



Universidad
Norbert Wiener

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN HEMATOLOGÍA**

Trabajo Académico

Relación entre metales pesados en sangre y anemia en San Jacinto - Tumbes
2026

Para optar el Título de
Especialista en Hematología

Presentado por:

Autora: Sanjinez Villalta, Sara Liliana

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2063-5319>

Asesora: Mg. Cossio Villar, Mery Ann

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3224-4849>

Lima – Perú

2026

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022
		REVISIÓN: 01	

Yo, **Sara Liliana Sanjinez Villalta** egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de Tecnología Médica, Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo **“RELACION ENTRE METALES PESADOS EN SANGRE y ANEMIA EN SAN JACINTO - TUMBES 2026”** Asesorado por el docente: MG. COSSIO VILLAR, MERY ANN DNI 42348307 ORCID **0000-0002-3224-4849** tiene un índice de similitud de 14 % con código **oid: 14912:593924999** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....
Firma de autor 1

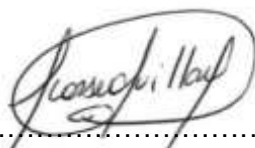
Sara Liliana Sanjinez Villalta

DNI: 41004394

.....
Firma de autor 2

Nombres y apellidos del Egresado

DNI:



.....
Firma

Mg. Mery Ann Cossio Villar

DNI:42348307

Lima, 12 de MAYO de 2026

INDICE

CAPITULO I.....	5
Planteamiento del estudio.....	5
1.1. Planteamiento del Problema	5
1.2. Formulación del Problema	7
1.2.1. Problema General	7
1.2.2. Problemas específicos:	8
1.3. Objetivos de la Investigación.....	8
1.3.1 Objetivo general.....	8
1.3.2 Objetivos específicos.....	8
1.4. Justificación de la Investigación	9
1.5. Delimitacion de la Investigacion.....	10
1.5.1. Temporal.....	10
1.5.2. Espacial.....	10
1.5.3.Poblacion.....	10
CAPITULO II.....	11
Marco teórico.....	11
2.1. Antecedentes de la investigación.....	11
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	11
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	17
2.2. Bases Teóricas:.....	23

2.2.1. Definicion de metales pesados.....	23
2.2.2. Caracteristicas Generales.....	27
2.2.3. Origen y distribucion de los metales pesados.....	28
CAPITULO III.....	30
3.1. Formulaci3n de la Hip3tesis	30
3.1.1. Hip3tesis General.....	30
3.1.2. Hip3tesis Espec3ficos.....	30
CAPITULO IV	31
Metodologia	31
4.1. M3todos, tipo y nivel de la investigaci3n	31
4.1.1. M3todo de investigaci3n	31
4.1.2.Enfoque de la investigacion.....	31
4.1.3. Tipo de Investigaci3n.....	32
4.1.4. Nivel de la investigaci3n	32
4.2. Dise3no de Investigaci3n.....	32
4.3. Poblaci3n y Muestra.....	33
4.3.1 Poblaci3n	33
4.3.2 Muestra.....	33
4.3.3.Tipo de muestreo.....	34
4.4.Criterios de inclusion.....	34
4.5.Criterios de exclusion.....	34

5. Operacionalizacion de las Variables.....	35
6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	37
6.1. Técnicas.....	37
6.2. Instrumento.....	37
6.2.1.Ficha de rtecoleccion de datos.....	38
6.2.2.Validacion.....	38
6.2.3.Confiabilidad.....	39
7. Análisis de datos.....	39
7.1.Plan de procesamiento de datos.....	39
7.2. Plan de analisis de datos.....	40
8. Consideraciones éticas.....	40
9.Aspectos administrativos.....	42
10. Cronograma de actividades.....	42
11. Referencias bibliográficas.....	43
12.Anexos.....	46

Capítulo I

1.1. Planteamiento del problema

Los metales pesados pertenecen a un conjunto de elementos químicos que se caracterizan por tener una alta toxicidad y densidad, de los cuales se encuentra el cadmio, plomo, mercurio, y el arsénico.

Estos metales los podemos encontrar normalmente en el suelo, el agua y los alimentos, pero asimismo pueden ser liberados al medio ambiente mediante la minería, la industria y la quema de combustibles fósiles como el petróleo, que son efectuadas por el hombre. Cuando hay una excesiva exposición a los metales pesados, esto puede causar efectos perjudiciales en la salud humana ya que puede tener efectos graves e irreversibles en la salud, especialmente en niños y mujeres embarazadas.

Estos efectos pueden variar dependiendo del tipo de metal al cual está expuesto la persona y sus características individuales y el tiempo de duración de la dosis.

El plomo es un metal tóxico, que se libera mediante los procesos mineros y se expande mayormente al medio ambiente.

En la actualidad los niños que presentan anemia son considerados como un problema mundial, a medida como pasan los años se vuelve más relevante, ya que esto ocurre porque hay una deficiencia en el consumo de hierro. Por otro lado, se debe considerar también los problemas de salud por intoxicación de los metales pesados que se encuentra en el aire, agua y la tierra, como el plomo, cadmio, mercurio, etc. Toda persona que se encuentra expuesta a estos metales presenta alteraciones en su nivel hematológico, mayormente con anemia microcítica, hipocrómica y además puede presentar eritrocitos del tipo punteado basófilo.

Funcionalmente desde el enfoque fisiopatológico la anemia es el descenso en la capacidad del organismo para llevar oxígeno a los tejidos, debido a la falta de glóbulos rojos o hemoglobina funcionales.

Estudios peruanos indican que la industria minera libera con frecuencia metales pesados como arsénico, plomo, mercurio y otros, superando los límites permitidos y causando severos impactos ambientales y de salud en la población que vive en las orillas de los ríos o cerca a zonas mineras.

La minería en Perú ha provocado que más de 10 millones de personas consuman agua tóxica, una grave crisis sanitaria citada por la ONU que exige intervención inmediata, así mismo alertó que un tercio de la población peruana está en riesgo por agua con metales pesados, llamando a frenar la contaminación minera que afectaría a muchas generaciones de niños, jóvenes y adultos, por otro lado, los gobiernos actuales no hacen nada para frenar el avance de la destrucción del medio ambiente.

La OMS advierte que todo nivel de plomo es potencialmente peligroso. Valores mínimos (3,5 $\mu\text{g/dL}$) ya impactan negativamente en la capacidad cognitiva y el comportamiento de los niños y si estos aun así tienen desnutrición puede ser más susceptibles a la intoxicación porque su cuerpo puede absorber con mayor rapidez estos metales ya que les hace falta de nutrientes básicos como hierro y calcio.

