

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA  
CONCENTRACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO  
AGRICOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO  
DE HUÁNUCO – HUÁNUCO 2020”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR: Ayala Tello, Jefferson Víctor**

**ASESOR: Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2021**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental  
**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71910187

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46378040

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-3013-8532

**DATOS DE LOS JURADOS:**

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Riveros Agüero, Elmer	Maestro en administración y gerencia en salud	28298517	0000-0003-3729-5423
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 20:00 horas del día 14 del mes de octubre del año 2021, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. Elmer Riveros Agüero (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1219-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la **Tesis** intitulada: **"INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO AGRICOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO DE HUÁNUCO - HUÁNUCO 2020"**, presentado por el (la) **Bach. Jefferson Víctor AYALA TELLO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental.

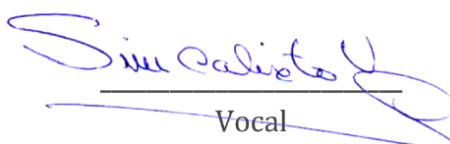
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

Siendo las 21:02 horas del día 14 del mes de octubre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
\_\_\_\_\_  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Secretario

  
\_\_\_\_\_  
Vocal

## **DEDICATORIA**

A Dios, a mis padres, hermanos, asesores y colegas; quienes me enseñaron, posteriormente a la experiencia obtenida y por siempre motivarme a no rendirme para así alcanzar mis objetivos y cumplir mis sueños y metas.



## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a mi alma mater Universidad de Huánuco, Facultad de Ingeniería, Programa Académico de Ingeniería Ambiental y plana docente.

Al Ing. CALVO TRUJILLO, Heberto; por haberme formado y brindado todas las enseñanzas que perduraran en mi carrera y vida profesional; así como la ética y humildad; ayudando siempre a todo aquel que lo necesite.

Al Mg. BONIFACIO MUNGUÍA, Jonnathan Oscar; quien, a pesar de su corta disponibilidad de tiempo, pudo guiarme y orientarme para la realización de la presente tesis.

A mis padres, Víctor y Yederclina; por inculcarme valores y los consejos que ahora entiendo en las decisiones de mi vida personal como profesional.

A mis hermanos, Dasheyly y Joseph; de quienes he recibido siempre su apoyo incondicional a pesar de las dificultades de la vida.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN .....	xi
ABSTRACT.....	xii
ACRÓNIMOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv
CAPÍTULO I.....	15
1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. Problema general.....	16
1.2.2. Problema específico.....	17
1.3. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	17
1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
CAPÍTULO II.....	20
2. MARCO TEÓRICO .....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	20
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	20
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	22
2.1.3. Antecedentes locales.....	25
2.2. MARCO LEGAL .....	26
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	29
2.3.1. Suelo agrícola .....	29
2.3.2. Contaminación del suelo.....	29
2.3.3. Causas de la contaminación de suelos.....	29
2.3.4. Metales pesados en suelos agrícolas .....	30

2.3.5. El Cadmio (Cd) .....	33
2.3.6. El Plomo (PB) .....	34
2.3.7. Torre de alta tensión .....	35
2.3.8. Sistemas puestos a tierra.....	36
2.3.9. Efectos ambientales de una torre de alta tensión .....	37
2.4. BASES TEÓRICAS .....	38
2.5. SISTEMA DE HIPOTESIS.....	40
2.5.1. Hipótesis general .....	40
2.5.2. Hipótesis específica .....	41
2.6. SISTEMA DE VARIABLES.....	41
2.6.1. Variable dependiente .....	41
2.6.2. Variable independiente .....	41
2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	42
CAPÍTULO III.....	43
3. MARCO METODOLÓGICO.....	43
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	43
3.1.1. Tipo de investigación .....	43
3.1.2. Enfoque.....	43
3.1.3. Nivel de investigación .....	43
3.1.4. Diseño de la investigación .....	44
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.2.1. Población .....	46
3.2.2. Muestra y Muestreo .....	46
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	48
3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	52
3.5. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	56
3.6. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	58
CAPÍTULO IV.....	59
4. RESULTADOS .....	59
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	59
4.1.1. Análisis Físiquímicos.....	59
4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ...	104
CAPÍTULO V.....	108

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS .....	108
CONCLUSIONES .....	111
RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	113
ANEXOS.....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo D.S. N.º 011 – 2017 – MINAM.....	27
Tabla N° 2. Estándares de Calidad Ambiental para Suelo D.S. N.º 011 – 2017 – MINAM, parámetros: Cadmio (Cd) y Plomo (Pb).....	32
Tabla N° 3. Matriz de operacionalización de variables .....	42
Tabla N° 4. Matriz de operacionalización de variables .....	46
Tabla N° 5. Niveles de muestreo, coordenadas de muestreo y fecha de muestreo.....	47
Tabla N° 6. Profundidad del muestreo según el uso del suelo .....	49
Tabla N° 7. Pruebas de Normalidad <sup>b,c</sup> .....	52
Tabla N° 8. Prueba de Shapiro-Wilk .....	53
Tabla N° 9. Prueba de Normalidad por parámetro medido .....	54
Tabla N° 10. Descriptivos <sup>a,b</sup> .....	55
Tabla N° 11. Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	60
Tabla N° 12. Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros).....	62
Tabla N° 13. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	64
Tabla N° 14. Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	66
Tabla N° 15. Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	68
Tabla N° 16. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	70
Tabla N° 17. Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	72

Tabla N° 18. Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros).....	74
Tabla N° 19. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo –Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	76
Tabla N° 20. Promedio por nivel de monitoreo .....	78
Tabla N° 21. Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	82
Tabla N° 22. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	84
Tabla N° 23. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	86
Tabla N° 24.....	88
Tabla N° 25. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	90
Tabla N° 26. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	92
Tabla N° 27. Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	94
Tabla N° 28. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	96
Tabla N° 29. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (10 metros) .....	98
Tabla N° 30. Promedio por nivel de monitoreo .....	100
Tabla N° 31. Estadística de muestras emparejadas – Prueba T de student .....	105
Tabla N° 32. Prueba de muestras emparejadas .....	106
Tabla N° 33. Estadística de muestras relacionadas.....	107
Tabla N° 34. Valores Min y Max.....	109

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Representándose con la siguiente ecuación (ver Figura n. °1): .....	45
Figura N° 2. Representación de la ecuación.....	45
Figura N° 3. Imagen satelital de la torre de alta tensión – niveles de monitoreo .....	47
Figura N° 4. Partición de muestras .....	49
Figura N° 5. Medición del Cadmio - Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	61
Figura N° 6. Medición del Cadmio –Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	63
Figura N° 7. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	65
Figura N° 8. Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	67
Figura N° 9. Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	69
Figura N° 10. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	71
Figura N° 11. Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros).....	73
Figura N° 12. Medición del Cadmio –Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros).....	75
Figura N° 13. Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	77
Figura N° 14. Promedio por nivel de monitoreo – Primer nivel .....	79
Figura N° 15 Promedio por nivel de monitoreo – Primer nivel .....	80
Figura N° 16. Promedio por nivel de monitoreo – Tercer nivel .....	81

Figura N° 17. Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	83
Figura N° 18. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros).....	85
Figura N° 19. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros) .....	87
Figura N° 20. Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	89
Figura N° 21. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	91
Figura N° 22. Medición del Plomo - Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros).....	93
Figura N° 23. Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	95
Figura N° 24. Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	97
Figura N° 25. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	99
Figura N° 26. Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros) .....	101
Figura N° 27. Promedio por nivel de monitoreo – Segundo nivel .....	102
Figura N° 28. Promedio por nivel de monitoreo – Tercer nivel .....	103



## RESUMEN

La tesis se enmarca en la Línea de Investigación 2: Salud pública, ocupacional y ambiental; ya que estudia la relación que existe entre la contaminación ambiental y los problemas en la salud de la población; así como el análisis de exposición a contaminantes asociados con diversas enfermedades; tuvo como objetivo determinar la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020.

La zona de estudio (La torre de alta tensión), se ubica en el departamento de Huánuco, distrito de Huánuco, centro poblado Nauyan Rondos; donde se tomaron 4 puntos de monitoreo (P1, P2, P3 y P4) por cada nivel de monitoreo (M1, M2 y M3), el cual se desarrolló con una 1 vez por semana, obteniéndose 12 muestras, para así ver las variaciones que estas puedan presentar; en tal sentido se determinaron los parámetros fisicoquímicos (Cadmio y Plomo); cuyos fueron procesados por el IBM SPSS Statistic 22 y posteriormente comparadas con la normativa D.S. N.º 011 – 2017 - MINAM.

**Conclusiones.** - Existe presencia de concentración de los metales pesados (Cadmio y Plomo); cuyos niveles se encuentran muy por debajo de la normativa.

**Palabras Clave.** - Influencia de torre de alta tensión, concentración de metales pesados (Cadmio – Plomo).

## ABSTRACT

The thesis is part of Research Line 2: Public, occupational and environmental health; since it studies the relation that exists between the environmental contamination and the problems in the health of the population; as well as the analysis of exposure to pollutants associated with various diseases; aimed to determine the influence of a high voltage tower on the concentration of cadmium and lead in an agricultural soil in the Nauyan Rondos town center, district of Huánuco - Huánuco 2020.

The study area (The high voltage tower) is located in the department of Huánuco, district of Huánuco, Nauyan Rondos town center; where 4 monitoring points were taken (P1, P2, P3 and P4) for each monitoring level (M1, M2 and M3), which was developed once a week, obtaining 12 samples, in order to see the variations that these can present; In this sense, the physicochemical parameters (Cadmium and Lead) were determined; which were processed by the IBM SPSS Statistic 22 and later compared with the D.S. No. 011 - 2017 - MINAM.

**Conclusions.** - There is presence of concentration of heavy metals (Cadmium and Lead); whose levels are well below the norm.

**Keywords.** - Influence of high voltage tower, concentration of heavy metals (Cadmium - Lead).

## ACRÓNIMOS

**ECA:** Estándar de Calidad Ambiental

**Cd:** Cadmio

**Pb:** Plomo

**EPA:** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos

**UTM:** Universal Transverse Mercator

**MINAM:** Ministerio del Ambiente

**GPS:** Sistema de posicionamiento Global, que permite determinar la posición geográfica en cualquier parte del mundo.

**PPM:** Partes por millón

## INTRODUCCIÓN

La tesis intitulada: “Influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco. Huánuco 2020”, estudia la problemática social ambiental ya que el entorno se ve cada vez más poblada de estas torres, evidenciándose los factores antropogénicos generadas por el hombre en ambientes naturales y aumentando el miedo y rechazo de los pobladores lugareños.

Se plantea con el objetivo de determinar la influencia de estas torres de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola, finalmente se compararon los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental D.S. N.º 011-2017 – MINAM.

Para la ejecución del proyecto de investigación se elaboraron los siguientes capítulos:

**Capítulo I.-** Se verá el Problema de la Investigación, los cuales incluyen la descripción, formulación, objetivos, justificación, limitaciones y viabilidad de la investigación.

**Capítulo II.-** Se desarrolló el Marco Teórico; aperturandose con los antecedentes internacionales, nacionales y locales; las bases teóricas, definiciones conceptuales; así posteriormente con la formulación de la hipótesis, variables y su operacionalización.

**Capítulo III.-** Se revisó la Metodología de la Investigación, donde se definió el tipo de investigación, población y muestra, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento y el análisis de la información.

**Capítulo IV.-** Se analizaron los diferentes resultados obtenidos mediante el procesamiento de datos, contrastación o prueba de hipótesis de la investigación.

**Capítulo V.-** Se realizó la discusión de los resultados con las referencias bibliográficas.

# CAPÍTULO I

## 1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la población rural se enfrenta a muchos conflictos algunos de ellos son: la invasión y son desplazados de sus terrenos de cultivos (agrícolas), a causa del aumento demográfico, urbanización y a medida que todo va industrializándose; con ello a nuestro tema de investigación: la electrificación, para lo que es necesario la instalación de las torres de alta tensión, lo cuales cuentan con un sistema de pozo a tierra la cual se encarga de desviar corrientes eléctricas de diversa intensidad hacia el sustrato; el limitado y escasa información por parte de las empresas encargados de las instalaciones y posteriores mantenimientos de dichas infraestructuras (torres de alta tensión) repercute en la desconfianza así mismo el miedo de la población de las zonas rurales, conlleva a los conflictos sociales. Las compañías que laboran en la construcción y/o mantenimiento de estas torres de alta tensión, tienen como prioridad fundamental controlar todas las variables que afectan al buen desempeño de las actividades y el equilibrio de las cargas eléctricas; siendo el equilibrio de las cargas eléctricas un factor determinante en la seguridad y tranquilidad de las personas, precisamente por ello se utiliza el pozo a tierra, cuya finalidad es la protección de personas y aparatos electrónicos, como también la colocación a tierra, el cual se encarga de desviar las corrientes eléctricas de diversas intensidades hacia un punto donde no causara daños mayores.

Si bien el pozo a tierra es exigido por las compañías distribuidoras y por normativas nacionales e internacionales relacionadas a la seguridad en el entorno eléctrico, sin embargo en las compañías se han encontrado frente a creencias y suposiciones de los lugareños con las idea de que estos sistemas tienda a contaminar los sustratos, afectando así a los cultivos con la infertilidad de estas; por otra parte las líneas de

transmisión y las torres eléctricas pueden tener un impacto de significancia para el medio ya sea tanto en la construcción y/o operación, debido a factores tales como los campos electromagnéticos, la fragmentación del hábitat, la visibilidad de las torres de alta tensión y el cruce por zonas altamente poblados o ambientes frágiles (GNR, s.f.).

Los efectos del plomo en el suelo, si se presentan en altas concentraciones pueden producir algunas alteraciones en las plantas, también en la degradación de los suelos, lo cual disminuye en su productividad; si la contaminación es excesiva, puede llegar producir desertificación y afecta principalmente la fauna; el problema de la contaminación del medio por metales pesados es que su efecto es silencioso, no se observa; sin embargo cuando nos damos cuenta del daño que producen ya es demasiado tarde, sin olvidar de mencionar lo peligroso que son para la salud. (ASTDR, 2007).

Las lombrices, así como otros invertebrados importantes para el suelo, son muy sensibles al envenenamiento por Cadmio; pueden morir aun en bajas concentraciones, cuando las concentraciones de Cd en el suelo son muy elevadas influyen en la existencia de los microorganismos del sustrato, logrando así amenazar a todo el ecosistema. (LENNTECH BV., 2019).

No obstante, al ingerir alimento y/o estar al contacto con niveles altos genera irritación grave al estómago, consecuentemente los vómitos, diarreas, inclusive llevar a la muerte. (ATSDR, 2014).

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál será la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020?

### **1.2.2. Problema específico**

¿Cuál será la concentración de cadmio en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020?

¿Cuál será la concentración de plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondo, distrito de Huánuco – Huánuco 2020.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar si la concentración de cadmio total, en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

Determinar si la concentración del plomo, en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

A nivel local, regional y nacional no existe algún tipo de estudio relacionado con el tema a investigar la cual trata de determinar si una torre de alta tensión influye en la concentración de metales pesados en el suelo; esta investigación tiene importancia social y ambiental, ya que abarca el conflicto social existente en las comunidades rurales que imparten la negatividad sobre las instalaciones de torres de alta tensión y de telecomunicaciones cerca a sus terrenos de cultivo, donde viven y/o desarrollan sus actividades del día a día, el miedo predominante de la población ante estas estructuras generan los dichos conflictos oponiéndose a la construcción y/o funcionamiento de estos sistemas, siendo este el área de esta presente tesis

La población muestra su rechazo, sosteniendo que las torres de alta tensión contaminan el medio en el que viven, generando así campos eléctricos y electromagnéticos alrededor de ellos, señalando que pueden verse afectados su salud de los centros poblados aledaños, asentamientos humanos, comunidades rurales, creen que estas torres contaminan de alguna u otra manera sus suelos agrícolas de tal manera que reducen la productibilidad, por otra parte son desplazados de sus terrenos y otra que no tienen más alternativa que convivir con ellos, realizando así sus actividades cotidianas alrededor de estas torres de alta tensión.

La industrialización y la urbanización creciente generan impactos en el medio ambiente, la instalación de las torres de alta tensión o la presencia de esta en áreas activas de una población cercana generan conflictos sociales.

Con ello, se ve la importancia de la presente tesis; ya que estudio si existe o no alguna influencia de las torres de alta tensión en la contaminación de los suelos (por cadmio y plomo); y con esto se demostró, explico la realidad situacional del centro poblado Nauyan - Rondos, aportando con nuevos conocimientos y datos científicos puntuales sobre la problemática que se viene presentando en las diversas comunidades rurales del país.

**Justificación Teórica:** La tesis permitió recolectar y demostrar nuevos datos y conocimientos, acerca de la influencia de las torres de alta tensión (con pozo a tierra), en la concentración de los metales pesados como cadmio y plomo en el suelo agrícola.

**Justificación Práctica:** Los resultados que fueron generados permiten tomar y ejecutar decisiones futuras respecto al nivel de la contaminación del sustrato por el uso de pozo a tierra de torres para aumentar su aceptación dentro de los ciudadanos huanuqueños. La información está sujeta a la respuesta del propio colaborador, por el cual será una buena estrategia para la gestión de una empresa.

**Justificación Metodológica:** La tesis uso métodos científicos validados académicamente, partiendo por el deductivo al experimental, siendo la



observación, el muestreo y el estadístico que complemento la información deseada.

## **1.6. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El costo económico para realizar los análisis de laboratorio respectivos de las muestras de suelo; así mismo por la falta de laboratorios implementaciones y acreditados para el análisis de los metales pesados dentro de la ciudad.

La distancia entre el lugar de estudio y la residencia; ya que se tuvo que realizar monitoreos, toma de muestras, envíos de las mismas para sus respectivos análisis.

El desarrollo de la tesis en un menor tiempo debido a las responsabilidades laborales y familiares.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente tesis fue factible debido a las siguientes razones:

**Viabilidad Operativo:** Se contó con la colaboración de un sinnúmero de autoridades nacionales y locales que brindaron un adecuado soporte a la investigación; así también con laboratorios donde se trabajaron las muestras de estudio.

**Viabilidad Técnica:** Para la elaboración de la tesis se contó con los siguientes instrumentos como: guías, protocolos y normativas.

**Viabilidad Económica:** Para el desarrollo de la tesis se contó con los recursos económicos y financieros tanto para la elaboración y ejecución.

**Viabilidad Ambiental:** El desarrollo de la tesis no causó daño, ni alteración al individuo, comunidad, ni al ambiente; más bien tuvo la finalidad de conocer la problemática social y ambiental que viene dándose recurrentemente en las instalaciones de las torres de alta tensión y de telecomunicaciones; siendo de interés a nivel local, provincial, regional y nacional.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Izquierdo, (2015). Ecuador “Contaminación de suelos agrícolas provocadas por el uso de agroquímicos en la parroquia San Joaquín”. Esta tesis tiene como objetivo determinar el nivel del grado de contaminación en el suelo, producido por la aplicación de agroquímicos en los cultivos hortícolas de la parroquia de San Joaquín, a través del método de cromatografía de gases con detección en modo de espectrometría de masas en tándem (GC – MS/MS), para establecer su concentración y tipo de contaminante para su posterior comparación y tipo de contaminante para su posterior comparación con el límite máximo permisible establecido en la normativa ecuatoriana. Como resultados se obtuvo que el análisis de las encuestas realizadas a comerciantes determino que el plaguicida vendido con mayor frecuencia fueron glifosato y malatión, los mismos que se clasifican dentro de los compuestos organofosforados, este tipo de plaguicidas sirven principalmente para eliminar insectos y malas hierbas. El autor llego a la conclusión que la presencia del fosfato no indica la presencia del compuesto en el suelo de la parroquia San Joaquín, debido a que la detección de cromatógrafo fue  $<0.01$ ; el incremento de fosfato en el suelo se puede atribuir a diferentes factores como la presencia de materia orgánica, excremento de los animales existentes en la zona alta ya que hay presencia de la ganadería; por otro lado no hubieron diferencias significativas en los valores de toma de muestras, al inicio del sistema de riego se dieron concentraciones más altas de fosfato, seguido por el final del sistema de riego y el suelo no cultivado tuvo las menores concentraciones. Señaló también que los resultados obtenidos en el laboratorio no varían dependiendo del lugar y el día de la toma de muestra por lo tanto la concentración de compuestos organofosforados

son insignificantes al no ser detectados por el equipo cromatógrafo debido a que los valores se encuentran por debajo del límite de la detección del equipo; así mismo se comparó los resultados de fosfato con un suelo donde no existe actividad económica y aun así los resultados tenían un mismo comportamiento en todos los puntos de muestreo.

De la Peña, (2015). México. “Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plaza públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México”. Tuvo como principal objetivo determinar la concentración de plomo y cadmio en el suelo superficial de algunas plazas y algunos parques públicos para establecer el riesgo potencial a la exposición de los niños en estos lugares recreativos. Así como obtener la correlación que presentan valores de concentración por los dos métodos analíticos utilizados en esta investigación: La espectroscopia de absorción atómica y la espectroscopia de fluorescencia de rayos X, portátil, para determinar el posible uso de esa técnica en el campo para la obtención de datos, de manera preliminar. Como resultados se obtuvo que las concentraciones de cadmio obtenidas por medio de espectroscopia de absorción atómica estuvieron por debajo de lo establecido por la normativa de Canadá (10 mg/kg), Costa Rica (8 mg/kg) y Estados Unidos de América (37 mg/kg) incluyendo la normativa mexicana (37 mg/kg). La mayor concentración de este metal se encontró en la muestra M6, en el tamaño de la partícula menor que 0.105 mm con una concentración de 6.99 mg/kg, llegándose así a la conclusión de que se presenta contaminación en el suelo de las plazas y parques públicos, pudiéndose realizar el recubrimiento de los suelos en las áreas de los juegos para niños.

