte de este camino. A mi Esposa, por ser el apoyo incondicional para cumplir todos nuestros objetivos A mis Hijos por la paciencia y comprensión durante este tiempo de estudio. A mis padres por su constante mensaje de aliento para culminar con este sueño. A mis Colegas de Especialidad Médica por incentivar me a no rendirme pese a las adversidades de distancia. Un agradecimiento especial a mi tutor Ing. Msc. Manolo Córdova Suárez por su apoyo, quien con sus conocimientos científicos y capacidad profesional supo guiarme en el desarrollo para culminar con este trabajo investigativo.

*Jairo Joel Acosta Peñafiel*

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado para quienes me han brindado su apoyo incondicional para poder lograr este objetivo; principalmente a mis Hijos Joaquín y Alfonso, quienes desde su llegada han sido y serán siempre la motivación para mi superación, a mi Esposa por caminar junto a mí en cada aventura de avance académico y a toda mi familia, porque la familia es donde la vida comienza y el amor nunca termina.

*Jairo Joel Acosta Peñafiel*

## ÍNDICE GENERAL

	<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>i</b>
	<b>DECLARACIÓN DE TUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS.....</b>	<b>ii</b>
	<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>iii</b>
	<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iv</b>
	<b>ÍNDICE GENERAL.....</b>	<b>v</b>
	<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>viii</b>
	<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
	<b>RESUMEN.....</b>	<b>xii</b>
	<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xiii</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>14</b>
	1.1 Introducción.....	14
	1.2 Planteamiento Del Problema .....	17
	1.3 Escenario De La Investigación.....	18
	1.4 Justificación .....	18
	1.5 Objetivos.....	20
	1.5.1. General:.....	20
	1.5.2. Específicos: .....	20
<b>2.</b>	<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
	2.1. Antecedentes De La Investigación .....	21
	2.2. Fundamentación Filosófica .....	23
	2.3. Fundamentación Epistemológica.....	24
	2.4. Fundamentación Legal .....	24
	2.5. Fundamentación Teórica .....	25
	2.5.1. Riesgo Químico .....	25
	2.5.2. Evaluación de sustancias químicas .....	25

2.5.3.	Contaminación del suelo con hidrocarburos.....	31
2.5.4.	Evaluación de suelo contaminado.....	35
2.5.5.	Intoxicación y efectos en la salud .....	36
	Intoxicación aguda:.....	36
	Intoxicación subaguda:.....	36
	Intoxicación crónica: .....	37
	Vía respiratoria: .....	37
	Vía dérmico-mucosa:.....	37
	Vía respiratoria .....	37
	Vía renal: .....	37
2.5.6.	Efectos sobre la salud .....	38
	Sistema dérmico-mucoso.....	39
	Sistema hepato-renal: .....	39
2.5.7.	Evaluación Neuroconductuales.....	40
2.5.8.	Evaluación Conductual .....	41
2.5.9.	Cuestionarios Q16 (Cuestionarios de síntomas Neurotóxicos) .....	41
2.5.10.	El Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF) .....	42
<b>3.</b>	<b>ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....</b>	<b>44</b>
3.1.	Enfoque.....	44
3.2.	Tipo de Investigación .....	44
3.3.	Diseño de Investigación.....	46
3.4.	Población y Muestra .....	46
3.6.	Técnica de Recolección de Información .....	47
3.6.1.	Procesamiento Estadístico: .....	47

<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>49</b>
4.1.	Resultados.....	49
4.2.	Discusión .....	59
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
5.1.	Conclusiones.....	62
5.2.	Recomendaciones .....	63
<b>6.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>70</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Límites permisibles de suelos contaminados .....	36
<b>Tabla 2.</b> <i>Métodos de muestreo para cada parámetro</i> .....	36
<b>Tabla 3.</b> <i>Resumen de la matriz de riesgos</i> .....	51
<b>Tabla 4.</b> <i>Límites permisibles de suelos contaminados</i> .....	52
<b>Tabla 5.</b> Informe inicial de resultados de análisis de suelo contaminado.....	53
<b>Tabla 6.</b> Correlación de acuerdo a sexo y prueba PNF .....	55
<b>Tabla 7.</b> <i>Correlación de acuerdo a Edad y prueba PNF</i> .....	56
<b>Tabla 8.</b> Correlación de acuerdo a Instrucción y prueba PNF .....	57
<b>Tabla 9.</b> <i>Correlación de acuerdo a Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PN</i> .....	58
<b>Tabla 10.</b> <i>Correlación de acuerdo a Sexo, Edad, Instrucción, Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PNF</i> .....	59
<b>Tabla 11.</b> <i>Distribución de Edad del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	72
<b>Tabla 12.</b> <i>Distribución de Genero del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	73
<b>Tabla 13.</b> <i>Distribución de Nivel de Educación del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	74
<b>Tabla 14.</b> <i>Distribución de Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	75
<b>Tabla 15.</b> <i>Distribución de Horas de Exposición al día en la Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	76
<b>Tabla 16.</b> <i>Distribución de Antigüedad en el Puesto de Trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61</i> .....	76
<b>Tabla 17.</b> <i>Cuestionario Q16 Puntaje mayor a 6</i> .....	78
<b>Tabla 18.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 2</i> .....	80
<b>Tabla 19.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 3</i> .....	80
<b>Tabla 20.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 6</i> .....	81
<b>Tabla 21.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 14</i> .....	82

<b>Tabla 22.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 15</i> .....	83
<b>Tabla 23.</b> <i>Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 16</i> .....	84
<b>Tabla 24.</b> <i>Concentrado del trabajadores evaluados y aplicados Cuestionario PNF</i> .....	85
<b>Tabla 25.</b> <i>Ítems de Cuestionario</i> .....	86
<b>Tabla 26.</b> <i>Para el uso de del PNF recordemos la tabla general de valoración</i> .....	88
<b>Tabla 27.</b> <i>Tabla para interpretación para el uso de del PNF</i> .....	89
<b>Tabla 28.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF de acuerdo a la exposición asociado a la frecuencia de respuestas</i> .....	90
<b>Tabla 29.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF, Valoración cualitativa de la afectación neurológica (PN)</i> .....	92
<b>Tabla 30.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de Síntomas neurológicos (N)</i> .....	93
<b>Tabla 31.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la astenia (A)</i> .....	94
<b>Tabla 32.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la irritabilidad(E)</i> .....	94
<b>Tabla 33.</b> <i>Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la concentración y memoria (K)</i> .....	96
<b>Tabla 34.</b> <i>Prevalencia de afectación en NIVEL SOBRESALIENTE de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF</i> .....	98
<b>Tabla 35.</b> <i>Prevalencia de afectación en NIVEL MODERADO de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF</i> .....	99
<b>Tabla 36.</b> <i>Prevalencia de afectación en NIVEL SOBRESALIENTE de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF</i> .....	101

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Diagrama de flujo del Método I</i> .....	28
<b>Figura 2.</b> <i>Diagrama de flujo del Método II</i> .....	29
<b>Figura 3.</b> <i>Diagrama de flujo del Método III</i> .....	30
<b>Figura 4.</b> <i>Diagrama de flujo del Método IV</i> .....	31
<b>Figura 5.</b> <i>Diagrama de flujo del Método V</i> .....	33
<b>Figura 6.</b> Resultado Distribución de Edad del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	72
<b>Figura 7.</b> Resultado Distribución de Genero del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	73
<b>Figura 8.</b> Resultado Distribución de Nivel de Educación del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	74
<b>Figura 9.</b> Resultado Distribución de Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	75
<b>Figura 10.</b> Distribución de Horas de Exposición al día en la Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	76
<b>Figura 11.</b> Resultado Distribución de Antigüedad en el Puesto de Trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61.....	77
<b>Figura 12.</b> Resultado Cuestionario Q16 Puntaje mayor a 6.....	78
<b>Figura 13.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 2 .....	79
<b>Figura 14.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 3 .....	80
<b>Figura 15.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 6 .....	81
<b>Figura 16.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 14 .....	82
<b>Figura 17.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 155.....	83
<b>Figura 18.</b> Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 16 .....	84
<b>Figura 19.</b> Concentrado del trabajadores evaluados y aplicados Cuestionario PNF 3.....	85

<b>Figura 20.</b> Concentrado Prevalencia de afectación en nivel sobresaliente.....	99
<b>Figura 21.</b> Concentrado Prevalencia de afectación en nivel moderado .....	100
<b>Figura 22.</b> Concentrado Prevalencia de afectación en nivel Sobresaliente.....	102
<b>Figura 23.</b> Estado inicial de la FC LF_CONG_01_01D .....	110
<b>Figura 24:</b> Desbroce y recolección de maleza vegetal no contaminada en la FCLF_CONG_01_01D.....	110
<b>Figura 25.</b> Lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo en la FC LF_CONG_01_01D .....	110
<b>Figura 26.</b> Lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo en la FC LF_CONG_01_01D.....	110
<b>Figura 27.</b> Monitoreo final de la FC LF_CONG_01_01D .....	110
<b>Figura 28.</b> Revegetación de la FC LF_CONG_01D. 01D .....	110

## RESUMEN

La interacción con diversos agentes de características neurotóxicas en trabajos de la industria petrolera acrecienta los síntomas neurovegetativos y del comportamiento en la salud de los trabajadores. El objetivo de la investigación determinó el impacto de la exposición a gases volátiles, estableciendo su incidencia en la salud de los trabajadores del Proyecto Amazonia Viva que realizan el proceso de remediación de suelo contaminado periodo Febrero 2021-2022. La metodología aplicada fue Cualitativa- cuantitativa mediante la recolección de datos estadísticos y numéricos, junto a la integración de aspectos cualitativos aplicando la encuesta y el cuestionario como instrumento de investigación; el tipo de investigación se realizó mediante un estudio de caso, siendo una investigación de campo, observacional y bibliográfica, el nivel de investigación fue descriptivo, la población seleccionada fueron 120 trabajadores mayores de 20 años. Los resultados identificaron efectos neurotóxicos en los 120 trabajadores evaluados con cuestionarios especializados, como el cuestionario de síntomas Neurotóxicos Q16, que permitió una detección temprana, determinando que el 29% de trabajadores obtuvieron un puntaje de 6 o más; respecto a los Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF), se verificó la existencia de deterioro de la esfera cognitiva. Se concluyó que la exposición a largo plazo a gases volátiles causa reacciones neurodegenerativas, afectando el sistema nervioso central y periférico.

**Palabras claves:** salud, trabajadores, neurotoxicidad, gases volátiles, solventes, sistema nervioso, vigilancia epidemiológica.

## ABSTRACT

Exposure to different neurotoxic agents in the oil industry causes the appearance of neurovegetative and behavioral symptoms in the health of workers. The objective of the research was to evaluate the exposure to volatile gases and determine their incidence on the health of workers of the Amazonia Viva Project who carry out the remediation process of contaminated soil during the period February 2021-2022. The research approach was qualitative-quantitative, the type of research was conducted through a case study, being a field, observational and bibliographic research, the level of research was descriptive, the selected population was 120 workers over 20 years old, the survey and questionnaire were used as research instrument. The results identified neurotoxic effects in the 120 workers evaluated with specialized questionnaires, such as the Q16 Neurotoxic Symptoms Questionnaire, which allowed early detection, determining that 29% of workers obtained a score of 6 or more; with respect to the Neurological and Psychological Symptoms (PNF), the existence of deterioration of the cognitive sphere was verified. It was concluded that long-term exposure to volatile gases causes neurodegenerative reactions, affecting the central and peripheral nervous system.

**Keywords:** health, workers, neurotoxicity, volatile gases, solvents, nervous system, epidemiological surveillance.



Escaneado electrónicamente por:  
HUGO ALONSO SOLIS  
VITERI

Reviewed by:

Mgs. Hugo Solis V.

**ENGLISH PROFESSOR**

## CAPITULO I

### 1 INTRODUCCIÓN Y PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Introducción

Las sustancias peligrosas que están presentes en el suelo contaminado con petróleo que manipula el personal de remediación ambiental para su recuperación, la exposición a diferentes agentes neurotóxicos en trabajos de la industria petrolera puede provocar la aparición de síntomas neurovegetativos y del comportamiento en la salud de los trabajadores, “antes de que exista algún signo detectable por la exposición a compuestos del petróleo” (Almirall P. , 2016, p. 115). La mayoría de los suelos contaminados contiene: a) Cadmio, b) Níquel, c) Plomo, d) Hidrocarburos totales de petróleo y e) Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, “que pueden ingresar al organismo de trabajador y ocasionar efectos irreversibles en su salud” (Ceballos, 2015, p. 316).

A nivel mundial 2,78 millones de trabajadores mueren cada año de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales, mientras que “el número anual total de casos de enfermedades profesionales no mortales se calcula en 160 millones” (Arévalo, 2020, p. 43). A nivel de Ecuador un recientemente estudio sobre la distribución temporal y geográfica de los accidentes de trabajo mortales, sitúan a Morona Santiago, Napo, Orellana, Pastaza y Sucumbíos entre las provincias con mayor tasa de mortalidad debido a que en estas provincias de la región amazónica concentran las principales empresas de explotación petrolera. “Alrededor del 30% de las enfermedades ocupacionales catastróficas en el área petrolera se relacionan al contacto del trabajador con metales pesados y derivados del petróleo” (Clifford, 2022, p.23).

La manipulación de petróleo y concentrados de metales pesados en los procesos de remediación ambiental sean por: a) lavado, b) tratamiento biológico o c) métodos mixtos, generan una cantidad considerable de sustancias químicas que pueden ser tóxicas para el trabajador. Si bien cierto que los procesos de remediación ayudan a recuperar el suelo contaminado con petróleo, también pueden afectar la salud del personal involucrado y generar pérdidas al componente antrópico del medio ambiente por lo que se debe gestionar de mejor manera estas actividades. Una de las alternativas para disminuir la exposición de los trabajadores a los ambientes contaminados es la Higiene Industrial.

Pero esta técnica involucra el uso de métodos y equipos especializados para poder cuantificar la concentración de las sustancias peligrosas por lo que, “la mayoría de las empresas optan por controles administrativos o simplemente uso de equipo de protección para evitar contacto del trabajador con el peligro” (Gordillo, 2022, p. 45). En la actualidad el análisis químico ha servido para que la Higiene Industrial tenga una mejor aplicación y sea más efectiva

en la: a) medición, b) evaluación y c) control de los ambientes contaminados. Aunque las técnicas analíticas para medición de sustancias químicas sean costosas y ocupen equipos estáticos que solo poseen laboratorios, “se debe aplicar obligatoriamente para cumplir la legislación vigente y evitar multas y sanciones por accidentes y enfermedades ocupacionales que al final representan costos a la empresa” (Armijos, 2022, p. 34 ). Para determinar metales pesados en suelos contaminados con Cadmio, Níquel, Plomo, se utiliza la Normativa basándonos en la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency) EPA SW-846 “con los métodos: 3050 B, 7520, 7420, 8440 respectivamente como una mejor alternativa” (Rotondo, 2021, p. 23).

En cambio la cuantificación de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPS) utiliza la Norma: EPA SW-846 Métodos 3545/8100 o 8310 como una guía confiable (Argandoña Diaz, 2020). Luego de medir los contaminantes es necesario comparar con los límites de exposición determinado Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE) para conocer si el ambiente de exposición supera los valores recomendados para evitar posibles enfermedades o accidentes del trabajo. Sin embargo, no es suficiente determinar directamente las afectaciones en la salud del trabajador solo por la presencia de sustancias peligrosas en el ambiente.

Por lo que una alternativa para determinar el efecto neurotóxico en los trabajadores es el uso de cuestionarios especializados como: a) El cuestionario de síntomas Neurotóxicos Q16 y b) El cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos PNF. Los cuales ayudan a identificar: a) pérdida de apetito, cefalea, somnolencia, sed, b) deterioro de la visión de colores, elevación del umbral auditivo – olfativo, tinitus, alteraciones del equilibrio, vértigo, trastornos del dolor y tacto, disestesias, aumento de sensibilidad al frío, c) debilidad, parestias, temblores, falta de coordinación, alteración en reflejos, convulsiones, d) irritabilidad, ansiedad, depresión, trastornos del sueño, pérdida de la actividad sexual e) astenia, f) irritabilidad, g) inestabilidad, h) déficit de la concentración y la memoria y f) déficit de concentración y “memoria en los trabajadores” (Echevarría Ore, 2019, p. 23).

Al final para establecer la relación entre el ambiente contaminando y la percepción de daño neurológico, “es necesario utilizar un estadístico que permita identificar la relación entre las dos variables” (Sánchez, 2022, p. 69). Esta investigación evaluó las sustancias químicas peligrosas presentes en la manipulación de suelos contaminados en el Proyecto Amazonía Viva del bloque 61 usando la Norma: EPA SW-846, EPA SW-846, EPA 413.1 y determinó los daños neurotóxicos utilizando el cuestionario Q16 y el PNF en condiciones máximas de trabajo. Al final se estableció un análisis de sensibilidad entre las dos variables de estudio para conocer los puntos críticos que se deben tomar en cuenta para determinar medidas de control en estos puestos de trabajo.



El primer capítulo detalla la introducción general al tema, contextualizando la trascendencia de analizar los gases volátiles y su alto impacto en la salud. En el planteamiento del problema, se define claramente la situación problemática que motiva la investigación, detallando cómo los trabajadores del proyecto Amazonia Viva del B61 están expuestos a estos gases. El escenario de la investigación describe la realidad en el que se efectúa el estudio, como el ambiente de trabajo y las condiciones de los trabajadores. La justificación explica la relevancia y necesidad de llevar a cabo esta investigación, tanto a nivel científico como social, mientras que los objetivos establecen las metas que se espera alcanzar, tanto generales como específicos.

El capítulo dos desarrolla los fundamentos de características teóricas y el contexto investigativo. Los antecedentes investigativos, adicionan varios estudios previos y literatura de trascendencia que abarcan la exposición a gases volátiles y sus efectos en la salud, tanto en el ámbito laboral como en entornos similares al del proyecto Amazonia Viva del B61. El marco teórico se centra en determinar los pilares doctrinarios clave, diversas teorías y modelos que albergan la investigación entre los cuales se hallan la fundamentación epistemológica, legal y teórica; proporcionando y anexando una base de carácter científica sólida para entender y solventar la relación entre los gases volátiles y las afecciones de salud en los trabajadores, definiendo el enfoque teórico desde donde se aborda el problema.

El Capítulo tres está compuesto por la estrategia de carácter metodológica sustanciada en el proyecto de investigación, su enfoque es cualitativo y cuantitativo. El tipo de investigación realizada es de campo, observacional, bibliográfica mediante la inclusión de un estudio de caso. El nivel de investigación es se define como descriptivo manteniendo un diseño no experimental. La recolección de los respectivos datos se efectivizará gracias al uso del cuestionario test Q16 Y PNF.

El capítulo cuatro enmarca en la presentación de los resultados obtenidos y la discusión de los mismos. Aquí se detalla que el personal encargado de la remediación ambiental en el proyecto está en alto riesgo de exposición a gases volátiles. La discusión se enfoca en interpretar cada uno de los hallazgos relacionados a la literatura existente, analizando la dimensión de cada uno de los riesgos y el deterioro en la salud del personal en la extensión del tiempo.

El capítulo cinco define cada una de las conclusiones y recomendaciones. Las conclusiones, definen los hallazgos de trascendencia en la investigación, destacando que la exposición dilatada a gases volátiles simboliza un riesgo de carácter significativo para la salud del personal de remediación de carácter ambiental. A partir de estos resultados, las recomendaciones sugieren medidas preventivas y de control para minimizar la exposición en relación a las conclusiones planteadas y objetivos inicialmente señalados.

## 1.2 Planteamiento Del Problema

El Proyecto Amazonia Viva, su tarea fundamental es remediación ambiental de suelo contaminado, actividad que tiene alto riesgo químico, especialmente personal que está en campo, el cual se encuentran diariamente expuestos a sustancias peligrosas tales como Cadmio, Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAPS), Níquel, Plomo, Hidrocarburos totales de petróleo (TPH), pudiendo producir graves daños a la salud además de ocasionar afectación del sistema nervioso central de los trabajadores. La problemática que deriva de los factores de riesgo químico en la salud del trabajador al estar expuestos de forma más habitual a estas sustancias peligrosas tales como Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo, TPH origina consecuencias nocivas para la salud, nos hemos enfocado en problemas a nivel del sistema nervioso (neurotoxicidad), debido a que los trabajadores de empresas petroleras están potencialmente expuestos a estos gases volátiles derivados del petróleo esto sumado con un deficiente programa de prevención de sustancias químicas peligrosas, ocasiona que exista una insuficiente mitigación de los problemas de salud a los trabajadores.

La poca experticia, desconocimiento y falta de prevención en los riesgos químicos de los operarios en el momento de manipular suelos contaminados durante el proceso de remediación de suelo contaminado podrían ocasionar accidentes y enfermedades relacionadas con su trabajo. “La salud de los trabajadores que realizan remediación ambiental al estar expuestos a gases volátiles está asociada a trastornos no específicos del sistema nervioso debido a su liposolubilidad, son teratógenos y genotóxicos” (Cervantes, 2021, p. 34). “A nivel mundial se ha documentado que la exposición ocupacional a los gases volátiles se encuentra asociada una variedad de desórdenes hematológicos, pudiendo ser cancerígenos” (Ruiz Pérez, 2019, p. 23).

Según investigaciones de la Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA, por sus siglas en inglés), las alteraciones que generan hidrocarburos aromáticos se pueden mencionar: anemia plástica, afección en la función del Sistema nervioso central, edema pulmonar, hemorragia del tejido pulmonar y alteraciones citogenéticas en las células que produce la médula espinal, “lo cual provoca que las células sean susceptibles al desarrollo del síndrome mielodiplásito secundario (también conocido como pre-leucemia o leucemia latente) y de la leucemia mellitus aguda” (Chávez, 2022, p. 5). Los trabajadores presentan una exposición continua a concentraciones significativas de Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo, TPH, lo que genera un riesgo potencial a la salud de dichas personas, en especial, teniendo en cuenta que, en la mayoría de los casos, estas actividades se realizan sin el uso de elementos de protección necesarios para evitar o disminuir la cantidad de compuestos orgánicos que ingresan al organismo por vía respiratoria.

Los tipos de intoxicaciones pueden darse de dos formas, tipo agudo y de tipo crónico, el agudo se refiere a un tipo de exposición corta y el crónico es aquel que se asimila en un tiempo

largo en repetidas ocasiones en cantidades mínimas de sustancias tóxicas que se van acumulando más rápido de lo que el organismo puede eliminar, la gran mayoría de estas intoxicaciones se dan en el ámbito laboral, sobre todo en las industrias del sector de hidrocarburos. El Proyecto Amazonia Viva no es ajeno a estos peligros y riesgos debido a que de manera directa se exponen a diario a riesgos químicos lo que hace necesario evaluar estos niveles, dado que a futuro estos pueden conllevar la generación de enfermedades profesionales que van desde efectos agudos como irritación en ojos, piel y mucosas, hasta efectos de mayor importancia como los son daños a nivel del sistema nervioso central e incluso cáncer, siendo importante el análisis que se realiza con ayuda de instrumentos de investigación como encuestas, test neuroconductuales , análisis de laboratorio de suelo contaminado esto permitirá establecer un primer paso hacia el diseño y ejecución de planes y estrategias de vigilancia y control de la exposición a estos contaminantes.

### **1.3 Escenario De La Investigación**

El Departamento Proyecto Amazonia Viva, que labora en el Bloque 61 Auca, es el encargado de la limpieza y remediación de pasivos ambientales preexistentes en la operación de la empresa estatal en la región amazónica. La detección temprana y oportuna de la sintomatología neurodegenerativa nos ayudará a brindar, medidas e intervenir de forma adecuada en el personal que realiza este tipo de actividad, siendo común el diagnóstico de las enfermedades neurodegenerativas debido a que el deterioro cognitivo comienza a presentarse en algunos caso de forma leve por lo que no se da una pronta atención a esta, con el presente trabajo se intenta aportar en una mejor asistencia al diagnóstico del deterioro a nivel del sistema nervioso central, con una rápida integración de los datos obtenidos por la evaluación neuropsicológica, dentro del departamento Proyecto Amazonia Viva laboran 150 trabajadores entre personal administrativo y operativo siendo ciento veinte trabajadores los que desarrollan sus actividades en campo y, por lo tanto, serán los evaluados.

### **1.4 Justificación**

Dentro del ámbito respecto a seguridad y salud ocupacional, se torna necesario el desarrollo de esta investigación, ya que la salud es un derecho humano que debe ser avalado en todos sus aspectos; en este sentido el Estado debe legislar y establecer normas para contribuir a velar por la preservación de la salud de todos los trabajadores, por lo que la exposición a los diferentes solventes aromáticos utilizados en la industria petrolera del Ecuador no ha sido estudiada en profundidad, lo cual la evidenciamos en la poca referencia que se tiene del problema en el país en los últimos años, pues no se conoce en gran medida la influencia de los factores de riesgo químicos y sus efectos neurodegenerativos.

Tiene como base argumentos y normas jurídicas establecidas; dando cumplimiento al Decreto Ejecutivo 2393, 2014 Capítulo V, Art. 1, que dice: “En los locales de trabajo y sus anexos se procurará mantener, por medios naturales o artificiales, condiciones atmosféricas que

aseguren un ambiente cómodo y saludable para los trabajadores.”, esta investigación trata de llegar a proponer un ambiente saludable a los trabajadores del Proyecto Amazonia Viva que realizan remediación de suelo contaminado en el Bloque 61 Auca. El trabajo de investigación se torna novedoso debido a la inexistencia de estudio alguno sobre los riesgos químicos la inespecificidad general de los efectos de estos solventes volátiles, así como la circunstancia generada por factores como la edad, la sensibilidad individual, el tiempo efectivo de exposición, entre otros.