En la ciudad de Tumbes a pesar de su importancia agrícola, las aguas de la cuenca Puyango-Tumbes sufren contaminación por la actividad minera; específicamente, 87 plantas procesadoras de oro en la parte alta de Ecuador, impactan los recursos hídricos de toda la población que vive en las zonas ribereñas, generando un impacto de contaminación ambiental.

Estudios múltiples han evidenciado concentraciones críticas de metales pesados en la zona baja de la cuenca transfronteriza Puyango-Tumbes. Se ha detectado plumbemia en los

pobladores de Rica Playa, vinculada directamente al consumo de agua del río. Es alarmante y preocupante la presencia de metales pesados debido a su alta toxicidad ambiental y capacidad de bioacumulación, siendo el cadmio, el cromo y el plomo los más peligrosos por su persistencia en el ecosistema, ya que persisten en el entorno, ingresan a la cadena alimenticia y se acumulan en los organismos vivos.

Teniendo como base en esta preocupante situación, he visto por conveniente llevar a cabo esta investigación que consiste en establecer una relación entre los metales pesados en sangre y la anemia en los niños de una determinada localidad del distrito de San Jacinto, departamento de Tumbes.

Esta investigación no simplemente se centra en el objetivo de abordar el problema de la anemia que es causada por intoxicación por metales pesados en la población de menor edad y las gestantes distrito de San Jacinto de la provincia y departamento de Tumbes, sino que permitirá brindar un estudio de interés para que se puedan realizar más estudios de investigación, mediante el análisis de otros factores que guarden relación con las diversas enfermedades generadas por la contaminación de la minería en el Cantón El Oro de Ecuador. Frente a toda esta situación se pretende investigar en qué medida existe una correlación entre la acumulación de estos metales pesados en la sangre, producto del consumo de agua de la zona del distrito de San Jacinto y el tipo de anemia en niños menores de 10 años y madres en etapa gestacional.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la relación entre la concentración de metales pesados en sangre con el tipo y grado de anemia en niños <10 años y gestantes de las zonas rurales del distrito de San Jacinto – Tumbes, 2026?

1.2.2. Problema Específicos

- ¿Cuál es la relación entre la concentración de metales y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026?
- ¿Cuáles es la relación entre la concentración de metales y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de san Jacinto - Tumbes 2026?
- ¿Cuál es la relación entre la concentración de los metales y el porcentaje de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto en el año 2026?
- ¿Cuál es la relación entre la concentración de los metales y el tipo de metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto en el año 2026?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar cuál es la relación que existe entre la concentración de metales pesados en sangre, con el tipo y grado de anemia en los niños <10 años y gestantes del distrito de San Jacinto – Tumbes, 2026.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026.

- Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026.
- Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y la frecuencia de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026.
- Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y el tipo de metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026.

1.4. Justificación de la Investigación

TEORICA

En el Cantón el Oro del vecino país de Ecuador, la actividad minera informal extrae minerales como oro, plomo, plata, zinc y otros metales, por otro lado los relaves mineros conteniendo mercurio son vertidos por las aguas del río Tumbes, esto viene generando la preocupación de los habitantes que viven en zonas rurales del distrito de San Jacinto de la Ciudad de Tumbes, ya que existe dificultad del acceso de agua potable y los pobladores posiblemente consumen el agua del río, estando en contacto con niveles de metales pesados superando los límites permisibles.

PRACTICA

Así mismo la presencia de metales pesados en el organismo humano genera efectos nocivos sin importar la vía por la cual ocurra la exposición, por tal motivo la presente investigación orientará su análisis a identificar los niveles de concentración de dichos elementos, centrando especial atención en infantes < 10 años y a las mujeres gestantes, ya que representan a grupos más vulnerables a las sustancias tóxicas.

Los niños preadolescentes, suelen estar más expuestos a las toxinas ambientales, como consecuencia de sus comportamientos y tienen mayores tasas de absorción y menor capacidad de desintoxicación. Por ello, son más vulnerables a la exposición del plomo, mercurio y otros agentes tóxicos, ya que, por unidad de peso, comen, beben y respiran de tres a cuatro veces más que los adultos.

En el distrito de San Jacinto de la ciudad de Tumbes, dentro de sus zonas aledañas se ha venido observando casos de enfermedades estomacales y algunas veces se ha observado que las mujeres gestantes vienen teniendo problemas de deformación en sus fetos lo que ha provocado una gran interrogante sobre la causa que provoca el consumo del agua.

METODOLOGICA

Con este estudio a partir de su metodología y de sus técnica e instrumento, se va a buscar determinar si ciertos metales pesados tienen una relación con los cuadros de anemia que presentan gestantes y niños, para ello, será necesario llevar a cabo un estudio de investigación básica descriptiva, utilizando una ficha de datos donde se colocara el resultado del dosaje de metales pesados y la hemoglobina que por supuesto, van a servir de apoyo para investigaciones futuras que quieran ser ampliadas y replicadas posteriormente con poblaciones similares

1.5. Delimitación de la Investigación:

1.5.1. Temporal:

La recolección y análisis de datos se desarrollarán durante el periodo comprendido entre enero y abril de 2026.

1.5.2. Espacial:

El estudio se realizará en el Centro de Salud de San Jacinto.

1.5.3. Población:

El estudio está conformado por una población 350 personas entre niños menores de 10 años y madres gestantes de una localidad del distrito de San Jacinto.

Capítulo II

Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

Como sustento del presente estudio, se consideraron investigaciones desarrolladas en los ámbitos internacional y nacional las cuales constituyen referentes teóricos y empíricos relevantes para la comprensión de la problemática analizada.

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Pérez & Vargas (2022) en su estudio “Evaluación de riesgos a la salud de la población por contaminación del agua con metales pesados (Cadmio, Níquel y Plomo) producto de la minería ilegal en el Cantón Esmeraldas, Ecuador”, que la influencia de actividades económicas que no son sustentables, como la minería ilegal, la industria petrolera, etc., utilizan metales pesados en varios de sus procesos industriales, metales que al no tener un tratamiento adecuado son depositados en los cuerpos de agua locales, la existencia y reparto de materiales metálicos pesados en los puntos de muestreo fueron analizadas mediante un estudio cuantitativo, de corte transversal y con diseño no experimental. Esta investigación indica que el río Teaone está altamente contaminado con metales pesados (Cd, Ni y Pb), lo que plantea 23 graves problemas de salud para la población local. Las agencias gubernamentales (Ministerio de Medio Ambiente, Gobierno Autónomo Descentralizado) deberían

implementar técnicas de control más estrictas para reducir la contaminación por metales pesados en las vías fluviales. Para estimar la dosis de exposición se consideraron tres vías principales: la ingesta, la inhalación y el contacto dérmico. Entre ellas, la inhalación constituyó la ruta de exposición predominante, seguida de la vía oral y, en menor proporción, la vía cutánea. Asimismo, la evaluación del riesgo para la salud evidenció que el consumo de agua contaminada con metales pesados representó un peligro significativo de efectos no cancerígenos, destacando una mayor preocupación en el caso del plomo y el cadmio frente al níquel. Del mismo modo, se identificó que los niños de menor edad presentan una vulnerabilidad más alta en comparación con las personas adultas.