Peláez, M., Bustamante, J., Gómez, E, (2014). Colombia. “Presencia de cadmio y plomo en suelos y su bioacumulación en tejidos vegetales en especies de *Brachiaria* en el Magdalena medio colombiano”. La tesis tuvo como objetivo determinar la presencia de cadmio y plomo en tejidos vegetales, la investigación confluye en dos actividades económicas: Una

ganadería intensiva y una consolidada industria petroquímica; esta última representa un potencial peligro para la salud pública, como consecuencia de la emisión de metales tóxicos (plomo y cadmio) que pueden incorporarse a la cadena trófica. Por ello se realizó un inventario de pasturas en esta región en función de la distancia (100, 500, 2500 y 5000 m) al foco emisor contaminante. Así se muestrearon en zonas próximas a la refinería de crudo (Barrancabermeja, Santander), en pozos de extracción (Yondó, Antioquía) y tomando como testigo el campus académico de la universidad de la Paz (Barrancabermeja, Santander). Los resultados obtenidos indican una alta frecuencia de representantes de la familia Poaceae y de sus géneros de *Brachiaria* spp., con importantes diferencias. La información se interpretó en tres primeros componentes, donde las variables con mayor peso fueron la profundidad del suelo a 5 y 30 cm, tipo de pastura con predominio de las especies introducidas y el transecto en relación a la distancia focal de las introducidas y el transecto en relación a la distancia focal de las fuentes de contaminación. Así, en la zona de la refinería solo se han detectado dos especies de *Brachiaria*, mientras que en la zona de los pozos de extracción y en la zona testigo se presenta mayor frecuencia de otras especies de *Brachiaria*. Se concluye que los mayores niveles de bioacumulación de metales en tejidos vegetales presento el siguiente orden: raíz > tallo > hojas >, a su vez la acumulación en suelo mostro ser mayor en la profundidad de 5 cm.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Rojas, (2015). Tarma. “Factores determinantes del a contaminación de suelos en la provincia de Tarma 2015”. La tesis tuvo como objetivo conocer como la contaminación del suelo afecta la calidad y cantidad en la producción agrícola; como metodología empleo la investigación cualitativa – descriptiva; con un nivel exploratoria. Como resultados el autor obtuvo, que tomando en consideración el proceso de trabajo de campo, el grado de conocimiento sobre el tema ambiental por parte de los agricultores de la zona; encontrando que el 95,7% ha escuchado

hablar de la contaminación ambiental y en una menor proporción 4,3% no han escuchado hablar de la contaminación ambiental. Se llegó a la conclusión que existe contaminación ambiental y contaminación de suelo, donde uno de los principales contaminantes es el arrojo de basura en los ríos, calles y campos de cultivo; y que las autoridades locales no se encuentran realizando campañas de capacitación sobre la contaminación de suelos y el medio ambiente a la población por lo mismo que se carece de cultura de educación ambiental y contaminación de suelos, al no tener cultura son los mismos pobladores los que contaminan los ríos, suelos y campos de cultivo volviéndose dependientes de los pesticidas y fertilizantes para lograr una cosecha productiva. En ese sentido afirma que los pobladores se encuentran dispuestos a recibir charlas y capacitaciones en temas de contaminación ambiental y contaminación del suelo y obtener alternativas para mejorar sus cultivos. Por lo mismo que los campos de cultivo se hacen infértiles debido al uso excesivo de los fertilizantes y pesticidas.

Calderón, (2015). Junín. “Suelos contaminados con plomo en la ciudad de la Oroya, Junín y su impacto en la calidad del agua de río Mantaro”. La tesis tuvo como objetivo demostrar el impacto del plomo de los suelos de la Oroya – Junín en la calidad del agua del río Mantaro, en cuanto al contenido de plomo; y como resultados la unidad de análisis son los suelos superficiales de la ciudad de Oroya I antigua y el agua del río correspondiente al tramo del río Mantaro que pasa por ahí, para determinar las dimensiones del muestreo para suelos, se tomó en cuenta la guía de muestreo de suelos del Ministerio del Ambiente (MINAM), específicamente el tipo de muestreo de identificación de acuerdo a lo establecido en el D.S. N.º 002-2013 – MINAM. Los resultados fueron comparados con los ECA suelo, para minimizar la posibilidad de obtener muestras en áreas contaminadas por plomo proveniente de la gasolina. Como conclusión señala el autor que el contenido de plomo en los suelos de la Oroya impacta en la calidad del agua del río Mantaro debido a que aumentó significativamente el nivel de plomo en las aguas de dicho río, así mismo hace mención que los suelos ubicados frente al complejo

metalúrgico están contaminados hasta con 300 mg/kg y 500 mg/kg, llegando a valores de 900mg/kg como es el caso de la zona de Huanchan colindante al depósito de escorias, el cual supera todo los ECAs de suelo establecidos para vivienda. Menciona que en periodos secos el incremento del plomo en las aguas del rio Mantaro es de 0.01 mg/L hasta 0.04 mg/L, en periodos de avenidas es de 0.03 mg/L hasta 0.11 mg/L superando los ECAs de agua, para mantener vida en el que es de 0.0025mg/L.

Velásquez, (2016). Lima. "Contaminación por plomo y cobre en el rio Huaycoloro y su influencia en la calidad del agua en el rio Rímac, 2016". Tuvo como objetivo evaluar la influencia de la contaminación del rio Huaycoloro por plomo y cobre en la calidad del agua del rio Rímac, 2016". La investigación conto con un diseño experimental, con tipo de estudio descriptivo correlacional, con resultados respecto a la evaluación de la influencia de la contaminación del rio Huaycoloro por plomo y cobre en la calidad del agua del rio Rímac, las concentraciones tomadas superan a la concentración de la muestra analizada antes de la desembocadura del rio Huaycoloro; así como lo demuestra Triveño (2016) en sus tesis influencia del agua del rio Marañón en la calidad del agua del rio Pachachaca, Abancay, realizando análisis físicos, químicos y microbiológicos. Concluyendo con respecto a los valores d ellos parámetros físicos y químicos obtenidos se concluye que el agua contaminada del rio Huaycoloro, influye en la calidad del agua del rio Rímac 2016. De acuerdo a los resultados, los valores correspondientes a la concentración de plomo y cobre que son menores a los valores del nivel de significancia de 0.05, por lo que podemos afirmar con un nivel de confianza del 95% que las aguas del rio Huaycoloro influyen sobre la calidad del agua del rio Rímac. Según los ECAs para el agua en los meses de abril y junio, la concentración de plomo es mayor a lo que se indicó, en el mes de febrero las concentraciones de plomo y cobre no superan a los ECAs.

### 2.1.3. Antecedentes locales

Rafael, (2015). Panao. "Factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de: Pasto y Pinayog de Chaglla, 2015". Tuvo como objetivo identificar los factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de Pasto y Piñayog en Chaglla. Se concluyó que el nivel de instrucción influye en el uso de pesticidas y fertilizantes, porque se deja llevar por los distintos medios en que se promocionan las empresas en el uso de insecticidas para disminuir la población de plagas (50% de plagas y 50% de insectos benéficos) mas no para eliminar el 100% de plagas, dado a que cada insecticida presenta características toxicológicas, químicas y físicas, ya que las tres determinan su eficiencia contra las plagas y su efecto contra insectos benéficos, plantas, animales silvestres y al hombre. Las características químicas y físicas determinan su estabilidad, persistencia en medio ambiente, compatibilidad y posibles formulaciones. En cuanto a la correlación entre las variables nivel de instrucción y si ¿utiliza Ud. fertilizantes por influencia de los promotores de la publicidad?, se halló un coeficiente de correlación de Rho de Spearman de 0.49 con un valor de  $p < 0.044$  indicando significancia al nivel de 0.05.

Riveros, (2014). Huánuco. "Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higueras, Huánuco". La tesis tuvo como objetivo determinar los metales pesados en hortalizas regados con aguas del rio Higueras en las áreas de cultivo; los resultados para metales pesados en el suelo fueron para cadmio 1.73 mg/L, plomo 11.83 mg/L, indica además que muestra la mayor acumulación en la parte superficial del suelo y el peligro para las plantas que enraízan solamente en esta capa, concluyéndose que el suelo de la plantación hortícola no se encontraron niveles tóxicos de metales pesados cuando se acumulan en concentraciones excesivas son tóxicos provocando hasta la muerte, así mismo se han reportado efectos tóxicos en los microorganismos del suelo.

Huamani., et al, (2012). Tingo María. “Presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico; en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú”. La tesis tuvo como objetivo evaluar los contenidos de cadmio y plomo en los suelos y hojas de cacao en las regiones de Huánuco y Ucayali. Se recolectaron y analizaron en el laboratorio las muestras tomadas, arrojando como resultados valores promedios de cadmio y plomo disponibles en el suelo que fueron de 0.53 y 3.02 ppm.

## **2.2. MARCO LEGAL**

- Guía para el muestreo de suelos D.S N.º 002 – 2013 – MINAM
- D.S N.º 002 – 2013 – MINAM y D.S. N.º 002 – 2014 – MINAM
- D.S N.º 011 – 2017 – MINAM



**Tabla N° 1.***Estándares de Calidad Ambiental para Suelo D.S. N.º 011 – 2017 – MINAM*

Parámetros en mg/kg PS <sup>(2)</sup>	Usos del suelo (1)			Métodos de ensayo <sup>(7)</sup> Y <sup>(8)</sup>
	Suelo agrícola <sup>(3)</sup>	Suelo	Suelo	
		Residencial	comercial <sup>(5)</sup>	
		/ Parques <sup>(4)</sup>	/ Industrial  / Extractivos <sup>(6)</sup>	
<b>Inorgánicos</b>				
Cadmio (mg/kg Ms)	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Plomo (mg/kg MS)	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051

**Notas:**

- (1) Suelo: El muestreo de suelos se realiza siguiendo las pautas de la Guía para muestreo de Suelos.
- (2) PS: Peso Seco.
- (3) Suelo agrícola: Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

- **(4) Suelo residencial / parque:** Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.
- **(5) Suelo comercial:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.
- **(6) Suelo industrial/extractivo:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla, abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.
- **(7) Métodos de ensayo estandarizados, vigentes o métodos validados y que cuenten con acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).** Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA correspondiente al parámetro bajo análisis.
- **(8) Para aquellos parámetros respecto de los cuales no se especifican métodos de ensayo empleados para la determinación de las muestras, se deben utilizar métodos que cumplan con las condiciones señaladas en la nota (7).**
- **EPA:** Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

## **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

### **2.3.1. Suelo agrícola**

Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos así mismo aptos para el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantiene un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas (MINAM, 2017).

### **2.3.2. Contaminación del suelo**

El suelo es el componente esencial donde se desarrolla la vida, evolucionan las plantas y animales, su contaminación puede trascender sobre la cadena alimenticia y sobre la contaminación del agua, el suelo contaminado es aquella que ha sido alterada por vertido directo o indirecto de residuos o productos tóxicos altamente peligrosos, el resultado del vertido es la presencia de sustancias que transfieren al suelo propiedades nocivas, insalubres, molestas o peligrosas. Los suelos pueden ser variados como lo son las sustancias de tal manera que se puede presentar los daños y riesgos (MINAM, 2013).

- El suelo pierde su capacidad para la producción agrícola u otra actividad productiva que se desarrollaba.
- Contaminación de agua subterránea, superficies y del aire.
- Intoxicación y envenenamiento por contacto directo a través de la cadena alimenticia.

### **2.3.3. Causas de la contaminación de suelos**

- La basura: Todo aquel desperdicio, materias y residuos sólidos provenientes de las actividades diarias del hombre.

- **Uso de agroquímicos:** Los fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas, nematicidas; que tienen un promedio de vida residual de 30 años. La planta no aprovecha en su totalidad esta, lo sobrante se filtra en el suelo.

**Algunos de los procesos que influyen en el deterioro de los suelos:**

- **Deforestación:** Tala de árboles por explotación maderera, agrícola.
- **Erosión:** Desprendimiento o arrastre de partículas del suelo ya sea erosión hídrica causada por el agua o erosión eólica causada al aire.
- **Salinización:** Incremento de las sales salubres que reducen en su capacidad productiva del suelo.
- **Degradación física:** Producidas por el encostramiento, reducción de permeabilidad, compactación, cementación y degradación de la estructura.
- **Degradación biológica:** Incremento de la materia orgánica.
- **Degradación química:** Pérdida de nutrientes por lixiviados.
- **Asentamientos humanos:** La expresión urbana afectando la degradación del suelo por la sustitución de la cobertura vegetal por la cobertura asfáltica. (Cárdenas, A., 2012)

***a) Tipos de suelos contaminados que pueden producirse:***

- **Contaminación local:** Proviene de actividades como: vertederos, actividades industriales, explotaciones mineras.
- **Contaminación difusa:** Proviene de las actividades agrícolas, lodos, depurados, pesticidas. (Wong A, 2017).

**2.3.4. Metales pesados en suelos agrícolas**

“Los metales pesados están presentes en el sustrato como parte de componentes naturales del mismo, como también pueden estar

presentes a consecuencias de las actividades antropogénicas...” (Mahler, 2003).

La acumulación de los metales pesados en los suelos destinados para la agricultura, es un riesgo crítico para la salud humana, así como también la existencia de los organismos, los efectos negativos de o los metales pesados presentes en el suelo, dependen de su concentración (cantidad) además de las propiedades específicas del suelo. En tal sentido, cuando se sobrepasa la capacidad amortiguadora por una carga continua de sustancias contaminantes o bien se presenta cambios en el pH del suelo, los metales pesados suelen liberarse quedando biodisponibles en la solución del suelo, para ser absorbidos por las plantas a través de las raíces (Rueda et al., 2011).

#### **a) Origen de la contaminación del suelo por metales pesados**

“Los metales pesados se encuentran presentes en el suelo, bien como componentes naturales o a consecuencia de las actividades antropogénicas, siendo de tal manera donde se contamina el medio ambiente. (Cárdenas, A., 2012).

- **Origen natural:** Los metales pesados al meteorizarse, se encuentran en los suelos y estas concentraciones naturales pueden llegar a ser tóxicas, debido a que pueden ocasionar acumulación de algún metal en plantas y ocasionar efectos tóxicos para los animales que la consumen. (Sánchez, 2003).
- **Origen antropogénico:** La concentración natural se incrementa por diversas actividades humanas, entre ellas destacan la minería, la fundición, la producción energética, actividad industrial y/o depósito/vertido de residuos, parque automotor, etc. (Weber y Karczewska, 2004).

**Tabla N° 2.**

*Estándares de Calidad Ambiental para Suelo D.S. N.º 011 – 2017 – MINAM, parámetros: Cadmio (Cd) y Plomo (Pb)*

Usos del suelo (1)		
Parámetros en mg/kg PS (2)	Suelo agrícola (3)	Métodos de ensayo (7) Y (8)
	<b>Inorgánicos</b>	
Cadmio (mg/kg Ms)	1,4	EPA 3050 EPA 3051
Plomo (mg/kg MS)	70	EPA 3050 EPA 3051

Notas:

**(2) PS:** Peso Seco.

**(3) Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

**(7) Métodos de ensayo** estandarizados, vigentes o métodos validados y que cuenten con acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA correspondiente al parámetro bajo análisis.

**(8)** Para aquellos parámetros respecto de los cuales no se especifican métodos de ensayo empleados para la determinación de las muestras, se deben utilizar métodos que cumplan con las condiciones señaladas en la nota (7).

### 2.3.5.El Cadmio (Cd)

Elemento metálico que se presenta de forma natural en cantidades diminutas en el aire, el agua, el suelo y los alimentos; la exposición a concentraciones altas de cadmio puede causar ciertos padecimientos en la salud. Las fuentes antropogénicas de cadmio varían desde productos de la extracción de zinc, combustión de carbón, escoria de las minas, materiales catódicos de las baterías, producción del acero y hierro, pesticidas como fertilizantes. (Sanabria, R., 2002).

Indica que el Cadmio es un agente toxico que se asocia a la contaminación ambiental, ya que reúne las 4 características de un toxico como son:

- Efectos adversos para el hombre y todo aquel que habita en el medio.
- Persistencia en el medio.
- Bioacumulación.
- Fácil de trasladarse a grandes distancias con el viento y en los cursos hídricos.

#### a) Efectos del Cadmio en el organismo de las personas

Según la Agencia para Sustancias Tóxicas y Registro de Enfermedades (ATSDR, 2014). Al ingerir alimentos o tomar agua con niveles de cadmio muy altos genera irritación grave al estómago, a consecuencia de esto genera vómitos, diarrea y en ciertas ocasiones hasta la muerte.

La ingesta de niveles bajos de cadmio, durante periodos extendidos de tiempo, conlleva a la acumulación de dicho metal en los órganos como los riñones; y así alcanzándose niveles altos por la acumulación, de esta forma produce daño al riñón. Por otro lado, la exposición persistente de esta misma provoca fragilidad en el sistema óseo. (ATSDR, 2014).

## b) Efectos ambientales del Cadmio

Los suelos del tipo ácido, aumentan la absorción del cadmio por la flora, generando un daño a nivel crítico para la fauna pues estas se alimentan de ello, el cadmio se va acumulando en sus cuerpos. Por otro lado, las lombrices y otra biota importante tanto para el sustrato pueden verse altamente afectados, pues algunos son muy sensibles al envenenamiento por cadmio, pudiendo morir a muy bajas concentraciones, cuando estas concentraciones son muy elevadas influye en la existencia de los microorganismos del suelo, viéndose afectado todo el ecosistema. (Lenntech BV., 2019).

### 2.3.6.El Plomo (PB)

Es un metal pesado que se encuentra extensamente distribuido en el sustrato de manera natural y en pequeñas cantidades en la corteza terrestre siendo un 0.002%. Este metal pesado es distinguido como una amenaza significativa para la salud del hombre, siendo los más vulnerables los niños.

#### a) Efectos del plomo en el organismo de las personas

En los adultos, el plomo puede crear problemas de salud como:

- Dolores musculares y articulares.
- Desordenes nerviosos.
- Problemas reproductores en los hombres (varones y mujeres).
- Problemas de concentración y memoria.
- Complicaciones en el embarazo.
- Alta presión sanguínea.
- En los niños, el plomo afecta de la siguiente manera:
- Dolores de cabeza.



- Crecimiento retardado.
- Daño al cerebro y al sistema nervioso.
- Problemas de audición.
- Problemas de comportamiento y de aprendizaje.

El plomo al ser ingerido o inhalado por las mujeres gestantes es absorbido en la sangre y pasa a la placenta, afectando directamente al embrión, produciéndose abortos, nacimientos prematuros, entre otras. (ASTDR, 2007).

#### **b) Efectos ambientales del plomo**

Son bastantes graves, ya que cambian la alcalinidad del sustrato, lógicamente depende de la concentración que presenten; así mismo contaminan el agua y los cultivos; si son en una cantidad excesiva de plomo se pueden producir algunas alteraciones en las plantas degradando el suelo, lo cual disminuye su productividad llegando incluso hasta la desertificación de las mismas. A nivel de los lagos y ríos afecta a toda fauna, el problema principal es que los metales pesados en el ambiente tienen un efecto silencioso, y cuando nos damos cuenta del daño ya es tarde; lo mismo sucede en la salud. (ASTDR, 2007).

El plomo se acumula en los organismos, de esta manera es como limita la síntesis de la clorofila, perjudicándolas en su crecimiento e introduciéndose en la cadena alimenticia.

Respecto a la fauna, la contaminación puede causar graves efectos en su salud e incluso provocar la muerte, siendo estos los más perjudicados los crustáceos y otros invertebrados que son altamente sensibles.

#### **2.3.7. Torre de alta tensión**

Es una estructura de gran altura, de acero que sirve de soporte de los conductores eléctricos aéreos de las líneas de transmisión de energía

eléctrica. Y el sistema puesto a tierra se encarga de desviar las corrientes eléctricas de diversa intensidad hacia el sustrato. (Gómez, 2010).

### **2.3.8. Sistemas puestos a tierra**

Es un sistema de puesta de tierra por lo general tiene un conductor o punto (el neutro o punto común de las estrellas) conectados a la tierra intencionado. Que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia la tierra impidiendo que el usuario entre en contacto con la energía eléctrica. Esta conexión se realiza acerca donde se unen los 3 enrollados individuales de un transformados trifásico; este método se aplica cuando hay la necesidad de conectar al sistema de cargas fase neutro para prevenir que el voltaje neutro a la tierra varíe con la carga, la conexión a tierra reduce las fluctuaciones del voltaje y el desequilibrio que podría ocurrir de otra forma. (Gómez, 2010).

#### **a) Propósito de un sistema de puesta a tierra**

- Proporcionar una impedancia suficientemente baja para facilitar la operación satisfactoria de las protecciones en condiciones de falla.
- Asegurar a los seres vivos presentes no queden expuestos a potenciales inseguros, en régimen permanente o en condiciones de falla.
- Garantizar a niveles seguros los valores de la tensión a tierra de equipos o estructuras accidentalmente energizados y mantener en valores determinados la fase tierra de sistemas eléctricos.
- Permitir la conducción a tierra de cargas estáticas o atmosféricas.
- Limitar el voltaje a tierra sobre materiales conductivos que circundan conductores o equipos eléctricos. (Gómez, 2010).

## b) Tipos de sistemas a puesta de tierra

Los tipos de tierra son:

- **Puesta a tierra para sistemas eléctricos:** Actúa conduciendo eventuales descargas eléctricas hacia la tierra evitando que el ser humano entre en contacto con la energía eléctrica.
- **Puesta a tierra de los equipos eléctricos:** Actúa derivando la energía de la sobre tensión evitando de esta manera daños a equipos eléctricos o electrónicos.
- **Puesta a tierra en señales electrónicas:** Actúa en la conducción de eventuales desvíos de corriente eléctrica hacia la tierra impidiendo que el equipo o el usuario entre en contacto con la electricidad perjudicial.
- **Puesta a tierra de protección eléctrica:** Para evitar que la carcasa o cubierta metálica de ellos represente un peligro potencia respecto de tierra que pueda significar un peligro para el operario o usuario del equipo.
- **Puesta a tierra de protección atmosférica (pararrayo):** Actúa desviando hacia la tierra, la carga eléctrica producida por los rayos de nube negativa evitando el impacto directo hacia la tierra.
- **Puesta a tierra de protección electrostática:** Actúa neutralizando la carga electrostática producida en materiales dieléctricos. (Gómez, 2010).