Por esta razón, este estudio está dirigido a identificar trabajadores afectados en esta empresa petrolera, con el fin de obtener un diagnóstico de la situación y definir futuras líneas de acción preventiva, siendo un gran acierto para la mejora en cuanto a la atención temprana en la institución, esta investigación se considera un aporte en el área laboral, para preservar la salud de los trabajadores de una empresa petrolera en la cual tiene como objetivo evaluar la asociación que existe entre los gases volátiles y los problemas a nivel del sistema nervioso en lo trabajadores que realizan el proceso de remediación de suelo contaminado, lo que generar estrategias oportunas que conlleven el mantenimiento de adecuadas condiciones de salud de los mismos, ya que la detección temprana de patologías secundarias a la exposición permite tomar decisiones apropiadas para adoptar medidas preventivas o correctivas y priorizar las mismas

Es decir, el reconocimiento temprano de las sustancias químicas, los cambios neurológicos que anuncian las primeras fases del deterioro de la salud, servirán de base referencial para detectar los cambios relacionados con las exposiciones riesgosas. De tal manera, el Departamento de Salud Ocupacional de la empresa Petrolera en conjunto con su jefe inmediato serán conocedores de los factores que influyen y generan esta problemática para su beneficio y la toma de acciones de carácter inmediato y podrán mejorar la situación, constituye un aporte para futuros proyectos referentes al problema planteado y que permitan darle prosecución a esta línea de investigación, la cual tiene pertinencia social y empresarial en virtud de nuestro país es productor de petróleo, con un conjunto de trabajadores expuestos ocupacionalmente a riesgos químicos, cuya salud debe ser preservada y optimizada, a manera de hacer posible el pleno desarrollo de las potencialidades de cada ser humano como individuo y como integrante de la sociedad.

En este trabajo de investigación entre las justificaciones podemos mencionar científico-técnica que se origina de la necesidad de evaluar los factores de riesgos químicos y su efecto, siendo estos positivos, ya que se podría prevenir problemas de salud en los trabajadores; en cuanto a lo académico es un tema científico de mucha importancia que beneficiaría el campo investigativo; en lo económico se considera de gran importancia debido a los aportes que presentará en beneficio de los trabajadores y de la gerencia de esta empresa petrolera, otorgando al personal sentido de pertenencia, reconocimiento y sobre todo bienestar personal en lo profesional, mejorando el ambiente tanto intralaboral (atención a pacientes) como extra laboral (relaciones familiares), El interés de realizar este análisis es para conocer los efectos

neurodegenerativos de los participantes que puedan presentar dichas problemáticas, esta información nos proporciona una guía para la realización de futuros proyectos o estudios para el bienestar mental, lo cual, permita acceder una promoción de los resultados obtenidos en los trabajadores que desempeñen esta actividad en este puesto de trabajo en los diferentes bloques o estaciones de trabajo y están expuestos a estas sustancias peligrosas tales como Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo, TPH.

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1. General:**

Evaluar la exposición a gases volátiles y determinar su incidencia en la salud de los trabajadores del Proyecto Amazonia Viva que realizan el proceso de remediación de suelo contaminado periodo Febrero 2021-2022

### **1.5.2. Específicos:**

- Evaluar Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo (Pb), TPH, en el suelo contaminado del proceso de remediación ambiental periodo Febrero 2021-2022 utilizando Normativa especializada.
- Evaluar las alteraciones en la salud de los trabajadores del proyecto Amazonia Viva en el proceso de remediación ambiental periodo Febrero 2021-2022 utilizando el cuestionario Q16 Y EL PNF.
- Realizar un análisis de significación de variables en el proceso de remediación ambiental periodo Febrero 2021-2022, utilizando una herramienta estadística SPSS.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes De La Investigación

Entre los trabajos publicados e investigados en relación con esta línea de investigación, existen estudios internacionales relacionados, “los cuales enfatizan en la exposición ocupacional de los trabajadores en las empresas petroleras” (Nhabanga, 2015, p. 23). Se realizó una investigación titulada “Efectos Neuroconductuales en trabajadores expuestos a solventes orgánicos en la industria petrolera en el Estado Zulia, Venezuela”, en el cual se determinó la presencia de alteraciones neuroconductuales con afectación de la esfera cognitiva a través de los instrumentos aplicados. De esta investigación surgieron las siguientes recomendaciones: Establecer monitoreos ambientales y personales periódicos a fin de determinar el grado de exposición ocupacional, para establecer un sistema de vigilancia epidemiológica efectivo a fin de determinar precozmente síntomas subclínicos.

Se considera un aporte importante para esta investigación porque determina que la exposición a solventes orgánicos produce alteraciones a nivel neuroconductuales, contribuyendo a enriquecer la investigación y a la vez precisar mejor el problema. En Ecuador se ha observado investigaciones en cuanto a monitoreo ambiental de benceno, tolueno y xileno y correlación con efectos sobre la salud en poblaciones asentadas alrededor de una Refinería de Petróleo. “Este estudio se realizó en la ciudad de Esmeraldas” (Rosales, 2015, p. 23). Alrededor de la Refinería de PETROINDUSTRIAL, en el año 2005. Previo a la realización de este estudio, fue necesario e indispensable realizar una recopilación bibliográfica de estudios de varios países y de los trabajos realizados en la zona, tanto en la refinería y su ambiente de trabajo, como en la población que se asienta en los alrededores, acerca de los impactos ambientales que ésta produce y sobre los efectos de las emisiones de la misma en la salud de las poblaciones.

Dado que son conocidos los efectos a la salud de algunos de los compuestos que son parte de las emisiones de la refinería, como es el caso de los Compuestos Orgánicos Volátiles y en particular el benceno, tolueno y xileno, y debido a que resultaría costoso e imposible de realizar en el tiempo disponible un estudio que incluya todas las sustancias, además de la desigualdad de conocimiento sobre muchas otras sustancias, se realizó el monitoreo ambiental de benceno, tolueno y xileno en zonas pobladas alrededor de la refinería y se realizaron exámenes médicos a los pobladores de las áreas, con el fin de conocer si existe exposición de la población a dichos compuestos. Para esto, y luego de realizar una primera visita de campo, se definieron 4 zonas de estudio, tres de ellas de poblaciones consideradas expuestas y una de ellas considerada de referencia.

Las tres áreas consideradas expuestas se encuentran en la ciudad de Esmeraldas, “mientras que el área de referencia se encuentra en el Cantón Esmeraldas en la parroquia Tonchigue, ubicada a una distancia mayor a los 25 km de la refinería en estudio” (Harari Freire, 2020, p. 25). En cada una de las zonas se realizó el monitoreo ambiental de benceno, tolueno y xileno (BTX) en aire, así como de otros contaminantes como SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SH<sub>2</sub>. El muestreo realizado fue activo y pasivo para la determinación de BTX, con tubos de carbón activado como medio de adsorción, y luego analizado en laboratorio. También se tomaron muestra puntual con tubos Dräger para benceno y tolueno. Fueron usados dosímetros pasivos para la determinación de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> y SH<sub>2</sub>.

El monitoreo realizado fue aleatorio y dirigido para las zonas de estudio, por lo que no puede ser considerado representativo en cuanto a sus resultados, pero fue de gran importancia para determinar la presencia de los contaminantes en aire. En cuanto a los pobladores de las zonas de estudio, se les fue aplicado un cuestionario previamente diseñado y validado para conocer acerca de síntomas y signos neurológicos, respiratorios y dermatológicos, y también para conocer condiciones de vida. Adicionalmente a la encuesta, se realizó toma de muestras de sangre y orina en los pobladores de las cuatro zonas, para conocer la presencia de metabolitos de benceno, tolueno y xileno, la presencia de níquel y análisis de sangre para estudiar Aberraciones Cromosómicas (AC) en 96 individuos, distribuidos en grupos similares de cada área de estudio.

Con cada una de estas pruebas se buscó conocer si existe exposición de los pobladores de las cuatro zonas a benceno, tolueno y xileno y a níquel. Todos los análisis de laboratorio de las muestras ambientales como biológicas fueron realizados en un Laboratorio Internacional Certificado en Italia. El presente estudio, fue realizado como parte de un Convenio entre el Ministerio de Salud Pública del Ecuador y la Corporación para el Desarrollo de la Producción y Medio Ambiente Laboral - IFA. Toda la información presentada es propiedad del Ministerio de Salud Pública del Ecuador.

Además, se realizó un estudio en Ecuador con la finalidad de evaluar el riesgo para salud asociado a la exposición a BTX (Benceno; Tolueno; etilbenceno y xileno) en 17 de las 80 gasolineras urbanas de Quito. Se registró una concentración en aire de 117.2µm/m<sup>3</sup> de benceno, 97µm/m<sup>3</sup> de tolueno y 27.9µm/m<sup>3</sup> de etilbenceno. Las concentraciones promedio de las estaciones de servicio comerciales fueron de 13.4µm/m<sup>3</sup> de benceno, 23.7µm/m<sup>3</sup> de Tolueno y 7.8µm/m<sup>3</sup> de etilbenceno. El Benceno representó un 76% de peligrosidad para causar efectos adversos (principalmente cancerígenos) para la salud. El riesgo es de 4 a 15 veces superior al admisibles (1 entre 1mill) en las estaciones comerciales y de 26 a 80 veces superior al admisible en la estación industrial.

En la ciudad de Dayuma la empresa petrolera estatal se realizó un análisis exploratorio a través de una encuesta aplicada al personal que realiza remediación de suelo contaminado está

orientada a determinar los factores de riesgo químicos a los cuales los trabajadores están expuestos, en los mismos que se identificó que en el cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes, existe una baja influencia de estos en la salud de los trabajadores, en preguntas tales como: le han dicho familiares/o amigos que es olvidadizo y se siente a menudo enojado sin motivo se observaron valores mayor a la mitad, además en cuanto al cuestionario de síntomas neurológicos y psicológicos (PNF) el mismo que avalúa evaluación de neurotoxicidad los trabajadores dentro de la evaluación refieren que si presentaron sintomatología gastrointestinal, como :gases estreñimiento diarreas, mareo vómito, problemas osteomusculares dolores en las articulaciones, pesadez en las extremidades, a nivel neurológico y psicológico se observó que se distraerse fácilmente, no tener ánimos para trabajar, cansarse fácilmente, estar distraído.

Estar distraído, no poder controlarse cuando está bravo o siente rabia, aumento de la necesidad de dormir, es por esto que se pretende profundizar con el conocimiento actual de la relación que existe entre factores de riesgo químico y su influencia en el sistema nervioso en los trabajadores que realizan remediación ambiental del Proyecto Amazonia Viva, para de esta manera realizar una intervención oportuna por parte del Departamento de Salud Ocupacional y minimizar los efectos en la salud de los trabajadores motivando e impulsando programas de prevención en corto plazo de esta manera evitar alteraciones en el sistema nervioso central , enfermedades profesionales ocasionadas por la exposición prolongada a factores químicos , además se pueden identificar operarios que presenten daños debido a la exposición y sugerir traslados laborales lejos del sitio de exposición, el impacto a nivel de salud puede afectar diferentes niveles .

## **2.2. Fundamentación Filosófica**

La investigación científica es un proceso de aplicación del pensamiento humano, que involucra la representación de la realidad, que es objeto de estudio, la explicación de las causas que determinan las características de su desarrollo, “el acercamiento predictivo del desarrollo de los fenómenos estudiados, la evaluación de las implicaciones existentes y la justificación o no de su observación” (Fuentes, 2020, p. 54). En el presente trabajo de investigación referente a “Exposición a gases volátiles y efectos en la salud de los trabajadores del proyecto Amazonia viva del B61 periodo febrero 2021 – 2022”, permite conocer la realidad de los riesgos químicos, muchas veces no tomados en cuenta, y como estos influyen en el desempeño laboral de los trabajadores, además busca Generar opciones o alternativas de solución a los problemas de salud originados a los trabajadores dentro del proceso de remediación ambiental, con el fin de disminuir los riesgos químicos y mejorara la satisfacción y el desempeño laboral.



### **2.3. Fundamentación Epistemológica**

Según De Franco (2020), “la investigación presenta un enfoque epistemológico ya que se sustenta en la teoría y práctica a través del método empirista inductivo – racionalista deductivo” (p. 23). Por cuanto el problema tratado presenta varios factores, diversas causas, múltiples consecuencias en los trabajadores que realizan remediación ambiental de suelo contaminado en pasivos ambientales del departamento Proyecto Amazonia Viva ya que busca tanto relaciones causa-efecto y como afectan los riesgos químicos en el desempeño laboral.

### **2.4. Fundamentación Legal**

Para la elaboración del siguiente proyecto se toma en cuenta las normativas siguientes:

Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente del trabajo, decreto ejecutivo N° 255- 2024.

Decisión 584/instrumento andino de seguridad y salud en el trabajo/Cap. II: Política de prevención de riesgos laborales/Art. 4 y Art. 9.

Art 4.- Literales del a) a la l),

Artículo 9.- Los países miembros desarrollarán las tecnologías de Información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales.

Reglamento ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador (RAOHE), decreto N° 1215, registro oficial N° 265 del 13 de Febrero de 2001.

Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo y mejoramiento del medio ambiente de trabajo/Art. 5.

Código Laboral en su artículo 410 prevé que: “Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o vida, los trabajadores están obligados a acatar las medidas de prevención, seguridad e higiene determinadas en los reglamentos y facilitadas por el empleador. Su omisión constituye justa causa para la terminación del contrato de trabajo”.

Código del trabajo/Art. 438. “Normas de prevención de riesgos dictadas por el IEES”; reglamento general del seguro de riesgos del trabajo (Resolución 741) /Art. 44. Decreto 255 Art. 15, Art. 64 Código de salud.

## 2.5. Fundamentación Teórica

### 2.5.1. Riesgo Químico

Es aquel riesgo susceptible de ser producido por una exposición no controlada a agentes químicos la cual puede producir efectos agudos o crónicos y la aparición de enfermedades. Los productos químicos tóxicos también pueden provocar consecuencias locales y sistémicas según la naturaleza del producto y la vía de exposición, según de que producto se trate, las consecuencias pueden ser graves problemas de salud en los trabajadores y la comunidad y daños permanentes en el medio natural. Hoy en día, “casi todos los trabajadores están expuestos a algún tipo de riesgo químico porque se utilizan productos químicos en casi todas las ramas de la industria, de hecho, los riesgos químicos son los más graves” (Quingman, 2022, p. 23).

### 2.5.2. Evaluación de sustancias químicas

**Cadmio:** Es un metal pesado, raro y tóxico, y aunque puede ser un elemento químico fundamental, se necesita en cantidades muy pequeñas. “El cadmio se localiza principalmente en la corteza terrestre y también se encuentra en la industria como un subproducto inevitable en la extracción de zinc, plomo y cobre” (Falero, 2021, p. 23).

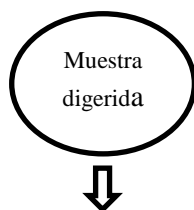
Es un metal absorbido rápidamente por las plantas ya que es químicamente similar al cinc, con el cual es muy afín y se halla asociado a éste en la naturaleza; “tiende a ser menos fuertemente adsorbido que otros metales divalentes y es, por lo tanto, más lábil y más biodisponible en suelos y sedimentos” (Herrera, 2022, p. 300).

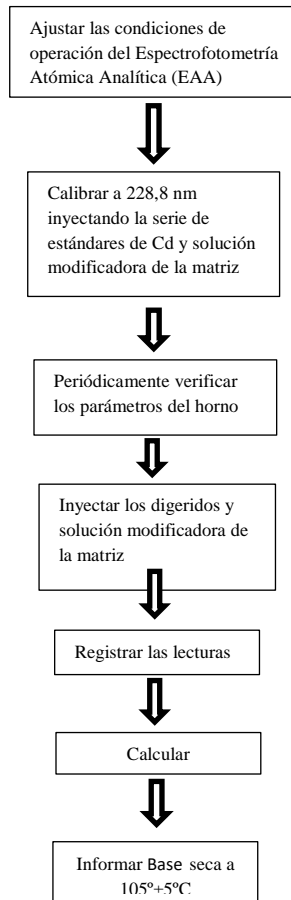
Los hidrocarburos en contacto con el suelo afectan las propiedades químicas y físicas como: el pH, pérdida de crecimiento de flora y fauna, textura y permeabilidad; además. “Existen varios métodos para poder mitigar y solucionar estos problemas en áreas que han sido afectadas por hidrocarburos siendo una de las más importantes la biológica en cuanto aspectos económicos, seguros y ambientalmente accesibles” (Cando, 2011, p. 23).

Características de la metodología EPA 3050 Digestión acida de sedimentos, fagos y suelo.

### Figura 1

*Diagrama de flujo del Método I*





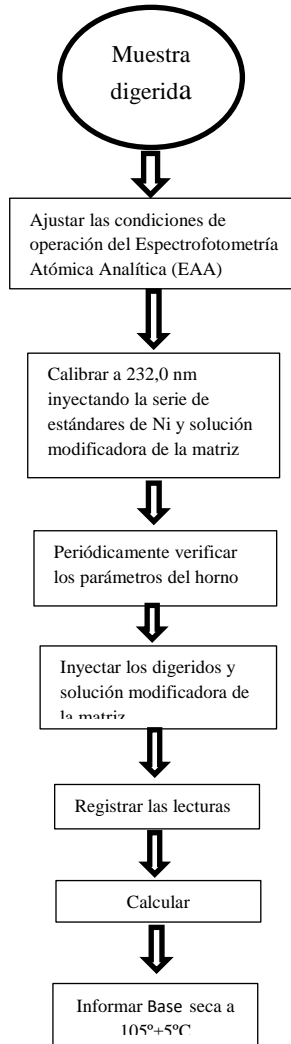
*Nota.* Método: EPA 3050B /7130 (AA, aspiración directa). Tomado de *Physical/chemical methods. SW-846* (p. 14), por Environmental, 2014, EPA.

**Níquel:** Es uno de los metales pesados más móviles en el ambiente acuático. Pese a ser un micronutriente en animales y humanos, “su exceso puede sustituir otros metales localizados en sitios activos de metalo-enzimas y perturbar su funcionamiento, afectando la absorción de nutrientes y el desarrollo de las raíces, además inhibe la fotosíntesis y la transpiración” (Cubides Amezquita, 2022, p. 34).

La exposición al níquel puede causar sensibilidad en la piel y reacciones en el tracto respiratorio, asociándolo con el cáncer respiratorio y pulmonar; la carcinogenicidad del níquel depende de la solubilidad de sus compuestos. “Puede causar disminución de peso, daños al corazón y lesiones hepáticas y dermatitis” (Román, 2019, p. 373).

## Figura 2

*Diagrama de flujo del Método II*



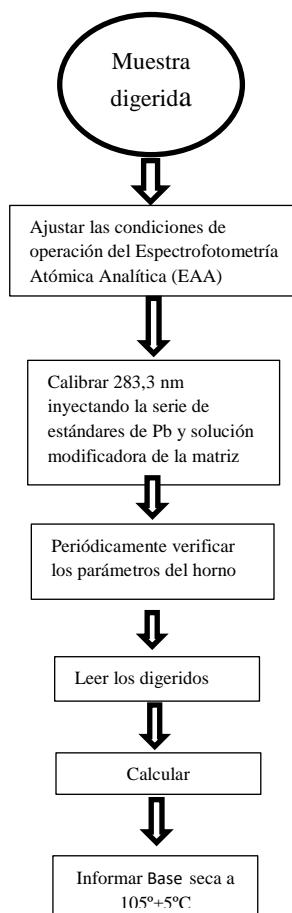
*Nota.* Método: EPA 3050B/7520 (AA, aspiración directa). Tomado de *Physical/chemical methods. SW-846* (p. 14), por Environmental, 2014, EPA.

**Plomo:** Está presente en cantidades moderadas en rocas ígneas y sedimentarias, “principalmente en forma de sulfuro de plomo” (Drwal, 2019, p. 34) El plomo se localiza naturalmente en el medio ambiente. “Es toxico para la mayoría de organismos vivos por sus efectos sobre el sistema nervioso” (Montoya, 2019, p. 36).

No cumple ninguna función nutritiva, bioquímica ni fisiológica, se acumula en el organismo hasta alcanzar niveles tóxicos, en dosis muy bajas, puede provocar lesiones irreversibles en el sistema nervioso central y reduce la inteligencia, “en dosis mayores puede provocar anemia, desórdenes de conducta, convulsiones, así como también lesiones renales graves e incluso sus sales solubles son carcinogénicas” ( Míte, 2021. p. 34).

### Figura 3

#### Diagrama de flujo del Método III



*Nota.* Método: EPA 3050B/7420 (AA, aspiración directa). Tomado de *Physical/chemical methods. SW-846* (p. 14), por Environmental, 2014, EPA.

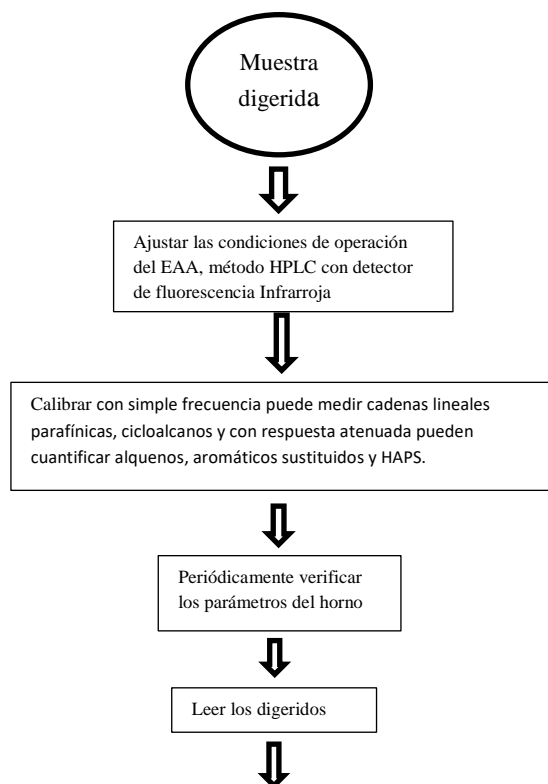
**Hidrocarburos aromáticos Policíclicos HAPS:** Son contaminantes comunes en industrias y vertederos incontrolados de residuos peligrosos. “No se degradan con facilidad y son bioacumulables” (Cevallos, 2021, p. 34). Específicamente las moléculas más grandes, son cancerígenos, mutagénicos y/o tóxicos para la reproducción, siendo el más tóxico el benzopireno. Los HAPS son altamente lipofílicos y pueden ser absorbidos por los pulmones, el intestino y la piel, y son capaces de pasar la barrera placentaria afectando al neurodesarrollo del feto. “Tienen consecuencias crónicas en la edad adulta, contribuyendo a las enfermedades cardíacas, la obesidad y la inmunosupresión” (Drwal, 2019, p. 45).

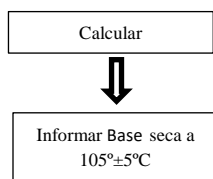
**Método:** EPA 3545/8310 Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (PAH) La separación y detección de los PAH se ha resuelto mediante la técnica HPLC con detector de fluorescencia. El método de análisis se ha puesto a punto en el Laboratorio de Estratigrafía Molecular (LEB), basado en el método EPA 8310. Reactivos: Para la calibración se utilizó un patrón mixto de PAH: M-8310 con una concentración de 500 µg/ml disuelto en acetonitrilo (1:1) (AccuStandard). “Para las distintas fases móviles, se ha empleado metanol y agua ultrapura (Merck).

**Equipo:** HPLC modelo Agilent 1100 series” (Aguilar, 2022, p. 12). Los hidrocarburos de cadenas más largas son menos tóxicos, pero perduran más a la intemperización. La exposición durante un período prolongado puede producir daño permanente del sistema nervioso central. Uno de los componentes de los TPH, el n-hexano, puede afectar el sistema nervioso central de manera diferente, produciendo una alteración de los nervios conocida como «neuropatía periférica,» caracterizada por pérdida de la sensación en los pies y las piernas y, en casos graves, parálisis. (Ordóñez, 2020, p. 35).

#### Figura 4

*Diagrama de flujo del Método IV*





*Nota.* Método: EPA 3545/8310. Tomado de *Physical/chemical methods. SW-846* (p. 14), por Environmental, 2014, EPA.

**Hidrocarburos Totales de petróleo TPH:** “Son parte de un gran grupo de cientos de compuestos químicos derivados del crudo” (Mite, 2021, p. 30). Los TPH pueden ingresar al medio ambiente a través de accidentes, descargas industriales, como este caso de la industria petrolera, o como subproducto del uso comercial o privado. El TPH puede ingresar al agua directamente a través de derrames o fugas. “Causan irritación de ojos y membranas mucosas y quemaduras de la piel a altas concentraciones” (Aguilar, 2022, p. 7). Los hidrocarburos de cadenas más largas son menos tóxicos, pero perduran más a la intemperización. La exposición durante un período prolongado puede producir daño permanente del sistema nervioso central.

Uno de los componentes de los TPH, el n-hexano, puede afectar el sistema nervioso central de manera diferente, produciendo una alteración de los nervios conocida como «neuropatía periférica, “caracterizada por pérdida de la sensación en los pies y las piernas y, en casos graves, parálisis” (Ordóñez, 2020, p. 12).

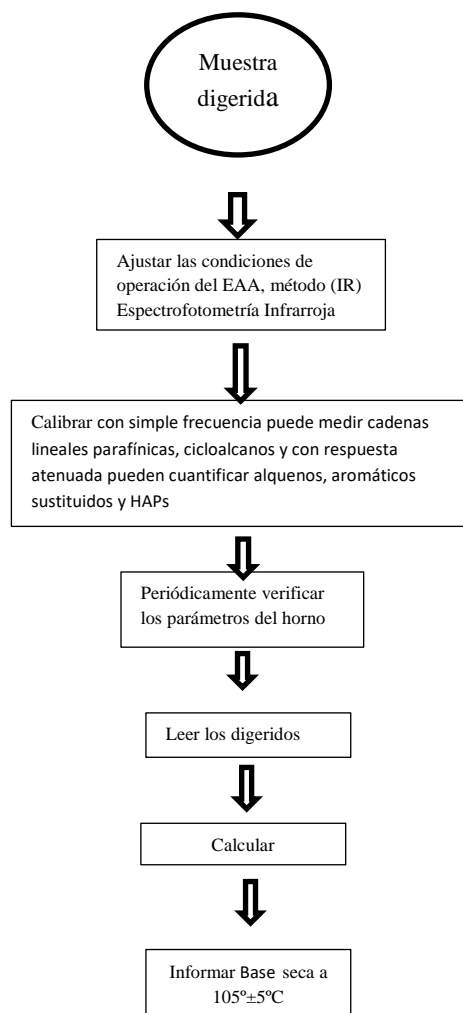
**Método:** 8440,418.1 es el método de (IR) espectroscopia infrarrojo más usado es el (Método para análisis químico de aguas y aguas residuales) solamente es apropiado para muestras de agua. Para adaptar este método para muestras de lodos y suelo se efectúa una técnica de extracción en equipo Soxhlet (es una conformación de instrumentos que permiten la extracción sólido-líquida y que se usa cuando una sustancia determinada muestra cierta solubilidad en un disolvente orgánico), La norma EPA 418.1 utiliza una mezcla específica de calibración constituida por 15 partes de N-hexano, 15 partes de Isooctano y 10 partes de clorobenceno.