Jiménez (2022) en su investigación sobre las operaciones de minería de carbón que han transportado constantemente metales pesados al sistema suelo-cultivo, causando un daño cada vez mayor a los cultivos, según lo determinado por una evaluación de la contaminación por metales pesados y problemas probabilísticos de salud en el suelo y maíz cerca de las minas de carbón. El objetivo de esta investigación fue contribuir al diseño de estrategias orientadas al control de la calidad del suelo, la productividad del cultivo de choclo y la conservación de su fertilidad. Para ello, se analizó el nivel de contaminación por metales provenientes de la actividad minera, así como el riesgo para la salud humana asociado a la presencia de estos elementos en el suelo y en el choclo cultivado en zonas cercanas a minas de carbón.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionaron 25 campos de cultivo de maíz ubicados en las cercanías de una instalación minera de carbón. Con el fin de determinar el nivel de afectación por elementos metálicos, se emplearon el índice de geoacumulación (Igeo), el EF y el BCF. Asimismo, la exhibición a los metales

asociados a la actividad minera y su efecto sobre el terreno y el maíz fueron modelados por medio de una simulación de Monte Carlo, lo que permitió estimar el riesgo de ocurrencia probable para la salud humana. Posteriormente, se aplicaron análisis de correlación y un modelo de bosque aleatorio para comprender con mayor precisión la relación entre la concentración de materiales metálicos en la tierra y su presencia en el maíz. Los resultados evidenciaron que metales como níquel, cobre, arsénico, cadmio, estaño, zinc, plomo y mercurio presentaban concentraciones promedio en el suelo superiores al valor medio regional. En el caso del maíz, el níquel fue identificado como el metal pesado con mayor nivel de contaminación, superando el estándar chino de control de peligros para este cultivo (NY 861-2004), si bien la totalidad de los metales pesados evidenció niveles reducidos de Igeo, elementos como V, Cr, Ti, Ni y As presentaron enriquecimiento de acuerdo con los valores de EF. Del mismo modo, la estimación estadística del riesgo mostró que entre el 1,16 % y el 1,46 % de la población excedió el límite de riesgo cancerígeno debido al contacto con elementos metálicos detectados en el terreno y en el maíz. Observándose también que esta problemática resulta especialmente perjudicial para los niños. La principal vía de riesgo para la población local fue el ingreso de elementos tóxicos por vía digestiva, seguida del ingreso por vía dérmica y finalmente, de la aspiración. En cuanto a la contribución de cada elemento al riesgo para la salud, el arsénico y el cromo en el suelo, así como el cromo y el níquel en el maíz fueron los de mayor incidencia. Además, el cromo y el cadmio del suelo figuraron entre los factores con mayor influencia sobre la acumulación de metales pesados en el maíz. En conjunto, estos hallazgos permiten inferir que el contacto con metales pesados mediante el suelo y el consumo de maíz procedente de zonas

impactadas por la minería del carbón podría elevar la probabilidad de cáncer en la población humana.

Anaya et al. (2022), en su tesis titulada “Estado de la contaminación en Pakistán: revisión retrospectiva de la contaminación del agua, el suelo y las hortalizas por metales pesados”, señalan que ciertos micronutrientes trazan como el cobre, manganeso, hierro y zinc son esenciales para los organismos vivos; sin embargo, cuando los metales pesados se encuentran incluso en concentraciones bajas en el aire, el suelo y el agua pueden generar efectos perjudiciales sobre la vida. Su amplia biodisponibilidad favorece procesos de bioacumulación a lo largo de la cadena alimentaria, lo que representa un riesgo considerable para la salud humana. En ese marco, el estudio evaluó la presencia de metales pesados en diversas matrices ambientales, entre ellas agua (subterránea, superficial y residual), suelo, sedimentos, material particulado y 27 especies vegetales, con el propósito de examinar el comportamiento de esta problemática en distintas zonas de Pakistán durante años previos. Los hallazgos advierten que dicha contaminación produce consecuencias nocivas tanto para la salud humana como para el equilibrio del ambiente y la seguridad de la red alimentaria, destacándose además la toxicidad derivada del consumo o contacto con agua, suelos y plantas contaminadas.

Pabón et al. (2020) en la investigación Evaluación y partición de contaminación por metales pesados para áreas de concentración industriales y mineras encuentran que las actividades industriales y mineras han sido reconocidas como las principales fuentes de contaminación del suelo por metales pesados. El estudio propuso una versión mejorada del índice de Nemerow, construida a partir de la integración del indicador de concentración geográfica y del propio índice, considerando como caso de análisis un área representativa de densidad minera e industrial - Tianjin, China, la

investigación examinó los focos de deterioro ambiental como también las amenazas ecológicas e integrales. Asimismo, la localización espacial de los niveles de contaminación y del riesgo ecológico fue determinada mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica. Entre los principales hallazgos, se identificó que el zinc presentó el mayor nivel de contaminación dentro del área evaluada, mientras que los otros siete metales pesados analizados registraron niveles relativamente menores. Del mismo modo, se estableció que la quema de combustibles fósiles y las descargas derivadas de labores mineras e industriales constituyeron los principales focos de polución en la zona de análisis. En términos generales, la contaminación por metales pesados osciló entre niveles muy altos y extremadamente altos, mostrando además una distribución espacial heterogénea. Por su parte, el riesgo ecológico potencial también evidenció una distribución desigual, con valores globales que variaron de bajo a moderado. Finalmente, el estudio resaltó la necesidad de profundizar en la zonificación de áreas industriales y mineras ampliar el uso de métodos de análisis espacial e incorporar con mayor énfasis la evaluación de riesgos para la salud humana en investigaciones futuras.