### 2.3.9. Efectos ambientales de una torre de alta tensión

Las líneas de transmisión eléctrica pueden tener un impacto significativo en el medio, tanto durante la construcción y operación; debido a factores como los campos electromagnéticos, la corta de bosques, la fragmentación del hábitat, la visibilidad de las torres de alta tensión y el cruce por zonas densamente pobladas o ambientes frágiles. (Bagli, 2011).

La construcción, operación y mantenimiento de las líneas de transmisión ha tenido en el corto y largo plazo efectos en el medio ambiente. Los mayores impactos resultan del mantenimiento y las actividades de construcción, como la habilitación de caminos de acceso, limpieza de vegetación en la franja de servidumbre y la preparación del terreno. Se refiere que las líneas de alta tensión generan impactos ambientales significativos. Por una parte, se produce una segmentación como la fragmentación del territorio, que impacta en los suelos y la masa vegetal como arbolea. La eliminación sistemática de vegetación debajo de las líneas de alta tensión provoca la proliferación de especies herbáceas, que, a causa de la sequía, resultan altamente pirofilas, incrementando el riesgo de incendios. Además, existen importantes impactos sobre la avifauna. Según las estimaciones realizadas por distintas asociaciones ecologistas, cada año más de 30.000 aves mueren por colisión o por electrocución con cables de alta y baja tensión en el estado español. En muchos casos se trata de especies amenazadas, como sucede en el caso de las águilas reales y perdices, búho real, avutarda o alimoche. (Belmonte, 2005).

## 2.4. BASES TEÓRICAS

- **Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos así mismo aptos para el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantiene un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas (MINAM, 2017).
- **Calidad de suelos:** Es la capacidad natural que posee el suelo de cumplir diferentes funciones: ecológicas, agronómicas, económicas, culturales, arqueológicas y recreacionales. Es el estado del suelo en función de sus características físicas, químicas y biológicas que le

otorgan una capacidad de sustentar un potencial ecosistémico natural y antropogénicas. (MINAM, 2013).

- **Contaminante:** Cualquier sustancia química que no pertenece a la naturaleza del suelo o cuya concentración excede la del nivel de fondo susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas o el ambiente. (MINAM, 2013).
- **Suelo contaminado:** Aquel suelo cuyas características químicas han sido alteradas de forma negativa por la presencia de sustancias químicas contaminantes depositados por actividad antropogénico, en concentraciones tales que en función del uso actual o previsto del sitio y sus alrededores represente un riesgo a la salud humano o el ambiente. (MINAM, 2013).
- **Metales pesados:** El tipo de roca madre que ha generado el suelo, determinara directamente la cantidad de metales pesados existentes en dichos suelos de forma natural. En áreas mineras, las capas superiores de suelos minerales presentan concentraciones elevadas de cobre, selenio, cadmio, níquel y hierro.
- **Plomo:** Es un metal pesado que se encuentra extensamente distribuido en la tierra de manera natural y en pequeñas cantidades (0.002%) en la corteza terrestre. El plomo es reconocido como la amenaza más significativa para la salud de las personas, siendo los niños los más vulnerables. (Volke, 2005).
- **Cadmio:** Elemento metálico que se presenta de forma natural en cantidades diminutas en el suelo, aire y agua; así como en los alimentos, la exposición a concentraciones altas de cadmio puede causar ciertos cánceres y otros problemas de salud.
- **Partes por millón (ppm):** Es una unidad de medida con la que se mide la concentración. Determina un rango de tolerancia. Se refiere a la cantidad de unidades de una determinada sustancia (agente, etc.) que hay por cada millón de unidades del conjunto. (Wikipedia, 2019).

- **Parámetro:** Cualquier elemento o sustancia química del suelo que define su calidad. (MINAM, 2013).
- **Estándares de Calidad Ambiental (ECA):** Es un instrumento de gestión ambiental, que se establece para medir el estado de la calidad ambiental en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentraciones de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. (MIMAN, 2017).
- **Torre de alta tensión:** Es una estructura de gran altura, de acero que sirve de soporte de los conductores eléctricos aéreos de las líneas de transmisión de energía eléctrica. Y el sistema de puesto a tierra se encarga de desviar corrientes eléctricas de diversas intensidades hacia el suelo. (Wikipedia, 2019).
- **Monitoreo:** Evaluación sistemática de la calidad ambiental del suelo. Para fines de remediación permite determinar la extensión de la contaminación del suelo y verificar la efectividad de la remediación. (MINAM, 2017).
- **Punto de Muestreo:** Lugar del suelo o área determinada donde se toman las muestras, sean estas superficiales o de profundidad. (MINAM, 2013).
- **Muestra Simple:** Las muestras colectadas en un tiempo y en un lugar particulares son llamadas muestras simples. Este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una **muestra de la población en el tiempo que fue colectado.** (MINAM, 2013).

## 2.5. SISTEMA DE HIPOTESIS

### 2.5.1. Hipótesis general

**Ha:** La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, influye en la concentración de cadmio y plomo.

**H<sub>0</sub>:** La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, no influye en la concentración de cadmio y plomo.

### **2.5.2. Hipótesis específica**

**H<sub>a1</sub>:** La concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

**H<sub>o1</sub>:** La concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

**H<sub>a2</sub>:** La concentración de plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

**H<sub>o2</sub>:** La concentración de plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, no cumple con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).

## **2.6. SISTEMA DE VARIABLES**

### **2.6.1. Variable dependiente**

Concentración de Cadmio y Plomo

### **2.6.2. Variable independiente**

Influencia de la Torre de alta tensión

## 2.7. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Título:** “INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA concentración DE CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO AGRÍCOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO DE HUÁNUCO – HUÁNUCO 2020”

**Tesista:** Bach. AYALA TELLO, Jefferson Víctor

**Tabla N° 3.**

**Matriz de operacionalización de variables**

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD	INSTRUMENTOS
Variable Dependiente Concentración de Cadmio y Plomo	<p><b>Concentración de metales pesados:</b> Es el aumento en la cantidad de metales pesados presentes en el suelo, a consecuencia de actividades antropogénicas o de origen natural.</p> <p><b>Cadmio:</b> Elemento metálico que se presenta de forma natural en cantidades diminutas en el aire, el agua, el suelo y los alimentos.</p> <p><b>Plomo:</b> Es un metal pesado que se encuentra extensamente distribuido en la Tierra de forma natural y en pequeñas cantidades (0.002%) en la corteza terrestre.</p>	Se analizará las muestras de estudio en un laboratorio para determinar la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola usado como pozo tierra de una torre de alta tensión.	Parámetros Fisiquímicos	Peso (muestra de suelo)	Kg (g)	Ficha de campo Guía para toma de muestra
				Cadmio (Cd)	Mg/kg - ppm	Laboratorio
				Peso (muestra de suelo)	Kg(g)	Ficha de campo.
				Plomo (Pb)	Mg/kg - ppm	Guía para toma de muestra Laboratorio. Laboratorio.
Variable Independiente Influencia de una Torre de alta tensión	<p><b>Torre de alta tensión:</b> es una estructura de gran altura, de acero que sirve de soporte de los conductores eléctricos aéreos de las líneas de transmisión de energía eléctrica.</p>	Se analizará la concentración de cadmio y plomo en las muestras de suelo agrícola de los radios delimitados alrededor de la torre de alta tensión.	Parámetros Físicos	Nº de torres	Unidades	Ficha de campo. Guía para toma de muestra.
				Parámetros Fisiquímicos	Peso (muestra de suelo)	Kg (g)
			Cadmio (Cd)		Mg/kg - ppm	
			Plomo (Pb)			



## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. Tipo de investigación

La siguiente tesis es de tipo:

- **Analítico:** Porque el estudio considera la presencia de más de una variable.
- **Observacional:** Ya que la investigación no considerara la modificación de las variables, trata de observación sin intervención.
- **Prospectivo:** Porque utilizó datos primarios; el investigador recolectó sus propios datos.
- **Transversal:** Se realizó una sola medición de la información (muestreo).

##### 3.1.2. Enfoque

La investigación es de enfoque cuantitativo, pretende la explicación de una realidad social vista desde una perspectiva externa y objetiva. Su intención es buscar la exactitud de mediciones o indicadores sociales con el fin de generalizar sus resultados a poblaciones o situaciones amplias. Trabaja fundamentalmente con el número, el dato cuantificable. (Galeano, 2004).

##### 3.1.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación es de tipo relacional, ya que no se demuestra relaciones de causalidad; cuantifica la relación entre variables y cuenta con una hipótesis empírica. (Hernández., et al., 2014).

### 3.1.4. Diseño de la investigación

El diseño de la presente tesis es transversal – descriptivo; transversal porque es de tipo observacional; ya que se analizaron los datos que se recopilaron en un lugar y tiempo determinado; por lo tanto, se realizó una medición concerniente a las variables de estudio.

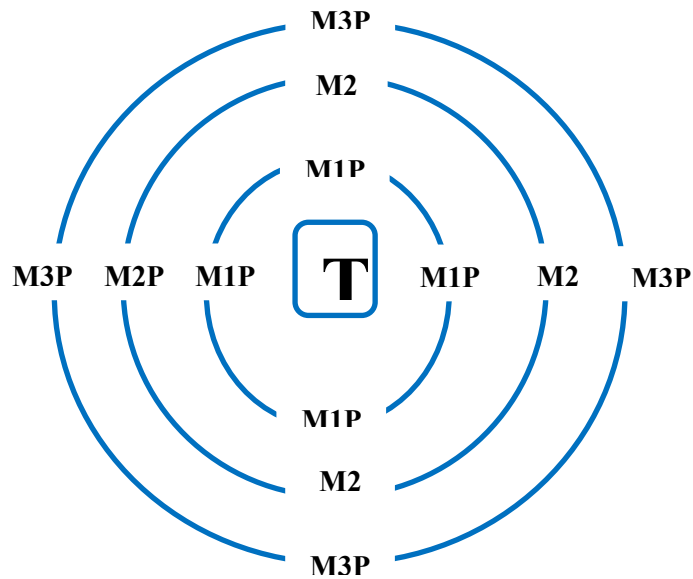
Es descriptivo porque, implicó observar y describió las características que presento una variable, sin influir de ninguna manera. (Hernández et al., 2014). Debido a que se pretendió describir la realidad de las condiciones sobre la concentración de metales pesados (Cd y Pb) en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, tal cual se muestra en el siguiente gráfico (ver figura nº1):

#### **Donde:**

- **T:** Torre de alta tensión.
- **M1:** Muestra del nivel 1, a 5 metros de la Torre.
- **M2:** Muestra del nivel 2, a 10 metros de la Torre.
- **M3:** Muestra del nivel 3, a 20 metros de la Torre.
- **P1, P2, P3, P4:** Puntos por cada nivel

**Figura N° 1.**

*Representándose con la siguiente ecuación (ver Figura n. °1):.*



Diseño transversal para la fase de campo (muestreo de suelo)

**Donde:**

M: Muestra de estudio.

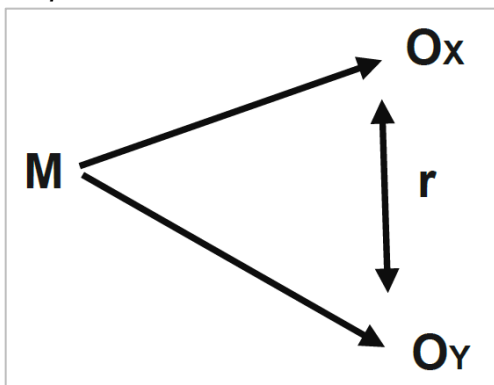
O<sub>x</sub>: Variable dependiente “Concentración de cadmio y plomo”.

O<sub>y</sub>: Variable Independiente “Torre de alta tensión y suelo agrícola”.

r: Relación entre variables.

**Figura N° 2.**

*Representación de la ecuación*



## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La población será la correspondiente al perímetro total de la ubicación de la torre de alta tensión; y toda el área a muestrear.

El área a muestrear tiene un aproximado de 30 x 30 m siendo un igual a 900 m<sup>2</sup>.

Geográficamente la torre de alta tensión se ubica en las siguientes coordenadas UTM:

**Tabla N° 4.**

*Matriz de operacionalización de variables*

*Coordenada Geográfica, UTM, zona 18 S*

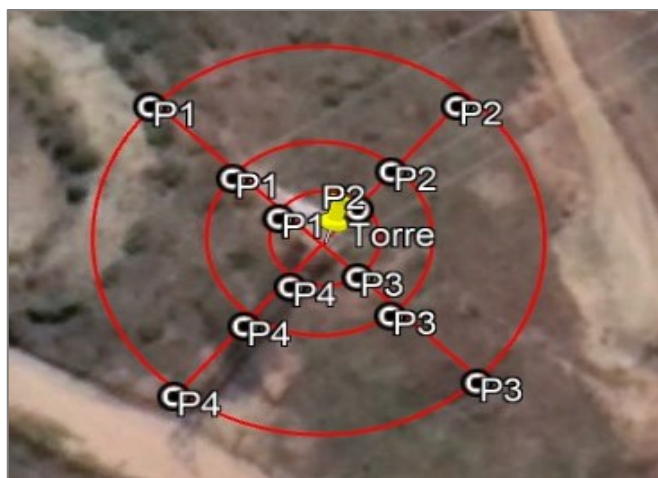
Coordenada Geográfica		
Altitud (m.s.n.m.)	Este	Norte
2787	361033.4	8904800.9

### 3.2.2. Muestra y Muestreo

Se consideró para la investigación 3 niveles de monitoreo (M1, M2, M3). Durante el proceso, se tomaron 4 puntos de monitoreo (una muestra de suelo por nivel de muestreo) siendo estos P1, P2, P3 y P4; durante el mes de diciembre (06, 13, 20), obteniéndose un total de 36 muestras evaluadas (18 muestras de Cd y 18 muestras de Pb), llevadas, teniéndose unas 12 muestras por semana; todos pertenecientes todas al perímetro del suelo agrícola usado como pozo a tierra de una torre de alta tensión, en el centro poblado Nauyan Rondos

**Figura N° 3.**

*Imagen satelital de la torre de alta tensión – niveles de monitoreo*



**Tabla N° 5.**

*Niveles de muestreo, coordenadas de muestreo y fecha de muestreo*

NIVEL DE MUESTREO Y N° DE MUESTRA	COORDENADAS DE MUESTREO		FECHA DE MUESTREO	
	ESTE:	SUR:		
<b>Nivel M1 (5 metros):</b>				
M1P1	361029.00	8904803.00	06/12/20 al 20/12/2020	
M1P2	361036.00	8904804.00		
M1P3	361036.00	8904797.00		
M1P4	361030.00	8904796.00		
<b>Nivel M2 (10 metros):</b>				
M2P1	361025.00	8904807.00		
M2P2	361039.00	8904808.00		
M2P3	361039.00	8904793.00		
M2P4	361026.00	8904792.00		
<b>Nivel M3 (20 metros):</b>				
M3P1	361018.00	8904814.00		
M3P2	361045.00	8904815.00		
M3P3	361047.00	8904786.00		
M3P4	361020.00	8904785.00		

*Notas:*

- **Unidad de análisis.** - Influencia de la torre de alta tensión en el suelo agrícola Nauyan Rondos.
- **Unidad de muestreo.** – Se determinó en función de los niveles de monitoreo

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para la recolección de datos, técnicas e instrumentos empleados se tuvo en cuenta lo siguiente:

**a) Para la recolección de datos.-** La técnica más usada fue el de la observación experimental; así mismo con la preparación previa de los materiales (cadena de custodia, etiquetado de las muestras, bolsas de polietileno, bolsa de feria, wincha, cal, pico, pala, malla metálica) y equipos (GPS, balanza manual, cámara fotográfica, termómetro ambiental), para el muestreo se usó la indumentaria de protección como guantes, botas y guardapolvo, mascarilla, lentes; para la identificación de los niveles de muestreo se tomaron diferentes puntos los cuales señalados con la cal; tanto para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción, se tomó como referencia la Guía de Muestreo de Suelos (Muestreo de Identificación “MI” para muestras superficiales).

Posteriormente las muestras tomadas fueron transportadas hacia Tingo María en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, para sus respectivos análisis.

Los instrumentos con lo que conto fueron las cadenas de custodia (ver anexos), códigos de identificación de campo (rotulado de las bolsas), la Guía para Muestreo de Suelos, Estándares de Calidad Ambiental para suelos D.S. N° 011 – 2017 – MINAM.

#### **b) Técnicas:**

##### **➤ Identificación de puntos de monitoreo:**

Para los puntos de monitoreo fueron tomados 4 puntos de monitoreo, las cuales se realizaron de acuerdo a las características y necesidades de la investigación; así como también se realizado una visita previa de la zona de estudio, a fin de conocer la accesibilidad al lugar y lo mencionado anteriormente.

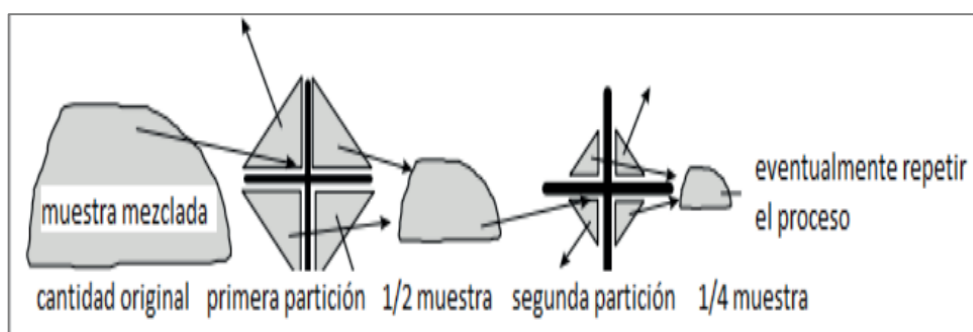
➤ **Para la toma de muestra de los puntos de monitoreo:**

Se tomaron 4 puntos de monitores, fragmentados en 3 niveles de monitoreo, con una frecuencia de 1 vez por semana (obteniéndose un total de 12 muestras por semana); y se tomó como referencia la Guía de Monitoreo de Suelos; obteniéndose así un total de 36 muestras evaluadas.

Para la toma de muestras del suelo, se siguió acuerdo a la Guía de Monitoreo de Suelo (Muestreo de Identificación "MI" para Muestras Superficiales)

**Figura N° 4.**

*Partición de muestras*



Posteriormente cada muestra fue etiquetada correspondientemente, preservadas y transportadas al laboratorio para sus análisis posteriores.

**Tabla N° 6.**

Profundidad del muestreo según el uso del suelo

USO DEL SUELO	PROFUNDIDAD DEL MUESTREO (CAPAS)
Suelo Agrícola	0 – 30 cm <sup>(1)</sup>
	30 - 60
Suelo Residencial / Parques	0 – 10 cm <sup>(2)</sup>
	10 – 30 cm <sup>(3)</sup>
Suelo Comercial / Industrial / Extractivo	0 – 10 cm <sup>(2)</sup>

Nota:

- Profundidad de aradura. (1)
- Capa de contacto oral o dermal de contaminantes. (2)
- Profundidad máxima alcanzable por niños. (3)

**c) Preparación de materiales y equipos para la toma de muestra**

➤ **Materiales:**

- ✓ *Cuaderno de campo.*
- ✓ *Cadena de custodia (Formatos).*
- ✓ *Bolsas de polietileno.*
- ✓ *Bolsas de Feria.*
- ✓ *Malla de acero.*
- ✓ *Etiquetas.*
- ✓ *Cal.*
- ✓ *Pala.*
- ✓ *Pico.*
- ✓ *Plumones.*

➤ **Equipos:**

- ✓ *GPS*
- ✓ *Cámara fotográfica.*
- ✓ *Wincha.*
- ✓ *Balanza manual*

➤ **Indumentaria:**

- ✓ *Botas de jebe.*
- ✓ *Guantes.*
- ✓ *Mascarilla.*
- ✓ *Guardapolvo*

**d) Medición de parámetros de campo y registros de información:**

Se tomaron las muestras de suelos para luego ser preservadas y posteriormente transportadas. Se hizo uso del cuaderno de campo y los formatos respectivos (las cadenas de custodia).



e) **Instrumentos**

➤ **Rotulado:** Antes de la toma de las muestras respectivas, se identifican las bolsas de polietileno las cuales fueron claras, conteniendo los siguientes datos:

- Registro de campo.
- Etiquetas para muestreo (Código de muestra, código de laboratorio, lugar de muestreo, fecha, hora, lote, muestreado por...).
- Ficha de identificación de punto de monitoreo.
- Ficha de muestreo de suelo.
- ECA (normativa).
- Programa estadístico (IBM SPSS Statistics version 22).
- Otros.

➤ **Llenado de la ficha:** En esta fase se consideró los parámetros a evaluarse (Cadmio y Plomo) en cada punto de muestreo, en el cual se detalló los siguientes datos:

- **Datos generales:** Nombre del sitio de estudio, razón social, uso principal, provincia, distrito y dirección del predio.
- **Datos del punto de muestreo:** Coordenadas UTM, técnica de muestreo, profundidad final, operador, instrumentos usados, relleno del agujero después del muestreo.
- **Datos de las muestras:** Clave de la muestra, fecha, profundidad desde, características organolépticas, textura, cantidad de la muestra, medidas de conservación, tipo de muestra, numero de muestra, hora, profundidad, color, medido en campo.

c) Almacenamiento y transporte de la muestra: Se consideró lo siguiente:

- Las muestras tomadas se almacenaron dentro de una bolsa de feria o bolsa plástica, aisladas del contacto solar.
- Las bolsas de polietileno (que contienen las muestras) estuvieron completamente selladas para evitar roturas y/o derrames durante el transporte.
- Las muestras fueron transportadas al día siguiente al laboratorio.
- Finalmente, los análisis de las muestras del laboratorio, como el procesamiento fueron realizadas en el laboratorio de la UNAS.

### 3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

#### a. *Procesamiento de recolección de datos:*

Para la recolección de datos se utilizó el programa IBM SPSS Statistics version 22, donde los datos fueron presentados de forma cualitativa y cuantitativamente.