A una frecuencia de  $2930\text{ cm}^{-1}$ , los espectrómetros IR miden la energía de absorbancia de enlaces alifáticos C-H por lo que pueden medir cualquier compuesto extraído con grupos alquilo en la molécula. Cualquier molécula que tenga uno o más de estos enlaces puede contribuir a la determinación. El método (IR) Espectrofotometría Infrarroja con simple frecuencia puede medir cadenas lineales parafínicas, cicloalcanos y con respuesta atenuada pueden cuantificar alquenos, aromáticos sustituidos y HAPS si tienen grupos alquilo en sus extremos, también moléculas oxigenadas, ésteres y alcoholes. La determinación de HTP por IR permite cuantificar el total de hidrocarburos presentes en la muestra, pero no identificar sus

componentes. “Es un método utilizado para analizar muestras con hidrocarburos pesados que no son cuantificados por los métodos cromatográficos” (Rivera, 2020, p. 23).

### Figura 5

Diagrama de flujo del Método V



Nota. Método: EPA 8440,418.1. Tomado de *Physical/chemical methods. SW-846* (p. 14), por Environmental, 2014, EPA.

### 2.5.3. Contaminación del suelo con hidrocarburos

Muchas industrias utilizan los hidrocarburos y sus derivados como materia prima para la fabricación de bienes y productos de consumo común. Estos hidrocarburos, que incluyen alcanos, cicloalcanos, hidrocarburos aromáticos policíclicos y otros derivados del petróleo, “los cuales pueden ser clasificados como contaminantes debido a su estabilidad y durabilidad en el



ambiente” (Song et al, 2021, p. 56). Los derrames accidentales de hidrocarburos son incidentes comunes durante su transporte y almacenamiento en muchas partes del mundo. “El problema radica en la compleja composición de alcanos, hidrocarburos aromáticos, resinas y asfaltos, que poseen una alta toxicidad debido a sus propiedades químicas y su carácter contaminante” (Mirjani, 2021, p. 65).

El manejo inadecuado de los materiales y residuos peligrosos ha provocado en el mundo un grave problema de contaminación de los suelos. En Ecuador, la industria del petróleo en su conjunto ha tenido un impacto negativo en materia ambiental, debido a la amplia gama de productos derivados del petróleo, no ha sido posible evaluar cuantitativamente la contaminación involucrada desde la fase de explotación hasta la obtención de los productos petroquímicos básicos. El problema de los suelos contaminados con hidrocarburos radica en que hasta hace pocos años no existía conciencia del grado de la dificultad y el costo que representa la remediación de los suelos contaminados para la sociedad, “por lo que es más caro remediar que prevenir” (Garzón, 2017, p. 23).

En los suelos, el petróleo se adsorbe en gran cantidad a la materia particulada; esto disminuye su toxicidad, pero aumenta su persistencia, la contaminación con petróleo hace que los compuestos solventes se filtren, y los sólidos y grasas permanezcan en la superficie o sean llevados hacia tierras más bajas provocando la destrucción de los microorganismos del suelo, “produciéndose un desequilibrio ecológico general” (Ramírez, 2017. p. 56).

A corto plazo, el petróleo y sus fracciones con componentes asfálticos no se degradan significativamente; en condiciones óptimas, incluso bajo luz solar intensa, el petróleo se degrada menos de un 0,1 % por día. “Los residuos y productos de polimerización, formados a partir de reacciones entre los radicales libres de los distintos intermediarios del proceso de degradación, forman bolas de alquitrán, compuesto muy resistente a la degradación” (Ritoré, 2021, p. 54). Pudiéndose acumularse en los sedimentos de los lechos de lagos o arroyos lentos y persistir en el ambiente por mucho tiempo.

Ambientalmente, un metal pesado es aquel elemento con densidad superior a 5 g/cm, que aparece comúnmente asociado a problemas de contaminación. Algunos de ellos son esenciales para los organismos en pequeñas cantidades, como el Hierro, Manganeseo, Zinc, Cobre, Boro, Cobalto, Arsénico, Vanadio, Cobre, Níquel y se vuelven nocivos cuando se presentan en concentraciones elevadas, “mientras que otros no desempeñan ninguna función biológica y resultan altamente tóxicos para humanos y animales, como el Cadmio, Mercurio o el Plomo” (Jiménez, 2017, p. 14).

### **Remediación**

La concentración de hidrocarburos en el ambiente sigue aumentando debido al uso de una amplia variedad de productos químicos, residuos y efluentes industriales, “lo que contamina

el suelo y representa una amenaza emergente para el ambiente y para los seres humanos” (Asejeje, 2021, p. 7). Además, también pueden afectar diversos procesos biológicos ambientales y organismos vivos. “Estas características negativas han llevado a realizar estudios exhaustivos sobre su destino y transporte en el ambiente, con el fin de reducir sus impactos negativos” (Yadav, 2021, p. 8).

Actualmente, debido a la expansión demográfica y colonización que ha sufrido la Amazonía Ecuatoriana, estas fuentes de contaminación se encuentran en centros poblados, propiedades privadas, causando impactos ambientales negativos como: contaminación del agua para el consumo humano y uso agropecuario debido al transporte y transformación de contaminantes, malos olores, pérdida de biodiversidad; “impacto visual negativo por afectación al paisaje, aumento en la probabilidad del desarrollo de enfermedades cancerígenas” (Mayor, 2009, p. 46).

El Artículo 14, Sección Segunda Ambiente Sano de la Constitución de la República del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008, establece:

Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados. (CRE, 2008)

El Artículo 72, ibídem, señala que:

La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados. En los casos de impacto ambiental grave o permanente, incluidos los ocasionados por la explotación de los recursos naturales no renovables, el Estado establecerá los mecanismos más eficaces para alcanzar la restauración, y adoptará las medidas adecuadas para eliminar o mitigar las consecuencias ambientales nocivas. (CRE, 2008)

Con estos antecedentes, para mitigar los impactos causados y el cumplimiento legal, EP PETROECUADOR, a través del Proyecto Amazonía Viva, desarrolla trabajos de eliminación de fuentes de contaminación y gestión de medios físicos contaminados, el caso del Campo AUCA, Bloque 61, donde se completó el proceso de limpieza del derrame con un área final intervenida de 1365.06 m<sup>2</sup>, para la evaluación de suelo contaminado durante el proceso de remediación ambiental según el Reglamento Ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador Reglamento ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. (RAOHE), (Decreto Ejecutivo 1215, Registro Oficial 265, 2001) la tabla trata de límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la

industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio. “Tienen el propósito de establecer los niveles máximos de concentración de contaminantes de un suelo en proceso de remediación o restauración” (CRE, 2008).

**Tabla 1**

*Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio.*

Parámetro	Expresado en	Unidad	Uso agrícola)	Uso industrial	Ecosistemas sensibles
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/kg	< 2500	< 4000	< 1000
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAPS)	C	mg/kg	< 2	< 5	< 1
Cadmio	Cd	mg/kg	< 2	<10	< 1
Níquel	Ni	mg/kg	< 50	< 100	< 40
Plomo	Pb	mg/kg	< 100	< 500	< 80

*Nota:* Datos tomados Acuerdo ministerial (Tabla 6) RAOHE

**Tabla 2**

*Métodos de muestreo para cada parámetro*

Hidrocarburos Totales	Extracción con cloruro de metileno, cromatografía de gases y determinación FID (GC/FID) Alternativa: Extracción con freón, remoción de sustancias polares en el extracto y determinación por espectroscopia	EPA 413.1: 1664 Métodos 8015D/3550C
Hidrocarburos aromáticos Policíclicos (HAPS)	Extracción; por cromatografía (GC) o HPLC	determinación de gases EPA SW-846 Métodos 3545/8100 o 8310
Cadmio		

Níquel Plomo	Digestión muestra directa de absorción	ácida y por atómica.	de determinación espectroscopia	la EPA Métodos 3050B, 7130, 7520, 7420	SW-846 7130, 7520,
-----------------	---	-------------------------------	---------------------------------------	--	-----------------------

*Nota:* Datos tomados Acuerdo ministerial RAOHE. Los métodos de muestreo de la Tabla 2 sirven para caracterizar y determinar concentraciones de los compuestos primordiales y contaminantes que pueden estar presentes en los hidrocarburos

#### **2.5.4. Evaluación de suelo contaminado**

Como se ha mencionado anteriormente, los hidrocarburos tienen un impacto negativo en el ambiente y la salud humana. Cuando ocurre un episodio ambiental, es necesario limpiar y eliminar los contaminantes utilizando técnicas adecuadas y sostenibles. Se deben considerar variables como la composición del contaminante, “las condiciones biológicas de los microorganismos presentes en el lugar, el costo, los requisitos normativos y los procedimientos” (Thavamani, 2015, p. 27).

El suelo contaminado con hidrocarburos se refiere a la presencia no deseada y en concentraciones significativas de compuestos orgánicos de hidrógeno y carbono (hidrocarburos) en el suelo, “generalmente como resultado de actividades humanas, como derrames de petróleo, fugas de combustibles o desechos industriales” (Urrutia, 2017, p. 10). Estos hidrocarburos pueden ser en forma de petróleo crudo, gasolina, diésel u otros productos derivados del petróleo.

La elección del método o técnica de remediación es fundamental para lograr una limpieza completa, contención, eliminación, recuperación y restauración del área afectada. “Estas técnicas o métodos tienen como objetivo contener, secuestrar, separar, extraer, eliminar, destruir, transformar y mineralizar los contaminantes ambientales en formas menos perjudiciales, peligrosas y reactivas” (Sakshi, 2019, p. 67).

En todo el mundo, se han descrito varios métodos de tratamiento físico para la degradación y eliminación de hidrocarburos en el suelo. “Estos métodos incluyen técnicas de separación y reciclaje, el lavado de suelo, la solidificación, la vitrificación, la estabilización, la desorción térmica, la incineración y la extracción de vapores” (Raja, 2022, p. 76). Es así que para el análisis de suelo se realizó el desbroce con ayuda de herramientas manuales, el material vegetal no contaminado fue dispuesto a un costado de la fuente de contaminación para su descomposición natural en un volumen aproximado de 4 m<sup>3</sup>.

Realizándose la técnica IN-SITU de lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo para la limpieza del derrame, este proceso es realizado con la ayuda de bombas de presión que consiste en la aplicación de agua a presión en el suelo contaminado para separar el hidrocarburo de las partículas de suelo, una vez que el hidrocarburo se encuentra en la fase acuosa, asciende

a la superficie debido a su menor densidad con respecto al agua, el hidrocarburo es recuperado con herramientas manuales y polvo absorbente orgánico. En la recuperación del hidrocarburo, se utilizan barreras plásticas, se construyen diques de contención con trampas tipo cuello de ganso para evitar el paso del hidrocarburo, no se genera agua contaminada durante el proceso de lavado del suelo.

Para recolectar muestras representativas de suelo contaminado, se empleó el método aleatorio sistemático, que asegura una selección imparcial y uniforme de los puntos de muestreo. Se estableció una parcela de 10 m<sup>2</sup> y se distribuyeron puntos de muestreo de forma aleatoria dentro de esta área. Luego, se llevó a cabo una excavación de 30 cm de profundidad en cada punto seleccionado. Se recolectaron muestras de suelo, cada una con un peso de 5 kg, las cuales fueron colocadas en saquillos de polietileno con un diámetro de poro de 0,8µm para evitar la contaminación cruzada, posteriormente se mezclaron de manera homogénea para obtener submuestras de 1 kg cada una. Estas submuestras se depositaron en fundas ziploc debidamente etiquetadas con información detallada, como el lugar de recolección, la fecha, el tipo de muestra, el responsable y el número de muestra correspondiente.

Las muestras de suelo fueron transportadas al laboratorio, se llevó a cabo el proceso de aislamiento de los microorganismos nativos presentes en el suelo contaminado con hidrocarburos provenientes de la Amazonía ecuatoriana., en donde son analizados los suelos contaminados por espectrometría de masas, los métodos de muestreo para cada parámetro fueron: Cadmio EPA 3050 B/7130, HAPS EPA 3545 /8310, Níquel EPA 3050 B/7520, Plomo EPA 3050 B/7420, TPH EPA 8440, 418.1. Concluidos los trabajos de remediación ambiental se obtuvieron concentraciones finales menores a los valores límites estipulados cumplen con el valor límite (VL) para uso de suelo agrícola determinándose concentraciones finales menores a los valores límites estipulados en los “Criterios de Remediación” considerándolo apto para revegetación del área intervenida.

#### **2.5.5. Intoxicación y efectos en la salud**

Para que un trabajador se vea afectado por un tóxico, en este caso un gas, no dependerá sólo de la dosis recibida, sino también de la forma y el tiempo que tarde en administrarse esa dosis, “además es conveniente señalar que hay 3 tipos de intoxicaciones según su velocidad de penetración en el organismo: aguda, subaguda y crónica” (Cadena Ayala, 2011, p. 2).

**Intoxicación aguda:** da lugar a una alteración grave se caracteriza por un tiempo de exposición muy corto, a una concentración generalmente elevada y por una rápida absorción por el organismo.

**Intoxicación subaguda:** Se diferencia de la anterior, básicamente, porque el efecto producido es menor.

**Intoxicación crónica:** Se produce por exposición repetida a pequeñas dosis del tóxico y el principal mecanismo que origina el desarrollo del efecto es la acumulación del disolvente en ciertas partes del organismo. “Esto sucede cuando la cantidad absorbida por el organismo es mayor que la que el mismo organismo es capaz de eliminar” (Giannuzzi, 2018, p. 34)

### **Vías de entrada y Vías de eliminación**

Las principales **vías de entrada** para la acción tóxica sistémica de los disolventes son:

**Vía respiratoria:** es la más importante debido a la gran volatilidad que presentan los disolventes, los cuales en forma de gases y vapores penetran en nuestro organismo, acompañando al flujo de aire inspirado y mezclándose con el aire que contienen los pulmones; al mezclarse tiene mucha más probabilidad de llegar a los alvéolos pulmonares (ricamente vascularizados); “por eso ésta es la zona más importante de entrada de tóxicos a la sangre” (Barbosa, 2017, p. 10).

**Vía dérmico-mucosa:** la segregación de las glándulas (sebáceas, sudoríparas y mamarias) forma una película superficial, que es una emulsión de lípidos y agua, lo que supone una estupenda protección frente a muchos tóxicos, hay que considerar que el contacto con los disolventes destruye las proteínas que forman la membrana celular y las fibras de queratina; “esta alteración modifica la capacidad de protección de la piel, que se verá afectada con sucesivas agresiones” (Wuton, 2009, p. 3).

**La vía de eliminación:** Es trascendental para la defensa antitóxica siendo las principales vías la respiratoria y la renal; “la eliminación por otros exudados como sudor, lágrimas o leche materna” (Wuton, 2009, p. 7).

**Vía respiratoria:** los disolventes, como sustancias volátiles, pueden eliminarse fácilmente por simples equilibrios tensionales, en la barrera alvéolo-capilar. Es una vía muy rápida de eliminación, casi inmediata, sólo condicionada por el gradiente de las concentraciones diferenciales entre las de la sangre y el aire inspirado. Tal como entran, sin sufrir transformación, los disolventes se eliminan por los pulmones; “a veces, al eliminarse por esta vía, producen un efecto irritante de salida atacando a las mucosas respiratorias” (Peña, 2015, p. 10)

**Vía renal:** es la vía de eliminación por excelencia para todos los metabolitos hidrosolubles, pero también pueden eliminarse los propios disolventes; “este proceso es más lento, porque al ser compuestos liposolubles deben unirse a otros compuestos que actúan como transportadores y contribuyen a su eliminación” (Peña, 2015, p. 11).

### 2.5.6. *Efectos sobre la salud*

**Efectos en el sistema nervioso:** Los efectos de los disolventes orgánicos sobre el sistema nervioso, en su gran mayoría, tienen la característica de causar trastornos no específicos del sistema nervioso (SN), “debido a su liposolubilidad que los hace afines a todos los tejidos con alta cantidad de grasa como son cerebro o médula espinal, es posible deprimir al tejido nervioso en cualquier nivel” (Martínez, 2016, p. 5). Desde el punto de vista fisiopatológico el SN tiene una especial vulnerabilidad y sensibilidad a la acción de las sustancias químicas.

“Las células del mismo no se regeneran una vez que se pierden, el daño resultante de la exposición a un tóxico es generalmente permanente” (Martí, 2017, p. 6). Los efectos de los agentes neurotóxicos pueden clasificarse según la parte del sistema nervioso con el que interactúan, por el tiempo de evolución para generar sus efectos, según inhiban o faciliten o bloqueen la neurotransmisión, o por sus receptores bioquímicos.

**Neurotoxicidad:** Los síndromes neurotóxicos producidos por sustancias que afectan de forma adversa al tejido nervioso, figuran entre las diez principales enfermedades profesionales en Estados Unidos, “los efectos neurotóxicos constituyen la base para establecer los criterios del límite de exposición para el 40 %, aproximadamente, de los agentes considerados peligrosos por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) de Estados Unidos” (Daza, 2019, p. 8).

Los efectos neurotóxicos asociados a gases volátiles pueden ser inmediatos (agudos) o a largo plazo (crónicos), por lo que en ambos casos sus efectos pueden ser reversibles y desaparecer con el paso del tiempo tras la disminución o suspensión de la exposición pudiendo ocasionar a su vez una lesión permanente irreversible, su gravedad dependerá de la dosis de exposición tanto en la cantidad como a la duración.

**Efectos agudos:** Se reflejan la respuesta inmediata a la sustancia química. La gravedad de los síntomas y los trastornos resultantes dependen de la cantidad que llegue al sistema nervioso. Con exposiciones leves, los efectos agudos son leves y transitorios, y desaparecen al cesar la exposición. Cefaleas, cansancio, mareos, dificultad para concentrarse, sensación de embriaguez, euforia, irritabilidad, vértigo y disminución de los reflejos son los tipos de síntomas experimentados durante la exposición a productos químicos neurotóxicos. “Además de los mencionados previamente, los efectos agudos pueden causar un síndrome de encefalopatía tóxica” (Barbosa, 2017, p. 8). Tomando en cuenta que los síntomas son reversibles, pero cuando la exposición se repite día tras día, los síntomas también recurren, si la sustancia neurotóxica no es eliminada inmediatamente del organismo los síntomas persisten después del trabajo, por lo que se debe tomar en cuenta la sintomatología comunicada por el trabajador en un determinado puesto de trabajo considerando un signo de aviso de posible exposición excesiva; teniendo que instaurar medidas preventivas para reducir los niveles de exposición.

**Efectos crónicos:** La exposición repetida a niveles bajos o medios de sustancias neurotóxicas durante muchos meses o años puede alterar las funciones del sistema nervioso de forma insidiosa y progresiva, pero la lesión inicial del sistema nervioso no va necesariamente acompañada de trastornos funcionales y puede ser reversible, se ha descrito también una constelación de signos clínicos conocidos como síndrome orgánico cerebral que afecta básicamente las funciones de la memoria operativa y reciente, la capacidad general de atención (vigilia), la capacidad intelectual y la coordinación motora

A nivel general las manifestaciones tóxicas de prácticamente todos los gases son los efectos sobre el SNC. Estos efectos se explican por su lipofilia, que hace del SNC (encéfalo, tronco del encéfalo y médula) el órgano diana por su alto contenido en lípidos. “Producen en los centros nerviosos un efecto bipolar de excitación-depresión muy similar a los agentes anestésicos. Sus efectos se exteriorizan con signos y síntomas de somnolencia y ebriedad” (Lasso, 2018, p. 9).

Los principales órganos blanco u órganos diana afectados por los disolventes tenemos al:

**Sistema nervioso central:** disminución del nivel de conciencia, atención y memoria; menos capacidad de concentración; sensación de embotamiento y somnolencia; alteraciones del sueño, del sentido del equilibrio, del estado de ánimo y de la coordinación motora (dismetrías y temblores).

**Sistema nervioso periférico:** trastornos de la sensibilidad en forma de parestesias y disestesias; dolores musculares; disimetrías y alteraciones en los movimientos; molestias en la visión (visión borrosa, diplopías, pérdida de la agudeza visual).

**Sistema dérmico-mucoso:** cualquier tipo de alteraciones de la piel, en especial su sequedad, sobre todo en las zonas descubiertas en contacto con los posibles disolventes; irritación conjuntival.

**Sistema hepato-renal:** digestiones pesadas; flatulencias; intolerancia a ciertos alimentos; cambios en el color de la orina y heces; ictericia, cada compuesto por sus particularidades químicas, tiende a producir una patología específica sobre diferentes órganos.

Determinación de la relación sintomatológica en el sistema nervioso

Según Yepes (2019), “se establecen un sistema de categorías diagnósticas de encefalopatías tóxicas” (p. 4); en el que dicho sistema permite diferenciar efectos agudos y crónicos de la exposición tóxica y tienen en cuenta la permanencia de los cambios de las variables psicológicas.



**Desórdenes agudos:** La exposición aguda a los tóxicos químicos pueden dar a lugar a una disfunción ligera del SNC, típicamente reversible, denominada Intoxicación Aguda; o a una encefalopatía tóxica aguda, que es más severa. Esta puede ir asociada con daño cerebral estructural y con condiciones patológicas características (ejemplo: edema cerebral y hemorragia intracerebral) y es más frecuente en la exposición a metales tóxicos que a gases.

**Desórdenes crónicos:** los desórdenes crónicos del SNC están asociados con una gran variedad de agentes. Surgen de modo insidioso con una gran sintomatología y pueden coexistir con encefalopatías tóxicas crónicas en diferentes grados de severidad, dependiendo de las respuestas individuales a las variaciones de intensidad, duración y patrón de exposición.

### ***2.5.7. Evaluación Neuroconductuales***

La evaluación integral de la función neuroconductuales tiene cuatro componentes:

- 1) La historia social, médica y ocupacional tomada a través de un cuestionario
- 2) Un cuestionario de síntomas dirigido a funciones del SNC
- 3) Un breve examen clínico para la identificación de condiciones neurológicas
- 4) Una batería de pruebas psicométricas. La historia social, médica y ocupacional, obtiene información demográfica (edad, sexo, nivel de educación, consumo de alcohol, cigarrillos, cafeína, drogas), médica (especialmente dirigido a condiciones o medicamentos que afectan la función del sistema nervioso), ocupacional (incluyendo la historia ocupacional), y ambiental (incluyendo posibles exposiciones por pasatiempos). En los últimos 15 años numerosas pruebas neurológicas se han utilizado cada vez con mayor frecuencia en los lugares de trabajo para determinar la configuración de los cambios en el funcionamiento cognitivo asociado con la exposición a neurotóxicos.

Se tiene en cuenta que ha habido un reconocimiento cada vez mayor, que la exposición a los productos químicos neurotóxicos puede dar lugar a efectos sobre el sistema nervioso humano que puede no ser observable en términos de muestras y síntomas clínicos. La identificación de estos efectos ha resultado del crecimiento de métodos neurocomportamentales sensibles para determinar las pequeñas alteraciones en el funcionamiento cognoscitivo, “que se observan como indicadores del comportamiento de los cambios de sistema nervioso central” (Cederstav, 2022, p. 6).

La evaluación neuropsicológica es un procedimiento de observación de la actividad cognitiva y comportamental normal y anormal de un sujeto con o sin lesión cerebral, utilizando procedimientos cuantitativos (test estandarizados) para definir la varianza normal o patológica en las operaciones cognitivas modulares de un sujeto.

Se hace referencia a los aspectos superiores de la función cerebral humana, incluyendo capacidades como el intelecto, la memoria, el lenguaje y las funciones lingüísticas, “la percepción, la atención, solución de problemas, toma de decisiones y planeación de estrategias, los cuales son considerados en su análisis como sistemas” (Juárez, 2019, p. 6). Se afirma que la tarea fundamental de la evaluación neuropsicológica consiste en describir el cuadro general de los cambios en la actividad psíquica, detectar el defecto fundamental subyacente, para poder acercarse a la explicación del síndrome resultado de la interpretación de la organización cerebral de procesos cognitivos.

Los test poseen la sensibilidad del método neuropsicológico para detectar disfunciones neurotóxicas en fases iniciales y la evaluación precoz de daños cerebrales permanentes. Mediante éstos se pueden identificar operarios que presenten daños debido a la exposición y sugerir traslados laborales lejos del sitio de exposición. Algunos autores rescatan la importancia de montar una batería de test con validez psicométrica, “bien diseñada y de una especificidad tal que enfatizen áreas del funcionamiento neuropsicológico en correlación con alteraciones provocadas con agentes tóxicos” (Juárez, 2019, p. 7).