Ortiz & Parrado (2020), el propósito de la investigación consistió en establecer la relación entre la presencia de cadmio y plomo en el sistema de suministro de agua potable y la percepción de la salud de la población en el municipio de Guatavita. Con la finalidad de ejecutar la presente investigación, resultó necesario recopilar documentación secundaria procedente de libros, revistas especializadas y estudios científicos previos vinculados con los efectos perjudiciales para la salud ocasionados por la exposición al cadmio y al plomo presentes en el recurso hídrico del mismo modo se examinó la información disponible en el portal institucional del municipio, el cual proporcionó datos generales de la localidad, cartografía, registros catastrales

y el plan de ordenamiento territorial. Asimismo, se consultaron los Registros Individuales de Prestación de Servicios de Salud (RIPS) a través del Ministerio de Salud y Protección Social además de obtenerse datos del sistema de abastecimiento de agua potable de Guatavita, facilitados por la EMSER. Los resultados evidenciaron la presencia de trazas de metales pesados, específicamente de plomo y cadmio, en el servicio de distribución de agua potable representando un riesgo para la salud de la población expuesta al consumo de agua contaminada. Entre las posibles consecuencias se identificaron alteraciones en el tracto digestivo, la nerviosa, la estructura ósea y la función reproductiva. En ese sentido, la información obtenida en la investigación guarda concordancia con los reportes de los RIPS, los cuales muestran que, durante los últimos 3 años, las afecciones osteomusculares y gastrointestinales fueron las más frecuentes, también se identificaron afecciones y manifestaciones clínicas asociadas al contacto prolongado a plomo y cadmio permitiendo inferir que la comunidad de Guatavita habría encontrado expuesta a estos contaminantes metálicos durante un lapso extendido. Finalmente, el análisis de riesgo indicó que el grupo de mayor vulnerabilidad frente al contacto de materiales metálicos pesados corresponde a las personas > 60 años, particularmente mujeres, puesto que están en exposición mayor a diferencias de peso corporal a diferencia con los hombres.

Rodríguez (Cuba – 2019) Plantea como objetivo las características del comportamiento de los niveles de plomo en sangre. Este trabajo descriptivo tuvo variables como (sexo, edad, manifestaciones clínicas y fuentes de exposición. La investigación consideró una población conformada por 12 menores de edad, de los cuales 7 fueron niños y 5 niñas, quienes obtuvieron atención en Camagüey, Cuba, durante el periodo comprendido entre junio de 2013 y febrero de 2015. Entre las

principales fuentes de exposición se identificaron las actividades de soldadura y la reparación de baterías. El caso con el nivel de contenido sanguíneo de plomo correspondió a un infante de seis años que residía en las proximidades de tres focos de contaminación. Asimismo, se observó una relación entre los valores elevados de plomo en sangre, ubicados entre 10 y 14 mg/dl, y la presencia recurrente de manifestaciones clínicas como dolor abdominal, anorexia y anemia ferropénica.

Téllez et al. (2019), en México, desarrollaron un estudio orientado a estimar la frecuencia de niveles elevados de plomo en sangre, definidos como concentraciones iguales o superiores a 5.0 g/dl, así como su asociación con la exposición continua al uso de loza de barro vidriado con plomo. Para ello, se analizaron evidencias de sangre en infantes de 1 a 4 años residentes en localidades mexicanas menores de 100 000 habitantes, los resultados evidenciaron que la intoxicación por plomo constituía un problema relevante, al registrarse en el 21,8 % de los niños evaluados niveles superiores o iguales a 5.0 g/dl. Según la distribución regional, la prevalencia fue de 9,8 % en el norte, 20,7 % en la zona centro y 25,8 % en el sur del país. En ese sentido, los hallazgos permitieron establecer una asociación significativa entre el uso de loza de barro vidriado con plomo y la presencia de niveles elevados de este metal en sangre, particularmente en las regiones centro y sur de México.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Carrasco, J. (Lima, 2025), en su tesis de investigación “Percepción de la contaminación por metales pesados y riesgos en la salud en la población de dos distritos en cerro de pasco” se emplearon métodos cualitativos mediante grupos de discusión, entrevistas en profundidad y estrategias proyectivas, obteniéndose como resultados que la apreciación del impacto por metales pesados es elevada y se

encuentra normalizada en la representación colectiva o construcción grupal de habitantes en dichos lugares, esto le permitió establecer las siguientes conclusiones, según los grupos investigados, los aspectos psicosociales de las poblaciones afectadas son diferentes: así el sentimiento de indefensión y desesperanza en los adultos y adultos mayores es más acentuado. Por otro lado, los niños y adolescentes pueden tolerar las situaciones en las cuales se encuentran. Los grupos que se han investigado opinan que las asistencias del MINSA han sido mínimos cuando se ha tratado de enfrentar la contaminación de las personas por el consumo de metales pesados. Los pobladores encuestados expresaron su descontento frente al accionar de las autoridades locales y regionales, al considerar que este se encontraba influenciado por intereses políticos y prácticas de corrupción. Asimismo, manifestaron su preocupación por la persistencia de necesidades básicas aún no resueltas, entre ellas el acceso a agua potable apta para el consumo humano. A ello se sumó la incertidumbre generada por la ausencia de una política pública clara y orientada a enfrentar de manera efectiva la contaminación ambiental.

Olortegui (2022), Su investigación tuvo el propósito de evaluar el potencial riesgo para la salud humana derivado de la exposición a suelo agrícola contaminado con metales pesados (específicamente arsénico, cadmio y plomo) en la localidad de Carapongo, Lurigancho-Chosica, durante el año 2021. Se llevaron a cabo actividades de muestreo en un área de 1 hectárea se recolectaron 10 muestras del terreno agrícola. El análisis de las concentraciones de materiales metálicos se llevó a cabo en el laboratorio de Inspectorate Services Perú S.A.C., empleando la metodología analítica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS). Los hallazgos evidenciaron que los niveles de cadmio, arsénico y plomo en tierras agrícolas evaluado excedieron límites máximos fijados en el D.S. N° 011-

2017-MINAM para la calidad de suelos de uso agrícola. De manera complementaria, se determinó el índice UCL95 correspondiente a cada uno de los indicadores considerados en el estudio, la valoración del riesgo sanitario en la población se inició mediante la determinación de la DE, tanto para el peligro no cancerígeno como también para el riesgo cancerígeno, más adelante se calcularon el IP, en el caso del riesgo sin cáncer, y el IR para el riesgo con cáncer. Relacionado con el riesgo no cancerígeno se determinó que, tanto en el individuo adulto como en el receptor infantil, el IP representó un nivel de riesgo inaceptable asociado al contacto terrenos agrícolas. Asimismo, en los 2 grupos, únicamente el arsénico mostró un riesgo no cancerígeno inadmisibles. Posteriormente se desarrolló la estimación de riesgo oncológico derivado del contacto con el suelo agrícola, considerando que el arsénico, el cadmio y el plomo están clasificados como compuestos cancerígenos por la IARC. De igual manera, los resultados evidenciaron que el IR, tanto para el adulto como para el menor, también representó un nivel de riesgo cancerígeno inaceptable. Además, el arsénico fue el único parámetro que presentó un nivel de riesgo de cáncer inadmisibles en ambos receptores.