Se trabajó con 4 puntos de monitoreo por cada nivel. Donde el nivel de significancia o grado de error será al 5%, esto es igual a decir ( $\alpha < 0.05$ ) y el nivel de confianza es del 95% (ver tabla 7)

**Tabla N° 7.**

*Pruebas de Normalidad<sup>b,c</sup>*

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
<b>Cadmio</b>	,232	3	.	,980	3	,728
<b>Plomo</b>	,230	3	.	,981	3	,736

*Nota:*

- (a): Corrección de significancia
- (b): ECACD, es constante, se ha omitido.

- (c): ECAPB es constante, se ha omitido.

Se consideró 4 puntos de monitoreo por nivel, donde se consideraron 2 parámetros para la prueba de normalidad, se está usando la prueba de Shapiro–Wilk debido a que el tamaño de muestra es  $< 50$  individuos, considerando los siguientes criterios para determinar la normalidad:

1.  $P - \text{Valor} = > \alpha$  acepta  $H_0$  = Los datos proviene de una distribución NORMAL.
2.  $P - \text{Valor} = < \alpha$  acepta  $H_a$  = Los datos NO provienen de una distribución NORMAL.

**Tabla N° 8.**

*Prueba de Shapiro-Wilk*

<b>1.- Hipótesis</b>	$H_0$ : Los datos provienen de una distribución NORMAL $H_a$ : Los datos NO provienen de una distribución NORMAL
<b>2.- Significancia</b>	$\alpha = 5\% \equiv 0.05$
<b>3.- Valor Calculado</b>	Cadmio: 0.232 Plomo: 0.230
<b>4.- P - Valor</b>	Cadmio: $P = 0.728$ Plomo: $P = 0.736$
<b>5.- Decisión</b>	Si $P > \alpha$ , entonces aceptamos $H_0$ (Hipótesis Nula); en caso contrario se acepta la $H_a$ (Hipótesis Alternativa) Cadmio: $P = 0.728 > 0.05$ ; esto implica que se acepta la $H_0$ Plomo: $P = 0.736 > 0.05$ ; esto implica que se acepta la $H_0$
<b>6.- Conclusión</b>	Los datos provienen de una distribución NORMAL

**Tabla N° 9.**

*Prueba de Normalidad por parámetro medido*

<b>N°</b>	<b>NORMALIDAD</b>
1	$P\text{-VALOR (Cadmio)} = 0.728 > \alpha = 0.05$
2	$P\text{-VALOR (Plomo)} = 0.736 > \alpha = 0.05$

*Nota:*

- *P-VALOR (ECACD), es constante, se ha omitido.*
- *P-VALOR (ECAPB) es constante, se ha omitido.*

En el caso de  $P - \text{VALOR} = > \alpha = 0.05$ , por lo que se acepta la  $H_0$ : La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, si cumplen con los Estándares de calidad ambiental en el suelo agrícola.

Como se observa en  $P - \text{VALOR (Cadmio)} = > \alpha = 0.05$ ; por lo que se acepta la  $H_0$ : La concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental.

Como se observa en  $P - \text{VALOR (Plomo)} = > \alpha = 0.05$ ; por lo que se acepta la  $H_0$ : La concentración de Plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, si cumple con los Estándares de Calidad Ambiental.

**Tabla N° 10.**  
*Descriptivos,a,b*

		<b>Estadístico</b>	<b>Error estándar</b>	
<b>CADMIO</b>	Media	,3170	,03879	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,1501 ,4839	
	Media recortada al 5%	.	.	
	Mediana	,3280	.	
	Varianza	,005	.	
	Desviación estándar	,06718	.	
	Mínimo	,25	.	
	Máximo	,38	.	
	Rango	,13	.	
	Rango intercuartil	.	.	
	Asimetría	-,717	1,225	
	Curtosis	.	.	
	<b>PLOMO</b>	Media	1,5410	,25036
		95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	,4638 2,6182
Media recortada al 5%		.	.	
Mediana		1,6100	.	
Varianza		,188	.	
Desviación		,43364	.	
Mínimo		1,08	.	
Máximo		1,94	.	
Rango		,86	.	
Rango intercuartil		.	.	
Asimetría		-,698	1,225	
Curtosis		.	.	

Nota:

- ECACD, es constante, se ha omitido.
- ECAPB, es constante, se ha omitido.

#### **b. Procesamiento de elaboración de datos:**

Se utilizaron las tablas para el registro de información estadística con sus respectivos gráficos en los cuales se ejecutó un análisis e interpretación de los mismos basados en los objetivos planteados; para posteriormente someterlo a la discusión con las literaturas de los diversos autores.

### **3.5. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS**

#### **a. Plan de tabulación:**

Luego de la aprobación del proyecto de investigación se continuo con el siguiente procedimiento para la recolección de los datos, los cuales fueron desarrollados con los resultados de las variables y la relación entre ellas en baso a los objetivos planteados.

#### **b. Plan de análisis:**

Fue realizado mediante la descripción de cada una de las tablas, analizándose e interpretándose los datos posteriormente obtenidos.

#### **c. Prueba estadística:**

Se define según (Elorza, 2000), como una “Regla convencional para comprobar o constatar Hipótesis estadísticas”; es decir, establece la probabilidad de rechazar falsamente una hipótesis alterna a un valor lo más pequeño posible; con la Hipótesis se determinó una zona de rechazo, tal que la probabilidad de observar un valor muestral en esa región, sea igual o menor que, cuando la Hipótesis Alterna ( $H_a$ ) es cierta, se emplearon los siguientes pasos:

- **Paso 1: Plantear la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_a$ ):**
  - **Hipótesis Nula.** – Plantea exactamente lo contrario.

- **Hipótesis Alternativa.** – Plantea exactamente lo que queremos demostrar.

➤ **Paso 2: Seleccionar el nivel de significancia (Rango de aceptación de hipótesis alternativa):**

El nivel de significancia, es la probabilidad de rechazar la hipótesis nula cuando es verdadera. Se utilizó un nivel de significancia de 0.05 (nivel de 5%); es decir, la prueba tuvo un nivel de significancia cuando  $P < 0.05$ , que se interpreta como rechazo de la hipótesis de nulidad y aceptación de la hipótesis alternativa y si  $P > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.

➤ **Paso 3: Calcular el valor estadístico de la prueba:**

Para la prueba de hipótesis, se empleó el método T de Student. Al respecto, (Hernández, et al., 2010); afirma que “Es una prueba estadística donde es posible calcular las medias y la desviación estándar a partir de la muestra”.

- El tamaño de la muestra es  $< 50$ .

➤ **Paso 4: Formular la regla de decisión:**

Una regla de decisión es un enunciado de condiciones según las que se acepta o se rechaza la hipótesis nula. La región del rechazo precisa la ubicación de todos los valores que son excesivamente grandes o excesivamente pequeños, por lo que es muy remota la probabilidad de que ocurran según la hipótesis nula verdadera.

➤ **Paso 5: Tomar una decisión:**

Se mide el valor observado de la estadística muestral con el valor crítico de la estadística de prueba. Después se acepta o se rechaza la hipótesis nula. Si, se rechaza esta; se acepta la alternativa.

La regla de decisión es: si el valor calculado es mayor o igual que el valor crítico, se debe rechazar la hipótesis nula.

### 3.6. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

#### a. **Ámbito Geográfico:**

La investigación se llevó a cabo en el centro poblado Nauyan Rondos, ubicado en el distrito de Huánuco, provincia y región de Huánuco.

##### ➤ **Ubicación política:**

Región : Huánuco

Provincia : Huánuco

Distrito : Huánuco

Lugar : Centro poblado Nauyan Rondos

##### ➤ **Coordenadas UTM WGS – 84S:**

Este : 361033.4

Norte : 8904800.9

#### b. **Periodo de la investigación:**

- **Fase de campo:** El periodo de campo para el recojo de la información inicial y secundaria tendrá una duración de 1 mes (diciembre 2020).
- **Fase de gabinete:** El periodo para el procesamiento de los datos obtenidos en campo, como la obtención de los resultados de laboratorio y la redacción del informe de la presente investigación tuvo una duración aproximada de 1 mes y medio.



## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Para iniciar el capítulo presente, se muestran los procesamientos de los datos obtenidos en la tesis; estos están en base a los objetivos que guían la investigación y fueron organizados en tres partes:

- **Primera parte:** Se presentan los resultados sobre la influencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, mediante el muestreo del suelo, elaborado por el investigador en referencia a la Guía del monitoreo de suelo, comparándose posteriormente con los Estándares de Calidad Ambiental Suelo D.S.N.º 011-2017.
- **Segunda Parte:** Consta de la actividad ejecutada, se muestran los resultados sobre el nivel de influencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos; mediante el muestreo elaborado por el investigador en referencia a la Guía del monitoreo de suelo, se analizó y se comparó con los Estándares de Calidad Ambiental Suelo D.S.N.º 011-2017.
- **Tercera parte:** Se realizó la interpretación de las tablas y gráficos respectivos.

##### 4.1.1. Análisis Fisiquímicos

En cuanto a la calidad fisicoquímica del suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco; estos suelos presentan bajas concentraciones de estos metales pesado, cumpliendo así con los Estándares de Calidad Ambiental Suelo D.S.N.º 011-2017.

➤ **Medición del Cadmio**

Se sacó la muestra del suelo agrícola (M1P1), con la ayuda de un pico (profundidad de 30 cm), posteriormente se procedió a ser embolsado y pesado (1kg), el proceso se repitió con los otros puntos restantes (M1P2, M1P3, M1P4); del primer nivel de toma de muestra (5 metros de la Torre de alta tensión) y así proceder con los puntos de los niveles restantes (10 y 20 metros).

**Tabla N° 11.**

*Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

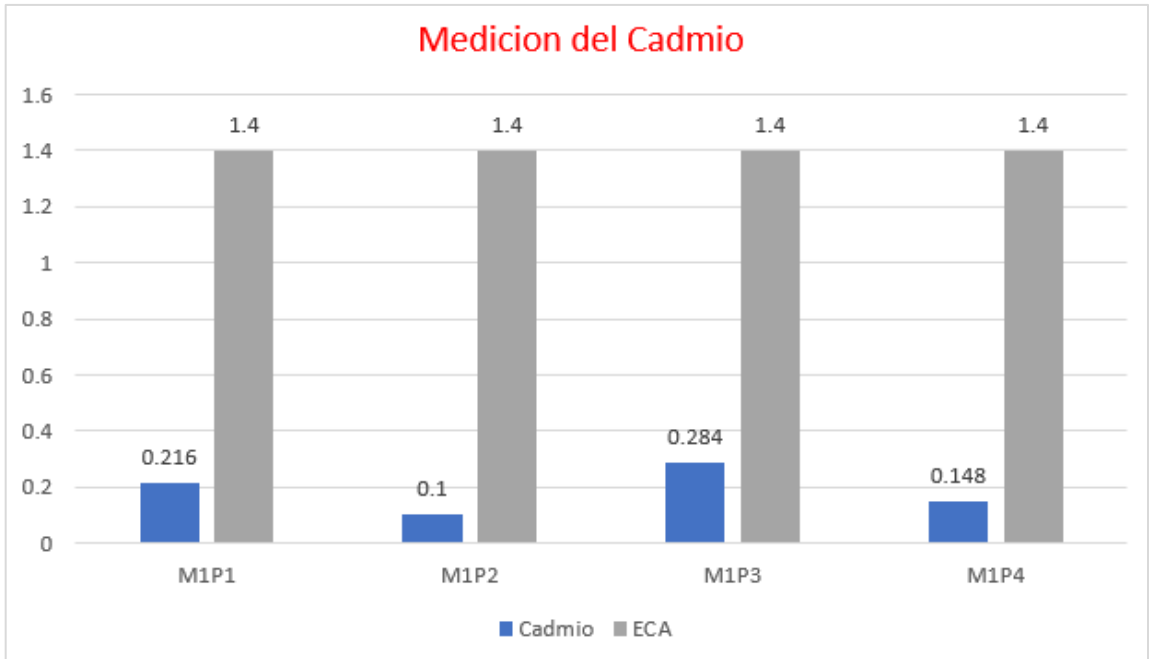
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M1P1	M1P2	M1P3	M1P4			
Cadmio	1er nivel:					0.100	0.284	1.4
	5mt	0.216 ppm	0.100 ppm	0.284 ppm	0.148 ppm	ppm	ppm	ppm
		<b>Valor promedio: 0.187ppm</b>						

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°11; se observan los valores mínimos de 0.100ppm en el M1P2 y valores máximos de 0.284ppm en el M1P3; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.187ppm.

**Figura N° 5.**

*Medición del Cadmio - Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°5; se observan los valores mínimos de 0.100ppm en el M1P2 y valores máximos de 0.284ppm en el M1P3; así como también, presentándose el valor promedio de 0.187ppm en el primer nivel de monitoreo.

**Tabla N° 12.***Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

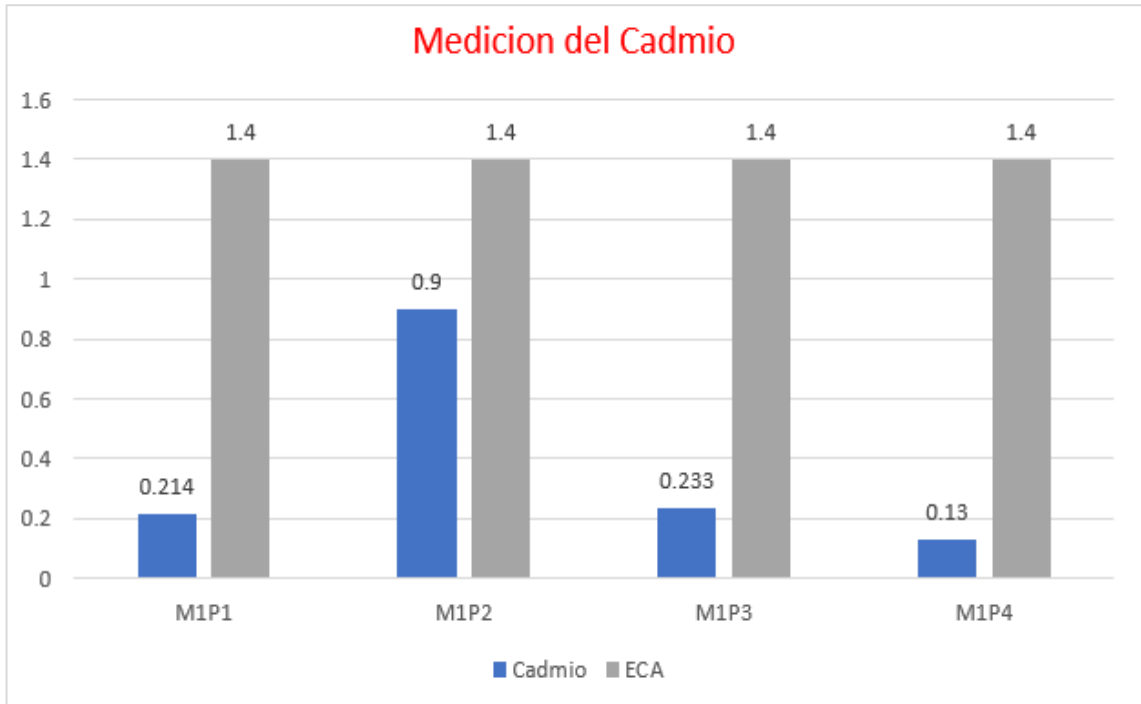
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		1er nivel:	M1P1	M1P2	M1P3	M1P4		
Cadmio	5mt	0.214 ppm	0.900 ppm	0.233 ppm	0.130 ppm	ppm	ppm	1.4 ppm
	<b>Valor promedio:</b> 0.369ppm							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°12; se observan los valores mínimos de 0.130ppm en el M1P4 y valores máximos de 0.900ppm en el M1P2; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.369ppm.

**Figura N° 6.**

*Medición del Cadmio –Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°6; se observan los valores mínimos de 0.130ppm en el M1P4 y valores máximos de 0.900ppm en el M1P2; así como también el valor promedio de 0.369ppm, dentro del primer nivel de la segunda frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 13.***Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

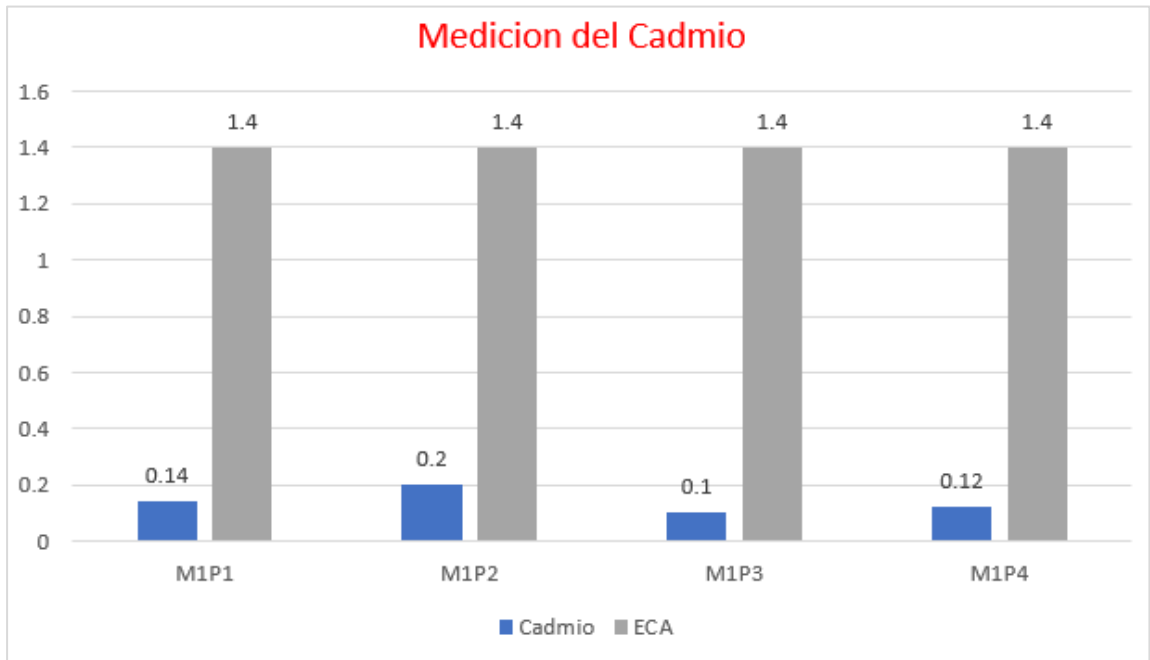
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		1er nivel:	M1P1	M1P2	M1P3	M1P4	0.100	0.200
Cadmio	5mt	0.140 ppm	0.200 ppm	0.100 ppm	0.120 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio:</b> 0.14ppm							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°13; se observan los valores mínimos de 0.100ppm en el M1P3 y valores máximos de 0.200ppm en el M1P2; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.14ppm.

**Figura N° 7.**

*Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



**Nota:**

\* Tal como señala la figura n° 7; se observan los valores mínimos de 0.100ppm en el M1P3 y valores máximos de 0.200ppm en el M1P2; así como también el valor promedio de 0.14ppm presentes en el primer nivel de la tercera frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 14.***Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4			
Cadmio	2do nivel:					0.276	0.436	1.4
	10 mt	0.292 ppm	0.276 ppm	0.436 ppm	0.312 ppm	ppm	ppm	ppm
<b>Valor promedio:</b>		0.329ppm						

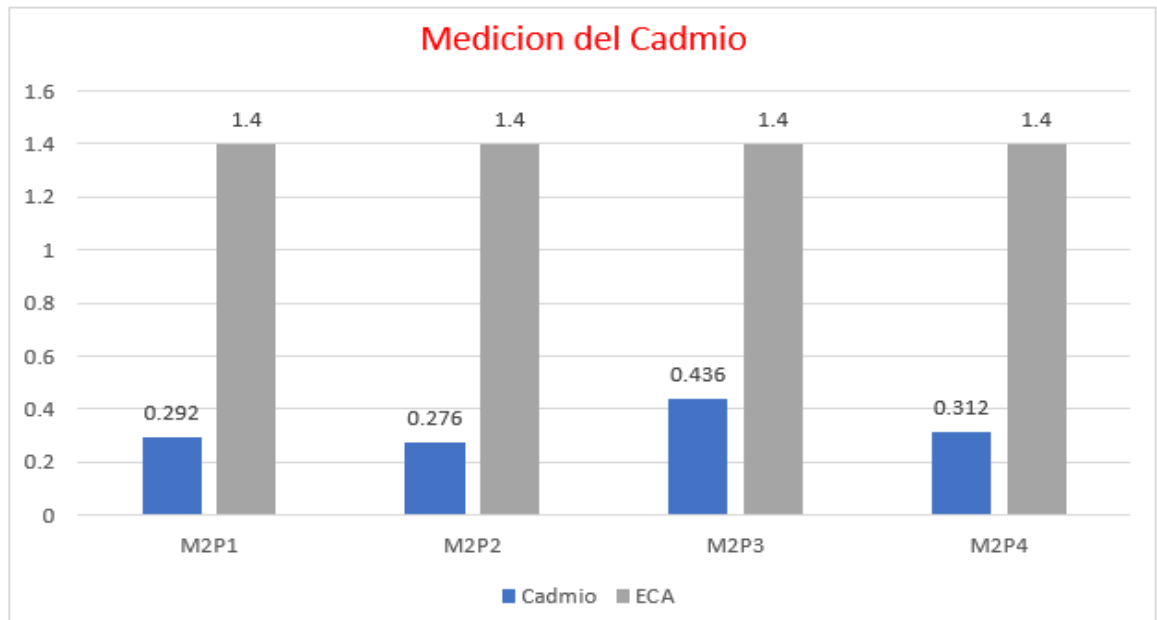
*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°14; se observan los valores mínimos de 0.276ppm en el M2P2 y valores máximos de 0.436ppm en el M2P3; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 0.329ppm.