#### **2.5.8. Evaluación Conductual**

##### **Cuestionario de Síntomas Neurológicos Q16 y Psicológicos (PNF)**

Los instrumentos que se utilizan en este estudio son dos:

#### **2.5.9. Cuestionarios Q16 (Cuestionarios de síntomas Neurotóxicos)**

El cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16, originalmente sueco, se recomienda para ser usado en el monitoreo de grupos expuestos por largo tiempo a agentes neurotóxicos. Dicho cuestionario fue traducido y validado por Amador R y otros, en población latina, dando como resultado 16 preguntas para ser respondidas afirmativa o negativamente (Juárez, 2019, p. 8), referencia este cuestionario en su versión de libro en inglés la cual en su traducción literal al español presenta algunas diferencias con respecto a la validada por Amador es un instrumento de monitoreo rápido que permite una detección temprana de síntomas neurológicos, este está estructurado de 16 preguntas además se utilizara cuestionario de síntomas Neurológicos subjetivos (H-L) se encuentra estructurado por 16 ítems dentro de la interpretación global del cuestionario toda puntuación menor a 85 se considera normal y puntuación mayor a 85 se considerara patología y asociada a la exposición de sustancia neurotóxicas

En general la exposición a agentes químicos neurotóxicos benceno, tolueno, xileno y etilbenceno (BTX-EB), produce una respuesta estereotipada del sistema nervioso.

**Efectos generales:** - Pérdida de apetito, cefalea, somnolencia, sed.

**Efectos sensitivos:** - Deterioro de la visión de colores, elevación del umbral auditivo – olfativo, tinitus, alteraciones del equilibrio, vértigo, trastornos del dolor y tacto, disestesias, aumento de sensibilidad al frío.

**Efectos Motores:** - Debilidad, parestias, temblores, falta de coordinación, alteración en reflejos, convulsiones.

**Efectos cognitivos:** - Dificultad para concentración, fatiga, alteraciones en la memoria, confusión, lentitud mental, trastornos del aprendizaje y del lenguaje, delirio, alucinaciones.

**Efectos del estado de ánimo y la personalidad:** “Irritabilidad, ansiedad, depresión, trastornos del sueño, pérdida de la actividad sexual” (Vega, 2020, p. 18).

Un exceso de síntomas en los grupos expuestos, debería garantizar estudios más profundos en estos individuos con el objeto de determinar la causa del exceso. Cuando se use el cuestionario se recomienda utilizarlo en el mismo orden como está escrito, “dar siempre las mismas instrucciones básicas para controlar el sesgo del entrevistador tanto como sea posible” (Echevarría, 2019, p. 10); es de muy fácil aplicación por el contexto de las preguntas; requiere un mínimo de tiempo para su desarrollo.

#### ***2.5.10. El Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF)***

Fue creado en el Instituto de Medicina del Trabajo de Alemania por Schreider H., Baudach H., Kempe H., Seeber A., y elaborado para Cuba en su versión 3, por Almirall y colaboradores, 2017. Específicamente para registrar los efectos neurotóxicos de sustancias nocivas que se manifiestan a través de síntomas y estados no placenteros. Incluye las siguientes esferas de investigación: inestabilidad psico-neurovegetativa (PN), síntomas neurológicos (N), astenia (A), irritabilidad (I), y déficit de concentración y memoria (K). Posee 38 ítems cuyas respuestas fluctúan desde “nunca” (1), Algunas veces” (2), Frecuentemente (3), Muy Frecuentemente (4).

**Aplicación:** estudia los sistemas funcionales de organización de la actividad psíquica del Sistema nervioso central y el estado de salud, en las siguientes esferas:

**Inestabilidad psiconeurovegetativa:** este incluye el estudio de síntomas como: cefaleas, vahídos, vértigos, trastornos del sueño, debilidad, cansancio, agotamiento, sensación de frío o calor, sequedad en la boca.

**Síntomas neurológicos:** Comprende: mareos, vómitos, pérdida de la fuerza muscular, perturbaciones del equilibrio, inseguridad al caminar, hormigueos en pies y manos, trastornos en las relaciones sexuales, pesadez en las articulaciones y temblores en los brazos y piernas.

**Astenia:** refiriéndose a manifestaciones tales como: no tener ánimos para trabajar, sentirse hastiado de todo, no tener interés para nada, lentitud de los movimientos, no tener energía y no querer saber nada de nadie.

**Irritabilidad:** no poder controlarse cuando está bravo, perder la paciencia y ponerse furioso y disgustarse demasiado rápido con las personas.

**Déficit de la concentración y la memoria:** distraerse fácilmente, dificultad para recordar cosas sencillas (nombres, personas), falta de memoria, estar distraído, dificultad para concentrarse.

El PNF es utilizado frecuentemente como indicador de la autoevaluación del estado de salud y presencia de alteraciones asociadas a la exposición habitual a sustancias neurotóxicas. En este sentido Méndez (2022), señala en el Manual de pruebas Neuroconductuales que además de la exposición neurotóxica, los resultados de las pruebas pueden ser influenciados por muchos otros factores relacionados con los individuos en un estudio, porque las covariables pueden causar sesgos de confusión.

## CAPÍTULO III

### 3. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

#### 3.1. Enfoque

Este trabajo investigativo tuvo un enfoque cuali-cuantitativo, se centra en la medición numérica, fundamenta y utiliza la observación del proceso para la recolección de datos y los analiza para llegar a responder las preguntas que se plantean en un inicio de la investigación. Mide y utiliza estadísticamente datos experimentales y los compara con datos teóricos (Normativa del RAOHE) de los parámetros: HAPS, TPH, Cd, Ni, y Pb; que incluye también la recolección de muestras y su respectivo análisis, se fundamenta en un esquema deductivo y lógico que busca formular preguntas de investigación e hipótesis para posteriormente probarlas, la hipótesis que se estableció: Los factores de riesgo químicos afectan significativamente el sistema nervioso con los gases volátiles del petróleo en los trabajadores que realizan remediación ambiental periodo Febrero 2021-2022. Así mismo confió en la medición numérica, el conteo y el uso de la estadística, “con el fin de establecer con fidelidad modelos de comportamiento en una población” (Mendoza, 2015, p. 25).

Cualitativo debido a que la esencia del análisis implica comparar grupos o relacionar factores sobre tales atributos mediante técnicas estadísticas, “en el caso de las ciencias del comportamiento, mediante experimentos y estudios causales o correlacionales” (Hernández, 2010, p. 5), se utilizaron cuestionarios que tiene parte numérica y parte subjetiva permitiendo recoger, procesar y analizar datos cuantitativos o numéricos sobre variables previamente determinadas. Esto ya lo hace darle una connotación que va más allá de un mero listado de datos organizados como resultado; pues estos datos que se muestran en el informe final, están en total consonancia con las variables que se declararon desde el principio y los resultados obtenidos van a brindar una realidad específica a la que estos están sujetos

#### 3.2. Tipo de Investigación

**Tipo:** Estudio de caso, de campo, observacional, bibliográfico

**Nivel de investigación** descriptivo

Estudio de caso debido a que una investigación intensiva de una unidad social o comunidad. Para ello recoge información acerca de la situación existente en el momento en que realiza su tarea, las experiencias y condiciones pasadas y las variables ambientales que ayudan a determinar las características específicas y conducta de la unidad. Después de analizar las secuencias e interrelaciones de esos factores, elabora un cuadro amplio e integrado de la unidad social, tal como ella funciona en la realidad. El interés en los individuos no es considerándolo como personalidad única, sino como tipos representativos. Se reúnen los datos a partir de una

muestra de sujetos cuidadosamente seleccionados y se procuran extraer generalizaciones válidas sobre la población que representa la muestra.

Es una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna”. Por lo tanto, este estudio se enmarcó en una investigación de campo, ya que los datos fueron extraídos en forma directa de la realidad y por el propio investigador, acude al lugar donde se producen los hechos esto es en las instalaciones del Bloque 61 Auca en los lugares donde se realiza remediación ambiental lo que ayudara a levantar elementos de juicio necesarios para intercambiar y recabar información de una realidad o contexto delimitado a través del uso de instrumentos, tales como, la observación se realizará directamente en los puestos de trabajo y las entrevistas se las realizará a los trabajadores que realizan remediación ambiental, también se basó en información proveniente de la realización del Cuestionario del PNF y Q16 para la determinación de los efectos neurotóxicos.

Esta temática se analizó afondo, en cuanto a causas, efectos formas, el cómo influenciaron los factores de riesgo químicos en el desempeño laboral, esta información obtenida, servirá de respaldo para determinar problemas en el sistema nervioso con el cual se podrá implementar y fortalecer medidas preventivas en el sistema de salud ocupacional de la empresa. Por consiguiente, es bibliográfico el análisis de la investigación bibliográfica, se trata de estudiar los problemas para dar soluciones a través de conocimientos fundamentados con metodologías, técnicas, proyectos o investigaciones previas. De acuerdo a la recopilación de información, lo más importante son los criterios, conceptualizaciones, reflexiones, conclusiones y recomendaciones con las que se aplique para dar solución al problema. En la investigación se aplican diferentes tipos de métodos de evaluación y normativa legal nacional e internacional.

El presente trabajo es una investigación descriptiva, “por el nivel de conocimientos que se adquieren es una investigación descriptiva aquella que utiliza el método de análisis” (Fuentes, 2020, p. 9); el cual logra caracterizar un objeto de estudio o una situación concreta, señalar sus características y propiedades. La cual combinada con ciertos criterios de clasificación sirve para ordenar, agrupar o sistematizar los objetos involucrados en el trabajo indagatorio”. Por medio de este tipo de investigación describiremos los hechos que observamos y daremos una visión general, mediante registros de las actividades que se realizan por área, puesto y actividad de trabajo que desempeñan ,permitiendo caracterizar las variables de estudio: efectos neurotóxicos presentes en los trabajadores y la relación con la exposición a gases volátiles en el proceso de remediación ambiental, siendo el fin el conocer las condiciones en que se presenta en el contexto y población investigada.

### 3.3. Diseño de Investigación

Considerando la condición de la práctica investigativa, es No Experimental ya que no manipuló las variables de estudio y fue prospectivo ya que recogió los datos mientras se iban midiendo en el transcurso de la investigación.

### 3.4. Población y Muestra

La población que se emplea corresponde a los trabajadores de la Industria Petrolera del Estado Ecuatoriano ubicados geográficamente en la Región Oriental y que realizan remediación ambiental, constituido por un grupo de ciento veinte trabajadores, de un total de ciento cincuenta trabajadores que integran dicho departamento. En consideración a esta definición se consideró la participación voluntaria en el estudio, quienes cumplen con los siguientes criterios de inclusión:

Trabajadores mayores de veinte años y que realicen proceso de remediación ambiental además previa firma de consentimiento informado, para aplicar el Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológicos (Q 16) (PNF) se consideraron los siguientes criterios de exclusión; trabajadores con menos de 3 años laborando en la industria, b) Trabajadores con tratamiento para Accidente Cerebro Vascular y para Traumatismo Craneoencefálico. c) Trabajadores con antecedentes familiares: Enfermedades psiquiátricas y psicológicas, d) Trabajadores que realizan tareas administrativas. De esta manera la población meta estará conformada por 120 trabajadores.

Para la obtención de la Muestra se realizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple. Para obtener información o datos que ayuden a encontrar una solución al problema a investigar es necesario hacer uso de las técnicas de investigación como se detalla a continuación:

**Encuesta:** se utiliza con un procedimiento estandarizado de interrogación con el objetivo de obtener mediciones cuantitativas de características objetivas y subjetivas de la población.

**Cuestionario:** Se utiliza un cuestionario de preguntas con el fin de obtener información sobre el porcentaje o nivel de presencia de agentes químicos.

### 3.5. Variables de estudio

Se identificaron las variables Dependiente e Independiente según la relación de causalidad., Causas (2015) define a las variables de la siguiente manera:

**Variable Dependiente:** Las variables que son objeto de estudio, que se tratan de explicar en función de otros elementos. (Efectos neurotóxicos presentes en los trabajadores).

**Variable Independiente:** Consideradas como variables explicativas, es decir, se consideran como factores o elementos susceptibles de explicar las variables dependientes (Factores de Riesgo Químicos).

### **3.6. Técnica de Recolección de Información**

Se solicitó por escrito la autorización a la autoridad de la empresa Petrolera al jefe del Proyecto Amazonia Viva para realizar la investigación, posteriormente se utilizara los instrumentos de investigación a toda la población. Este trabajo de investigación se desarrollará en la Ciudad de Dayuma, en la empresa Petrolera estatal Departamento de Amazonia Viva durante el período comprendido entre Febrero 2021 y Febrero 2022. Se realizarán observaciones directas en cada puesto de trabajo, en las diferentes áreas que realizan remediación ambiental teniendo como finalidad identificar los posibles riesgos a los que se exponen los trabajadores, con su respectivo instrumento el Cuestionario. Se consideró la aplicación del Cuestionario test Q16 Y PNF. Estará conformado por cuatro etapas las cuales serán:

**Etapas 1.-** Se realizará un análisis sobre los aspectos positivos y negativos del desempeño laboral y los factores de riesgo químico en el personal de Amazonia viva de la empresa Petrolera estatal, se socializo con los trabajadores, así como con las autoridades Jefes departamentales con la finalidad de dar seguimiento a esta problemática y poder verificar la utilidad de la aplicación de manera periódica.

**Etapas 2.-** En la fase inicial se explicará a los participantes de la investigación la utilidad de aplicar el test Q16 Y PNF, se socializará la manera de contestar el test a todos los trabajadores del Departamento de Amazonia viva de la empresa Petrolera estatal., para determinar los factores de riesgo psicosociales a los cuales se encuentran expuestos, para de esta manera establecer la influencia de los mismos en su desempeño laboral.

**Etapas 3.-** Se analiza los resultados de los gases presentes en el suelo contaminado, se realiza el test de evaluación Q16 y PNF para identificar los ítems positivos y negativos de la Medición que permitirían establecer políticas de mejora continua en base a los resultados que se obtengan.

#### **3.6.1. Procesamiento Estadístico:**

Las variables de caracterización sociodemográficas edad, residencia y ocupación fueron presentadas en tablas simples de frecuencia y porcentaje, las cuantitativas utilizaron medidas de tendencia central y de dispersión también se utilizó el programa estadístico SPSS V 25 y coeficiente de correlación de Pearson.

Para la evaluación del análisis descriptivo se procedió de la siguiente manera:

Visita Técnica



Solicitud de permisos a las autoridades

Levantamiento de información mediante Guías de observación

Medición de riesgos susceptibles a medición y utilización de cuestionario de evaluación Neuroconductuales.

Conclusiones y Recomendaciones de seguridad y prevención de riesgos de acuerdo a la información recolectada.

**SPSS:** Es un software estadístico que permite a los investigadores manipular, analizar y visualizar datos de manera efectiva. Durante más de 50 años, SPSS ha sido utilizado en diversos campos como la psicología, las ciencias sociales, la salud, la educación y el marketing, entre otros. En el campo de la salud, SPSS es una herramienta esencial para el análisis de datos epidemiológicos, estudios clínicos y encuestas de salud. Los investigadores pueden utilizar SPSS para realizar análisis descriptivos de datos demográficos, análisis de supervivencia, análisis de factores de riesgo y análisis de datos longitudinales, lo que les permite obtener información relevante para la toma de decisiones en salud.

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, “confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población” (Fuentes, 2020, p. 9).

El análisis de datos fue de tipo cuantitativo por medio de la estadística descriptiva. La información se procesó con el programa Paquete Estadístico para Ciencias Sociales (SPSS, siglas en inglés) versión 19. Se presentan los resultados en cuadros y gráficos de distribución de frecuencias con un análisis estadístico descriptivo univariado.

**Coefficiente de correlación de Pearson:** mide el grado de asociación lineal entre dos variables, muchas veces, cuando se miden dos variables que cambian en conjunto, no es posible determinar cuál es la independiente o cual la dependiente. En estas circunstancias, sólo es posible describir la fuerza de la asociación entre ellas ya que no se puede hacer predicciones o estimaciones causales. Cuando las variables son cualitativas, el modo de determinar si están relacionadas es a través de una tabla de contingencia y, de estarlo, medidas de la fuerza con que se relacionan son, por ejemplo, la razón del producto cruzado o el riesgo relativo. Cuando las variables son cuantitativas, “el modo de determinar si están relacionadas o no es a través de la regresión lineal y, de estarlo, una medida de la fuerza con que están relacionadas es el coeficiente de correlación línea” (Rodríguez, 2021, p. 18).

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados

Todos los artículos seleccionados cumplieron con los criterios para desarrollar un análisis detallado con el fin de identificar los métodos de diagnóstico precoz, las alteraciones neurológicas, las ocupaciones expuestas y los gases volátiles causales de enfermedades neurológicas en los trabajadores.

Mediante la matriz de riesgos laborales del Proyecto Amazonia viva del B61 de la empresa petrolera, se analiza los puestos de trabajo que están expuestos a riesgo químico, con sus respectivas afectaciones que provocan a la salud de los trabajadores.

**Tabla 3**

*Resumen de la matriz de riesgos permisibles laborales del Proyecto Amazonia viva del B61*

<b>Puesto de trabajo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Factor de riesgo</b>
Obrero de campo	Limpieza de áreas que contienen productos hidrocarburíferos. limpieza, remediación de eventos ambientales	Riesgo químico

*Nota.* La tabla 1-1 analiza los puestos de trabajo obrero de campo con exposición a riesgo químico de forma general, por tal razón hay que especificar que este proyecto de investigación se evalúa el riesgo químico en el puesto o área de trabajo de remediación ambiental.

Luego de haber identificado los puestos de trabajo con exposición a riesgo químico, se procede a detallar los posibles efectos o consecuencias que provoca a la salud del trabajador la exposición del riesgo estudiado encontrando las siguientes novedades en los cuatro puestos de trabajo: Irritación a los ojos , Asfixiante ,Trastornos en el olfato ,Dermatitis , Alergias, Quemaduras estos efectos a la salud antes mencionados son los más comunes producidos por la exposición a riesgo químico, pero hay que recalcar que dentro del índice de morbilidad también se encuentran otras enfermedades que están deteriorando la salud de los trabajadores que pueden ser causados por este riesgo.

Los datos obtenidos de esta investigación serán tabulados y analizados mediante el programa de estadística SPSS Statistics versión 22, y sus resultados serán presentados mediante tablas de frecuencia relativa condicional (asociación, correlación e índices de riesgo) y gráficos estadísticos (barras, dispersión).

Mientras que los datos, los datos sociodemográficos que describiremos serán: edad, género, nivel de educación, lugar de trabajo, años de trabajo, tipo de jornada laboral, horas de exposición, antigüedad en el puesto de trabajo en la población objeto del estudio. Debido a los antecedentes de las diferentes investigaciones, se espera evidenciar la correlación entre los efectos neurotóxicos obtenidos mediante los resultados de los cuestionarios de salud auto percibida: Q16 y la exposición repetitiva a dosis bajas a gases volátiles producto del proceso de remediación ambiental, entre los efectos neurológicos esperados están las alteraciones en las funciones neurológicas y psicológicas.

Como resultado se encuentra una relación entre la exposición de gases volátiles y síntomas a nivel del sistema nervioso en trabajadores que realizan remediación del suelo contaminado por petróleo.

En el proceso de análisis de la información; se determinará:

Los puestos de trabajo de remediación ambiental, para evaluar las condiciones ambientales del lugar o los lugares de trabajo.

Información recogida de la opinión personal en base al trabajo desempeñado remediación ambiental para corroborar el análisis estadístico.

Registro de los datos tomados por el laboratorio al inicio y al final de remediación de salud contaminada de gases volátiles.

La Evaluación de suelo contaminado durante el proceso de remediación ambiental Según el reglamento Ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador Reglamento ambiental para las operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador. (RAOHE)

#### **Tabla 4**

*Límites permisibles para la identificación y remediación de suelos contaminados en todas las fases de la industria hidrocarburífera, incluidas las estaciones de servicio*

Parámetro	Expresado en	Unida	Uso agrícola)	Uso industrial	Ecosistemas sensibles
Hidrocarburos Totales	TPH	mg/kg	< 2500	< 4000	< 1000
Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPS)	C	mg/kg	< 2	< 5	< 1
Cadmio	Cd	mg/kg	< 2	<10	< 1
Níquel	Ni	mg/kg	< 50	< 100	< 40
Plomo	Pb	mg/kg	< 100	< 500	< 80

Nota. Datos tomados Acuerdo ministerial 097A, 2015 (Tabla 6) RAOHE

El Proyecto Amazonía Viva (PAV), tiene como función eliminación de fuentes de contaminación y la remediación de suelos contaminados producto de las actividades de explotación de hidrocarburos, para el análisis de suelo se procede se procede con la toma de línea base inicial de suelo contaminado esta es enviada a laboratorio particular certificado en el cual es analizado bajo los parámetros del Decreto Ejecutivo 1215, Registro Oficial 265, 2001) Tabla 6 RAOHE, los resultados del análisis de línea base de muestras de suelo tomadas en un punto representativo del derrame en estudio, se observa que los niveles iniciales de Hidrocarburos Totales del Petróleo (TPH) superan el valor límite (VL) para uso de suelo agrícola evidenciaron niveles de contaminación de 7344 mg/kg de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) Tabla 4.

**Tabla 5**

*Informe inicial de resultados de análisis de suelo contaminado*

ENSAYOS TABLA 6 RAOH	MÉTODOS	UNIDADES	RESULTADOS	LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN	LÍMITE PERMISIBLE TABLA 6 RAOH USO INDUSTRIAL	LÍMITE PERMISIBLE TABLA 6 RAOH USO AGRÍCOLA	LÍMITE PERMISIBLE TABLA 6 RAOH ECOSISTEMAS SENSIBLES
Cadmio	MEESS-01/07 EPA 3050 B/7130	mg/kg	< 1	1	< 10	< 2	< 1
HAPS	MEESS-06 EPA 3545 /8310	mg/kg	< 0,027	0,027	< 5	< 2	< 1
Níquel	MEESS-01/07 EPA 3050 B/7520	mg/kg	< 8	8	< 50	< 50	< 40
Plomo	MEESS-01/07 EPA 3050 B/7420	mg/kg	< 17	< 17	< 500	< 100	< 80

	MEESS- 02 EPA						
TPH	8440, 418.1	mg/kg	<b>7344</b>	40	< 4000	< 2500	< 1000

---

*Nota.* Datos tomados laboratorio certificado prestador de servicio a empresa petrolera valorado de acuerdo al Acuerdo ministerial 097A, 2015 (Tabla 6) RAOHE

Para la remediación ambiental de suelo contaminado se realizó desbroce con ayuda de herramientas manuales, el material vegetal no contaminado fue dispuesto a un costado de la fuente de contaminación para su descomposición natural en un volumen aproximado de 4 m<sup>3</sup>, realizándose la técnica IN-SITU de lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo para la limpieza del derrame, este proceso es realizado con la ayuda de bombas de presión de agua es aplicada a presión en el suelo contaminado para separar el hidrocarburo de las partículas de suelo, una vez que el hidrocarburo se encuentra en la fase acuosa, asciende a la superficie debido a su menor densidad con respecto al agua, el hidrocarburo es recuperado con herramientas manuales y polvo absorbente orgánico.

Concluidos los trabajos de remediación ambiental, se obtuvieron concentraciones finales menores a los valores límites estipulados cumplen con el valor límite (VL) para uso de suelo agrícola, determinándose concentraciones finales menores a los valores límites estipulados en los “Criterios de Remediación” para uso de suelo agrícola, Tabla 4 en la cual observamos parámetros de análisis y límites de detección para los hidrocarburos en suelo dados por Environmental Protection Agency (EPA), evidenciándose niveles de contaminación < 40 mg/kg de Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH), con estos datos sé considerándolo apto para revegetación del área intervenida.

Sobre los datos sociodemográficos de la población evaluada ciento veinte trabajadores que realizan remediación ambiental de suelo contaminado se evidenció que predomina el sexo masculino con un 70%, presentándose prevalencia de trabajadores con rango de edad 36 a 45 años un 32%, en cuanto al nivel de educación el 70% de la población tiene instrucción primaria, el 100 % de trabajadores realiza su actividad en el horario diurno comprendido de 6:00 am a 18:00 pm además que el 100% de la población en estudio está expuesto a los gases volátiles en sus puestos de trabajo, teniendo un rango de antigüedad en este de 5 a 10 años 110 trabajadores.

Posterior a lo cual sé cuál para la obtención de los datos sobre síntomas neurológicos se realizó la evaluación aplicando un instrumento de monitoreo rápido que permite una detección temprana de síntomas neurológicos, el cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16 fue aplicado a ciento veinte trabajadores encontrando que el 71 % de la población estudiada obtuvieron puntajes menores a 6 por lo que no amerita realización de otro estudio hasta el momento mientras que 33 trabajadores evaluados obtuvieron un puntaje en repuestas afirmativas de 6 o

más, por lo tanto, esta población estarán indicando la necesidad de estudios más profundos para lo cual se realizó evaluación en relación con el cuestionario Síntomas Neurológicos y Psicológicos (PNF) en los cuales se observa los datos de las tablas detalladas a continuación:

**Tabla 6**  
*Correlación de acuerdo a sexo y prueba PNF*

		Correlaciones Sexo					
		Sexo	PN	N	A	E	K
Sexo	Correlación de Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	33					
PN: Inestabilidad Neurovegetativa	Correlación de Pearson	-,108	1				
	Sig. (bilateral)	,549					
	N	33	33				
N :Síntomas Neurológicos	Correlación de Pearson	-,108	-,031	1			
	Sig. (bilateral)	,549	,863				
	N	33	33	33			
A: Astenia	Correlación de Pearson	-,017	,340	,101	1		
	Sig. (bilateral)	,926	,053	,575			
	N	33	33	33	33		
E: Irritabilidad	Correlación de Pearson	-,259	-,075	-,075	,128	1	
	Sig. (bilateral)	,146	,679	,679	,477		
	N	33	33	33	33	33	
K:Concentración y Memoria	Correlación de Pearson	-,183	,431*	,141	,283	,059	1
	Sig. (bilateral)	,309	,012	,435	,110	,745	
	N	33	33	33	33	33	33

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Entre 0 y 0,10 es una correlación inexistente  
Entre 0,10 y 0,29 es una correlación débil

Entre 0,30 y 0,50 es una correlación moderada

Entre 0,50 y 1,00 es una correlación fuerte

Nota. Esta tabla muestra la Correlación de acuerdo a sexo y prueba PNF

**Elaborado por:** Jairo Acosta

**Análisis:** Se analizó a 33 trabajadores que fueron evaluados con la prueba PNF, los cuales en la variable Sexo (Masculino y Femenino) las respuestas del Cuestionario PNF en sus variables K (Defecto en concentración y memoria) , se observa que es el único valor que se obtiene en el cuestionario por lo que se puede indicar que hay un alto grado de asociación o correlación por lo tanto es Positiva , además se puede afirmar con un 95% de confianza indicando que estos datos son seguros y una significancia de 5 % que hay una correlación entre PNF y K , en el cual hay un P menor a 0.5%, por lo que se indica que hay una Correlación Moderada.