Gómez & Mamani (2020), desarrollaron un estudio con el propósito de determinar el grado de presencia de metales pesados en el agua de las zonas marino-costeras de Ilo. La investigación partió del reconocimiento de que la contaminación por metales pesados en los ecosistemas marinos ha ido incrementándose con el tiempo, generando efectos adversos sobre los recursos hidrobiológicos. Metodológicamente, la investigación fue desarrollada bajo un diseño descriptivo, de corte transversal, analítico, correlacional y longitudinal, con nivel explicativo, debido a que tuvo como propósito comprender el grado de contaminación presente en las aguas marinas y las repercusiones generadas sobre dichos recursos. Para ello,

se obtuvieron tres muestras de agua de mar de 1000 ml en cada centro de evaluación, con la profundidad de 1 metro con el objetivo de efectuar el correspondiente análisis fisicoquímico. Este proceso permitió representar de manera adecuada las condiciones registradas durante todas las estaciones a excepción de otoño. Luego, en el laboratorio, los datos se analizaron con AAS.

Los resultados mostraron que la playa 3 Hermanas tuvo las mayores cantidades de cadmio (0,106 mg/L) y plomo (0,748mg/L) en invierno, superando los límites de ECA-Perú. Además, el manganeso (0,125 mg/L) y el cobre (0,048 mg/L) rebasaron las directrices de la EPA. De manera similar, en primavera, la playa El Diablo tuvo los niveles más altos de cadmio (0,117 mg/L) y boro (7,7 mg/L). Por otro lado, otras playas mostraron cantidades importantes de cobre (0,069 mg/L). La Playa Media Luna se distinguió por su manganeso (0,139 mg/L), y Fundición registró una cantidad considerable de plomo (0,772 mg/L), todos por encima de las normas de ECA y EPA. En cuanto al verano, la playa El Diablo tuvo de nuevo altos niveles de cadmio (0,108 mg/L), plomo (0,762 mg/L) y manganeso (0,129 mg/L).

La playa 3 Hermanas alcanzó la mayor concentración de boro (8,34 mg/L), y Fundición reportó mucho cobre (0,051 mg/L), de nuevo superando los límites. En general, estos hallazgos señalan una contaminación evidente por metales pesados en las costas de Ilo, lo cual es un riesgo para la vida marina y podría afectar negativamente a las larvas y la bioacumulación. Por ello, el estudio concluyó que la primavera es la época de mayor contaminación por metales pesados en las aguas costeras de Ilo, Perú.

Villanueva y Romero (2020), la presente investigación tuvo como propósito analizar y valorar las variaciones en la concentración de plomo en sangre en niños y adolescentes de 10 a 15 años del asentamiento humano “Virgen de Guadalupe”, ubicado en el distrito de Mi Perú, provincia del Callao, durante el periodo comprendido entre julio y setiembre de 2019. De manera complementaria, el estudio buscó establecer su vinculación con niveles de hematocrito y hemoglobina; para ello, se obtuvieron 50 muestras biológicas de infantes y adolescentes, con el propósito de medir y analizar los valores de plomo en sangre, hematocrito y hemoglobina en este sentido los resultados evidenciaron que la concentración promedio de plomo en sangre en la población examinada fue de 2,06 g/dl; asimismo, al desagregar por sexo, se registró una media de 2,00 g/dl en mujeres y de 2,11 g/dl en varones, concluyendo que el 6 % de la población presentaba algún grado de intoxicación por plomo en sangre, mientras que el 10 % mostraba una reducción en los niveles de hemoglobina.

Condori J, Huamani L. (2017), en su investigación titulada “Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica” tuvo como finalidad determinar la conexión entre la acumulación de plomo en sangre y los factores de riesgo presentes en infantes de Huachocolpa durante el año 2017. Metodológicamente, el estudio se desarrolló bajo un diseño no experimental, de corte transversal y nivel correlacional. La población y la muestra estuvieron integradas por 30 niños de dicha localidad, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Para la recolección de información se empleó la técnica de observación, utilizando como instrumentos una guía de observación y un cuestionario, los cuales permitieron identificar los factores de riesgo asociados. En cuanto a los resultados, se evidenció que el 100 % de los niños presentó un nivel bajo de acumulación de plomo en sangre; de ellos, el 43 %

correspondió al sexo masculino y el 47 % al sexo femenino. Respecto a la edad, los niños de 12 años representaron el 30 %, los de 8 años el 20 % y los de 6 años el 7 %. En relación con los niveles de riesgo, el 90 % mostró un riesgo alto, mientras que el 10 % se ubicó en un nivel bajo. Asimismo, se identificó que el 80 % de los niños presentaba un riesgo epidemiológico alto, y que el 56,7 % se encontraba en un nivel elevado de riesgo medioambiental. Se concluyó que, aunque la totalidad de los niños presentó una baja acumulación de plomo en sangre, persistían niveles importantes de riesgo asociados, especialmente en el componente epidemiológico, donde el 80 % (24 niños) registró riesgo alto, y en el componente ambiental, donde el 57 % (17 niños) evidenció riesgo alto, frente a un 43 % (13 niños) con riesgo ambiental bajo y un 20 % (6 niños) con riesgo epidemiológico bajo.

CENSOPAS (2006). desarrolló una investigación con la finalidad de medir y valorar los efectos vinculados con la concentración de metales pesados en sangre y orina en pobladores del área de influencia del proyecto minero Las Bambas, situado en la región Apurímac. Desde el punto de vista metodológico, el estudio se ejecutó bajo un enfoque descriptivo, de corte transversal y carácter prospectivo, incluyendo a las comunidades de Haquira, Challhuahuacho y Progreso. Para la selección de los participantes se aplicó un muestreo aleatorio simple, mediante el cual se conformó una muestra de 452 personas que reunían los criterios de inclusión, considerando una prevalencia máxima del 50 % en la población expuesta a la contaminación minera ($p = 0,50$). Asimismo, se obtuvieron muestras de orina y sangre venosa, las cuales fueron examinadas en los laboratorios del Instituto Nacional de Salud (INS) en Lima. A partir de las pruebas bioquímicas efectuadas, se identificó que los niveles de cadmio (43,9 %), arsénico (4,6 %), mercurio (1,8 %) y plomo (24,3 %) superaban

los valores permitidos para dichos metales pesados. Finalmente, se determinó que el grupo etario más afectado correspondía a las personas de entre 26 y 60 años.