**Figura N° 8.**

*Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°8; se observan los valores mínimos de 0.276ppm en el M2P2 y valores máximos de 0.436ppm en el M2P3; así como también, presenta el valor promedio de 0.329ppm en el segundo nivel de la primera frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 15.***Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

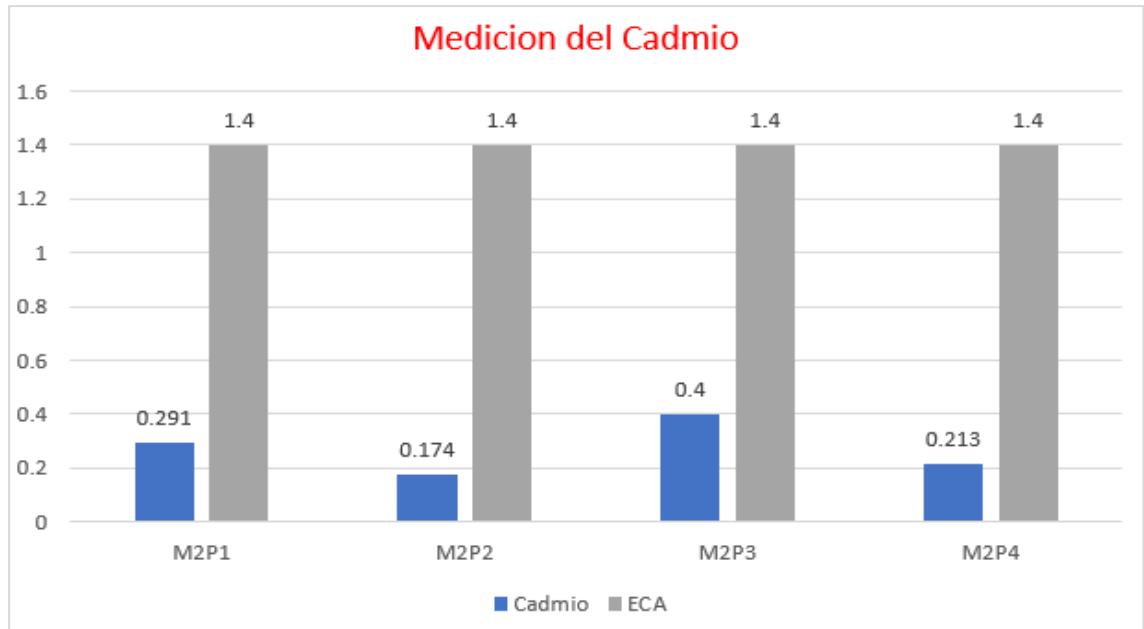
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4			
Cadmio	2do nivel:					0.174	0.400	1.4
	10 mt	0.291 ppm	0.174 ppm	0.400 ppm	0.213 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 0.269ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°15; se observan los valores mínimos de 0.174ppm en el M2P2 y valores máximos de 0.400ppm en el M2P3; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 0.269ppm.

**Figura N° 9.**

*Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°9; se observan los valores mínimos de 0.174ppm en el M2P2 y valores máximos de 0.400ppm en el M2P3; así como también, el valor promedio de 0.269ppm presentes en el segundo nivel de la segunda frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 16.***Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

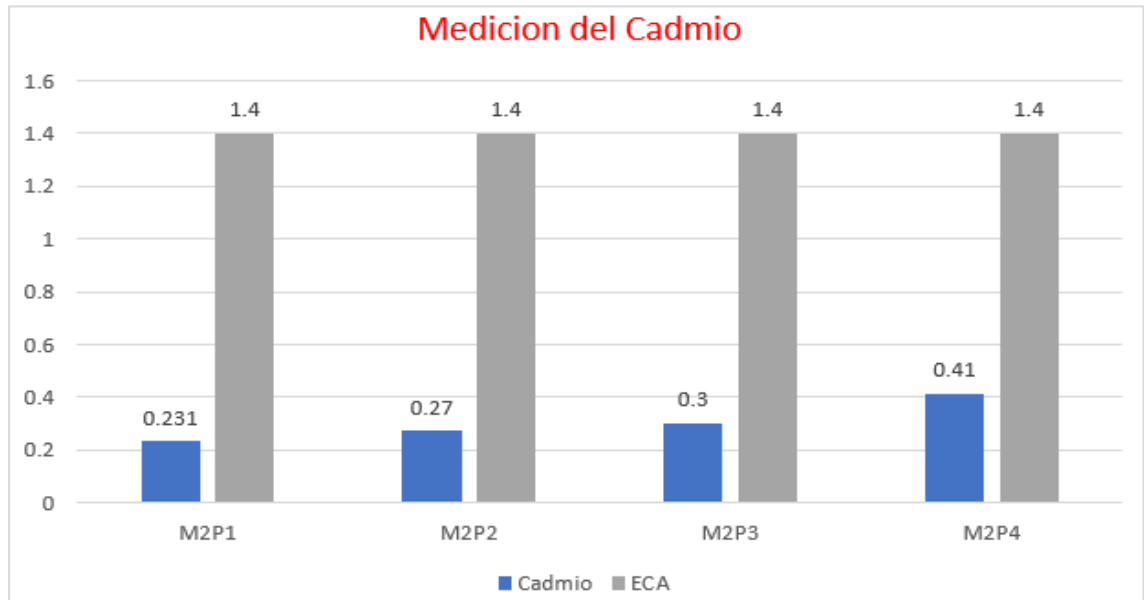
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4			
Cadmio	2do nivel:					0.231	0.410	1.4
	10 mt	0.231 ppm	0.270 ppm	0.300 ppm	0.410 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio:</b> 0.302ppm							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°16; se observan los valores mínimos de 0.231ppm en el M2P1 y valores máximos de 0.410ppm en el M2P4; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 0.302ppm.

**Figura N° 10.**

*Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°10; se observan los valores mínimos de 0.231ppm en el M2P1 y valores máximos de 0.410ppm en el M2P4; así como también, el valor promedio de 0.302ppm presentes en el segundo nivel de la tercera frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 17.***Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

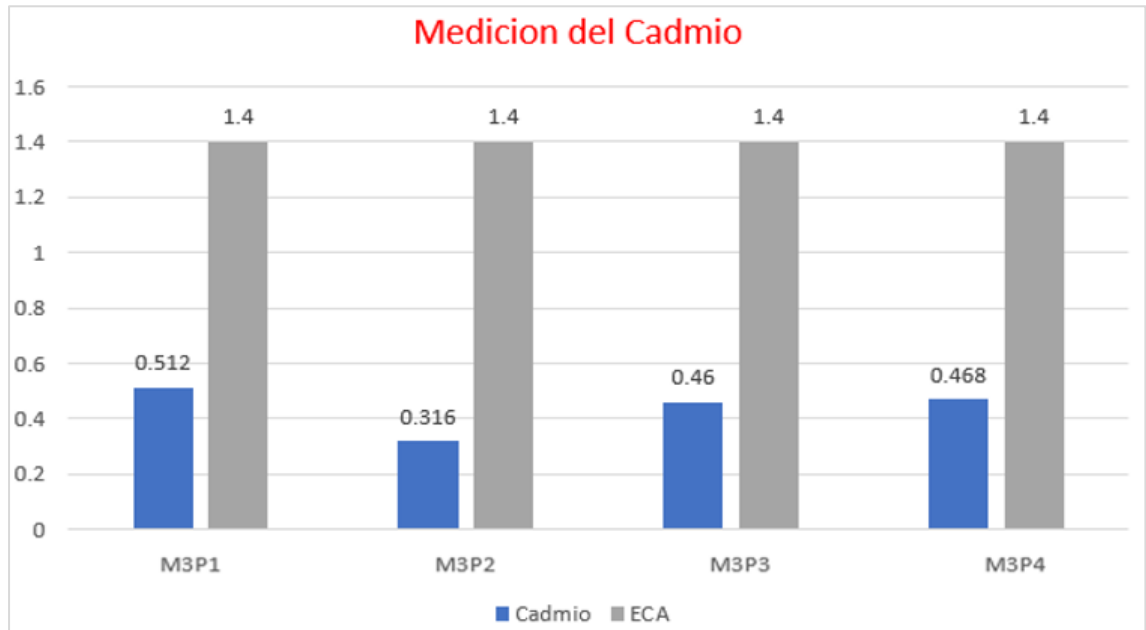
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		3er nivel:	M3P1	M3P2	M3P3	M3P4	0.316	0.512
Cadmio	20 mt	0.512 ppm	0.316 ppm	0.460 ppm	0.468 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 0.439ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°17; se observan los valores mínimos de 0.316ppm en el M3P2 y valores máximos de 0.512ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.439ppm.

**Figura N° 11.**

*Medición del Cadmio – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°11; se observan los valores mínimos de 0.316ppm en el M3P2 y valores máximos de 0.512ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.439ppm.

**Tabla N° 18.***Medición del Cadmio – Segunda frecuencia de monitoreo –Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		3er nivel:	M3P1	M3P2	M3P3	M3P4	0.214	0.501
Cadmio	20 mt	0.501 ppm	0.214 ppm	0.402 ppm	0.337 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 0.363ppm</b>							

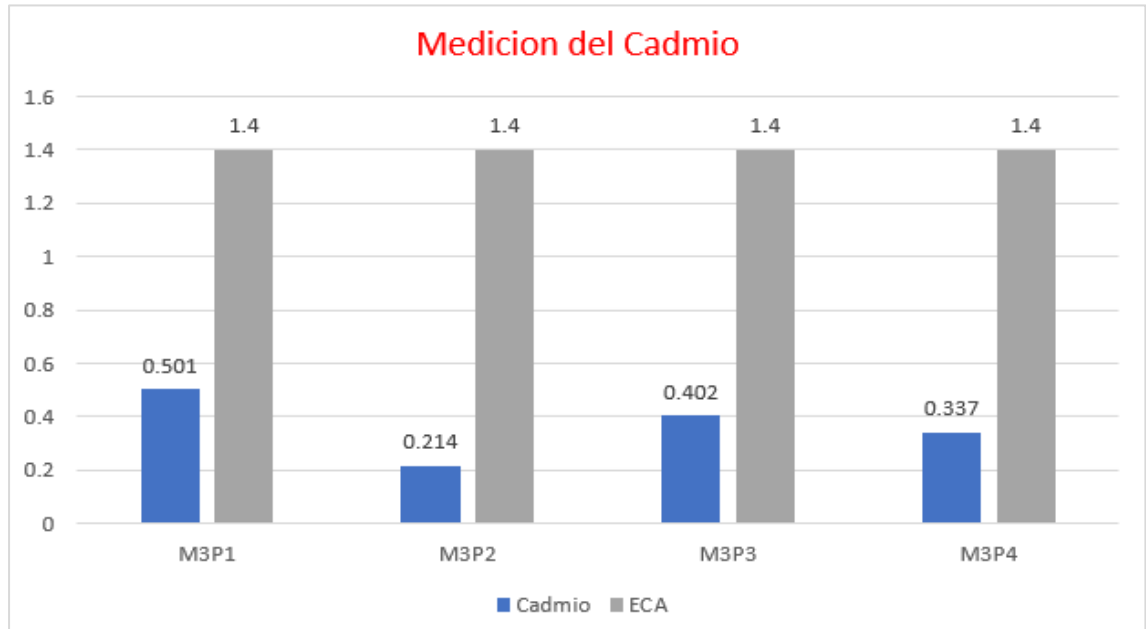
*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°18; se observan los valores mínimos de 0.214ppm en el M3P2 y valores máximos de 0.501ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.363ppm.



**Figura N° 12.**

*Medición del Cadmio –Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°12; se observan los valores mínimos de 0.214ppm en el M3P2 y valores máximos de 0.501ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.363ppm.

**Tabla N° 19.**

*Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo –Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

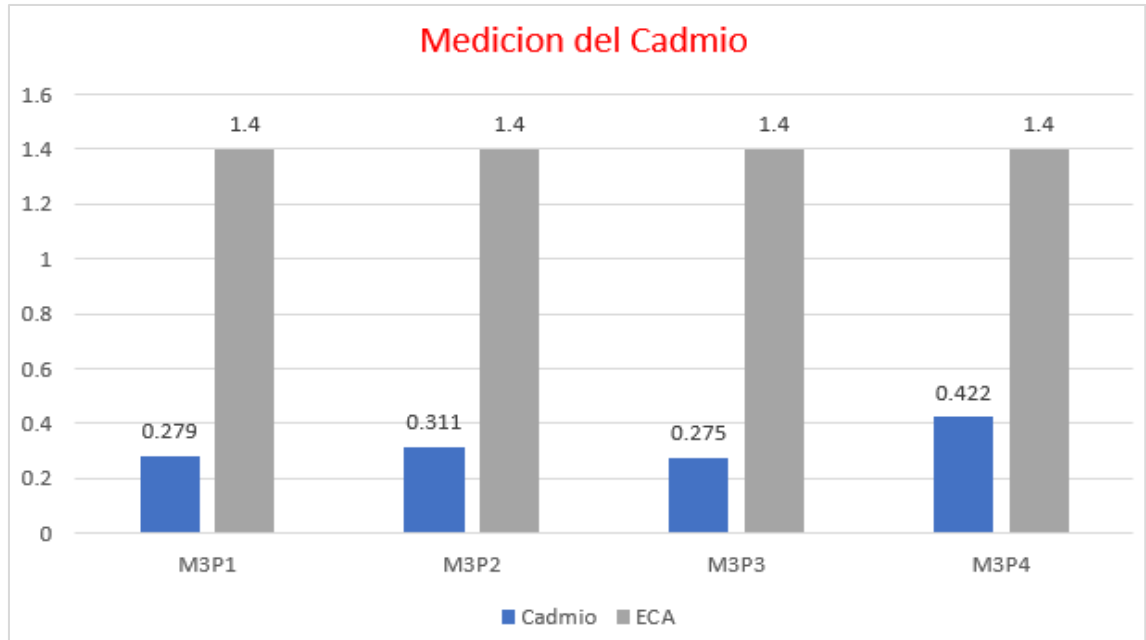
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M3P1	M3P2	M3P3	M3P4			
Cadmio	3er nivel:					0.275	0.422	1,4
	20 mt	0.279 ppm	0.311 ppm	0.275 ppm	0.422 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 0.321ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de cadmio, tal como señala la tabla n°19; se observan los valores mínimos de 0.275ppm en el M3P3 y valores máximos de 0.422ppm en el M3P4; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.321ppm.

**Figura N° 13.**

*Medición del Cadmio – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°13; se observan los valores mínimos de 0.275ppm en el M3P3 y valores máximos de 0.422ppm en el M3P4; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.321ppm.

**Tabla N° 20.***Promedio por nivel de monitoreo*

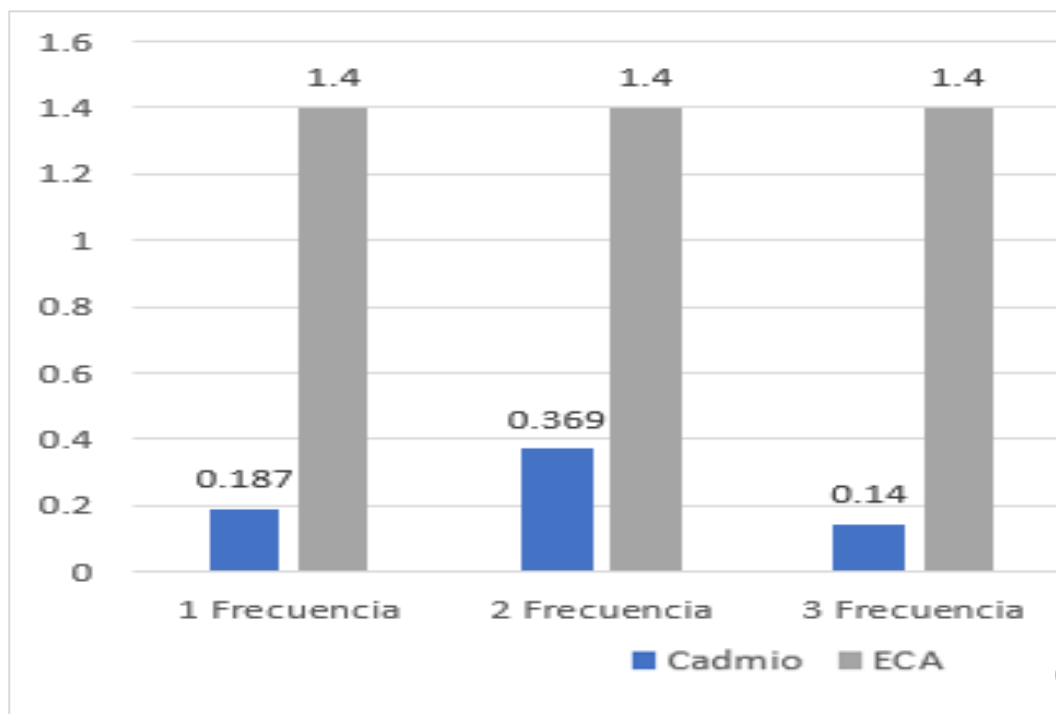
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Frecuencia de Monitoreo			ECA
		1	2	3	
Cadmio	1er nivel	0.187ppm	0.369 ppm	0.14 ppm	1.4 ppm
		Promedio = 0.232ppm			
	2do nivel	0.329 ppm	0.269 ppm	0.302 ppm	
		Promedio = 0.3ppm			
	3er nivel	0.439 ppm	0.363 ppm	0.321 ppm	
		Promedio = 0.374ppm			

*Nota:*

\* Al analizar los resultados generales de las 3 frecuencias de monitoreos desde el primer nivel hasta el tercer nivel de monitoreo se obtuvieron los promedios generales como son: M1 = 0.232 ppm, M2 = 0.3 ppm y M3 = 0.374 ppm; cuyos valores son inferiores a los parámetros establecidos en la normativa, cumpliéndose así.

**Figura N° 14.**

*Promedio por nivel de monitoreo – Primer nivel*

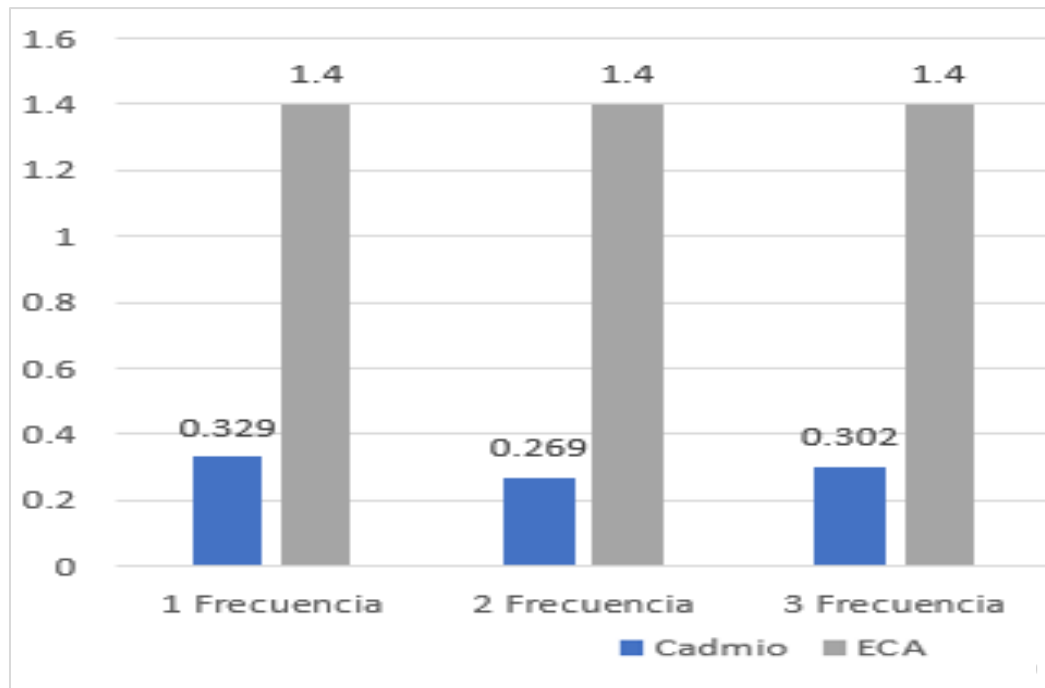


*Nota:*

\* Tal como se muestra en la figura n°14, se obtuvieron los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del primer nivel, teniendo un promedio general de 0.232 ppm; cuyo valor no sobrepasa el ECA, cumpliéndose con la normativa.

**Figura N° 15**

*Promedio por nivel de monitoreo – Primer nivel*

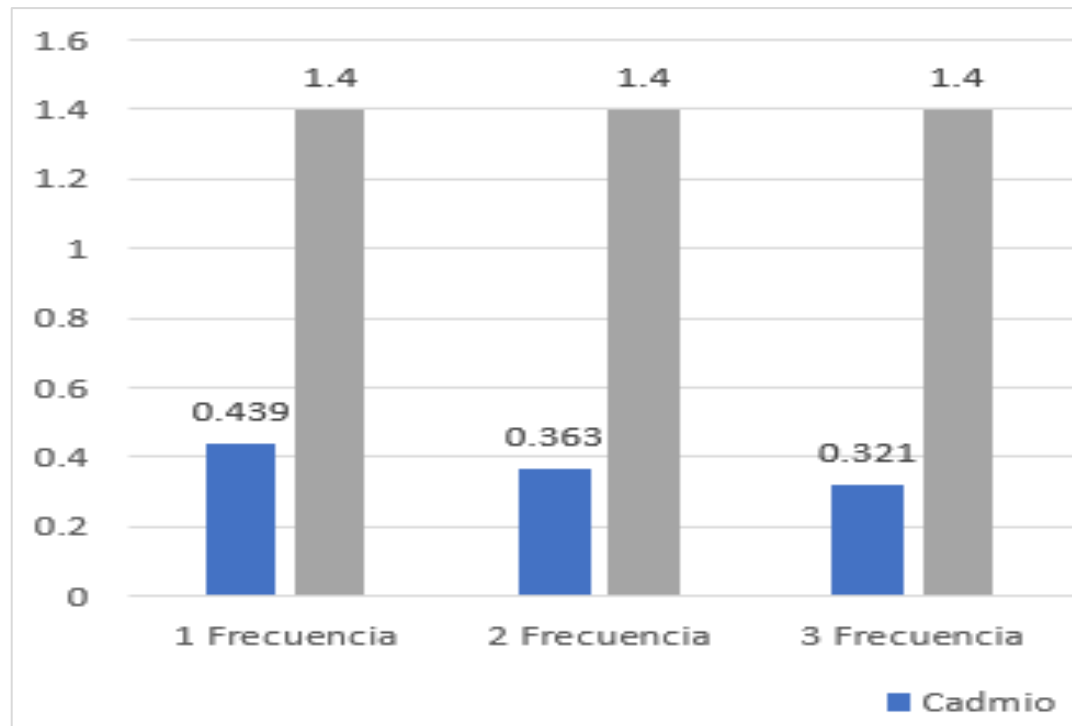


*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°15; se observa los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo, donde se obtuvo un valor promedio general de 0.3 ppm; cuyo valor no sobrepasa el ECA; cumpliéndose así la normativa.