**Tabla 7**

*Correlación de acuerdo a Edad y prueba PNF*

		Correlaciones Edad					
		Edad	PN	N	A	E	K
Edad	Correlación de Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	33					
PN: Inestabilidad Neurovegetativa	Correlación de Pearson	-,093	1				
	Sig. (bilateral)	,608					
	N	33	33				
N :Síntomas Neurológicos	Correlación de Pearson	,098	-,031	1			
	Sig. (bilateral)	,586	,863				
	N	33	33	33			
A: Astenia	Correlación de Pearson	,079	,340	,101	1		
	Sig. (bilateral)	,661	,053	,575			
	N	33	33	33	33		
E: Irritabilidad	Correlación de Pearson	,053	-,075	-,075	,128	1	
	Sig. (bilateral)	,771	,679	,679	,477		
	N	33	33	33	33	33	

K:Concentración y Memoria	Correlación de						
	Pearson	-,282	,431*	,141	,283	,059	1
	Sig. (bilateral)	,112	,012	,435	,110	,745	
	N	33	33	33	33	33	33

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Entre 0 y 0,10 es una correlación inexistente

Entre 0,10 y 0,29 es una correlación débil

**Entre 0,30 y 0,50 es una correlación moderada**

Entre 0,50 y 1,00 es una correlación fuerte

*Nota.* Esta tabla muestra la Correlación de acuerdo a Edad y prueba PNF

**Elaborado por:** Jairo Acosta

**Análisis:** Se analizó a 33 trabajadores que fueron evaluados con la prueba PNF, en la variable Edad y las respuestas del Cuestionario PNF en sus variables A (Astenia) y K (Defecto en concentración y memoria) existe una correlación moderada, en cuanto a la edad y la variable K existe una correlación negativa es decir una correlación Débil, por lo que no se puede concluir una acción reacción por lo que no se puede concluir que a más edad menos presencia de K.

**Tabla 8**

*Correlación de acuerdo a Instrucción y prueba PNF*

		Instrucción	PN	N	A	E	K
Instrucción	Correlación de						
	Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	33					
PN: Inestabilidad Neurovegetativa	Correlación de						
	Pearson	-,062	1				
	Sig. (bilateral)	,734					
	N	33	33				
N :Síntomas Neurológicos	Correlación de						
	Pearson	,751**	-,031	1			
	Sig. (bilateral)	,000	,863				
	N	33	33	33			
A: Astenia	Correlación de						
	Pearson	,011	,340	,101	1		
	Sig. (bilateral)	,950	,053	,575			
	N	33	33	33	33		



E: Irritabilidad	Correlación de Pearson	,047	-,075	-	,128	1	
	Sig. (bilateral)	,795	,679	,679	,477		
	N	33	33	33	33	33	
K:Concentración y Memoria	Correlación de Pearson	,392*	,431*	,141	,283	,059	1
	Sig. (bilateral)	,024	,012	,435	,110	,745	
	N	33	33	33	33	33	33

\*\*. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Entre 0 y 0,10 es una correlación inexistente

Entre 0,10 y 0,29 es una correlación débil

**Entre 0,30 y 0,50 es una correlación moderada**

Entre 0,50 y 1,00 es una correlación fuerte

*Nota.* Esta tabla muestra la Correlación de acuerdo a Instrucción y prueba PNF

**Elaborado por:** Jairo Acosta

**Análisis:** De los 33 trabajadores que fueron evaluados con la prueba PNF, la variable Instrucción y las respuestas del Cuestionario PNF, existe una correlación Alta y Positiva, por lo que se asume que a mayor nivel instructivo todos lo que fueron analizados con este cuestionario tuvieron mayor Afectación psicológica, por lo que se asume que estos trabajadores tiene un mayor grado de responsabilidad en la empresa por lo que se tiene mayor afectación de PN (inestabilidad neurovegetativa), por lo que son datos de alta confiabilidad y alta confianza.

### Tabla 9

*Correlación de acuerdo a Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PN*

		Antigüedad	PN	N	A	E	K
Antigüedad	Correlación de Pearson	1					
	Sig. (bilateral)						
	N	33					
PN: Inestabilidad Neurovegetativa	Correlación de Pearson	,066	1				
	Sig. (bilateral)	,717					
	N	33	33				
N :Síntomas Neurológicos	Correlación de Pearson	-,205	-,031	1			

	Sig. (bilateral)	,252	,863						
	N	33	33	33					
A: Astenia	Correlación de Pearson	-,087	,340	,101	1				
	Sig. (bilateral)	,628	,053	,575					
	N	33	33	33	33				
E: Irritabilidad	Correlación de Pearson	,027	-,075	-,075	,128	1			
	Sig. (bilateral)	,879	,679	,679	,477				
	N	33	33	33	33	33			
K: Concentración y Memoria	Correlación de Pearson	-,219	,431*	,141	,283	,059	1		
	Sig. (bilateral)	,220	,012	,435	,110	,745			
	N	33	33	33	33	33	33		

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Entre 0 y 0,10 es una correlación inexistente

Entre 0,10 y 0,29 es una correlación débil

**Entre 0,30 y 0,50 es una correlación moderada**

Entre 0,50 y 1,00 es una correlación fuerte

*Nota.* Esta tabla muestra la Correlación de acuerdo a Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PN

**Elaborado por:** Jairo Acosta

**Análisis:** Fueron analizados 33 trabajadores que fueron evaluados con la prueba PNF, no se obtuvieron valores significativos en relación al cuestionario PNF con A (Astenia) existe una correlación moderada, teniéndose un nivel de significancia de 5 % y un 95% de confianza indicando que estos datos son seguros, por lo que hay una relación de más antiguo más presencia el nivel A.

### Tabla 10

*Correlación de acuerdo a Sexo, Edad, Instrucción, Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PNF*

Correlaciones Total de Datos										
		Sexo	Edad	Instrucción	Antigüedad	PN	N	A	E	K
Sexo	Correlación de Pearson	1								

	Sig. (bilateral)						
	N	33					
	Correlación de Pearson	-					
Edad	Sig. (bilateral)	,468**	1				
	N	33	33				
	Correlación de Pearson	,057	,107	1			
Instrucción	Sig. (bilateral)	,753	,552				
	N	33	33	33			
	Correlación de Pearson	,123	,006	-,191	1		
Antigüedad	Sig. (bilateral)	,495	,973	,287			
	N	33	33	33	33		
PN: Inestabilidad Neurovegetativa	Correlación de Pearson	,108	,093	-,062	,066	1	
	Sig. (bilateral)	,549	,608	,734	,717		
	N	33	33	33	33	33	
	Correlación de Pearson	,108	,098	,751**	-,205	,031	1
N :Síntomas Neurológicos	Sig. (bilateral)	,549	,586	,000	,252	,863	
	N	33	33	33	33	33	33

A: Astenia	Correlación de Pearson	-	,079	,011	-,087	,340	,101	1		
	Sig. (bilateral)	,926	,661	,950	,628	,053	,575			
	N	33	33	33	33	33	33	33		
E: Irritabilidad	Correlación de Pearson	-	,053	,047	,027	,075	,075	,128	1	
	Sig. (bilateral)	,146	,771	,795	,879	,679	,679	,477		
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	
K: Concentración y Memoria	Correlación de Pearson	-	-	,392*	-,219	,431*	,141	,283	,059	1
	Sig. (bilateral)	,309	,112	,024	,220	,012	,435	,110	,745	
	N	33	33	33	33	33	33	33	33	33

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

*Nota.* Esta tabla muestra la Correlación de acuerdo a Sexo, Edad, Instrucción, Antigüedad en el puesto de trabajo y prueba PNF

**Elaborado por:** Jairo Acosta

## 4.2. Discusión

El objetivo de esta investigación fue determinar la relación entre las alteraciones de la función nerviosa y exposición a gases volátiles del suelo contaminado durante el proceso de remediación ambiental. En relación con las alteraciones neuroconductuales, se encontró que hay una leve relación entre el daño a la función nerviosa y la exposición a los gases volátiles del suelo contaminado. Dentro de estas, las alteraciones de tipo cognitivo fue la más afectada en los trabajadores del Proyecto Amazonia Viva, En la evaluación de síntomas neurológicos se encontró que el 34% de los trabajadores presenta síntomas subjetivos de toxicidad con un

predominio en el sexo masculino. Nuestros resultados coinciden con los reportados en un estudio realizado en 2016 en una fábrica de calzado de León, Nicaragua.

En la cual determinó que los trabajadores con más exposición a los COVs de los pegamentos presentaron mayores alteraciones neuroconductuales. Sin embargo, los menos expuestos también presentaron alteraciones, pero en menor proporción. Las pruebas de alteración neuroconductuales más afectadas fueron las de dominio cognitivo y la velocidad motora, concentración (tiempo de reacción simple). Ninguno de los trabajadores usaba equipo de protección. Al relacionar la exposición a gases volátiles con el desempeño en las pruebas neuroconductuales, se encontró una relación estadísticamente significativa con las pruebas de fluidez verbal, el tiempo de reacción simple en la reacción más lenta y la fuerza de agarre de la mano no dominante.

Sin embargo, se puede observar una disminución en el desempeño neurológico aún en el grupo de menor exposición, aunque en este caso la relación no fue estadísticamente significativa. En un estudio realizado en París, Francia, se determinó una asociación entre escaso rendimiento cognitivo y la exposición ocupacional a largo plazo a los disolventes. Dicho estudio reveló, que hay un mayor riesgo de tener un pobre rendimiento cognitivo en las personas con exposición alta a los gases volátiles. Estos resultados, probablemente, indican que además de la concentración de los gases volátiles en los puestos de trabajo, es importante considerar el tiempo de exposición. “Entre mayor tiempo de exposición, menor desempeño en las pruebas de neurotoxicidad, con respecto al PNF” (Almirall, 2002, p. 44). En el estudio “PNF como técnica para la Evaluación Subjetiva en Neurotoxicología” Confirma que una de las ocupaciones de mayor exposición a solventes son las industrias petroquímicas por la utilización de COVs por lo cual se considera de gran importancia la aplicación de este cuestionario por ser sencilla y de fácil ejecución para detección precoz de alteraciones neurológicas.

En este estudio se obtuvieron los siguientes resultados:

De los 714 trabajadores evaluados para el PNF mostró Normales 423 (59,6%), Moderados 68 (9,2%), Severos 223 (31,2%) más del 40 % de los evaluados presentan calificaciones entre moderados y severos, lo cual significa posibles afectaciones en la esfera Psicológica y Neurovegetativa. En la evaluación de los síntomas Neurovegetativos se encontró: Normales 423 (59,6%), Moderados 68 (9,2%) y Severos 223(31,2%,) en la evaluación de Alteraciones Neurológicas: Normales 531 (74,2%), Moderados 119 (16,6%) y Severos 64 (9,2%), en la Escala de Astenia: Normal 562 (78,6%), Moderado 114 (15,3%) y Severo 38 (5,3%), en la Escala de Irritabilidad: Normal 576 (80,7%), Moderado 78 (10,9%) y Severo 60 (8,4%) y en la Escala de Concentración y Memoria: Normal 364 (51,7%), Moderado 216 (30,2%) y Severo 134 (18,1%).

Existe asociaciones entre los resultados del PNF y la evaluación realizada por las pruebas Neurológicas, Neurofisiológicas y de las Alteraciones Cognitivas, en todos los casos dicha asociación fue alta y positiva.

Presentan calificaciones entre moderados y severos, lo cual significa posibles afectaciones en la esfera Psicológica y Neurovegetativa. En la evaluación de los síntomas Neurovegetativos se encontró: Normales 423 (59,6%), Moderados 68 (9,2%) y Severos 223(31,2%,) en la evaluación de Alteraciones Neurológicas: Normales 531 (74,2%), Moderados 119 (16,6%) y Severos 64 (9,2%), en la Escala de Astenia: Normal 562 (78,6%), Moderado 114 (15,3%) y Severo 38 (5,3%), en la Escala de Irritabilidad: Normal 576 (80,7%), Moderado 78 (10,9%) y Severo 60 (8,4%) y en la Escala de Concentración y Memoria: Normal 364 (51,7%), Moderado 216 (30,2%) y Severo 134 (18,1%).

Según Guerrero (2017) y su revisión bibliográfica, “se identifican diversas neurotóxicas como: pesticidas, solventes, metales, compuestos organometálicos y sustancias industriales que afectan el neurodesarrollo, además del uso voluntario de drogas (p. 4). Según Ortega (2016), “se identificaron un grupo de sustancia como “neurotóxicas específicas del desarrollo” (p. 18); en el presente estudio los trabajadores se encuentran sometidos a sustancias toxicas, pero al parecer el programa de salud ocupacional ha prevenido intoxicaciones.

Según Tostado Martín (2014), “en general, los efectos de la exposición crónica a plaguicidas suelen ser bajos, especialmente en etapas tempranas de la intoxicación” (p. 5). En esta investigación no se encontraron síntomas neurotóxicos, esto puede ser por la subjetividad que presenta cada sujeto con las preguntas del cuestionario aplicado. Sin embargo, los síntomas podrían ser tan leves que la persona lo tome como algo común. Muchos estudios reportan una mayor incidencia de alteraciones neurotóxicas en el género masculino. En este estudio la población está dominada por este género, por lo que no se puede concluir razones de prevalencia en el ámbito del género, por otra razón que no sea que el puesto de trabajo es dominado por el género masculino.

Al momento de aplicar el cuestionario PNF, las respuestas obtenidas son muy subjetivas a cada persona, por lo que la razón de que la mayoría dé respuestas haya sido “nunca o rara vez”, sea porque el sujeto en cuestión tome esta sintomatología como parte usual de su vida diaria. Los autores Kaukianen y colaboradores sugieren que para la detección de los síntomas neurológicos este cuestionario (Q16) debe ser parte de una evaluación e intervención integral del trabajador realizando valoración médica ocupacional, minimización de la exposición y vigilancia ocupacional de la población expuesta; así mismo realizar por parte de higiene ambiental mediciones ambientales.

## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Luego de la culminación de la presente investigación, se puede concluir que: Según la evaluación de los riesgos químicos en la zona de donde los obreros realizan remediación ambiental, en el Bloque 61 Auca la dosis total de las sustancias químicas en estudio, aunque los valores de Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo, se encuentren dentro de los parámetros normales, se debe estar atento al hecho de que el valor, el TPH, tiene una valoración alta (7344) por lo que se estipula que está sobre el límite de los valores recomendados por la (RAOHE) tabla 6, lo que provoca que el personal que realiza remediación ambiental esté en un alto riesgo de exposición, concluyéndose que la exposición a largo plazo a gases volátiles, puede causar efectos adversos en la central y los sistemas nerviosos periféricos.

De los ciento veinte trabajadores evaluados el 37,93 % obtuvo valor de 6 o más en el cuestionario Q16, siendo este un indicativo que en este grupo de trabajadores requieren una valoración mucho más profunda por lo que se les aplicó el cuestionario PNF, además hay que tomar en cuenta de este grupo 24 trabajadores pertenecen al sexo masculino. Las calificaciones del instrumento PNF están asociadas a las alteraciones de salud en la esfera neurológica, neurofisiológica evaluada, este resultado tiene gran significación práctica debido a que la Neurotoxicología requiere frecuentemente estudiar grandes grupos que son los posibles sujetos a evaluar de la población expuesta a gases volátiles Cadmio, HAPS, Níquel, Plomo, TPH, por lo que se considera de gran importancia la aplicación de este cuestionario por ser sencilla y de fácil ejecución para detección precoz de alteraciones neurológicas.

De los instrumentos seleccionados se utilizó el Cuestionario de Síntomas Neurológicos y Psicológico P.N.F., que reflejó una diferencia significativa ante la presencia de alteraciones neuroconductuales en la población expuesta con un 37,93%, cabe destacar que el ítem estudiado de Concentración y memoria, resultó ser el más afectado, esto corresponde a las alteraciones de la esfera cognitiva, descrita por exposición crónica a solventes orgánicos.

En la valoración de la dimensión astenia del cuestionario PNF, se presentaron 5 casos con valores considerados patológicos de los cuales 3 son hombres y 2 son mujeres en edades comprendidas entre 41-50 años, a los cuales se debe referir a valoración con Psicología.

La investigación realizada aporta una orientación sobre el comportamiento y el perfil de la población expuestos a gases volátiles Cadmio, Níquel, Plomo, HAPS, TPH y proporciona una importante base para la vigilancia epidemiológica, además de abrir la vía de la investigación en

el campo de la contaminación atmosférica y sus efectos sobre la salud, no estudiados dentro de nuestro Estado.

## **5.2. Recomendaciones**

Realizar un estudio donde se vinculen las autoridades pertinentes donde se puedan realizar valoraciones médicas en torno a los niveles de exposición a gases volátiles Cadmio. HAPS, Níquel, Plomo, TPH de los trabajadores de los diferentes puntos de trabajo, así tomar medidas preventivas en los casos donde aún no se presentan problemas de salud resultado de tal exposición.

Mantener el programa de Seguridad y Salud que al momento se encuentra en ejecución y enfatizar el protocolo actual, de modo que este sea de conocimiento de todos los trabajadores, y revisarlo periódicamente, siempre con oportunidades de mejorar. Se debe capacitar a los trabajadores acerca de los efectos nocivos de los gases volátiles Cadmio. HAPS, Níquel, Plomo, TPH sobre su salud y con esto, incentivar buenas prácticas de trabajo que ayuden a disminuir la exposición a estos químicos.

En estos puestos de trabajo se debería desarrollar una estrategia de investigación en salud ambiental específica que incluya, una estrategia coordinada de investigación en salud y medio ambiente, integrando la información disponible sobre exposiciones ambientales (a través del aire, agua y suelo) y efectos en la salud o contemplar estrategias conjuntas de evaluación, análisis, protección, y comunicación, creando un programa de monitoreo por las exposiciones a contaminantes en la población que contribuya a establecer niveles de referencia y posibilitar la detección precoz de daños a la salud.



## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Chinchilla, N. M. (2022). Implementación y validación de la metodología EPA 8015C para la determinación de hidrocarburos totales de petróleo en muestras de agua y suelos por cromatografía de gases.
- Alcívar Mite, J. E. (2021). Estudio sobre la determinación de residuos de hidrocarburos totales de petróleo. *Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas.*
- Almirall, P. (2016). Neurotoxicología. Apuntes teóricos y aplicaciones prácticas. 112.
- Almirall, P. E.-C. (2002). PNF como técnica para la evaluación subjetiva en neurotoxicología. Un estudio sobre su validez con relación a las alteraciones neurológicas, neurofisiológicas y cognitivas. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 3(1-2), 40-4.
- Aranda-Beltran, C., & Pando-Moreno, M. (2007). Factores psicosociales asociados a patologías laborales en médicos de nivel primario de atención en Guadalajara, México. *Rev Med Urug*, 251-259.
- Arévalo, L. &. (2020). *Riesgos Laborales: análisis exploratorio de los indicadores más comunes en Ecuador.*
- Argandoña Diaz, M. &. (2020). Técnicas de biorremediación de suelos. *Técnicas de biorremediación de suelos contaminados con petróleo.*
- Armijos Lecaro, J. D. (2022). *Propuesta de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo en base a la Norma ISO 45001 para la Empresa Noralsa SA.*
- Asejeje, G. I. (2021). Occurrence of BTEX from petroleum hydrocarbons in surface water, sediment, and biota from Ubeji Creek of Delta State, Nigeria. *a. Environmental Science and Pollution Research*, 28(12).
- Barbosa, W. R. (2017). *Intoxicación por hidrocarburos a propósito de un caso clínico.*
- Barbosa, W. R. (2017). *Intoxicación por hidrocarburos a propósito de un caso clínico.*
- Cadena Ayala, M. H. (2011). Propuesta de un programa de prevención y protección para la salud de trabajadores de empresas que manejan productos químicos. *achelor's thesis, QUITO/PUCE/2011.*
- Cando, M. (2011). Determinación y análisis de un proceso de biorremediación de suelos contaminados por hidrocarburos. *de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1520/11/UPS-CT002143.pdf>.*

- Ceballos, P. (2015). Factores psicosociales y Carga mental de trabajo: una realidad percibida por enfermeras/os en Unidades Críticas. *Rev. Latino-Am. Enfermagem*, 315-22.
- Cederstav, A. K. (2022). La Oroya cannot wait. *Peruvian Society of Environmental Law*.
- Cervantes, M. Y. (2021). Estudio y aplicación de herramientas de gabinete para la toma de decisiones en el marco de la gestión ambiental de plaguicidas. (*Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata*).
- Cevallos Carpio, G. B. (2021). estudio sobre los efectos tóxicos en el organismo por el consumo de mariscos contaminados con metales pesados hidrocarburos.
- Chávez, P. A. (2022). análisis comparativo de emisiones de un motor N1 Nissan Dual-Gas (gas y gasolina) y su incidencia a la exposición de estos gases contaminantes en el personal de un área confinada con base en las limitaciones de la OSHA (Administración de Seguridad y Salud . *Dominio de las Ciencias*,, 3-8.
- Clifford, B. (2022). *Prevención de riesgos laborales en actividades de remediación de suelo empetrolado*.
- Coeficiente de correlación de Pearson : mide el grado de asociación lineal entre dos variables, m. v. (2021). Las variables en la metodología de la investigación científica (Vol. 78). 3Ciencias.
- Constitucional, T. E. (2011). Constitución de la República del Ecuador. Quito: Tribunal Constitucional del Ecuador. Registro oficial Nro, 449, 79-93. *Registro oficial. Recuperado em*.
- Corella Ortega, A. B. (2016). Síntomas neurotóxicos y relación de los niveles de colinesterasa eritrocitaria debido al nivel de exposición en el uso de plaguicidas en personal de una florícola ubicada en el cantón Cayambe en el periodo comprendido entre octubre a noviembre.
- CRE. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Registro Oficial No. 449.
- Cubides Amezcua, D. S. (2022). Determinación de la exposición a Cadmio y Niquel en población del municipio de Nechí-Antioquia. *Determinación de la exposición a Cadmio*.
- Daza Arana, F. T. (2019). Síndromes asociados a intoxicación por organofosforados: abordaje médico y fisioterapéutico en cuidado crítico. *Revista Ciencias de la Salud*, 17(3), 141-153.
- De Franco, M. F. (2020). Paradigmas, enfoques y métodos de investigación: análisis teórico. *Mundo Recursivo*, 1-24.

- Drwal, E. R. (2019). Drwal, E., Rak, A. y Gregoraszczyk, E.L. *Toxicology*, 411.
- Echevarría Ore, M. E. (2019). Validación del cuestionario de síntomas subjetivos neurotóxicos de Almirall basado en el cuestionario H. Hänninen y K. Lindstrom. 12.
- Environmental, E. (. (2014). Physical/chemical methods. SW-846,. *Method 3051. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Revision 0. In: Test methods for evaluating solid wastes.*
- Falero, A. (2021). Monitoreo de metales pesados y metaloides en *Cryptops Caementarius*,(camarón) y en aguas de los ríos Ocoña, Majes y Tambo.
- Fernandes, C., & Pereira, A. (2015). Exposure to psychosocial risk factors in the context of work: a systematic review. *Revista de Saúde Pública*, 1-14.
- Fuentes, D. (2020). Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables. *Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.*
- Fuentes-Doria, D. D.-H.-E. (2020). Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables.
- Garzón, J. M.-M.-G. (2017). Aporte de la biorremediación para solucionar problemas de contaminación y su relación con el desarrollo sostenible. 309-318.
- Geronimo Urrutia, A. S. (2017). Determinación de la eficiencia de biorremediación con lodos activados en suelo contaminado por hidrocarburos.
- Giannuzzi, L. O. (2018). Principios generales de la toxicología.
- González, J. L. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica.
- Gordillo Medina, S. A. (2022). Evaluación técnica y análisis de costos para el proceso de producción de biofilm aprovechando residuos de papel de oficina generados por la Empresa International House Bogotá.
- Guerrero Lana, S. L. (2017). Colinesterasa y Neurotoxicidad de acuerdo a grupos de exposición a plaguicidas en el sector florícola.
- Harari Freire, H. C. (2020).
- Herrera, J. P.-M.-U.-A.-R.-V. (2022). Contenido de mercurio, plomo y cadmio en el atún y su efecto en la salud pública en el Perú.: *Revisión sistemática. Salud, Ciencia y Tecnología*, 502.

- Jiménez Ballesta, R. (2017). Introducción a la contaminación de suelos. Ediciones Mundi-Prensa.
- Jiménez-Barrero, E., Caicedo-Moreno, S., Joven-Arias, R., & Pulido-Gil, J. (2015). Psychosocial risk factors and burnout syndrome in workers of a recreation and entertainment organization for children in Bogotá D.C. *rev.univ.ind.santander.salud* , 47-60.
- Juárez, P. (2019). Efectos neuropsicológicos en trabajadores expuestos a disolventes orgánicos. *Salud Pública de México*, 61(5),670-677.
- Juárez-Pérez, C. A.-J. (2022). Neurotoxicity among petrochemical workers with low exposure indexes to organic solvents. *Neurotoxicity among petrochemical workers with low exposure indexes to organic solvents.*, 64(3), 290-298.
- Juárez-Pérez, C. A.-J. (2022). Neurotoxicity among petrochemical workers with low exposure indexes to organic solvents. *Salud Pública de México*, 64(3),290-298.
- Lasso Roa, I. R. (2018). Medidas preventivas a los efectos que genera el xileno en la salud de los trabajadores en una planta de detergentes. *Corporación Universitaria Minuto de Dios*.
- Leka, S., Jaina, A., Zwetslootb, G., & Cox, T. (2010). Policy-level interventions and work-related psychosocial risk management in the European Union. *Work & Stress*, 298-307.
- Luna Mendaza, P. (2015). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Martí, M. A. (2007). Principios de ecotoxicología. *Principios de ecotoxicología*.
- Martinez, L. (2016). Revisión bibliográfica no sistemática y comparada de la materia médica de Petroleum y de los cuadros clínicos generados por la exposición a hidrocarburos aromáticos. *Mixus*.
- Mayor, P. &. (2009). Pueblos indígenas de la Amazonía peruana. Iquitos: Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía (CETA).
- Mendez, M. F. (2022). Manual para la exploración neurocognitiva. *Elsevier Health Sciences*.
- Mirjani, M. S. (2021). Toxicity assessment of total petroleum hydrocarbons in aquatic environments using the bioluminescent bacterium *Aliivibrio fischeri*. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 207.
- Molinero, E., & Cortès, I. (2005). Identificación de factores de riesgo del entorno de trabajo en un instituto de enseñanza secundaria. *Arch Prev Riesgos Labor*, 38-45.