Ramírez et al., (1997). Desarrollaron una investigación cuyo propósito fue identificar la forma en que se manifestaba la concentración de plomo en sangre en habitantes de diversas localidades del Perú, caracterizadas por diferencias en densidad poblacional y nivel de desarrollo industrial. Para ello, entre los años 1994 y 1995 se ejecutó un estudio de corte transversal con una muestra aleatoria integrada por 180 hombres y 180 mujeres sin exposición ocupacional al plomo, procedentes de Lima, Huancayo, La Oroya y Yauli. La determinación de plomo en sangre se efectuó mediante la absorción atómica empleando un espectrofotómetro Perkin Elmer 603 sin horno de grafito, las evidencias mostraron niveles de plomo en sangre de $269 \pm 63 \mu\text{g/L}$ en Lima, $224 \pm 47 \mu\text{g/L}$ en Huancayo, $348 \pm 40 \mu\text{g/L}$ en La Oroya y $140 \pm 27 \mu\text{g/L}$ en Yauli. A partir de estos hallazgos, se concluyó que las concentraciones de plomo en sangre en los pobladores de dichas localidades guardan relación con el grado de industrialización y la densidad poblacional de cada zona.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. Definición de metales pesados

Constituyen una de las maneras más nocivas de contaminación ambiental, incluyen también a los elementos metálicos situados, en su mayoría, en la región derecha e inferior de la tabla periódica. Si bien algunos cumplen funciones importantes en la nutrición y en varios procesos biológicos de los organismos, su presencia en concentraciones superiores a los límites tolerables puede generar efectos tóxicos. Un rasgo particularmente preocupante de esta clase de contaminación radica en su elevada persistencia en el ambiente, ya que estos metales no se degradan con facilidad ni por

procesos biológicos ni por transformaciones químicas. Esta persistencia es una característica preocupante que contribuye a su impacto ambiental y potencialmente dañino para la salud humana y la biodiversidad (Vargas, 2022).

Mercurio; en un contexto químico, según, es un metal perteneciente al grupo IIB del sistema periódico en donde tiene gran afinidad por los ligandos sulfuro (Valverde et al., 2018). A lo largo de la historia, el mercurio ha sido ampliamente valorado por su versatilidad y múltiples aplicaciones; sin embargo, su alta capacidad contaminante y los graves efectos que puede ocasionar en el ambiente han motivado la imposición de severas restricciones para su utilización. Se pueden distinguir tres tipos de compuestos de mercurio: metálicos, inorgánicos y orgánicos. (Rozman & Cardellach, 2020) Es posible estimar la cantidad de contaminación por mercurio, especialmente en las fuentes de agua, utilizando indicadores como el índice de geoacumulación, el factor de contaminación y el índice de calidad del agua (ICA) (Anang et al., 2023). Al igual que el plomo, el mercurio puede descubrirse en la basura electrónica y tiene el potencial de contaminar la capa superficial del suelo en cualquier situación en la que se manipule este material (Amponsah et al., 2023).

Cadmio; Es un elemento presente en la naturaleza principalmente en su estado de oxidación +2, y presenta propiedades químicas semejantes a las del zinc. Por esta razón, suele encontrarse asociado a dicho metal en distintos procesos geoquímicos y su obtención se produce con frecuencia como subproducto durante la extracción y procesamiento del zinc. En el ámbito industrial, el cadmio ha sido empleado en múltiples aplicaciones, entre ellas la elaboración de aleaciones, pigmentos, baterías y aditivos para plásticos. No

obstante, su presencia en el organismo humano representa un riesgo considerable para la salud. El cuerpo puede absorberlo y retenerlo durante largos periodos, lo que favorece el deterioro progresivo de diversos tejidos. Además, su capacidad para sustituir al zinc en determinadas enzimas puede alterar la actividad catalítica de procesos fisiológicos esenciales, generando consecuencias adversas como hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, es fundamental mantener la vigilancia y evitar la contaminación ambiental por cadmio, aunque, hasta el momento, no se ha convertido en una amenaza generalizada, sino que se han observado casos aislados. (Vargas, 2022) En la química general, es un metal perteneciente al grupo IIB del sistema periódico en donde su toxicidad se vincula a la del zinc por su carácter covalente considerable. (Valverde et al., 2018) El cadmio (Cd) es un metal pesado de alta peligrosidad que puede generar efectos adversos en los ecosistemas acuáticos y comprometer la calidad del agua. Por lo que es utilizado en la contaminación por Cd del agua (Cd-w), la contaminación por Cd de la hojarasca (Cd-l) y un grupo de control (CK) para examinar los efectos del cadmio sobre la dinámica de descomposición de la materia orgánica y la calidad del agua en medios acuáticos. (Zhao et al., 2019) El término "elemento potencialmente tóxico" (ETP) se utiliza para describir el cadmio debido a la preocupación de que pueda suponer una amenaza para la salud humana y el delicado equilibrio del medio ambiente si se extendiera por el suelo o el agua (Palladino et al., 2018) .

Plomo; La exposición al plomo (Pb) en el ser humano puede generar alteraciones severas en distintos órganos y sistemas, entre ellos el hígado, los riñones, el aparato reproductor, el sistema nervioso central y el cerebro. Este

metal puede ingresar al organismo no solo por medio de la contaminación ambiental, sino también a través de pequeñas cantidades presentes de forma natural en algunos alimentos, como la naranja y la papa. Aunque el plomo, al igual que otros metales pesados, puede ser eliminado parcialmente del cuerpo, no es susceptible de ser metabolizado. En consecuencia, una fracción tiende a acumularse en diferentes tejidos, especialmente en los huesos, que constituyen su principal reservorio debido a su semejanza química con el calcio. La ingesta del plomo ocasiona cambios en el equilibrio iónico celular, provocando sobrecarga oxidativa, lo cual se puede traducir en alteraciones endocrinas, inhibición de la actividad enzimática, genotoxicidad, muerte celular, procesos inflamatorios, disminución de la síntesis de hemoglobina -con la consiguiente aparición de anemia-, incremento de la presión arterial, daño renal, trastornos del sistema nervioso central y mayor riesgo de desarrollar cáncer de estómago y de pulmón. Asimismo, los niños constituyen el grupo más vulnerable frente a la exposición al plomo, debido a que este metal puede afectar de manera significativa su desarrollo mental e intelectual. En animales, el plomo puede causar retraso en la maduración, afectar la calidad y cantidad del espermatozoides, generar cambios de comportamiento en mamíferos, invertebrados y, en aves, incluso ser mortal en concentraciones bajas (Vargas, 2022).