**Figura N° 16.**

*Promedio por nivel de monitoreo – Tercer nivel*



*Nota:*

\* Tal como se muestra en la figura n°16, se obtuvieron los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del tercer nivel, teniendo un promedio general de 0.374 ppm; cuyo valor no sobrepasa el ECA, cumpliéndose con la normativa.

➤ **Medición del Plomo**

Se sacó la muestra del suelo agrícola (M1P1), con la ayuda de un pico (profundidad de 30 cm), posteriormente se procedió a ser embolsado y pesado (1kg), el proceso se repitió con los otros puntos restantes (M1P2, M1P3, M1P4); del primer nivel de toma de muestra (5 metros de la Torre de alta tensión) y así proceder con los puntos de los niveles restantes (10 y 20 metros).

**Tabla N° 21.**

*Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M1P1	M1P2	M1P3	M1P4			
Plomo	1er nivel:					0.560	1.280	70
	5 mt	1.280 ppm	1.040 ppm	1.040 ppm	0.560 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio:</b> 0.98ppm							

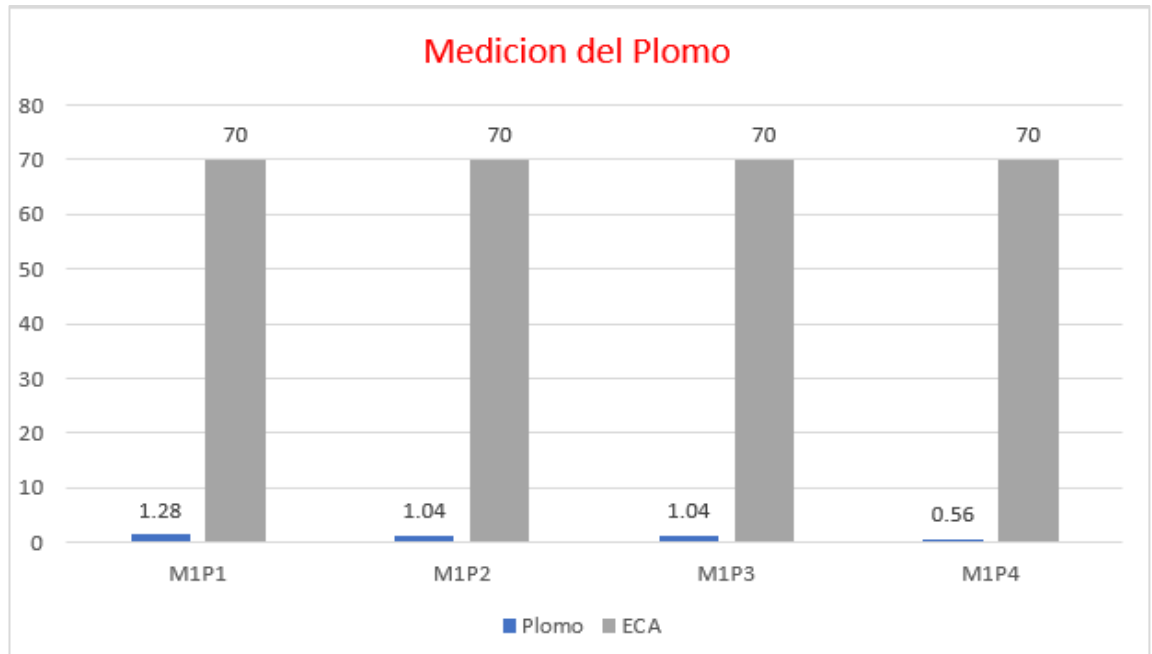
*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°21; se observan los valores mínimos de 0.560ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.280ppm en el M1P1; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.98ppm.



**Figura N° 17.**

*Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



**Nota:**

\* Tal como se muestra en la figura n°17; se observan los valores mínimos de 0.560ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.280ppm en el M1P1; así como también, el valor promedio de 0.98ppm en el primer nivel de la primera frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 22.***Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

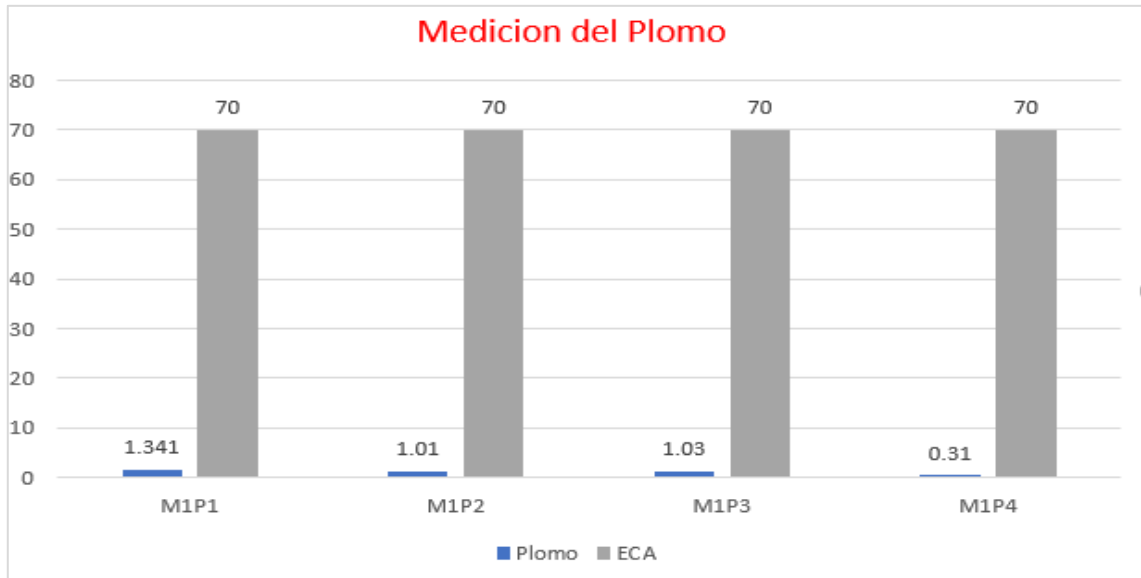
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		<b>1er nivel:</b>	<b>M1P1</b>	<b>M1P2</b>	<b>M1P3</b>	<b>M1P4</b>	0.310	
<b>Plomo</b>	5 mt	1.341 ppm	1.010 ppm	1.030 ppm	0.310 ppm	ppm	ppm	ppm
		<b>Valor promedio:</b> 0.922ppm						

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°22; se observan los valores mínimos de 0.310ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.341ppm en el M1P1; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 0.922ppm.

**Figura N° 18.**

*Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



*Nota:*

\* Tal como muestra en la siguiente figura n°18; se observan los valores mínimos de 0.310ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.341ppm en el M1P1; así como también, el valor promedio de 0.922ppm que se presenta en el primer nivel de la segunda frecuencia de monitoreo.

**Tabla N° 23.***Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*

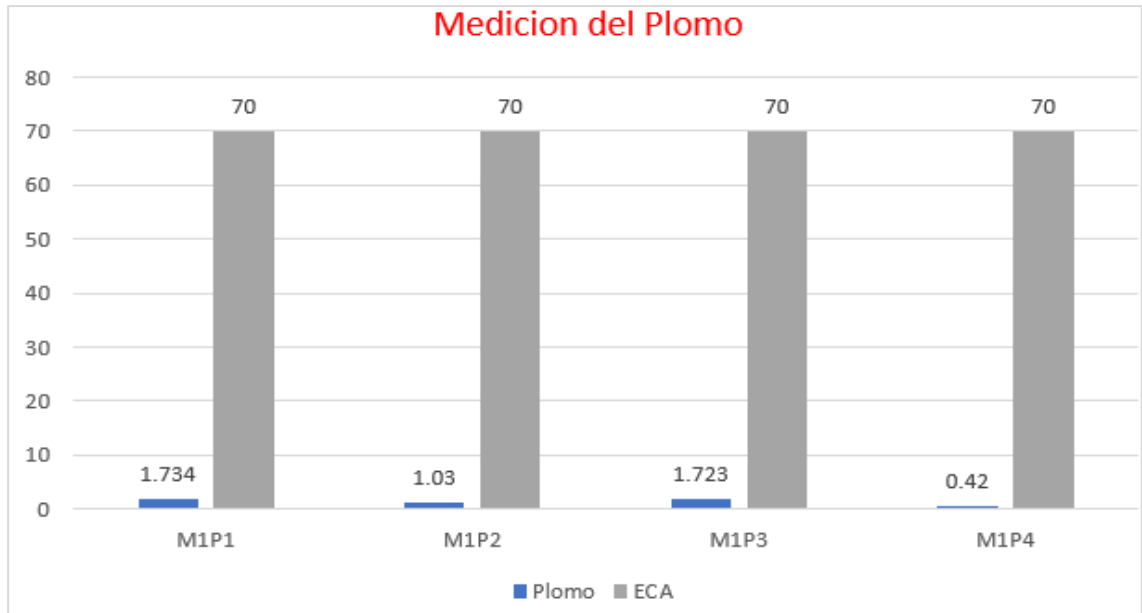
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		1er nivel:	M1P1	M1P2	M1P3	M1P4	0.420	1.734
Plomo	5 mt	1.734 ppm	1.030 ppm	1.723 ppm	0.420 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio:</b> 1.226ppm							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del primer nivel de monitoreo (5 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°23; se observan los valores mínimos de 0.420ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.734ppm en el M1P1; así como también, presenta en el primer nivel de monitoreo el valor promedio de 1.226ppm.

**Figura N° 19.**

*Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Primer nivel de monitoreo (5 metros)*



**Nota:**

\* Tal como señala la figura n°19; se observan los valores mínimos de 0.420ppm en el M1P4 y valores máximos de 1.734ppm en el M1P1; así como también, presenta en el primer nivel de la tercera frecuencia de monitoreo el valor promedio de 1.226ppm.

**Tabla N° 24.**

*Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

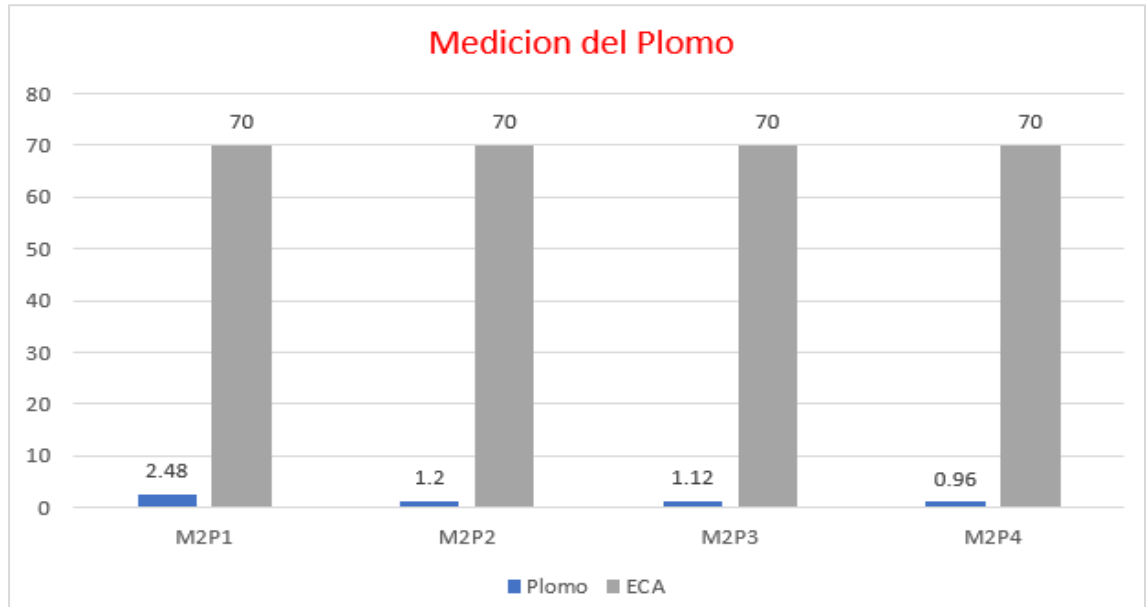
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4			
Plomo	2do nivel:					0.960	2.480	70
	10 mt	2.480 ppm	1.200 ppm	1.120 ppm	0.960 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 1.44ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°24; se observan los valores mínimos de 0.960ppm en el M2P4 y valores máximos de 2.480ppm en el M2P1; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.44ppm.

**Figura N° 20.**

*Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°20; se observan los valores mínimos de 0.960ppm en el M2P4 y valores máximos de 2.480ppm en el M2P1; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.44ppm.

**Tabla N° 25.***Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4	0.746	1.700	70
Plomo	10 mt	2.471 ppm	2.100 ppm	1.700 ppm	0.746 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 1.754ppm</b>							

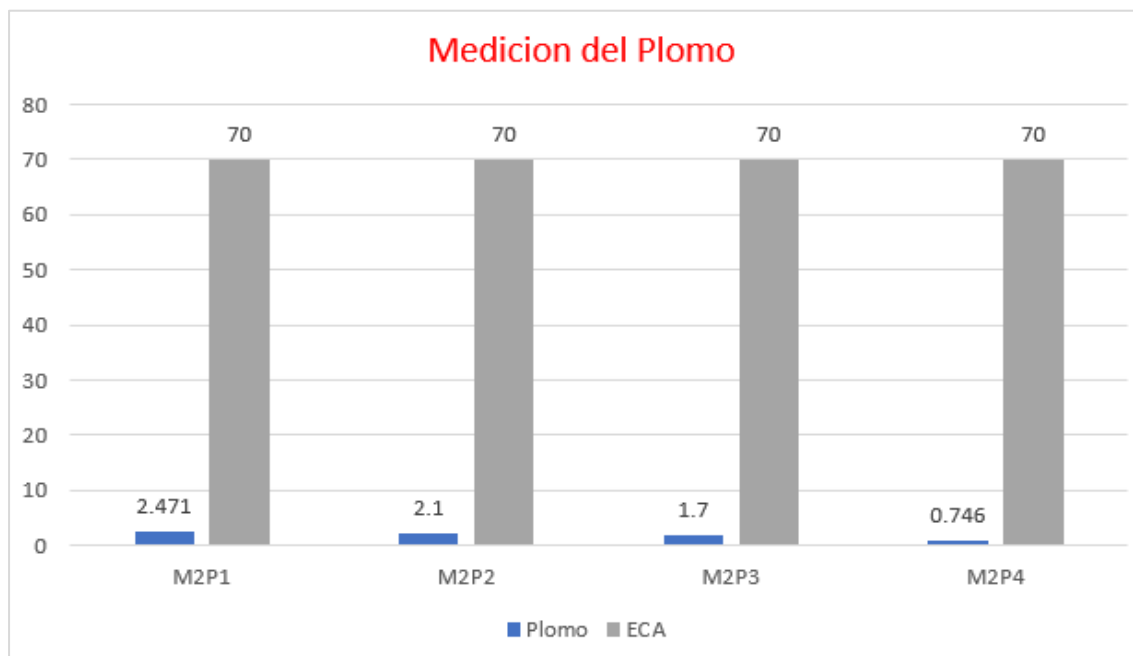
*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°25; se observan los valores mínimos de 0.746ppm en el M2P4 y valores máximos de 1.700ppm en el M2P3; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.754ppm.



**Figura N° 21.**

*Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°21; se observan los valores mínimos de 0.746ppm en el M2P4 y valores máximos de 1.700ppm en el M2P3; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.754ppm.

**Tabla N° 26.***Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – segundo nivel de monitoreo (10 metros)*

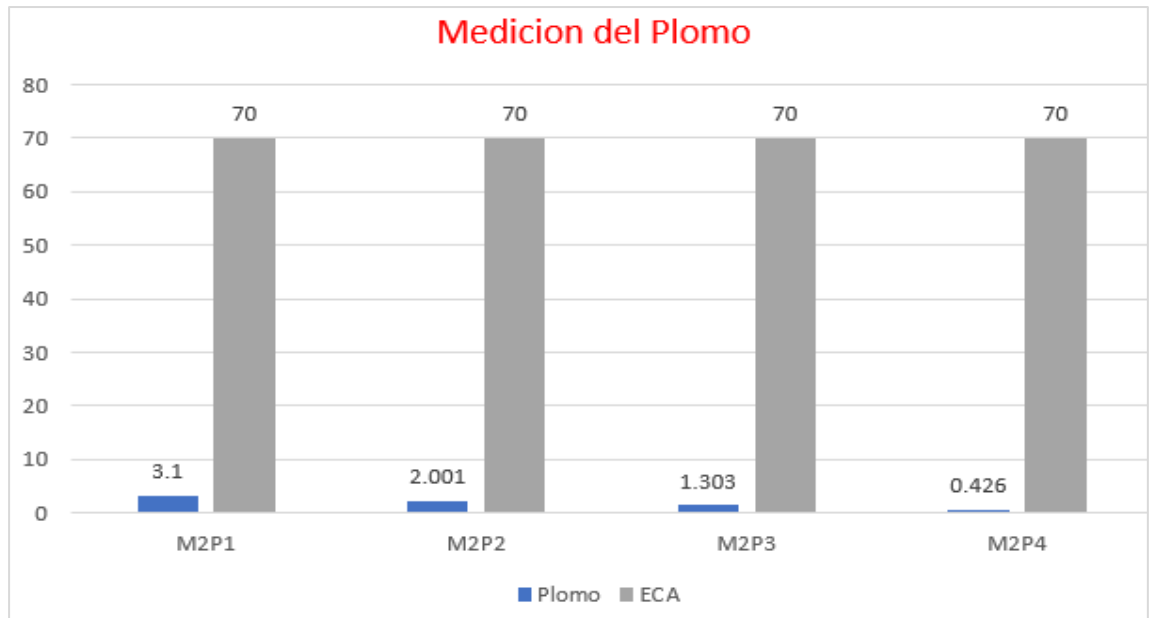
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M2P1	M2P2	M2P3	M2P4			
Plomo	2do nivel:					0.426	3.100	70
	10 mt	3.100 ppm	2.001 ppm	1.303 ppm	0.426 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio:</b>		1.707ppm					

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del segundo nivel de monitoreo (10 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°26; se observan los valores mínimos de 0.426ppm en el M2P4 y valores máximos de 3.100ppm en el M2P1; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.707ppm.

**Figura N° 22.**

*Medición del Plomo - Tercera frecuencia de monitoreo – Segundo nivel de monitoreo (10 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°22; se observan los valores mínimos de 0.426ppm en el M2P4 y valores máximos de 3.100ppm en el M2P1; así como también, presenta en el segundo nivel de monitoreo el valor promedio de 1.707ppm.

**Tabla N° 27.***Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

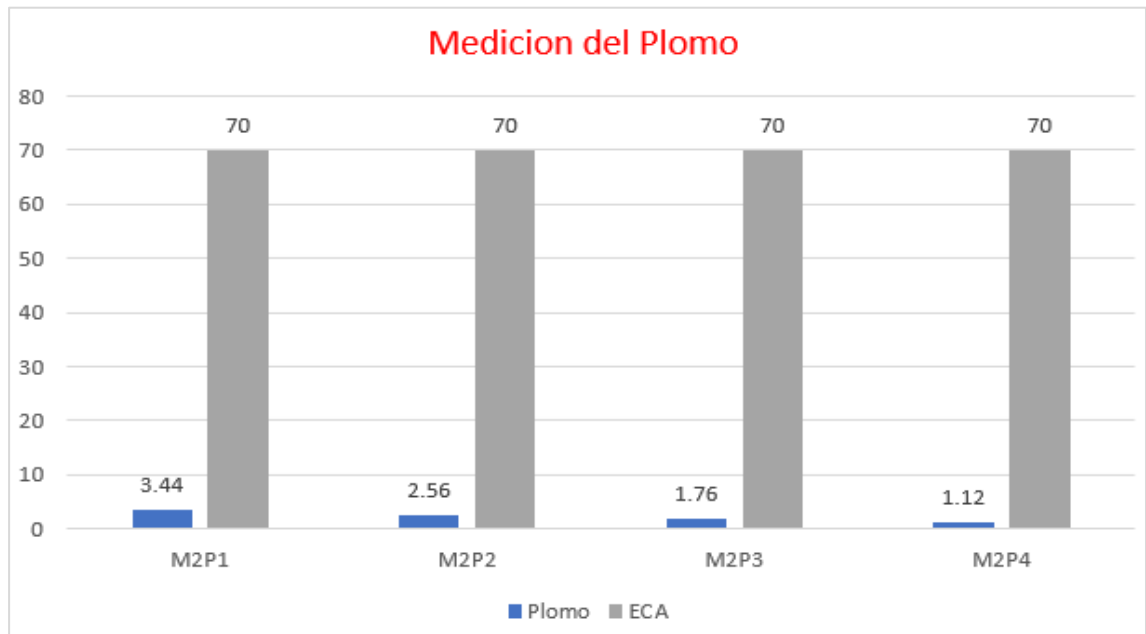
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M3P1	M3P2	M3P3	M3P4			
Plomo	3er nivel:					1.120	3.440	70
	20 mt	3.440 ppm	2.560 ppm	1.760 ppm	1.120 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 2.22ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la primera frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°27; se observan los valores mínimos de 1.120ppm en el M3P4 y valores máximos de 3.440ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 2.22ppm.