- Moncada Wuton, E. J. (2009). Niveles séricos de transaminasas aspartato aminotransferasa (ast) y alanino aminotransferasa (alt) en trabajadores de la industria del calzado expuestos a pegamentos sintéticos del distrito del porvenir sector indoamérica–provincia de trujillo octubre 200.
- Montoya, J. E. (2019). Riesgos Químicos. Condiciones de salud por exposición a sustancias químicas. Ediciones de la U.
- MoralesMuñoz, G. (2012). Separación y detección de los PAH.
- Nhabanga. (2015). Empresas multinacionales en búsqueda de autonomía en las relaciones internacionales. *Crixus*.
- Ordóñez Jiménez, J. (2020). Remediación de suelos contaminados por residuos de hidrocarburos (HTP's) no volátil procedentes de mecánicas automotrices mediante el uso de biochar.
- Peña, L. M. (2015). Toxicología clínica: Fundamentos de medicina. Corporación para investigaciones Biológicas CIB. *Toxicología clínica: Fundamentos de medicina. Corporación para investigaciones Biológicas CIB*.
- Pintado Morocho, S. E. (2020). Validación del método generador de hidruros por espectrometría de absorción atómica para la determinación de selenio en aguas naturales, de consumo y residuales. *Validación del método generador de hidruros por espectrometría de absorción atómica para la determinación de selenio en aguas naturales, de consumo y residuales*.
- Quingman, E. (2022). Afectaciones en la salud de los trabajadores de la estación de servicio Versalles por la continua exposición a vapores de la gasolina.
- Raja, P. K. (2022). Spatial distribution of total petroleum hydrocarbons in surface sediments of Palk Bay, Tamil Nadu, India. *Environmental Chemistry and Ecotoxicology*, 4, 20–28.
- Ramírez, G. &. (2017). Biorremediación de suelos contaminados con hidrocarburos empleando lodos de aguas residuales como fuente alterna de nutrientes.
- Ritoré, E. (2021). Desarrollo de tecnologías de recuperación de subsuelos contaminados por hidrocarburos derivados del petróleo.
- Rivera, R. e. ( 2020). Regulatory proposal that allows more flexible alternatives to the disposition of petroleum exploration and production drill cuttings in Mexico. *The 7th International Petroleum Environmental Conference. Albuquerque, NM*.

- Rodríguez, C. R. (2021). Las variables en la metodología de la investigación científica (Vol. 78). 3Ciencias.
- Román-Razo, E. A.-R. (2019). *Dermatitis de contacto alérgica a cobalto y níquel en un trabajador de la industria metalúrgica*. Mexico: 371-374.
- Rosales, J. (2015). Control de exposición laboral a sulfuro de hidrógeno en la planta de tratamiento de aguas amargas y en las unidades mercox de la refinería Esmeraldas de la EP Petroecuador.
- Rotondo, L. N. (2021). *mpacto por hidrocarburos en el sedimento, el suelo y el agua de un embalse patagónico: empleo de microalgas como bioindicadoras de contaminación y remediación*.
- Ruiz Pérez, L. A. (2019). . Determinación de niveles de plomo y cadmio en productos fitoterapéuticos a base de alcachofa (*Cynara scolymus*) y ajo (*Allium sativum*) comercializados en Bogotá (Doctoral dissertation).
- Sakshi, S. S. (2019). Soil pollution and remediation. International Journal of Environmental Science and Technology. *Polycyclic aromatic hydrocarbons*., 16(10), 6489–6512.
- Sánchez, M. &. (2022). Salud y medio ambiente. Revista de la Facultad de Medicina (México). 65-18.
- Song et al. (2021). Efecto de tratamiento fertilizantes sobre la producción de semilla oleaginosa y el rendimiento graso en la obtención de biocombustibles en el nordeste de Brasil.
- Thavamani, P. S. (2015). Risk based land management requires focus beyond the target contaminants—A case study involving weathered hydrocarbon contaminated soils. *Environmental Technology & Innovation*., 4, 98–109.
- Tostado Martín, E. (2014). Neurotoxicidad de los metales pesados: plomo, mercurio, aluminio.
- Tostado Martín, E. (2014). Neurotoxicidad de los metales pesados: plomo, mercurio, aluminio.
- Vega, L. R.-R. (2020). Grupo de Investigación en Salud Ambiental y Laboral, Instituto Nacional de Salud. *Facultad de Medicina, Universidad El Bosque*.
- Yadav, R. K. (2021). Soil Contamination by Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Agroecosystems. En V. Kumar Singh, R. Singh, y E.Lichtfouse (Eds.),. *Sustainable Agriculture Reviews 50*, (Vol. 50, pp. 211–234).
- Yepes, M. E. (2019). Evaluación de los riesgos químicos en seguridad y salud en el trabajo. Alpha Editorial.

## 6. ANEXOS

**Tabla 11**

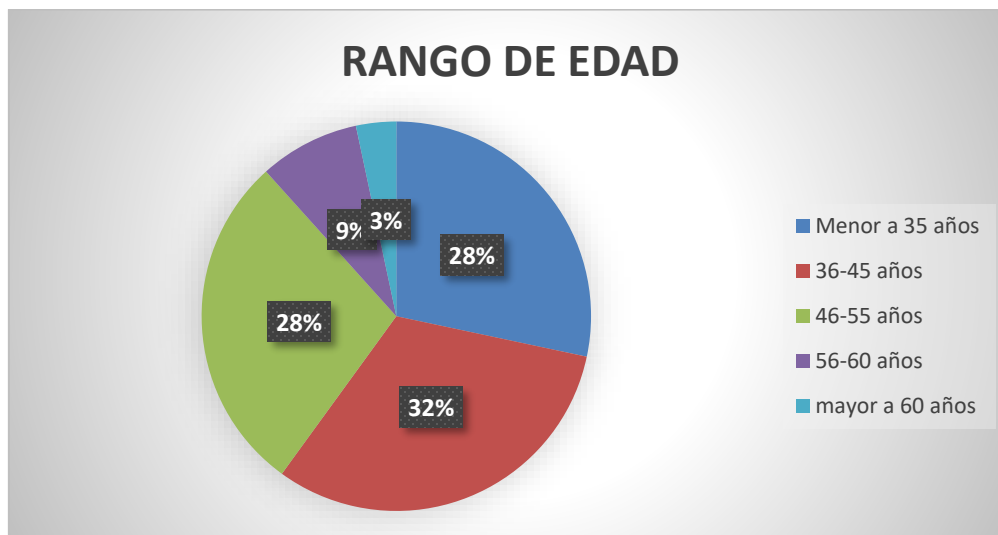
*Distribución de Edad del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

Rango de Edad	N° de Personas
Menor a 35 años	34
36-45 años	38
46-55 años	34
56-60 años	10
mayor a 60 años	4

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 6**

*Resultado Distribución de Edad del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 32% se encuentra en rango de edad de 36-45 años, corresponde a 38 personas, seguido de un 28% en trabajadores menores de 35 años y trabajadores de 46- 55 años con 34 trabajadores, además 9% dentro del rango de 56-60 años 10 trabajadores y finalmente 3% dentro del rango mayores de 60 años representado en 4 trabajadores.

**Tabla 12**

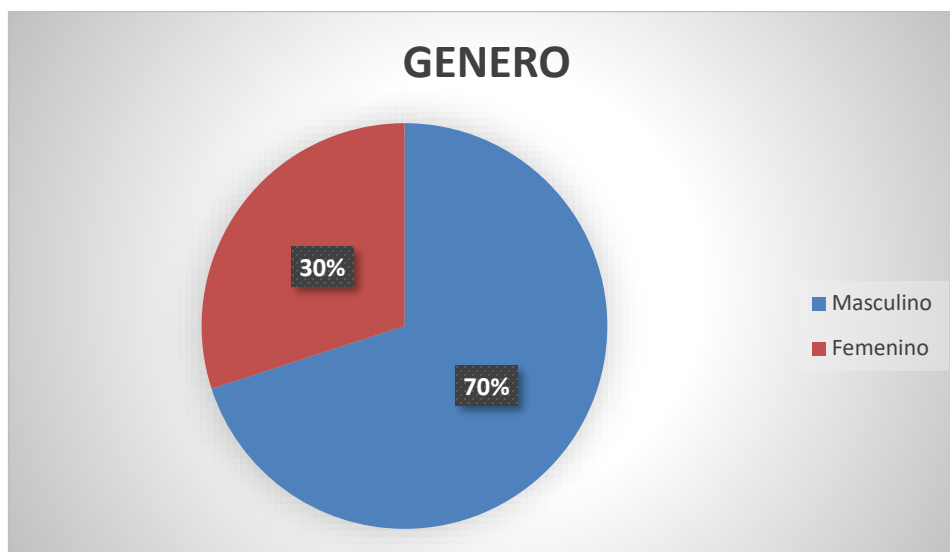
*Distribución de Genero del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

<b>Genero</b>	
<b>Masculino</b>	84
<b>Femenino</b>	36

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 7**

*Resultado Distribución de Genero del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 70% corresponde al género masculino, seguido de un 30 % representados por el género femenino.



**Tabla 13**

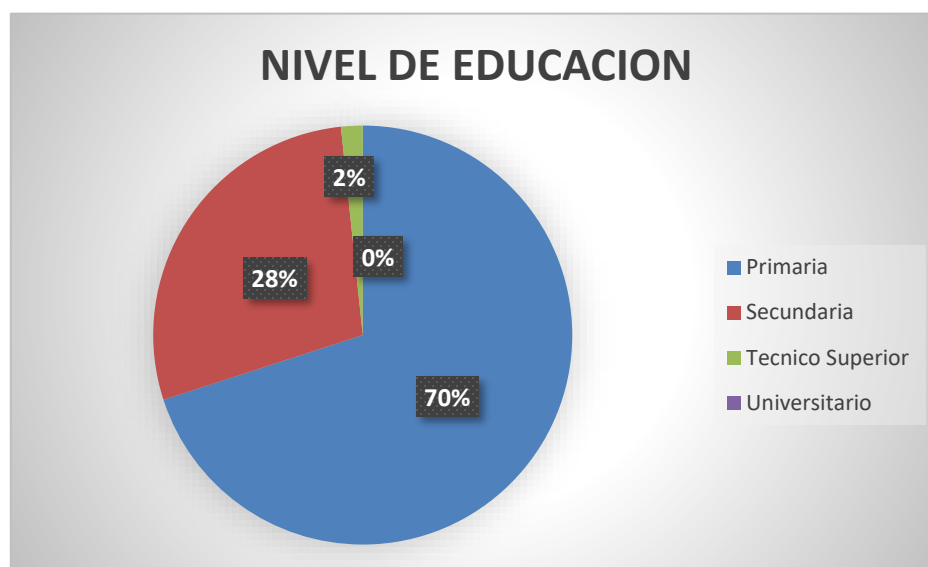
*Distribución de Nivel de Educación del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

Nivel de Educación	
<b>Primaria</b>	<b>84</b>
<b>Secundaria</b>	<b>34</b>
<b>Técnico Superior</b>	<b>2</b>
<b>Universitario</b>	<b>0</b>

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 8**

*Resultado Distribución de Nivel de Educación del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 70% están encasillado en trabajadores que han terminado la primaria, seguido de un grupo de 34 trabajadores que han terminado la secundaria y corresponde a un 28 % y finalmente el 2% corresponde a trabajadores que su nivel de educación son Técnico Superior, ningún trabajador al momento de evaluación tiene título universitario.

## Resultado de Variable Jornada de trabajo

**Tabla 14**

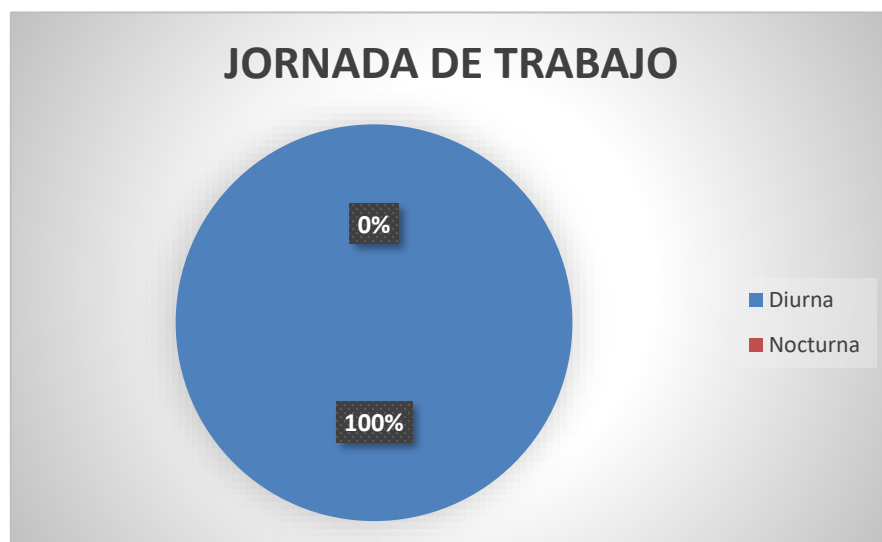
*Distribución de Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

Jornada de trabajo	
<b>Diurna</b>	<b>120</b>
<b>Nocturna</b>	<b>0</b>

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 9**

*Resultado Distribución de Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 100% se desempeñan en trabajos en horario diurno.

**Tabla15**

*Distribución de Horas de Exposición al día en la Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

Horas de Exposición al día en la Jornada de trabajo
---

<b>0-8 horas</b>	<b>120</b>
<b>0-12 horas</b>	<b>0</b>
<b>mayor a 12 horas</b>	<b>0</b>

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 10**

*Distribución de Horas de Exposición al día en la Jornada de trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 100% desempeñan su trabajo expuesto por más de 8 horas y menos de 12 horas al día en el Proceso de remediación Ambiental.

**Tabla16**

*Distribución de Antigüedad en el Puesto de Trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*

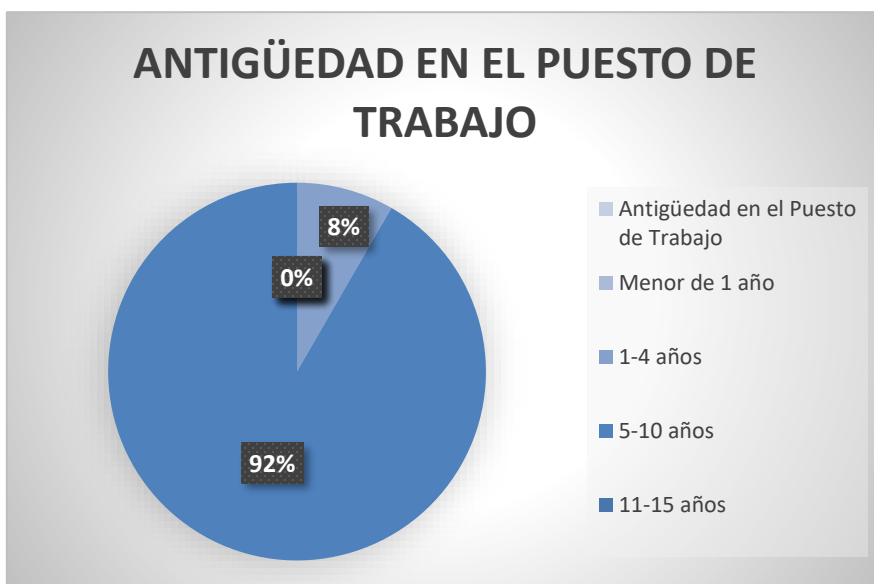
<b>Antigüedad en el Puesto de Trabajo</b>	
<b>Menor de 1 año</b>	<b>0</b>
<b>1-4 años</b>	<b>10</b>

<b>5-10 años</b>	<b>110</b>
<b>11-15 años</b>	<b>0</b>
<b>16-20 años</b>	<b>0</b>
<b>Más de 20 años</b>	<b>0</b>

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

### Figura 11

*Resultado Distribución de Antigüedad en el Puesto de Trabajo del Personal del Departamento (PAV) BL-61*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 92% corresponde a 110 trabajadores que llevan en su puesto de trabajo en un periodo de 5 a 10 años, mientras que personal que lleva de 1 a 4 años corresponde a 10 trabajadores siendo este el 8% del total de trabajadores.

### RESULTADO DE CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS Q16

Para la obtención de los datos se realizó la evaluación de los aplicando un instrumento de monitoreo rápido que permite una detección temprana de síntomas neurológicos ,con la aplicación del cuestionario de síntomas neurotóxicos Q16 este está estructurado de 16 preguntas además se utilizara cuestionario de síntomas Neurológicos subjetivos (H-L) se encuentra

estructurado por 16 ítems dentro de la interpretación global del cuestionario toda puntuación menor a 85 se considera normal y puntuación mayor a 85 se considerara patología y asociada a la exposición de sustancia neurotóxicas, este fue aplicado a 120 trabajadores.

**Tabla 17**

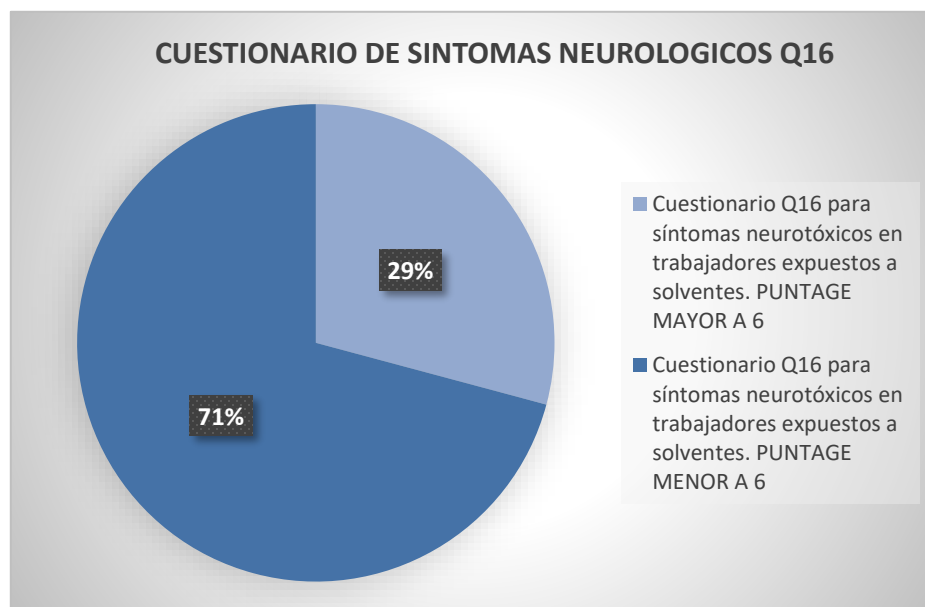
*Cuestionario Q16 Puntaje mayor a 6*

<b>Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.</b>	
PUNTAJE MAYOR A 6	PUNTAJE MENOR A 6
33	85

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 12**

*Resultado Cuestionario Q16 Puntaje mayor a 6*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 29 % de trabajadores que corresponde a 33 trabajadores evaluados obtuvieron un puntaje en repuestas afirmativas de 6 o más por lo tanto esta población estarán indicando la necesidad de estudios de evaluación más profundos, mientras que el 71 % de la población estudiada obtuvieron puntajes menores a 6 por lo que no amerita realización de otro estudio hasta el momento.

## Resultado de Cuestionario de Síntomas Neurológicos Q16

**Tabla 18**

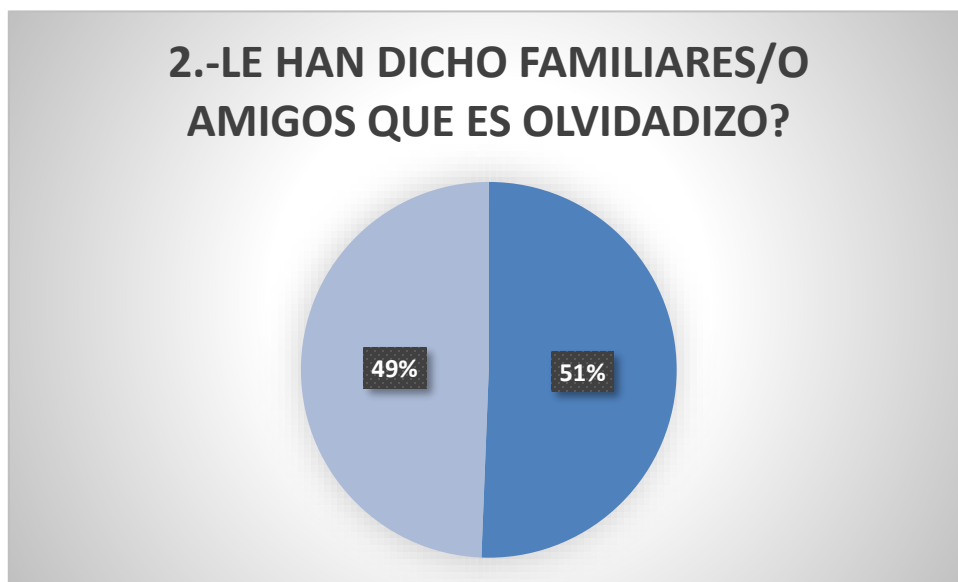
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 2*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
2.-LE HAN DICHO FAMILIARES/O AMIGOS QUE ES OLVIDADIZO?	81	79

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 13**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 2*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 81 Trabajadores que corresponde al 51% respondieron afirmativamente, mientras que el 49 % que corresponde a 79 trabajadores mencionaron que No les han dicho que son olvidadizo, presentándose que en la mayoría de trabajadores presentan una alteración a nivel de la memoria.

**Tabla 19**

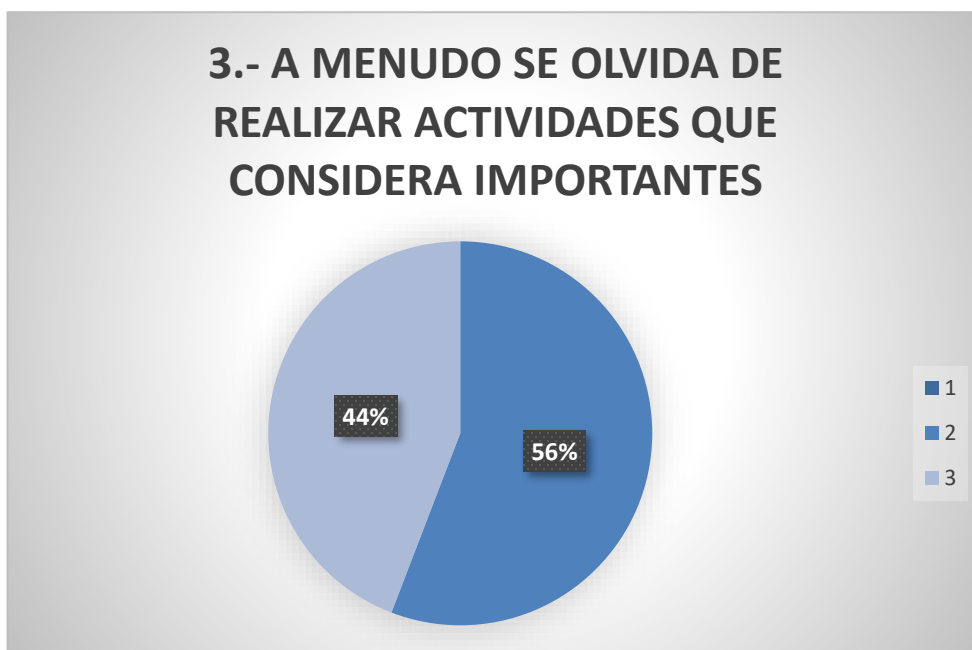
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 3*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuestas	
	SI	NO
3.- A MENUDO SE OLVIDA DE REALIZAR ACTIVIDADES QUE CONSIDERA IMPORTANTES	67	53

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 14**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 3*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 56% que corresponde a 67 trabajadores respondieron afirmativamente, mientras que el 44 % que corresponde a 53 trabajadores mencionaron respuesta negativa, lo que se evidencia que en la

mayoría de trabajadores presentan alteración en realizar actividades importantes olvidándose se realizar estas.

**Tabla 20**

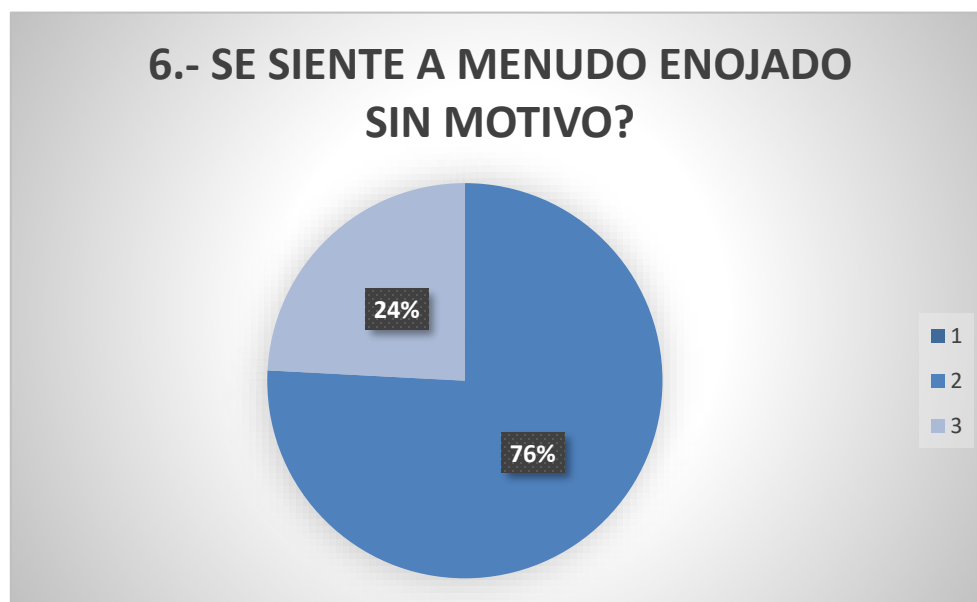
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 6*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
6.- SE SIENTE A MENUDO ENOJADO SIN MOTIVO?	91	29

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 15**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 6*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 76% que corresponde a 67 trabajadores respondieron que se sienten a menudo enojados sin ningún motivo, mientras que el 24 % que corresponde a 24 trabajadores no presentan esta alteración en el carácter.