Níquel; el níquel constituye uno de los metales pesados de mayor utilización en el sector industrial y se halla en cantidades relativamente abundantes en la corteza terrestre y en diversos minerales. Este elemento representa aproximadamente el 0,008 % de la corteza terrestre y cerca del 0,01 % de las rocas ígneas. Asimismo, se encuentra presente en distintos minerales y también formando aleaciones con hierro, como sucede en ciertos meteoritos.

En el campo industrial, particularmente en la siderurgia, este metal se emplea ampliamente para la fabricación de aceros de alta calidad y de múltiples aleaciones con elementos como cobre, cromo, aluminio, plomo, cobalto, manganeso, plata y oro. Su incorporación brinda propiedades favorables, entre ellas dureza, tenacidad, ligereza, resistencia a la corrosión y un adecuado comportamiento térmico y eléctrico. Asimismo, una parte importante del níquel se destina a la fabricación de acero inoxidable. No obstante, aunque resulta esencial en pequeñas cantidades, su presencia en concentraciones altas puede generar un riesgo para la salud. Su exposición fue asociada con una alta probabilidad de generar cáncer en órganos (pulmones, la nariz, la laringe y la próstata). Además de ocasionar embolias, afecciones respiratorias, alteraciones cardíacas y, en algunos casos, reacciones alérgicas como erupciones cutáneas. Considerando los efectos nocivos resulta indispensable adoptar medidas orientadas a su control y reducción en los ecosistemas. En este contexto, la contaminación generada por actividades industriales, tecnológicas, agrícolas y mineras, así como el uso indiscriminado de fertilizantes químicos con contenido de metales pesados, contribuye al deterioro ambiental y pone en riesgo la salud humana y animal, además de comprometer la sostenibilidad de la cadena alimentaria y el equilibrio ecológico (Vargas, 2022).

2.2.2. Características Generales

Los metales pesados son elementos químicos que están presentes en el ambiente de manera natural, y también como resultado de la actividad humana (extracción minera, industria, reciclaje de baterías, entre otros).

Pueden ser nocivos para el ambiente y para la salud humana, dependiendo de su concentración y del tiempo de exposición. Entre ellos se encuentran el plomo, el mercurio, el cadmio y el arsénico.

Estos metales pesados se caracterizan por tener una alta densidad, usualmente mayor a 5 g/cm³, y un peso atómico elevado. Son conocidos por su toxicidad en bajas concentraciones, aunque algunos son esenciales para el organismo en cantidades moderadas.

2.2.3. Origen y Distribución de los metales pesados

Los metales pesados tienen orígenes tanto naturales como antropogénicos, y su distribución en el medio ambiente es diversa. Naturalmente, se encuentran en rocas, suelos y agua, y son liberados a través de procesos como la erosión, la actividad volcánica y la meteorización. Sin embargo, las actividades humanas, como la minería, la industria, la agricultura y la quema de combustibles fósiles, han aumentado significativamente su presencia y distribución en el medio ambiente.

2.2.4. ¿Qué es la prueba de metales pesados en la sangre?

Una prueba de sangre de metales pesados es un grupo de pruebas que mide los niveles de metales posiblemente dañinos (como plomo o mercurio) en la sangre. Los elementos metálicos pesados lo podemos encontrar en el medioambiente de manera natural. También se pueden encontrar en ciertos medicamentos, suplementos y alimentos. Además, los químicos usados en la industria y en granjas también pueden contener metales pesados, los cuales pueden terminar en el aire, suelo y agua.

Los metales pesados pueden entrar al cuerpo de diferentes maneras. Se pueden respirar, comer o absorber a través de la piel. Debido a que los metales pesados se encuentran en todas partes, es normal tener algunos en el cuerpo. Pero si demasiados metales pesados entran en su cuerpo, puede causar intoxicación por metales pesados, lo cual puede ser mortal.

La inestabilidad de metales pesados genera daños a los órganos de la persona, así mismos cambios de comportamiento, dificultades con el pensamiento y la memoria. Los síntomas de una persona intoxicada por metales pesados sólo dependerán del tipo de metal, según su edad y la cantidad del metal que tiene en el cuerpo. El mayor peligro grave de salud y a largo plazo debido a los metales químicos pesados se da durante el desarrollo del feto y el desarrollo normal de un niño.

La persona intoxicada por metales pesados puede darse lentamente o de forma repentina si la persona se expone a una gran cantidad de metales pesados de manera continua.

Los elementos metálicos pesados que se estudian comúnmente son: Pb, Hg, As, Cd y Cr. Así mismo hay otros metales que pueden analizarse como berilio, aluminio, hierro, manganeso, cobalto, cobre, níquel, platino, selenio, silicio, plata y talio.

Según los metales que se busque, la prueba también puede llevarse a cabo en muestras de orina, pelo o uñas. Sin embargo, las muestras de sangre y orina son las que se usan más comúnmente para la prueba de metales pesados.

Las pruebas de los elementos metálicos pesados se utilizan para conocer el estado en el cual se encuentran ciertos metales y que cantidad hay en su cuerpo.

Los síntomas de intoxicación por elementos metálicos pesados se dan de acuerdo al tipo de metal y que cantidad de exposición ha tenido

- Náuseas y vómitos
- Hormigueo en las manos y los pies
- Dificultad para respirar
- Escalofríos
- Debilidad muscular
- Dolor abdominal
- Diarrea
- Pérdida de la memoria y cambios en el comportamiento
- Arritmia (problemas con la frecuencia o ritmo de su corazón).

Capítulo III

Formulación de la Hipótesis

3.1.1. Hipótesis General

- Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre, con el tipo y grado de anemia en niños < 10 años y gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.

3.1.2. Hipótesis Específicos

Hipótesis 1. Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.

Hipótesis 2. Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.

Hipótesis 3. Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y el porcentaje de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.

Hipótesis 4. Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y el metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2025.

CAPITULO IV

Metodología

4.1. Métodos, tipo y nivel de la investigación

4.1.1. Método de investigación

La presente investigación se caracteriza por utilizar el método deductivo, hipotético; De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista, este método se expresa mediante la formulación y comprobación de hipótesis, a partir de la medición de datos cuantitativos y su posterior análisis estadístico, lo que permite obtener resultados sin intervenir ni manipular las variables de estudio.

4.1.2. Enfoque de la investigación

Se realizará bajo un enfoque cuantitativo., cuya característica es utilizar métodos y técnicas cuantitativas, mediante la medición, el uso de magnitudes, la

observación, medición de las unidades de análisis, el muestreo, y el tratamiento estadístico.

4.1.3. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a una investigación aplicada, ya que orienta el conocimiento generado hacia la atención de necesidades concretas y en beneficio de los participantes involucrados en la investigación.