**Figura N° 23.**

*Medición del Plomo – Primera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



**Nota:**

\* Tal como señala la figura n°23; se observan los valores mínimos de 1.120ppm en el M3P4 y valores máximos de 3.440ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 2.22ppm.

**Tabla N° 28.***Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

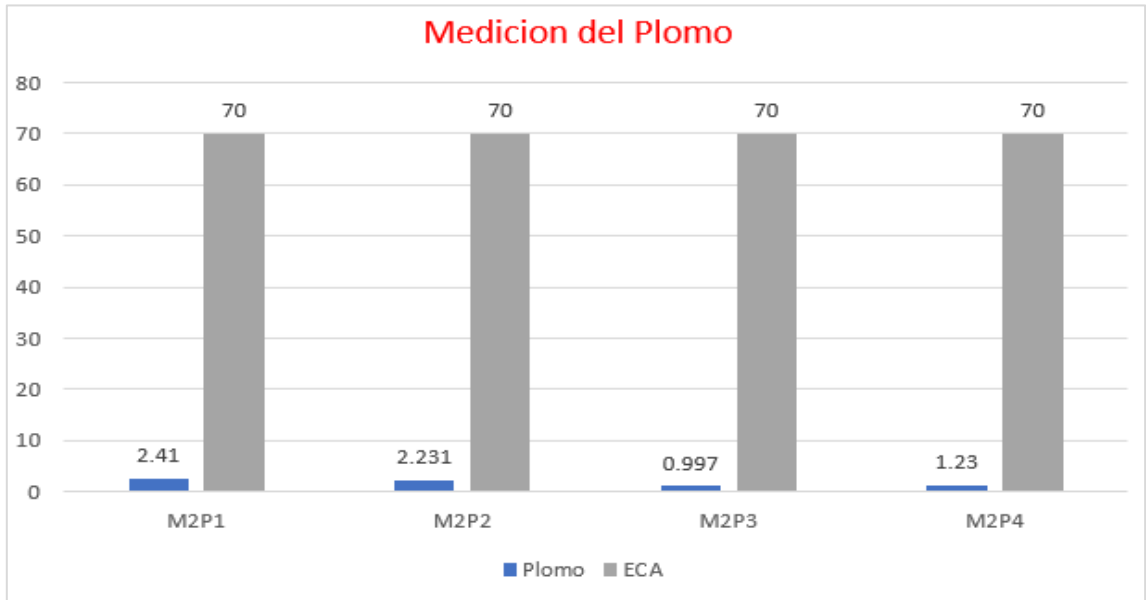
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
		M3P1	M3P2	M3P3	M3P4			
Plomo	3er nivel:					0.997	2.410	70
	20 mt	2.410 ppm	2.231 ppm	0.997 ppm	1.230 ppm	ppm	ppm	ppm
	<b>Valor promedio: 1.717ppm</b>							

*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la segunda frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°28; se observan los valores mínimos de 0.997ppm en el M3P3 y valores máximos de 2.410ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 1.717ppm.

**Figura N° 24.**

*Medición del Plomo – Segunda frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



**Nota:**

\* Tal como señala la figura n°24; se observan los valores mínimos de 0.997ppm en el M3P3 y valores máximos de 2.410ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 1.717ppm.

**Tabla N° 29.***Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (10 metros)*

Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Puntos de Monitoreo				Valores Min.	Valores Max.	ECA
			<b>3er nivel:</b>	<b>M3P1</b>	<b>M3P2</b>	<b>M3P3</b>	<b>M3P4</b>	
<b>Plomo</b>	20 mt	3.005 ppm	2.401 ppm	1.904 ppm	1.174 ppm	ppm	ppm	ppm
		<b>Valor promedio: 2.121ppm</b>						

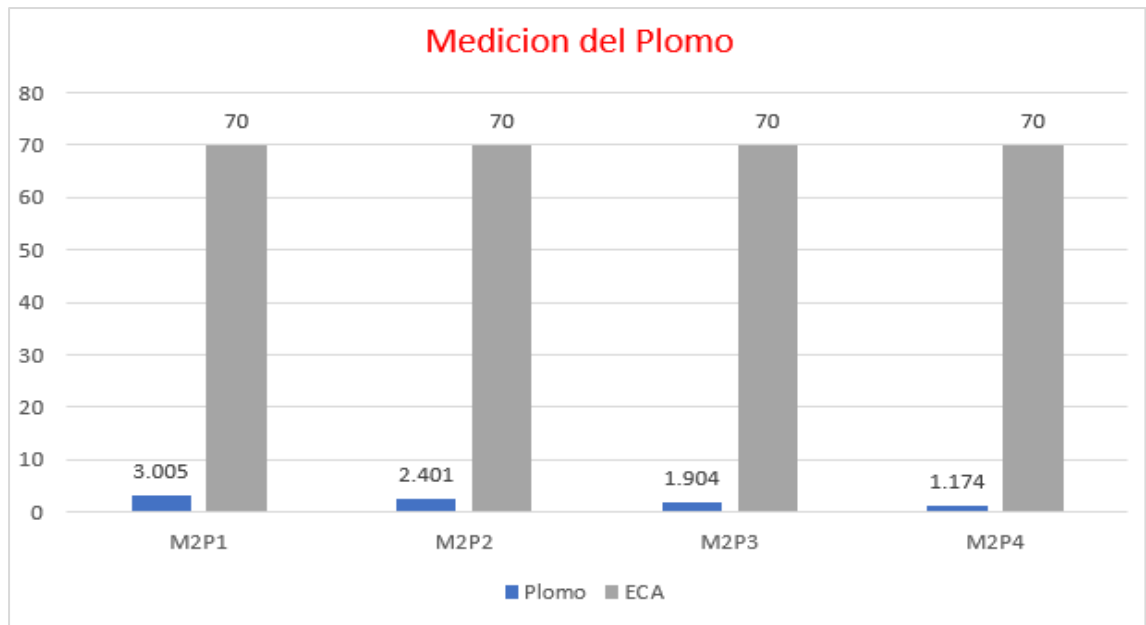
*Nota:*

\* Al analizar los resultados de la tercera frecuencia de monitoreo del tercer nivel de monitoreo (20 metros) de la medición de plomo, tal como señala la tabla n°29; se observan los valores mínimos de 1.174ppm en el M3P4 y valores máximos de 3.005ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 2.121ppm.



**Figura N° 25.**

*Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*



*Nota:*

\* Tal como señala la figura n°25; se observan los valores mínimos de 1.174ppm en el M3P4 y valores máximos de 3.005ppm en el M3P1; así como también, presenta en el tercer nivel de monitoreo el valor promedio de 2.121ppm.

**Tabla N° 30.***Promedio por nivel de monitoreo*

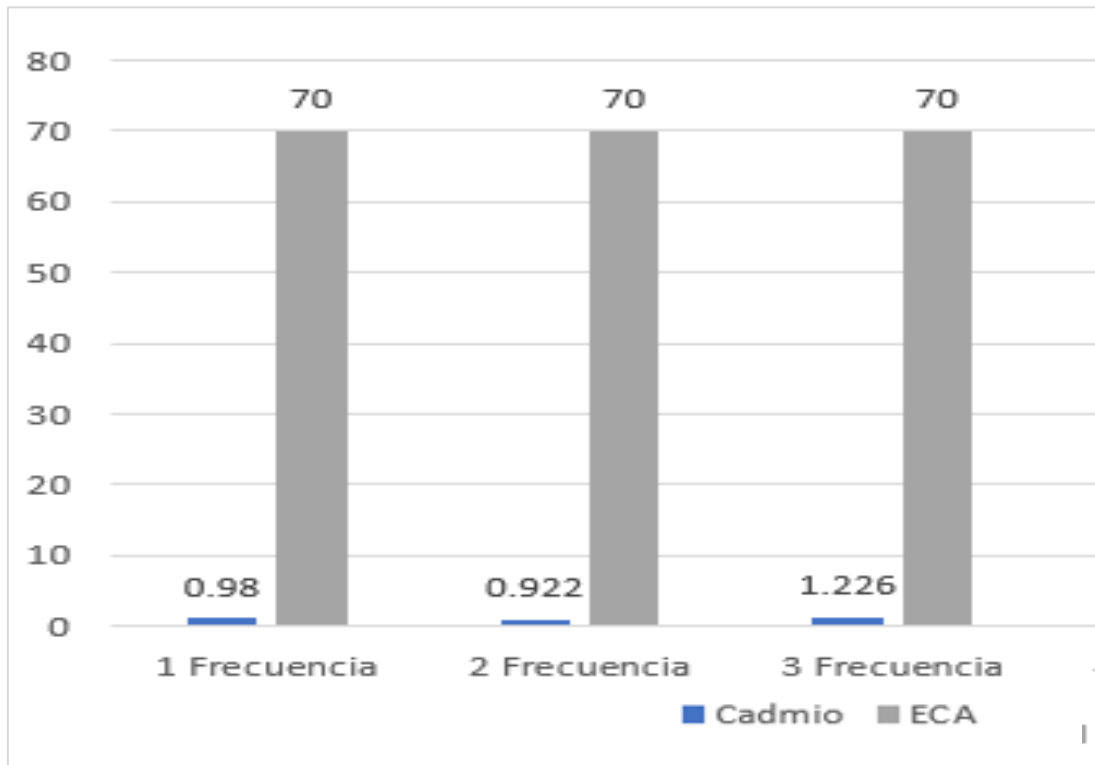
Parámetro evaluado	Niveles de monitoreo	Frecuencia de Monitoreo			ECA
		1	2	3	
Plomo	1er nivel	0.98 ppm	0.922 ppm	1.226 ppm	70 ppm
		Promedio = 1.042ppm			
	2do nivel	1.44 ppm	1.754 ppm	1.707 ppm	
		Promedio = 1.634ppm			
	3er nivel	2.22 ppm	1.717 ppm	2.121 ppm	
		Promedio = 2.019ppm			

Nota:

\* Al analizar los resultados generales de las 6 frecuencias de monitoreos desde el primer nivel hasta el tercer nivel de monitoreo se obtuvieron los promedios generales como son: M1 = 1.078 ppm, M2 = 1.612 ppm y M3 = 2.028 ppm; cuyos valores son inferiores a los parámetros establecidos en la normativa, cumpliéndose así.

**Figura N° 26.**

*Medición del Plomo – Tercera frecuencia de monitoreo – Tercer nivel de monitoreo (20 metros)*

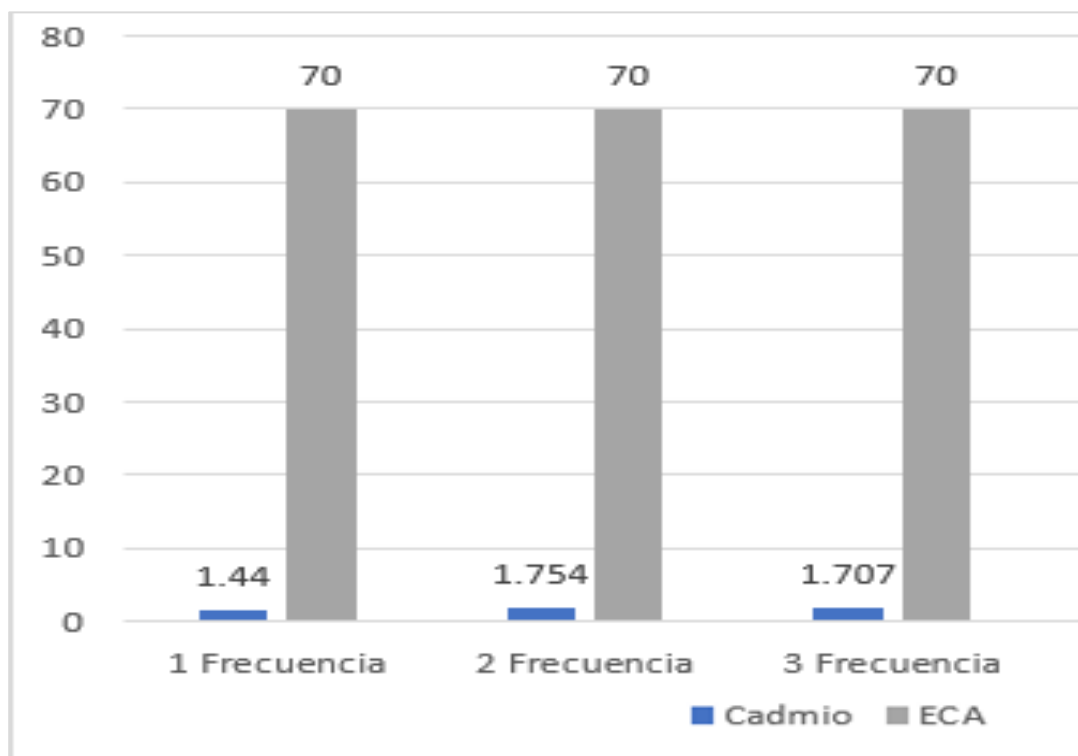


*Nota:*

\* Tal como se muestra en la figura n°26, al analizar los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del primer nivel, se obtiene un valor promedio de 1.042 ppm; cuyo valor no sobrepasa el ECA; cumpliéndose así la normativa.

**Figura N° 27.**

*Promedio por nivel de monitoreo – Segundo nivel*

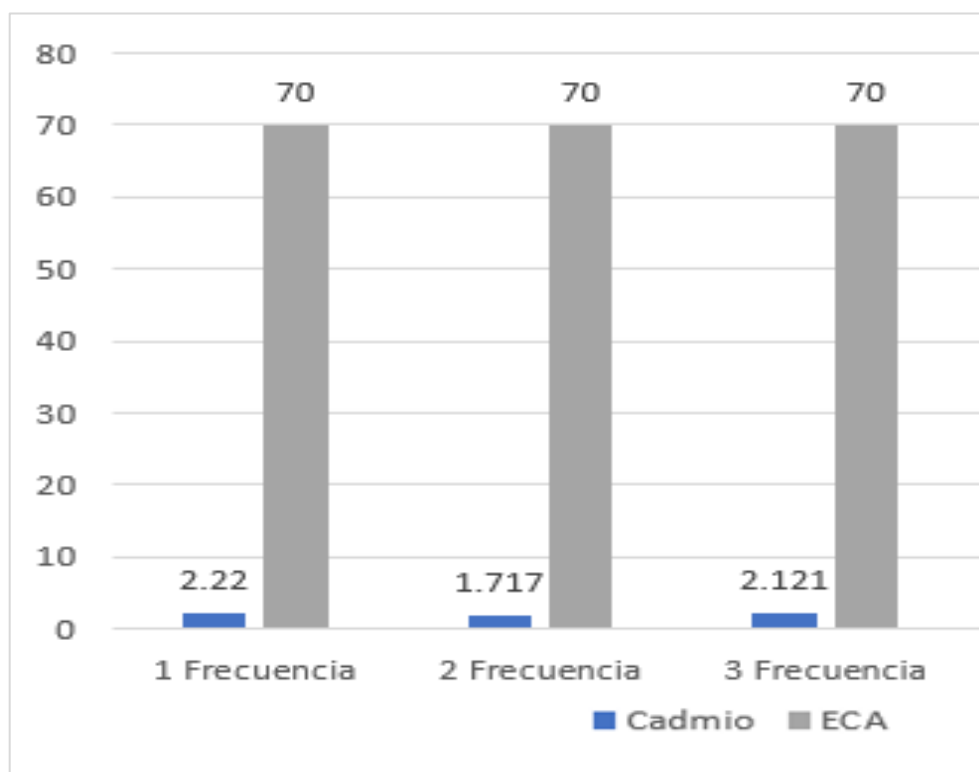


*Nota:*

\* Tal como se muestra en la figura n°27, al analizarse los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del primer nivel, se obtiene un valor promedio general de 1.634 ppm; cuyo valor no sobrepasa el ECA; cumpliéndose así la normativa.

**Figura N° 28.**

*Promedio por nivel de monitoreo – Tercer nivel*



*Nota:*

\* Tal como se muestra en la figura n°28, al analizarse los resultados de la primera, segunda, tercera, cuarta, quinta y sexta frecuencia de monitoreo del primer nivel, se obtiene un valor promedio general de 2.019 ppm; cuyo valor tampoco sobrepasa el EA; cumpliéndose así la normativa.

## 4.2. CONTRASTACION DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la contrastación de la hipótesis de esta investigación se fundamentó en función a los objetivos planteados.

- Prueba de hipótesis para poder determinar la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020: La contrastación, se realizó en base a los parámetros evaluados en los cuatro puntos de monitoreo en los tres diferentes niveles de muestreo; con un nivel de significancia o grado de error de 0.05, para lo cual presento la hipótesis general:

Para la contrastación de la hipótesis de esta investigación se fundamentó en función a los objetivos planteados.

- Prueba de hipótesis para poder determinar la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020: La contrastación, se realizó en base a los parámetros evaluados en los cuatro puntos de monitoreo en los tres diferentes niveles de muestreo; con un nivel de significancia o grado de error de 0.05, para lo cual presento la hipótesis general:
- **Hipótesis Alterna ( $H_a$ ):** La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, influye en la concentración de cadmio y plomo
- **Hipótesis Nula ( $H_0$ ):** La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, no influye en la concentración de cadmio y plomo

**Tabla N° 31.***Estadística de muestras emparejadas – Prueba T de student*

<b>Estadística de muestras emparejadas</b>				
	Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1:	,3170	3	,06718	,03879
CADMIO				
ECACD	1,4000	3	,00000	,00000
Par 2:	1,5410	3	,43364	,25036
PLOMO				
ECAPB	70,0000	3	,00000	,00000

*Nota:*

\* Estadísticas de muestras relacionadas entre los cuatro puntos de monitoreo por niveles de muestreo en el centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco – Huánuco 2020. (ver tabla n° 49).

**Tabla N° 32.***Prueba de muestras emparejadas*

PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS								
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (Bilateral)
				Inferior	Superior			
Par 1: CADMIO – ECACD	-1,08300	,06718	,03879	-1,24988	-,91612	-27,923	2	,001
PAR2: PLOMO - ECAPB	-68,45900	,43364	,25036	-69,53621	-67,38179	-273,442	2	,000



**Tabla N° 33.**

*Estadística de muestras relacionadas*

N°	PRUEBA T DE STUDENT
1	P-VALOR (Cadmio) = 0.001 < $\alpha = 0.05$
2	P-VALOR (Plomo) = - 0 - $\alpha = 0.05$

Teniendo en cuenta los criterios de normalidad donde nos dice:

P-VALOR =  $> \alpha$ , acepta la  $H_0$

P-VALOR =  $< \alpha$ , acepta la  $H_a$

Por consiguiente, los parámetros evaluados no exceden  $\alpha = 0.05$ , aceptando la  $H_a$ : La presencia de una torre de alta tensión en el suelo agrícola del poblado Nauyan Rondos, influye en la concentración de cadmio y plomo.

Sin embargo, los niveles de concentración están muy por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental Suelo D.S. N.º 011 – 2017.

## CAPÍTULO V

### 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 5.1. CONTRASTACIÓN DE RESULTADOS

En el trabajo de investigación intitulado: “Influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco. Huánuco 2020”; según los resultados de las muestras realizadas en la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS), se observa que la influencia de la torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola se encuentran en concentraciones muy por de bajas que estipula la normativa (D.S.N.º 011-2017 – MIMAN); ya que los valores de las muestras de los parámetros fisicoquímicos obtenidas en el laboratorio de Suelos, no sobrepasan cuyos valores teniendo valores mínimos de 0.14ppm y valores máximos de 0.369ppm de Cadmio en el primer nivel de monitoreo (5 metros), así mismo obteniéndose valores mínimos de 0.269ppm y valores máximos de 0.329ppm de Cadmio en el segundo nivel de monitoreo (10 metros) y finalmente se tuvo valores mínimos de 0.321ppm y valores máximos de 0.439ppm de Cadmio en el tercer nivel de monitoreo (20 metros); en cuanto al parámetro de Plomo se obtuvo valores mínimos de 0.922ppm y valores máximos de 1.226 ppm en el primer nivel de monitoreo (5 metros), en el segundo nivel de monitoreo (10 metros) se obtuvieron valores mínimos de 1.44 ppm y valores máximos de 1.707 y finalmente se obtuvieron valores mínimos de 1.717 ppm de plomo y valores máximos de 2.22ppm de plomo en el tercer nivel de monitoreo (20 metros), de lo que se puede concluir a que existe una influencia mínima de concentración de estos parámetros, encontrándose dentro de los valores que exige la normativa ECA suelo, (ver tabla 52):

**Tabla N° 34.**

*Valores Min y Max.*

Parámetros evaluados	Niveles de monitoreo	Frecuencia de monitoreos			Valores Min.	Valores Max.	ECA
		1	2	3			
Cadmio	<b>1er nivel:</b>						
	5mt	0.187 ppm	0.369 ppm	0.14 ppm	0.14 ppm	0.369 ppm	1,4 ppm
	<b>2do nivel:</b>						
	10 mt	0.329 ppm	0.269ppm	0.302ppm	0.269 ppm	0.329 ppm	1,4 ppm
	<b>3er nivel:</b>						
	20 mt	0.439 ppm	0.363ppm	0.321ppm	0.321 ppm	0.439 ppm	1,4 ppm
Plomo	<b>1er nivel:</b>						
	5 mt	0.98ppm	0.922ppm	1.226ppm	0.922 ppm	1.226 ppm	70 ppm
	<b>2do nivel:</b>						
	10 mt	1.44 ppm	1.754ppm	1.707ppm	1.44 ppm	1.707 ppm	70 ppm
	<b>3er nivel:</b>						
	20 mt	2.22 ppm	1.717ppm	2.121ppm	1.717 ppm	2.22 ppm	70ppm

Rafael, (2015). Panao, menciona en su trabajo de investigación “Factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de: Pasco y Pinayog de Chaglla, 2015”, donde se concluyó que el nivel de instrucción influye en el uso de pesticidas y fertilizantes; ya que la población se deja llevar por los distintos medios en donde las 81 empresas promocionan sus productos de insecticidas indicando una disminución de las plagas en un 50% y 50% de insectos benéficos), dada que cada insecticida presenta características toxicológicas , químicas y físicas; las características químicas y físicas determinan su persistencia en el medio. En cuanto a la correlación entre las variables de nivel de instrucción, se halló un coeficiente de correlación de Rho de Spearman de 0.49 con un valor de  $p < 0.044$  indicando significancia al nivel de 0.05.