**Tabla 21**

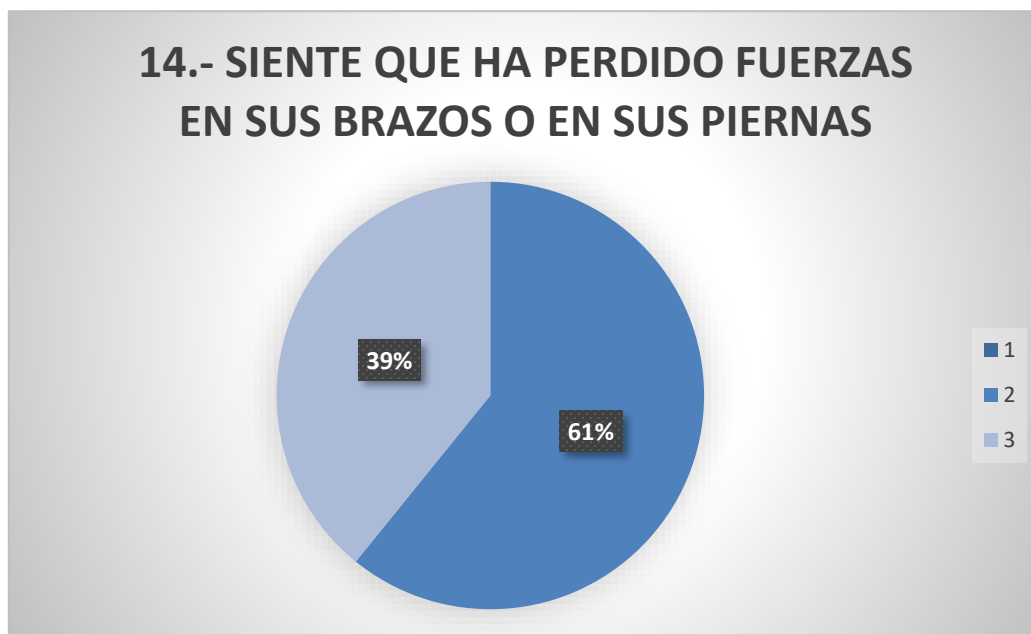
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 14*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
14.- SIENTE QUE HA PERDIDO FUERZAS EN SUS BRAZOS O EN SUS PIERNAS	73	47

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 16**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 14*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 61% que corresponde a 73 trabajadores refieren que siente que ha perdido fuerzas en sus brazos o en sus piernas, mientras que el 39% que corresponde a 47 trabajadores no presentan esta alteración en la sensibilidad en miembros inferiores.

**Tabla 22**

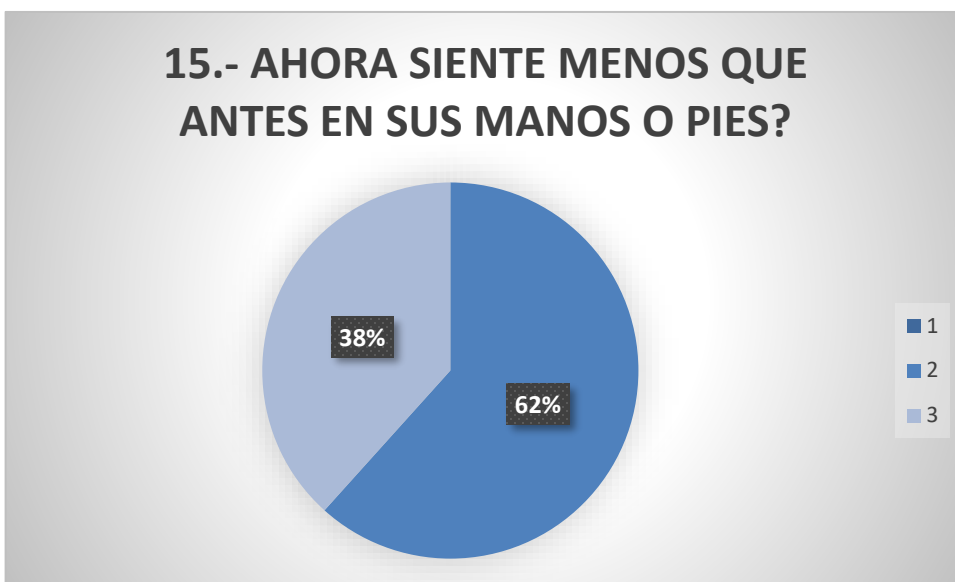
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 15*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
15.- AHORA SIENTE MENOS QUE ANTES EN SUS MANOS O PIES?	74	46

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 17**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 155*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, el 62% que corresponde a 74 trabajadores refieren que ahora siente menos que antes en sus manos o pies, mientras que el 38% que corresponde a 46 trabajadores no presentan esta alteración en la sensibilidad en miembros superiores ni inferiores.

**Tabla 23**

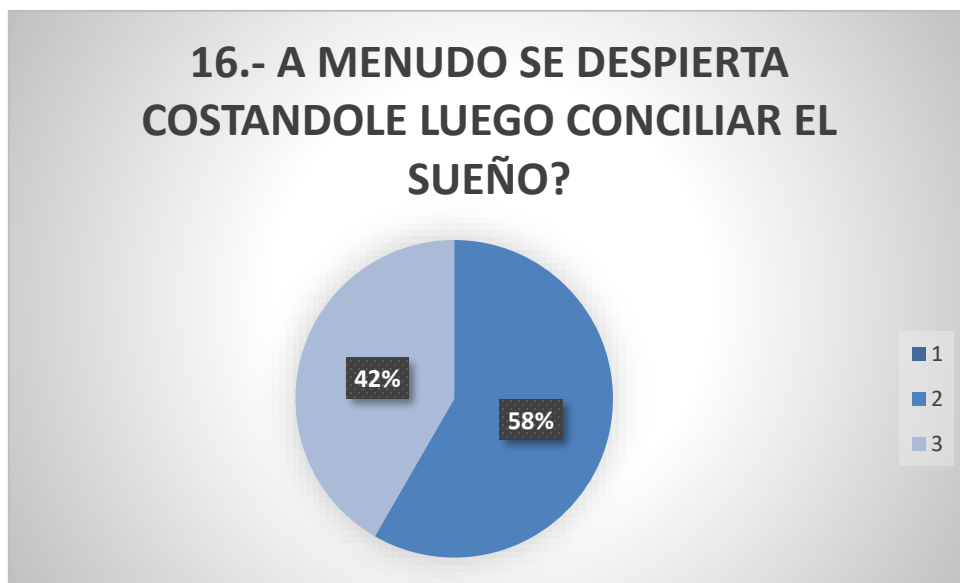
*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 16*

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
16.- A MENUDO SE DESPIERTA COSTÁNDOLE LUEGO CONCILIAR EL SUEÑO?	70	50

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 18**

*Cuestionario Q16 Respuesta Pregunta 16*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, 70 trabajadores que corresponde al 58% refieren que a menudo se despierta costándole luego conciliar el sueño lo cual indica una alteración al momento de descansar y 50 trabajadores que es el 42% no presenta esta alteración en el sueño pudiendo de esta manera descansar de mejor manera.

## Concentrado del trabajadores evaluados y aplicados cuestionario PNF

**Tabla 24**

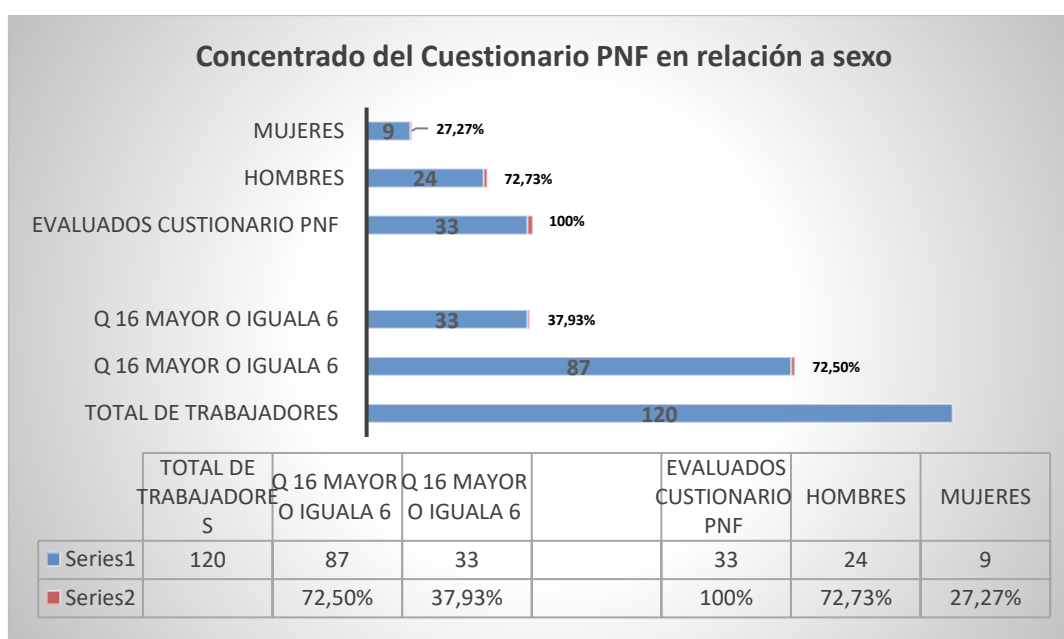
*Concentrado del trabajadores evaluados y aplicados Cuestionario PNF*

CONCENTRADO DEL CUESTIONARIO PNF EN RELACIÓN A SEXO		
TOTAL DE TRABAJADORES		120
Q 16 MAYOR O IGUALA 6	87	72,50%
Q 16 MAYOR O IGUALA 6	33	37,93%
EVALUADOS CUESTIONARIO PNF	33	100%
HOMBRES	24	72,73%
MUJERES	9	27,27%

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 19**

*Concentrado del trabajadores evaluados y aplicados Cuestionario PNF*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** De los 120 trabajadores del Personal del Departamento (PAV) BL-61, en su mayoría 72.50% (87 trabajadores) no tuvieron valores mayores a 6 en Cuestionario Q16, mientras que el 37.93% que corresponde a 33 trabajadores tuvieron valores igual o mayor a 6 en Cuestionario Q16 por lo que se sometió a Cuestionario Psicológico (PNF) de los cuales la mayoría corresponde a hombres siendo un total de 24 trabajadores siendo el 72.73% , mientras que el 27.27% se ubican 9 mujeres ,observándose de esta manera un predominio del sexo masculino.

### **El Cuestionario Psicológico (PNF)**

Estudia los sistemas funcionales de organización de la actividad psíquica del sistema nervioso central y el estado de salud, en las siguientes esferas:

Inestabilidad psiconeurovegetativa, Astenia, Irritabilidad, Déficit de la concentración y la memoria.

#### **Tabla 25**

*El cuestionario consta de 38 ítems, que miden:*

<b>Esferas PNF</b>	<b>Ítems PNF</b>
PN (Inestabilidad psiconeurótica)	2,4,6,12,14,16,22,24,26,30,32,34,36
A (Astenia)	1,8,11,18,21,28,31,38
E (Irritabilidad)	5,15,25,35
K (Concentración y memoria)	7,10,17,20,27,37

<b>Tipo de respuestas PNF</b>	<b>Puntos</b>
Nunca	0
Algunas veces	1
Frecuentemente	2
Muy frecuentemente	3

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

La respuesta “nunca o raramente” recibe la puntuación de 0, “algunas veces” 1, frecuentemente 2 y muy frecuentemente 3. Para la calificación se procede mediante la suma de los puntos obtenidos en los ítems de cada escala tomado por separado.

En este sentido, Almirall (2018) señala en el Manual de pruebas Neuroconductuales que además de la exposición neurotóxica, los resultados de las pruebas pueden ser influenciados por muchos otros factores relacionados con los individuos en un estudio, porque las covariables pueden causar sesgos de confusión.

En base al estudio realizado a y a la aplicación de Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes., 33 trabajadores obtuvieron puntaje mayor a 6 a los cuales se procedió a realizar evolución en base al cuestionario Psicológico (PNF).

Inestabilidad Psiconeurovegetativa (PN): Preguntas: 2, 4, 6, 12, 14, 16, 22, 24, 26, 30, 32, 34, 36. Incluye el estudio de síntomas como: cefaleas, vahídos, vértigos, trastornos del sueño, debilidad, cansancio, agotamiento, sensación de frío o calor, sequedad en la boca. Dando la posibilidad de un valor de 0 hasta 39.

Síntomas neurológicos (N): Preguntas: 1, 8, 11, 18, 21, 28, 31, 38. Comprende síntomas como mareos, vómitos, pérdida de fuerza muscular, perturbaciones del equilibrio, inseguridad al caminar, hormigueos en pies y manos, trastornos en las relaciones sexuales, pesadez en las articulaciones y temblores en los brazos y piernas. Dando la posibilidad de un valor de 0 hasta 24.

Astenia (A): Preguntas: 3, 9, 13, 19, 23, 29, 33. Este se refiere a manifestaciones tales como: no tener ánimos para trabajar, sentirse hastiado de todo, no tener interés para nada, lentitud de los movimientos, no tener energía y no querer saber nada de nadie. Dando la posibilidad de un valor de 0 hasta 21.

Irritabilidad (E): Preguntas: 5, 15, 25, 35. Comprende no poder controlarse cuando está bravo, perder la paciencia y ponerse furioso y disgustarse demasiado rápido con las personas. Dando la posibilidad de un valor de 0 hasta 12.

Déficit de la concentración y la memoria (K): Preguntas: 7, 10, 17, 20, 27,37. Comprende distraerse fácilmente, dificultad para recordar cosas sencillas (nombres, personas), falla de memoria, estar distraído, dificultad para concentrarse. Dando la posibilidad de un valor de 0 hasta 18.

Las condiciones ambientales en que se realizaron las evaluaciones fueron las óptimas en cuanto a ruido, temperatura, espacio e iluminación.

**Tabla 26**

*Para el uso de del PNF recordemos la tabla general de valoración.*

<b>Esferas</b>	<b>Número preguntas</b>	<b>Factor de multiplicación</b>	<b>Valor Asignado Mínimo y máximo de puntaje</b>	<b>% Asignado por esfera</b>
PN Inestabilidad Psiconeurovegetativa (PN)	8	Nunca 0 Alguna vez 1 Frecuentemente 2 Muy frecuentemente 3	0-24	21,05
Síntomas neurológicos (N)	13	Nunca 0 Alguna vez 1 Frecuentemente 2 Muy frecuentemente 3	0-39	34,21
Astenia (A)	7	Nunca 0 Alguna vez 1 Frecuentemente 2 Muy frecuentemente 3	0-21	18,42
Irritabilidad €	4	Nunca 0 Alguna vez 1 Frecuentemente 2 Muy	0-12	10,53

			frecuentemente 6		
Déficit de la concentración y la memoria (K)	6	Nunca 0 Alguna vez 1 Frecuentemente 2 Muy frecuentemente 7		0-18	15,79

Nota: Elaborado por Jairo Acosta

### Tabla 27

Tabla para interpretación para el uso de del PNF

## INTERPRETACIÓN TEST PNF

MASCULINO (24)				FEMENINO (9)			
EDAD	DISCR ETO(1)	MODER ADO(2)	SOBRES ALIENT E (3)	EDAD	DISCR ETO(1)	MODER ADO(2)	SOBRES ALIENT E (3)
INESTABILIDAD NEUROVEGETATIVA ( PN )							
-20	0- 11	12- 17.	18 y más	-20	-16	17- 19	20 y más
21- 30	0- 11	12- 17.	18 y más	21- 30	1 16	1 20	17- 20 más
31- 40	2 12	2 13- 18	18 y más	31- 40	2 17	2 22	18- 22 más
41- 50	2 13	1 14- 18	1 18 y más	41- 50	3 18	3 23	19- 23 más
51 y más	2 0	20 14	15- 15 más	51 y más	3 19	3 24	20- 24 más



---

<b>TO</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>TO</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>TA</b>	<b>4</b>				<b>TA</b>		
<b>L</b>					<b>L</b>		

**SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS ( N )**

<b>-20</b>	0-3	4-5.	6 y más	<b>-20</b>	0-5	6	7 y más
<b>21-30</b>	0-4	5-6.	7 y más	<b>21-30</b>	1 0-6	1	7-8.
<b>31-40</b>	2 0-5	2 5-8.	9 y más	<b>31-40</b>	2 0-7	2	8-10.
<b>41-50</b>	2 0-6	2 6-9.	10 y más	<b>41-50</b>	3 0-8	3	9-12.
<b>51 y más</b>	2 0-7	19 7-10.	1 11 y más	<b>51 y más</b>	3 0-9	3	10-14.
<b>TO</b>	<b>2</b>	<b>23</b>	<b>1</b>	<b>TO</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	
<b>TA</b>	<b>4</b>			<b>TA</b>			
<b>L</b>				<b>L</b>			

**ASTENIA ( A )**

<b>-20</b>	0-4	5-7.	8 y más	<b>-20</b>	0-6	7-9.	10 y más
<b>21-30</b>	0-4	5-7.	8 y más	<b>21-30</b>	1 0-6	1	7-9.
<b>31-40</b>	2 0-4	2 5-7.	8 y más	<b>31-40</b>	2 0-6	1	7-8. 1
<b>41-50</b>	2 0-4	1 5-7.	8 y más	<b>41-50</b>	3 0-6	1	7-8. 2
<b>51 y más</b>	2 0-4	10 5-7.	8 8 y más	<b>51 y más</b>	3 0-6	3	7-8. 7 y más
<b>TO</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>TO</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>1</b>
<b>TA</b>	<b>4</b>			<b>TA</b>			<b>2</b>
<b>L</b>				<b>L</b>			

**IRRITABILIDAD ( E )**

<b>-20</b>	0-3	4-5.	6 y más	<b>-20</b>	0-7	8-10.	11 y más
------------	-----	------	---------	------------	-----	-------	----------

---

<b>21-30</b>	0-4		5-6.		7 y más		<b>21-30</b>	1	0-6	1	7-9.	10 y más
<b>31-40</b>	2	0-4	1	5-6.	1	9 y más	<b>31-40</b>	2	0-5	2	6-8.	9 y más
<b>41-50</b>	2	0-4	2	5-6.		10 y más	<b>41-50</b>	3	0-5	3	6-7.	8 y más
<b>51 y más</b>	2	0-4	16	5-7.	4	11 y más	<b>51 y más</b>	3	0-4	3	5-6.	7 y más
<b>TO</b>	2		<b>19</b>		<b>5</b>		<b>TO</b>	9		<b>9</b>		
<b>TA</b>	4						<b>TA</b>					
<b>L</b>							<b>L</b>					

### CONCENTRACIÓN Y MEMORIA ( K )

<b>-20</b>	0-4		5-7.		8 y más		<b>-20</b>	0-5		6-7.	8 y más		
<b>21-30</b>	0-4		5-7.		8 y más		<b>21-30</b>	1	0-5		6-8.	1	9 y más
<b>31-40</b>	2	0-4	1	5-7.	1	8 y más	<b>31-40</b>	2	0-5	1	6-8.		9 y más
<b>41-50</b>	2	0-4	1	5-7.		8 y más	<b>41-50</b>	3	0-5	1	6-8.	1	9 y más
<b>51 y más</b>	2	0-4	10	5-7.	10	8 y más	<b>51 y más</b>	3	0-5	3	6-8.		10 y más
<b>TO</b>	2		<b>12</b>		<b>11</b>	<b>1</b>	<b>TO</b>	9		<b>5</b>		<b>2</b>	<b>2</b>
<b>TA</b>	4						<b>TA</b>						
<b>L</b>							<b>L</b>						

Nota: Elaborado por Jairo Acosta

**Tabla 28**

Concentrado del Cuestionario PNF de acuerdo a la exposición asociado a la frecuencia de respuestas.

	Nu nca	Alg una s vece s	Frecuent emente	Muy frecuent emente	TO TA L	ÍNDIC E DE RESUL TADO
PN Inestabilidad Psiconeurovegetativa (PN): Preguntas: 2, 4, 6, 12, 14, 16, 22, 24, 26, 30, 32, 34, 36	0	197	41	0	238	<b>29%</b>

Síntomas neurológicos (N): Preguntas: 1, 8, 11, 18, 21, 28, 31, 38.	0	98	9	0	107	13%
Astenia (A): Preguntas: 3, 9, 13, 19, 23, 29, 33.	0	117	21	0	138	17%
Irritabilidad (E): Preguntas: 5, 15, 25, 35	0	89	14	0	245	<b>29%</b>
Déficit de la concentración y la memoria (K): Preguntas: 7, 10, 17, 20, 27,	0	82	23	0	105	13%

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** Se considera que la sintomatología expresada está asociada a la exposición laboral a neurotóxicos si la puntuación supera al porcentaje asignado por esfera. En el resumen general todas las esferas PN Y E están fuera de los límites normales por lo tanto si se presentan síntomas neurotóxicos.

### Tabla 29

*Concentrado del Cuestionario PNF, Valoración cualitativa de la afectación neurológica (PN).*

Valoración cualitativa de la afectación neurológica(PN) evaluada con el test PNF	Frecuencia	Porcentaje
DISCRETO(1)	32	97%
MODERADO(2)	1	3%
SOBRESALIENTE (3)	0	0%
TOTAL	33	100%

HOMBRES		MUJERES	
23	70%	9	27%
1	3%		

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** La valoración cualitativa de la afectación neurológica con el test PNF reportó que el 97 % tuvo un nivel discreto evidenciando el predominio en sexo masculino, mientras que el nivel moderado tuvo 3% (1 trabajador hombre ) es decir, la mayoría de la población de trabajadores del PAV, sin ningún tipo de compromiso según los criterios de ponderación del test, Según Almirall (2011) para obtener la calificación se procede mediante la suma de los puntos obtenidos en los ítems de cada escala tomado por separado. En este caso la Inestabilidad Psiconeurovegetativa (PN) que correspondía a los ítems 2, 4, 6, 12, 14, 16, 22,24, 26, 30, 32, 34, 36; cada frecuencia tiene una ponderación diferente (la respuesta “nunca o raramente” recibe la puntuación de 0, “algunas veces” 1, “frecuentemente” 2 y “muy frecuentemente” 3); estos resultados se transforman en una distribución de estadísticas, especificados por sexo y edades. Los sujetos se clasifican en: normal o patológico; en este caso se evidencia que la muestra en estudio resultó en su mayoría normal.

**Tabla 30**

*Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de Síntomas neurológicos (N)*

Valoración cualitativa de Síntomas neurológicos (N) evaluada con el test PNF		Frecuencia	Porcentaje
DISCRETO(1)		32	97%
MODERADO(2)		1	3%
SOBRESALIENTE (3)		0	0%
TOTAL		33	100%

HOMBRES		MUJERES	
23	70%	9	27%
1	3%		

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** La valoración cualitativa de síntomas neurológicos a evaluada con el test PNF reportó que el 97 % 32 trabajadores de la población PAV (23 hombre y 9 mujeres) tuvo un nivel discreto(normal), según los criterios establecidos por los autores del PNF, un nivel moderado tuvo 3% es decir 1 trabajador sexo masculino, la mayoría de trabajadores se evidencia sin ningún

tipo de compromiso según los criterios de ponderación del test. Cuando la escala N de síntomas neurológicos, el sujeto que resulte moderado o sobresaliente se debe referir para Evaluación Neurológica.

**Tabla 31**

*Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la astenia (A)*

Valoración cualitativa de la astenia (A) evaluada con el test PNF	Frecuencia	Porcentaje
DISCRETO(1)	19	58%
MODERADO(2)	9	27%
SOBRESALIENTE (3)	5	15%
TOTAL	33	100%

HOMBRES	%	MUJERES	%
13	39%	6	18%
8	24%	1	3%
3	9%	2	6%

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** En relación con la valoración cualitativa de la astenia con el Cuestionario PNF, la Tabla N°29 muestra que el 58 % (19 trabajadores del proyecto PAV de los cuales en su mayoría son hombre 13 y 6 son mujeres) tuvo un nivel discreto, un 27% (9 trabajadores e los cuales 8 son hombres, 1 es mujer) están encasillados en niveles moderados y un 15% (3 hombres y 2 mujeres en total 5 trabajadores) se ubicaron en sobresalientes.

**Tabla 32**

*Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la irritabilidad(E)*

	Frecuencia	Porcentaje
--	------------	------------

---

Valoración cualitativa de la		
irritabilidad (E) evaluada con el test PNF		
DISCRETO(1)	28	85%
MODERADO(2)	5	15%
SOBRESALIENTE (3)	0	0%
TOTAL	33	100%

---

HOMBRES		MUJERES	
19	58%	9	27%
5	15%	0	0%
0	0%	0	0%

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** La valoración cualitativa de la irritabilidad con el Cuestionario PNF reportó que 15 % (5 sujetos de sexo masculino y ninguna del sexo femenino) tuvo un nivel moderado y 85 % (28 personas en su mayoría hombre siendo 19 en contraposición de 9 mujeres se ubicaron en este nivel discreto que corresponde a (normal), según los criterios establecidos para interpretar el PNF (Tabla N° 15). Se evidencia que la muestra en estudio resultó normal en su mayoría teniendo un 15 % que requerirá evaluación por psicología, en lo que referente a la dimensión irritabilidad explorada con el test PNF.

## Valoración cualitativa de la concentración y memoria (K) evaluadas con el test

### PNF

**Tabla 33**

*Concentrado del Cuestionario PNF Valoración cualitativa de la concentración y memoria (K)*

Valoración cualitativa de la concentración y memoria (K) evaluadas con el test PNF	Frecuencia	Porcentaje
DISCRETO(1)	17	52%
MODERADO(2)	13	39%
SOBRESALIENTE (3)	3	9%
TOTAL	33	100%

HOMBRES		MUJERES	
12	36%	5	15%
11	33%	2	6%
1	3%	2	6%
24		9	

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** Respecto a la valoración cualitativa de la concentración y memoria explorada con el test PNF, en la Tabla N° 32 se aprecia que el 52% (17 trabajadores 12 hombres y 5 mujeres) presentó un nivel discreto (normal) siendo esta la dimensión más comprometida, el 39 % (13 trabajadores de los cuales 11 son hombres y 2 mujeres) tuvo un nivel moderado y 9 % (3 trabajadores siendo la mayoría mujeres 2 en comparación a hombres 1 se ubicó en el nivel sobresaliente. Síntomas como distraerse fácilmente, dificultad para recordar cosas sencillas (nombres, personas), falta de memoria, estar distraído, dificultad para concentrarse. Según Almirall (2017) para obtener la calificación se procede mediante la suma de los puntos obtenidos

en los ítems de cada escala tomado por separado. En este caso el déficit de concentración y memoria (K) que correspondía a los ítems 7,10,17,20,27,37. Cada frecuencia tenía una ponderación diferente (la respuesta “nunca o raramente” recibe la puntuación de 0, “algunas veces” 1, “frecuentemente” 2 y “muy frecuentemente” 3); distribuidos por sexo y edades, como se señala a continuación:

---

### CONCENTRACIÓN Y MEMORIA ( K )

Edades	<b>Discreto</b>	<b>Moderado</b>	<b>Sobresaliente</b>
-20	0-4	5-7.	8 y más
21-30	0-4	5-7.	8 y más
31-40	0-4	5-7.	8 y más
41-50	0-4	5-7.	8 y más
51 y más	0-4	5-7.	8 y más

---

Los sujetos se clasifican en: normal o patológico. Si se obtiene en algún factor un 3 o más veces moderado, tomando en cuenta todas las escalas, es indicativo de alteraciones como también si resultara al menos una vez sobresaliente.

Cuando la escala N de síntomas neurológicos, el sujeto que resulte moderado o sobresaliente se debe referir para Evaluación Neurológica.

Combinaciones: Inestabilidad Neurovegetativa (PN) y Síntomas Neurológicos (N) cuando resulta moderado o Astenia (A), Irritabilidad (E) Concentración y memoria (K), cuando resultan entre moderado o sobresaliente referir a Evaluación Psicológica.

Los resultados obtenidos reflejaron valores relevantes (48 %) de alteraciones neuroconductuales en la esfera de la concentración y memoria en los trabajadores expuestos, lo que implica una correlación con los hallazgos reportados por Guerrero Lana, S. L., Gamarra Guerrero, R. X., Canching, J. C., & Guerrero Tapia, L. A. (2017). las alteraciones de las funciones conductuales se manifiestan en la destreza adquirida, en las habilidades, en el



aprendizaje, en la memoria, vigilancia, atención, toma de decisiones y en otras funciones psicomotoras.

Según Santos, R., & Yulibet, S. (2017). en cuanto a la exposición a solventes aromáticos y sus efectos sobre el SNC (Sistema Nervioso Central) los síntomas que suelen señalarse con más frecuencia son los siguientes: Cefalea, depresión, ansiedad, fatiga, pérdida de la memoria (principalmente la de corto plazo) y dificultad para la concentración.

De acuerdo a Corella Ortega, A. B., & Gamarra Guerrero, R. X. (2016). cuando se encuentran alteraciones de concentración y memoria, es porque se encuentra afectada el área cognitiva, por eso se considera que el instrumento aplicado es ideal para detectar cambios precoces probablemente reversibles (antes de que ocurra el daño orgánico permanente) de las enfermedades por exposición a psicotóxicos.

**Tabla 34**

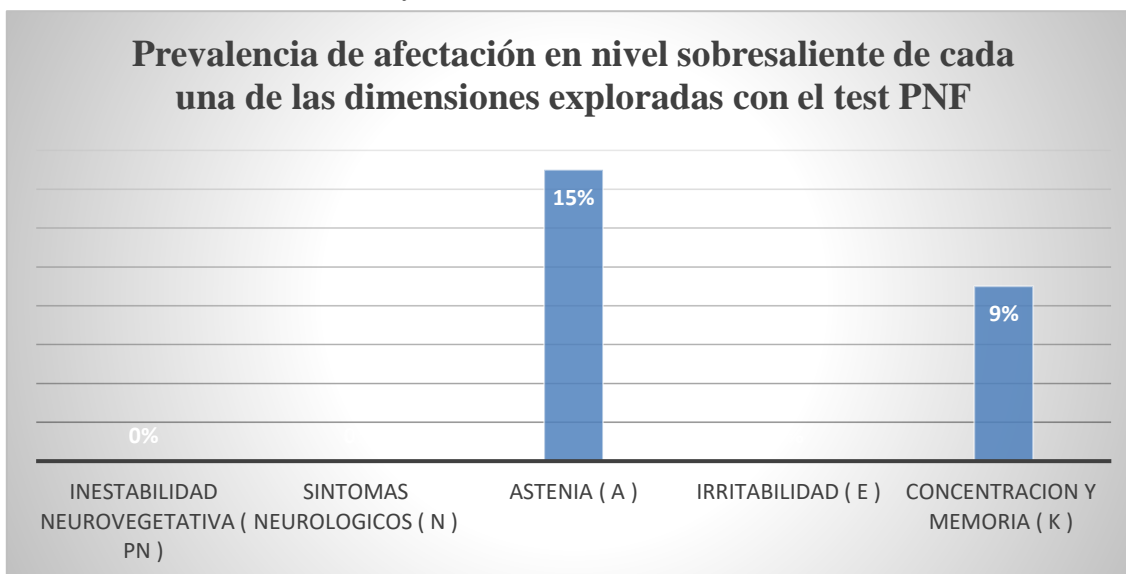
*Prevalencia de afectación en NIVEL SOBRESALIENTE de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF*

Prevalencia de afectación en nivel sobresaliente de cada una de las dimensiones exploradas con el test PNF	
Dimensiones Evaluadas en PNF	Prevalencia nivel sobresaliente (Patológico) % (n = 33)
INESTABILIDAD NEUROVEGETATIVA ( PN )	0%
SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS ( N )	0%
ASTENIA ( A )	15%
IRRITABILIDAD ( E )	0%
CONCENTRACIÓN Y MEMORIA ( K )	9%

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Figura 20**

*Concentrado Prevalencia de afectación en nivel sobresaliente*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** Se resumen los resultados del Cuestionario PNF en relación con las prevalencias de afectación en nivel sobresaliente (patológico) de cada una de las dimensiones exploradas, se consiguió mayor compromiso neuroconductual de los trabajadores evaluados en las dimensiones (A: astenia 15%). Este se refiere a manifestaciones tales como: no tener ánimos para trabajar, sentirse hastiado de todo, no tener interés para nada, lentitud de los movimientos, no tener energía y no querer saber nada de nadie., seguida de afectación neuroconductual en las dimensiones (K: concentración y memoria) 9% de los trabajadores evaluados en las dimensiones de concentración y memoria.

**Tabla 35**

*Prevalencia de afectación en NIVEL MODERADO de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF*

---

Prevalencia de afectación en nivel moderado de cada una de las dimensiones exploradas con el test PNF

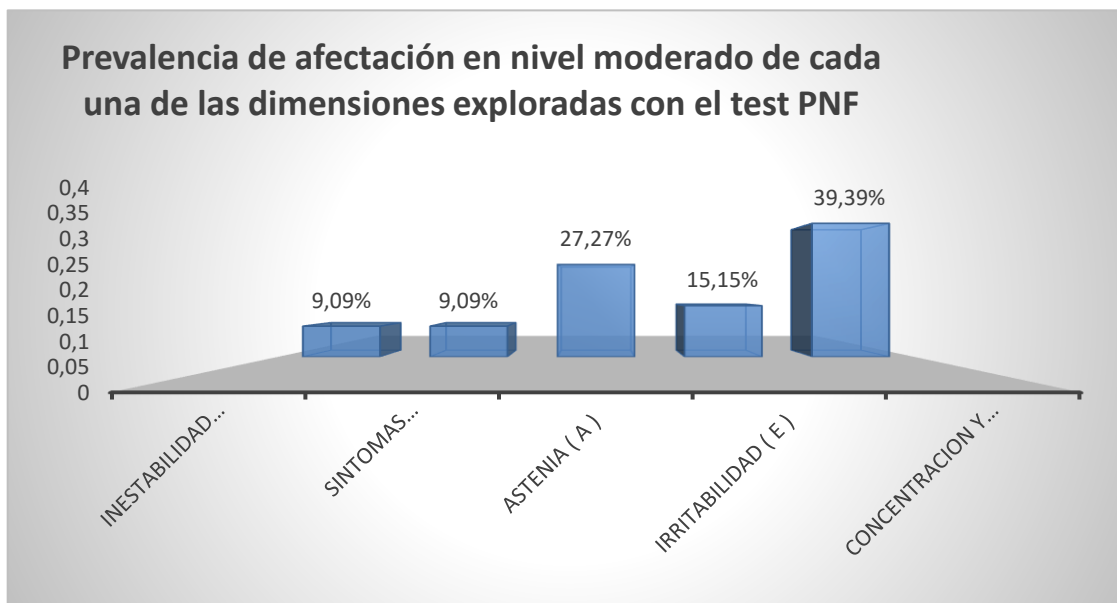
---

Dimensiones Evaluadas en PNF	Prevalencia nivel moderado (Patológico) % (n = 33)
INESTABILIDAD NEUROVEGETATIVA ( PN )	9,09%
SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS ( N )	9,09%
ASTENIA ( A )	27,27%
IRRITABILIDAD ( E )	15,15%
CONCENTRACIÓN Y MEMORIA ( K )	39,39%

Nota: Elaborado por Jairo Acosta

### Figura 21

Concentrado Prevalencia de afectación en nivel moderado



Nota: Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** Se resumen los resultados del Cuestionario PNF en relación con las prevalencias de afectación en nivel moderado (patológico) de cada una de las dimensiones exploradas, se consiguió mayor compromiso neuroconductual de los trabajadores evaluados en las dimensiones de concentración y memoria siendo 13 trabajadores de los cuales 11 son hombres cuya edad es de más de 51 años y 2 son sexo femenino. Además, se destaca que para la identificación precoz de las alteraciones neuroconductuales y a fin de detectar cambios subclínicos por exposiciones a solventes orgánicos, según lo establecido por la NIOSH y las normas COVENIN, es de mucha utilidad el Cuestionario PNF (Sánchez, Almirall, 2017).

Loor Vergara, R. Z., & Tuarez Tuarez, M. I. (2021), señalan que según los resultados del cuestionario PNF se puede direccionar el control de los trabajadores expuestos a solventes a sistemas de vigilancia epidemiológica. Sorto Centeno, D. E., & Sevilla Torrez, W. S. (2020)., desde un punto de vista preventivo, es importante detectar las primeras alteraciones en el sistema nervioso de personas expuestas, por lo que estas pueden representar una dimensión de las capacidades funcionales y del bienestar de los mismos, pero también pueden constituir la primera señal de alarma antes de que ocurran daños funcionales o la enfermedad.

Por su parte, Garrido Roldán, J. A. (2015) confirma en su investigación que una de las poblaciones de mayor exposición a solventes la constituyen los trabajadores de las industrias petroquímicas, por la utilización de BTX, por lo cual se considera de gran importancia la aplicación del cuestionario PNF por ser sencillo y de fácil ejecución para detección precoz de alteraciones neurológicas asociadas a la exposición a mezclas de sustancias químicas.

Existe asociaciones entre los resultados del PNF y la evaluación realizada por las pruebas Neurológicas, Neurofisiológicas y de las Alteraciones Cognitivas, en todos los casos dicha asociación fue alta y positiva.

**Tabla 36**

*Prevalencia de afectación en NIVEL SOBRESALIENTE de cada una de las dimensiones exploradas con el TEST PNF*

---

Prevalencia de afectación en nivel sobresaliente de cada una de las dimensiones exploradas con el test PNF

---

INESTABILIDAD NEUROVEGETATIVA ( PN )	0
--------------------------------------	---

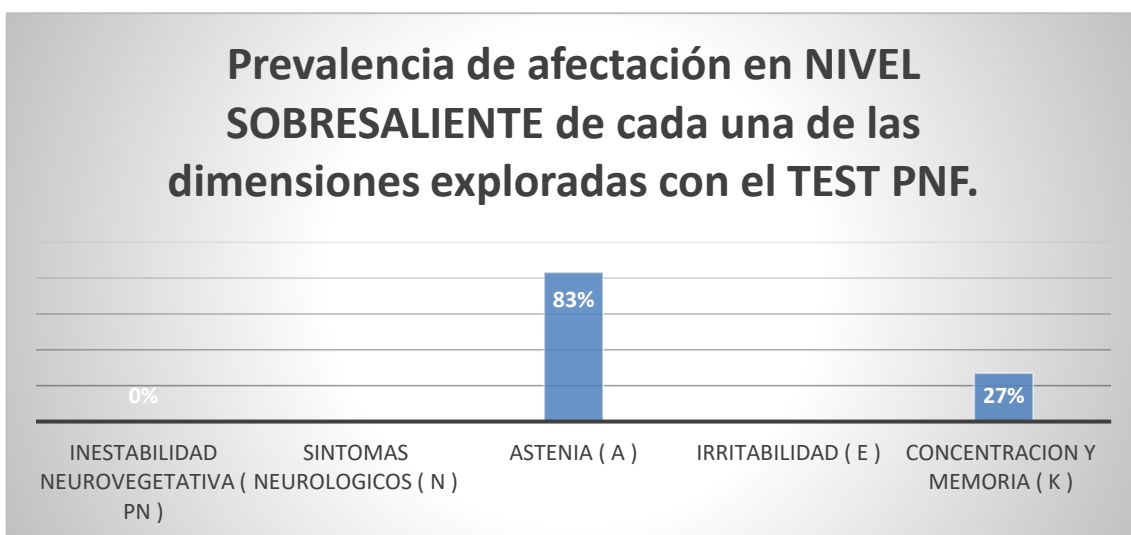
---

SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS ( N )	0
ASTENIA ( A )	5
IRRITABILIDAD ( E )	0
CONCENTRACIÓN Y MEMORIA ( K )	3

*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

### Figura 22

*Concentrado Prevalencia de afectación en nivel Sobresaliente*



*Nota:* Elaborado por Jairo Acosta

**Análisis:** Se resumen los resultados del Cuestionario PNF en relación con las prevalencias de afectación en nivel sobresaliente (patológico) de cada una de las dimensiones exploradas, se consiguió mayor compromiso neuroconductual de los trabajadores evaluados en las dimensiones de Astenia siendo 83 % cinco trabajadores de los cuales 3 son hombres y 2 son mujeres en su mayoría en edades de 41-50 años , seguido de 3 ocupando el 27% de casos evaluados en las dimensiones de Concentración y memoria siendo 2 mujeres y 1 hombre , en las cuales también predominó la edad de 41-50 años , se resumen los resultados del Cuestionario PNF en relación con las prevalencias de afectación en nivel moderado y sobresaliente de los cuales al estar las dimensiones exploradas encasilladas en estos parámetros es considerado patológico.

**CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS Q16**  
(Tamizaje de trabajadores expuestos a sustancias neurotóxicas- solventes orgánicos-)  
-Evalúa específicamente alteraciones de memoria y concentración-

<b>Nombre</b>	<b>/ ROL /CI:</b>
<b>Fecha</b>	
<b>Puesto de trabajo</b>	<b>AYUDANTE PAV</b>
<b>Lugar de Trabajo</b>	<b>B61</b>

Cuestionario Q16 para síntomas neurotóxicos en trabajadores expuestos a solventes.	Respuesta	
	SI	NO
1.-ES OLVIDADIZO?		
2.-LE HAN DICHO FAMILIARES/O AMIGOS QUE ES OLVIDADIZO?		
3.- A MENUDO SE OLVIDA DE REALIZAR ACTIVIDADES QUE CONSIDERA IMPORTANTES		
4.- LE ES DIFÍCIL ENTENDER PROGRAMAS, NOTICIAS, QUE VE EN TV O ESCUCHA EN LA RADIO?		
5.- TIENE A MENUDO DIFICULTAD PARA CONCENTRARSE?		
6.- SE SIENTE A MENUDO ENOJADO SIN MOTIVO?		
7.- SE SIENTE A MENUDO TRISTE ABATIDO SIN MOTIVO?		
8.- LE CUESTA DECIDIRSE REALIZAR ACTIVIDADES QUE UD. SABE DEBE REALIZAR?		
9.-SE SIENTE ANORMALMENTE CANSADO?		
10.-SE SIENTE A VECES COMO UNA PRESIÓN SOBRE EL PECHO		
11.-HA SENTIDO DE PRONTO COMO QUE SE VA A CAER AL ESTA DE PIE O CAMINANDO?		
12.- SIENTE A MENUDO PUNZADAS DOLOROSAS, ADORMECIMIENTO U HORMIGUEO EN ALGUNA PARTE DEL CUERPO?		
13.- LE RESULTA DIFÍCIL ABROCHARSE LOS BOTONES?		
14.- SIENTE QUE HA PERDIDO FUERZAS EN SUS BRAZOS O EN SUS PIERNAS		
15.- AHORA SIENTE MENOS QUE ANTES EN SUS MANOS O PIES?		
16.- A MENUDO SE DESPIERTA COSTÁNDOLE LUEGO CONCILIAR EL SUEÑO?		
<b>TOTAL</b>		

**Elaborado por:** Jairo Acosta

Dicho cuestionario fue traducido y validado por Amador R y otros, en población latina, dando como resultado 16 preguntas para ser respondidas afirmativa o negativamente. LaDou (2006) referencia este cuestionario en su versión de libro en ingles la cual en su traducción literal al español presenta algunas diferencias con respecto a la validada por Amador.

**6 o más respuesta afirmativa estarán indicando la necesidad de estudios de evaluación más profundos**

La disminución de la capacidad sensitiva, perdida de la atención de la memoria, trastornos visuales, alteraciones en el comportamiento y en lo afectivo, son efectos que casi siempre se presentan en este tipo de intoxicaciones crónicas

**CUESTIONARIO DE SÍNTOMAS NEUROLÓGICOS Y PSICOLÓGICOS (PNF)  
EVALUACION DE NEUROTÓXICIDAD.**

<b>CENTRO DE TRABAJO</b>		<b>B61</b>	<b>PUESTO DE TRABAJO</b>	<b>PAV</b>
<b>NOMBRE</b>	<b>EDAD</b>		<b>GENERO</b>	

El diagnóstico final se da en términos de Discreto (Normal), Moderado y Sobresaliente (Patológico)

Items	0	1	2	3
	Nunca	Algunas veces	Frecuentemente	Muy frecuentemente
1. Mareos, vómitos				
2. Dolores de cabeza				
3. No tener ánimos para nada				
4. Gases estreñimiento diarreas				
5. No poder controlarse cuando está bravo o siente rabia				
6. Vahídos, vértigos				
7. Distraerse fácilmente				
8. Pérdida de la fuerza muscular en algunas partes del cuerpo				
9. No tener ánimos para trabajar				
10. Tener dificultades para recordar cosas sencillas				
11. Perturbaciones del equilibrio				
12. Aumento de la necesidad de dormir				
13. Sentirse hastiado de todo				
14. Ahogos, falta de aire				
15. Perder la paciencia y ponerse furioso				
16. Cansarse fácilmente				
17. Tener dificultades para recordar los nombres y las personas				
18. Sentir inseguridad al caminar o al hacer otros movimientos				
19. No tener interés por nada				
20. Falta de memoria				
21. Sentir hormigueo o entorpecimiento en las manos, brazos y piernas				
22. Sudar con facilidad				
23. Lentitud en los movimientos y en las reacciones del cuerpo				
24. Sentir llenura sentir un peso en el estómago				
25. Sentirse irritado por pequeñeces				
26. Sentir molestia en el pecho				
27. Estar distraído				
28. Dificultades en las relaciones íntimas.				
29. No tener energías				
30. Tener sensaciones de frío o calor				
31. Dolores en las articulaciones, pesadez en las extremidades				
32. Dificultades para conciliar el sueño o despertarse varias veces en la noche				
33. No querer saber de nadie				
34. Sentir debilidad, cansancio, agotamiento				
35. Disgustarse demasiado rápido con las personas				
36. Sentir sequedad en la boca o salivar mucho				
37. Tener dificultades para concentrarse				
4. Gases estreñimiento diarreas				

Combinaciones PN y N = Neurológicamente, E y K = Psicológicamente.

JAIRO JOEL ACOSTA PEÑAFIEL

Medico Evaluador

**Tabla 36**

*Características Sociodemográficas de la Población De Estudio*

---

EDAD	INCIDENCIA
	%
<b>MENOR A 35 AÑOS</b>	
<b>36- 45 AÑOS</b>	
<b>46-55 AÑOS</b>	
<b>56- 60 AÑOS</b>	
<b>MAYOR A 60 AÑOS</b>	
<b>GENERO</b>	
<b>MASCULINO</b>	
<b>FEMENINO</b>	
<b>NIVEL DE EDUCACIÓN</b>	
<b>PRIMARIA</b>	
<b>SECUNDARIA</b>	
<b>TÉCNICO SUPERIOR</b>	
<b>UNIVERSITARIO</b>	

---



---

JORNADA DE TRABAJO

**DIURNA**

**ROTATIVO**

HORAS DE EXPOSICIÓN AL DÍA

**0 -8 HORAS**

**0-12 HORAS**

**MAYOR A 12 HORAS**

ANTIGÜEDAD LABORAL EN EL PUESTO DE  
TRABAJO

**MENOS DE 1 AÑO**

**1 – 4 AÑOS**

**5-10 AÑOS**

**11 – 15 AÑOS**

**16-20 AÑOS**

**MÁS DE 20 AÑOS**

---

**Elaborado por: Jairo Acosta**

**Tabla 37**

*Sintomatología neurotóxica presente en trabajadores expuestos a solventes del petróleo en áreas de remediación de suelo contaminado*

---

EFFECTO NEUROTÓXICO (NEUROTTEST)	SI %	NO %	IC 95 %
NEUROTTEST Q 16			
PNF			

---

**Asociación entre la sintomatología neurotóxica y trabajadora expuestos a gases volátiles producto del proceso de remediación ambiental en áreas contaminadas por petróleo**

Efectos Neurológicos (Neurotest)

---

EDAD	NEUROTTEST Q 16	PNF
MENOR A 35 AÑOS		
36- 45 AÑOS		
46-55 AÑOS		
56- 60 AÑOS		
MAYOR A 60 AÑOS		
GENERO	NEUROTTEST Q 16	PNF
MASCULINO		
FEMENINO		

---

---

NIVEL DE EDUCACIÓN	NEUROTTEST Q 16	NEUROTTEST
PRIMARIA		
SECUNDARIA		
TÉCNICO SUPERIOR		
UNIVERSITARIO		
JORNADA DE TRABAJO	NEUROTTEST Q 16	PNF
DIURNA		
ROTATIVO		
HORAS DE EXPOSICIÓN AL DÍA	NEUROTTEST Q 16	PNF
0 -8 HORAS		
0-12 HORAS		
MAYOR A 12 HORAS		
ANTIGÜEDAD LABORAL EN EL PUESTO DE TRABAJO	NEUROTTEST Q 16	PNF
MENOS DE 1 AÑO		

---

---

1 – 4 AÑOS

5-10 AÑOS

11 – 15 AÑOS

16-20 AÑOS

MÁS DE 20 AÑOS

---

**Elaborado por:** Jairo Acosta

## Proceso de Eliminación Fuente de Contaminación



**Figura 23:** Estado inicial de la FC LF\_CONG\_01\_01D.



**Figura 24:** Desbroce y recolección de maleza vegetal no contaminada en la FC LF\_CONG\_01\_01D.



**Figura 25:** Lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo en la FC LF\_CONG\_01\_01D.



**Figura 26:** Lavado de suelo y recuperación de hidrocarburo en la FC LF\_CONG\_01\_01D.



**Figura 27:** Monitoreo final de la FC LF\_CONG\_01\_01D



**Figura 28:** Revegetación de la FC LF\_CONG\_01D. 01D



Dayuma, Febrero 2022

ING.- LENIN JAVIER FLORES SUAREZ  
SUPERVISOR DE REMEDIACIÓN PROYECTO AMAZONIA VIVA

Presente.-

Certifico:

Que el sr.- JAIRO JOEL ACOSTA PEÑAFIEL, de cedula 1803867314 estudiante egresado de la **MAESTRÍA EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN PREVENCIÓN DE RIESGOS Y SALUD OCUPACIONAL**, de la **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO "UNACH"**, realizo la aplicación de encuestas y recopilación de datos (cuestionarios) al personal que labora en el **BL61 AUCA** del departamento de **AMAZONIA VIVA**, ubicado en Km 5 vía Dayuma, investigación denominada **"EXPOSICIÓN A GASES VOLÁTILES Y EFECTOS EN LA SALUD DE LOS TRABAJADORES DEL PROYECTO AMAZONIA VIVA DEL B61 PERIODO FEBRERO 2021 - 2022"**, esta actividad la realizo durante los meses de Febrero 2021-2022.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, autorizando al interesado hacer uso para trámites netamente referenciales.

Atentamente,



*1009341076-7*  
ING.- LENIN JAVIER FLORES SUAREZ  
SUPERVISOR DE REMEDIACIÓN PROYECTO AMAZONIA VIVA