Riveros, (2014). Huánuco, menciona en su trabajo de investigación “Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higuera, Huánuco”; que los parámetros evaluados obtuvieron como resultados para los metales pesados en el suelo de 1.73 mg/L para cadmio y para plomo 11.83 mg/L, indicando además que muestra la mayor acumulación en la parte superficial del suelo. Llegando a conclusión que en el suelo de la plantación hortícola no se encontraron niveles tóxicos de metales pesados, no obstante, cuando se acumulan en concentración excesivas estas pueden provocar hasta la muerte en personas, así como para los microorganismos del suelo.

Huamani., et al, (2012). Tingo María, en su trabajo de investigación “Presencia de metales pesados en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico en la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María – Perú”; se llegaron a evaluar los contenidos de cadmio y plomo en los suelos y hojas de cacao en las regiones de Huánuco y Ucayali, las muestras tomadas arrojaron como resultados valores promedio de cadmio en un 0.53 ppm y plomo de 3.02 ppm disponibles en el suelo.

## CONCLUSIONES

- Realizar monitoreos mensuales o anuales para obtener una mayor data precisa sobre cómo es que se genera la influencia de estas torres de alta tensión en la concentración de metales pesados (cadmio y plomo) en los suelos agrícolas, con el propósito de prevenir cualquier desequilibrio medio ambiental.
- La concentración de Cadmio, arrojo como resultados valores promedios mínimos de 0.232 ppm y valores promedios máximos de 0.374 ppm.
- La concentración de Plomo, arrojo como resultados valores promedios mínimos de 1.042 ppm y de valores promedios máximos de 1.754 ppm.
- En cuanto a la comparación de los parámetros fisicoquímicos con la normativa Estándar Calidad Ambiental Suelo D.S.N.º 011-2017 – MINAM, estas cumplen a cabalidad ya que los parámetros evaluados no superan los límites establecidos.
-

## RECOMENDACIONES

- Realizar monitoreos anuales o mensuales por parte de la población o por parte de las empresas quienes instalan y montan estas torres de alta tensión; con el propósito de evitar cualquier tipo de daño u alteración en el medio por altas concentraciones de estos metales pesados.
- Brindar charlas de concientización a la población y a estas empresas para así implementen un buen sistema y no genere altas concentraciones a medio o largo plazo.
- Implementar u optar por el uso de tecnologías verdes; quienes son mucho más amigables para el entorno y el usuario en general.
- Hacer uso de las señalizaciones correspondientes para evitar cualquier incidente dentro de un perímetro aceptable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Belmonte, P. (2005). Ecologistas en Acción. Obtenido de Problemas de la alta tensión. [En línea]: (<https://www.ecologistasenaccion.org/7816/problemas-de-la-alta-tension/>., 2005)
- Bernardo, J. (2019). Determinar los parámetros biológicos de agua para riego en vegetales según normativa vigente, en el Distrito de Conchamarca – Ambo, Distrito San Francisco de Cayran y Amarilis – Huánuco, Regio Huánuco – octubre 2018 – febrero 2019. (Tesis), Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Huánuco, Perú.
- Calderón, A. (2015). Suelos contaminados con plomo en la ciudad de la Oroya, Junín y su impacto en la calidad del agua del rio mataron. (Tesis), Universidad Nacional San Marcos. Lima, Perú.
- Cárdenas, A. (2012). Presencia de cadmio en algunas parcelas de cacao orgánico en la cooperativa agraria industrial naranjillo – Tingo María – Perú. (Tesis), Universidad Agraria Nacional de la Selva. Tingo María – Perú.
- De la peña, V. (2015). Evaluación de la concentración de plomo y cadmio en suelo superficial de parques y plazas públicas, en tres municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo León, México. (Tesis), Universidad Autónoma de Nuevo León. Nuevo León, México.
- Días, F. (2014). Contaminación por plomo y cadmio en el rio Huaycoloro y su influencia en la calidad del agua del rio Rímac, 2014. (Tesis), Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.
- Gómez, P. (2010). Diseño y construcción de puestas a tierra para el colegio técnico industrial Gualaceo, basados en las recomendaciones prácticas para el aterrizamiento en sistemas eléctricos comerciales e industriales de la IEEE. (Tesis), Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.

- GRN. (s.f.). Impacto Ambiental Línea de Transmisión Eléctrica - Gestión en Recursos Naturales. [En línea]: (<https://www.gm.cl/impacto-ambiental-línea-de-transmision-electrica.html>, 31 de agosto, 2020).
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, L. (2014). Metodología de la investigación. Editorial Mc.Graw-Hipp.Hill. México
- Huamani, H., Huauya, M., Mansanilla, L., Florida, N., Neira, G. (2012). Presencia de metales pesados en cultivos de cacao (*Theobroma cacao* L.) orgánico. *Acta Agronómica*. 61(4), p 339 – 344.
- Izquierdo, R. (2015). Contaminación de los suelos agrícolas provocadas por el uso de los agroquímicos en la parroquia San Joaquin. (Tesis), Universidad Politecnica Salesiana. Cuenca, Ecuador.
- Lenntech, B. (2019). Cadmio – cd [En línea]: (<https://www.lenntech.es/periodica/elementos/cd.htm>, 2019.)
- Ministerio del Ambiente. (2013). D.S N.º 002-2013-MINAM. Lima, Perú. 4 p.
- Ministerio del Ambiente. (2017). D.S N.º 002-2014-MINAM. Lima, Perú. 6 p.
- Ministerio del Ambiente. (2017). D.S N.º 011-2017-MINAM. Lima, Perú. 4 p.
- OEFA. (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. [En línea]: ([https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827), 2014)
- Rafael, T. (2015). Factores influyentes en la contaminación química del suelo por los agricultores de las localidades de: pasto y pinayog de Chaglla, 2015. (Tesis), Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Cayhuana, Huánuco.
- Riveros, F. (2014). Nivel de contaminación con metales pesados en suelos agrícolas y sus efectos en hortalizas en el valle Higuera, Huánuco. (Tesis), Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Cayhuana, Huánuco.



- Rojas, R. (2017). Factores determinantes de la contaminación de sueños en la provincia de Tarma 2017. (Tesis), Universidad Católica Sedes. Tarma – Perú.
- Sanabria, R. (2002). Toxicidad y acumulación de cadmio en pobladores de diferentes especies de Artemia. (Tesis), Universidad de Valencia. Valencia, España.
- Tantalean, E. (2017) Distribución del contenido de cadmio en los diferentes órganos del cacao CCN-51 en suelo aluvial y residual. (Tesis), Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Volke, S. Velasco, A. de la Rosa, P. (2005). Suelos contaminados por metales pesados y metaloides: Muestreo y alternativas para su remediación, Instituto Nacional de Ecología. México, D.F., pp 31-35.
- Wong, A. (2017). Determinación de camio en el suelo de cultivo para cacao CCN-51 mediante análisis de espectroscopia de absorción atómica. (Tesis), Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

## **ANEXOS**

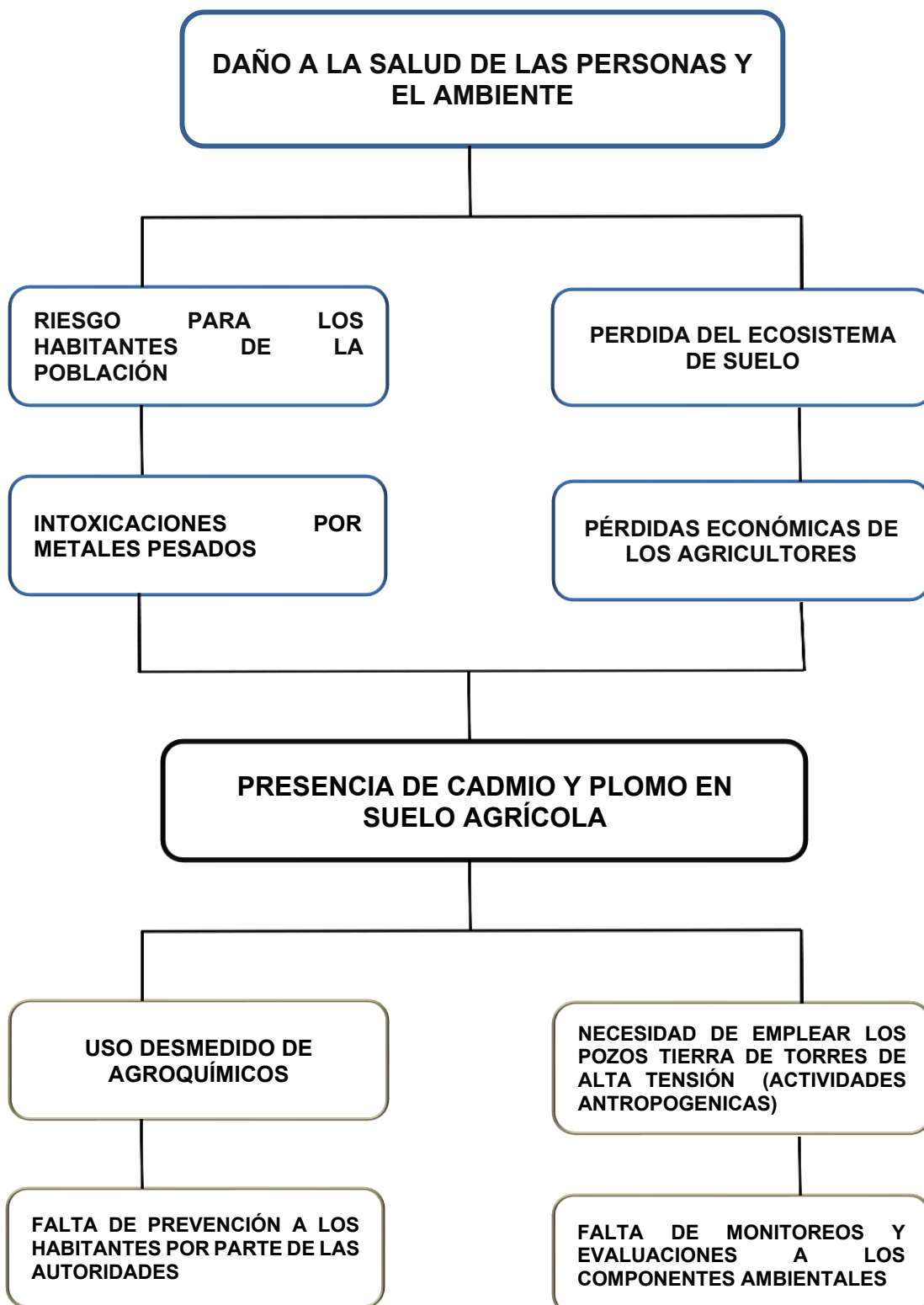
## Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título del proyecto de investigación: “Influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020”

Tesista: Bach. Ayala Tello, Jefferson Víctor.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA
<p><b>Problema general</b> ¿Cuál será la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cuál será la concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020? ¿Cuál será la concentración de plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Determinar la influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Determinar si la concentración de cadmio, en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, cumple con el ECA. Determinar si la concentración de plomo, en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, no cumple con el ECA.</p>	<p><b>Hipótesis general</b> <b>Ha:</b> La presencia de una torre de alta tensión en suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, influye en la concentración de cadmio y plomo. <b>Ho:</b> La presencia de una torre de alta tensión en suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, no influye en la concentración de cadmio y plomo.</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> <b>Ha1:</b> La concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, cumple con el ECA. <b>Ho1:</b> La concentración de cadmio en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, no cumple el ECA. <b>Ha2:</b> La concentración de plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, cumple con el ECA. <b>Ho2:</b> La concentración de plomo en el suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco, no cumple con el ECA.</p>	<p><b>Variable Dependiente:</b> <i>Concentración de Cadmio y Plomo</i></p> <p><b>Variable Independiente:</b> <i>Torre de alta tensión y suelo agrícola</i></p>	<p><i>Parámetro físico químico</i></p> <p><i>Parámetro físico</i></p> <p><i>Parámetro físico químico</i></p>	<p><i>Peso (muestra de suelo</i></p> <p><i>Cadmio (Cd) totales</i></p> <p><i>Peso (muestra de suelo</i></p> <p><i>Plomo (Pb) totales</i></p> <p><i>N° de torres</i></p> <p><i>Peso (muestra de suelo</i></p> <p><i>Cadmio (Cd) totales</i></p> <p><i>Plomo (Pb) totales</i></p>	<p><b>Población:</b> La población será la correspondiente al perímetro total de la ubicación de la torre de alta tensión, y toda el área a muestrear, con un aproximado de 30 x 30 m, sería igual a 900 m<sup>2</sup>. La cual se ubicada en el centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco.  Este: 361033.4 Norte: 8904800.9</p> <p><b>Muestra:</b> Las muestras para esta investigación, serán las que se recolectarán en campo los que consiste en 4 muestras de suelo por nivel de muestreo, se tiene 3 niveles asiendo un total de 12 muestras, todos pertenecientes al perímetro del suelo agrícola usado como pozo a tierra de una torre de alta tensión, en el centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco.</p>

Anexo 2 **ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO**



Anexo 3 HOJA DE CAMPO

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

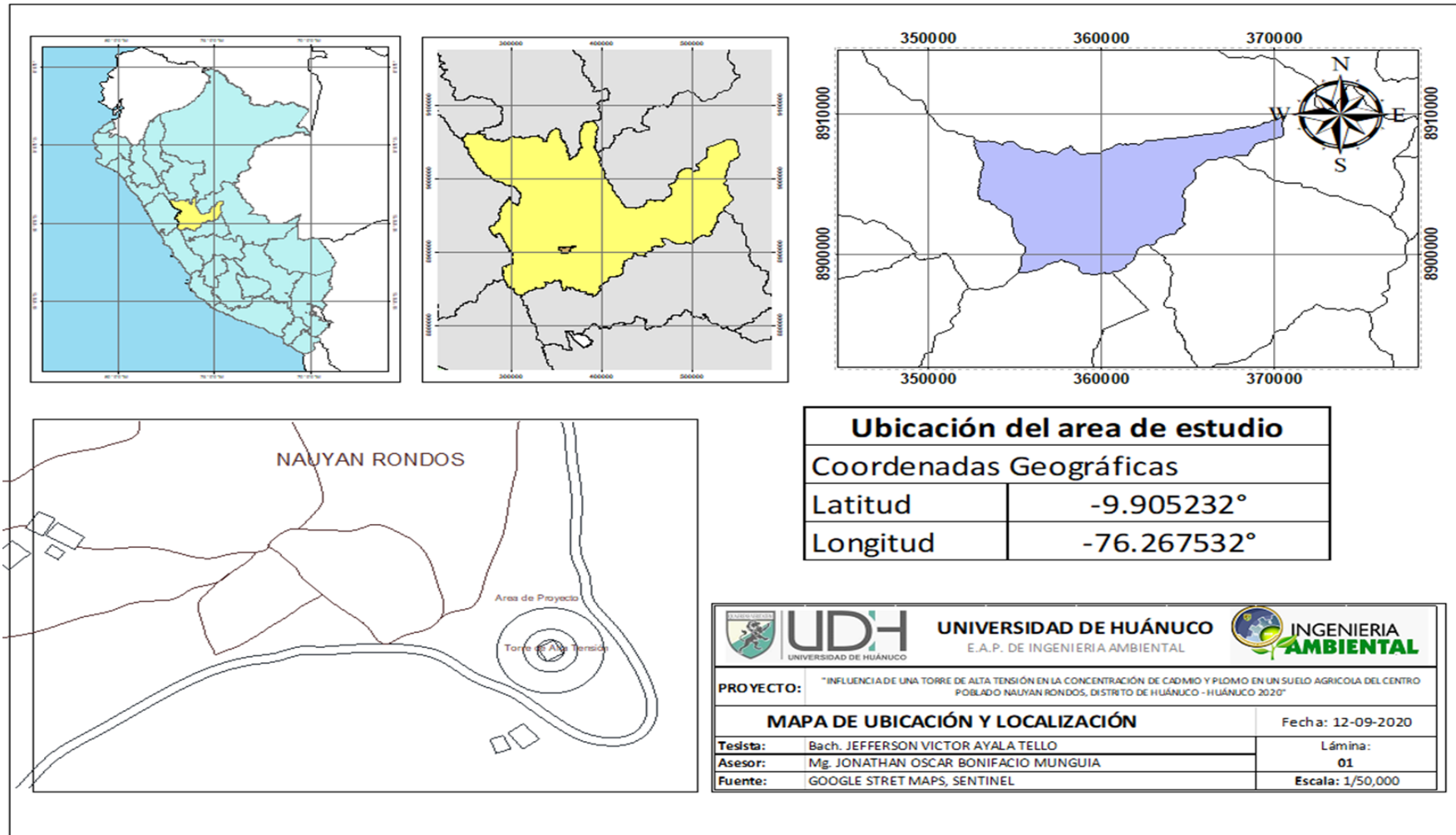
Formato N°1: Formato de etiqueta para muestreo - Muestreo de: .....

<b>IDENTIFICACION:</b>		
<b>CODIGO DE MUESTRA:</b>		
<b>CODIGO DE LAB:</b>		
<b>LUGAR DE MUESTREO:</b>		
<b>FECHA:</b>	<b>HORA:</b>	<b>T°:</b>
<b>LOTE:</b>	<b>MUESTREADO POR:</b>	

### CADENA DE CUSTODIA

<b>Título del proyecto de investigación:</b> "Influencia de una torre de alta tensión en la concentración de cadmio y plomo en un suelo agrícola del centro poblado Nauyan Rondos, distrito de Huánuco - Huánuco 2020" <b>Tesista:</b> AYALA TELLO, Jefferson Victor	
<b>DATOS GENERALES</b>	
Nombre del sitio de estudio:	Provincia:
Razón social	Distrito:
Uso principal:	Dirección del predio:
<b>DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO</b>	
Coordenadas UTM (x, y):	Operador:
Técnica de muestreo:	Instrumentos usados:
Profundidad final:	Relleno del agujero después del muestreo:
<b>DATOS DE LAS MUESTRAS</b>	
Clave de la muestra:	Número de muestra:
Fecha:	Hora:
Profundidad desde:	Profundidad hasta:
Características organolépticas:	Color: <span style="float: right;">Olor:</span>
Textura:	Medido en campo:    si (   )            no (   )
Cantidad de la muestra:	
Medidas de conservación:	
Fuente: Elaboración propia	
Tipo de muestra:	

## Anexo 4 MAPA DE UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



Anexo 5 RESULTADOS DE LABORATORIO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
 Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - WhatsApp 941531359  
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología  
[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



# ANALISIS DE SUELOS

SOLICITANTE: JEFFERSON AYALA TELLO										PROCEDENCIA: NAUYANT - RONDOS - HUANUCO														
N°	DATOS		ANALISIS MECANICO			pH	M.O.	N	P	K	Cd	Pb	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%	
			Arena	Arcilla	Limo									Textura	disponible				Ca					Mg
	COD LAB	REF	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm															
1	S1375	M	41	42	17	Arcilloso	6.32	1.55	0.08	9.59	100.96	0.160	1.520	7.02	5.64	0.84	0.33	0.21	--	--	--	100	0	0

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO N° 001-0619547  
 TINGO MARIA, 21 DE DICIEMBRE 2020

*[Firma]*  
 Mansilla Miraya  
 JEFF







## Anexo 6 **PANEL FOTOGRÁFICO**

Figura 1 Llegada a la zona de estudio (reconocimiento del lugar)





Figura 2 Llegada a la zona de estudio (reconocimiento del lugar)





**Figura 3 Identificación del pozo a tierra**





Figura 4 Identificación y marcaje de los puntos y niveles de muestreo





Figura 5 Identificación y marcaje de los puntos y niveles de muestreo





Figura 6 Identificación y marcaje de los puntos y niveles de muestreo





Figura 7 Identificación y marcaje de los puntos y niveles de muestreo





Figura 8 Identificación y marcaje de los puntos y niveles de muestreo





Figura 9 Toma de muestra Insitu





Figura 10 Toma de muestra Insitu





Figura 11 Tamizaje del suelo





Figura 12 Tamizaje y desecho de partículas mayores





Figura 13 Llenado y pesaje de la muestra





Figura 14 Llenado y pesaje de la muestra





Figura 15 Entrega de las muestras del suelo al jefe de laboratorio





Figura 16 Análisis de la muestra de suelo – Laboratorio de la UNAS



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 693-2020-D-FI-UDH**

Huánuco, 22 de octubre de 2020

Visto, el Oficio N° 353-2020-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del proyecto de Tesis titulado "INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO AGRÍCOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO DE HUÁNUCO - HUÁNUCO 2020", presentado por el (la) Bach. Jefferson Victor, AYALA TELLO.

**CONSIDERANDO:**

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo n° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 1211-2019-D-FI-UDH, de fecha 15 de octubre de 2019, perteneciente al Bach. Jefferson Victor, AYALA TELLO se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Jonathan Óscar Bonifacio Munguía, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 353-2020-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del proyecto de Tesis titulado: "INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO AGRÍCOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO DE HUÁNUCO - HUÁNUCO 2020" presentado por el (la) Bach. Jefferson Victor, AYALA TELLO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Elmer Riveros Agüero (Presidente), Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario) y Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el proyecto de Tesis, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

**SE RESUELVE:**

**Artículo Único.** - APROBAR, el Proyecto de Investigación y su ejecución titulado: "INFLUENCIA DE UNA TORRE DE ALTA TENSIÓN EN LA CONCENTRACIÓN DEL CADMIO Y PLOMO EN UN SUELO AGRÍCOLA DEL CENTRO POBLADO NAUYAN RONDOS, DISTRITO DE HUÁNUCO - HUÁNUCO 2020" presentado por el (la) Bach. Jefferson Victor, AYALA TELLO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE**



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Mg. Jefferson Victor Ayala Tello  
asesor(a) de tesis



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DECANO  
Mg. Bartha Campos Ruiz  
Decano(a) de la Facultad de Ingeniería

**Distribución:**

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/IR/ma.