4.1.4. Nivel de la investigación

La aplicación de los análisis correlacionales tiene como objetivo estimar la conexión que puede hallarse entre dos o más variables, conceptos o categorías. Así mismo en el estudio correlacional cuantitativo se evalúa el nivel de relación entre dos o más variables que participan en el estudio para después hacer una medición y un análisis de esas correlaciones y valorar sus resultados. La importancia de los estudios correlacionales cuantitativos es conocer el comportamiento de una variable o concepto, entendiendo el comportamiento de otras variables en relación. No se puede decir que son estudios de causa y efecto; la estadística se encarga de demostrar la vinculación entre eventos. La estadística es bivariado nos permite hacer asociaciones (Chi Cuadrado) y medidas de asociación; correlaciones y medidas de correlación (Correlación de Pearson).

4.2. Diseño de la investigación

El presente trabajo de investigación se enmarca en un diseño no experimental. Asimismo, presenta un corte transversal, debido a que será desarrollado en un momento específico del tiempo; correlacional, porque busca determinar si existe relación entre las variables de estudio en los participantes de la investigación; y

retrospectivo, en razón de que la información será recopilada a partir del periodo 2025-2026.

4.3. Población y muestra

4.3.1. Población

El trabajo de investigación tendrá una población compuesta por niños < 10 años y gestantes de las 5 zonas rurales del distrito de San Jacinto del Departamento de Tumbes que comprende de zona de Rica Playa, Casa Blanqueada, Oidor, Vaquería del 2026 que en total 350 entre gestantes y niños menores de 10 años.

4.3.2. Muestra

Se trabajará con un número de 184 pacientes entre niños < 10 años y gestantes que acudirán por el servicio de medicina de los establecimientos de salud del distrito de San Jacinto 2026.

Para calcular el tamaño muestral se utilizará la siguiente formula:

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Dónde:

N = población total = 350

Z α = Nivel de confianza del 95%= 1.96

p = proporción esperada= 50%= 0.5

q= 1-p = 1 – 0.5 = 0.5

d = margen de error o de precisión=5%=0.05

n= 184

Considerando un nivel de confianza del 95 %, un margen de error del 5 % y una probabilidad de ocurrencia del evento del 50 %

Se determinó un tamaño de muestra de 184 participantes.

4.3.3. Tipo de Muestreo

El estudio se sustenta en un muestreo no probabilístico, específicamente de tipo intencional o por conveniencia. Este procedimiento implica que la selección de la muestra se realiza según el criterio del investigador, por lo que no resulta necesario aplicar un modelo matemático ni una fórmula estadística para su determinación.

4.4. Criterios de inclusión:

1. Historia clínica de Pacientes < 10 años y gestantes que tengan resultados de dosaje de metales pesados y hemograma completo.
2. Historia clínica de Pacientes de ambos sexos del Distrito San Jacinto (anexos), para poder evaluar que género y población es la más afectada.
3. Historia clínica de Pacientes que tengan ficha epidemiológica de la estrategia de Metales Pesados.

4.5. Criterios de exclusión

1. Historia clínica de Pacientes con datos incompletos.
2. Historia clínica borrosa o datos ilegibles.
3. Historia clínica de Pacientes en tratamiento con Suplemento de hierro.
4. Historia clínica de Gestantes con comorbilidad.

5. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS (valores referenciales)	FUENTE DE INFORMACIÓN
VARIABLE INDEPENDIENTE : Metales pesados	Los metales pesados son elementos químicos de alto peso molecular cuya presencia contaminante provoca graves daños a la salud, impacta en órganos del cuerpo humano, ya que no son degradables, tienden a bioacumularse, generando enfermedades y disfunciones orgánicas.	Intoxicación por metales pesados	Plomo	NIÑOS: < 0.1 mg/kg ADULTOS: < 0.1 mg/kg	-Ficha de encuesta de datos -Fichas epidemiológicas. -Cuaderno de Registro con resultados de hemogramas de los pacientes expuestos a metales pesados < de 10 años gestantes - Tumbes.
			Arsénico	NIÑOS: < 0.2 mg/kg ADULTOS: < 0.2 mg/kg	
			Mercurio	NIÑOS: < 0.3 mg/kg ADULTOS: < 0.6 mg/kg	
			Cadmio	NIÑOS: < 0.2 mg/kg ADULTOS: < 0.2 mg/kg	
VARIABLE DEPENDIENTE: Anemia	Es una reducción en los niveles de hemoglobina	Pacientes con anemia según las	Edad	6 - 10 años 2- 5 años 0 - 1 año	

	circulante por debajo de los niveles establecidos para la edad y el género, implica una capacidad disminuida de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos, siendo una manifestación de trastornos subyacentes	características de la población.	Genero	Masculino Femenino	
--	---	---	----------------------	----------------------------------	--

6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

6.1. Técnicas

Se empleará el análisis documental, la cual comprenderá la evaluación de historiales clínicos de pacientes que acaten con los requisitos de inclusión establecidos en el distrito de San Jacinto, Tumbes, 2026. Este procedimiento se basará en el examen sistemático de información documentada vinculada con un tema específico, con la finalidad de valorar las relaciones pertinentes al objeto de estudio (36).

6.2. Instrumento

6.2.1. Ficha de recolección de datos

Se recurrirá a un instrumento elaborado por el investigador, la cual contendrá varios ítems, el consta de dos partes una donde se rescribe datos sociodemográficos: edad, sexo y datos de la población y estado de la población; y la otra parte datos del laboratorio (variación del porcentaje de hematocrito, alteración morfológica de la serie roja, concentración de metales pesados (Ver anexo. 2)

La ficha de recolección de datos solo es validada bajo la supervisión de un asesor del investigador.

6.2.2. Validez

Para validar la ficha de encuesta de datos se realizará el método de validación que está sustentado por la opinión de docentes investigadores experimentados, el cual consiste en valorar el instrumento por parte de investigadores experimentados; esto se lleva a cabo mediante un cuestionario y es medido a tiene una medición aplicando la escala de medición de Likert (37). En la presente investigación, la validación mediante juicio de expertos estará a cargo de dos licenciados en Tecnología Médica y un médico

especialista en Patología Clínica, todos con una experiencia no menor de cinco años en el laboratorio del Centro Materno Infantil del Rímac (Anexo 3).

6.2.3. Confiabilidad

Considerando que se empleará un instrumento de recolección de datos y la evidencia procederá de expedientes clínicos, no será indispensable realizar la evaluación de confiabilidad del instrumento debido a que este registra variables objetivas (datos precisos y verificables) y no variables subjetivas relacionadas con conocimientos. Percepciones u opiniones (38).

7. Análisis de datos

7.1. Plan de procesamiento

- Se gestionará la revisión y autorización del actual proyecto de investigación al Comité de Ética de la Universidad Privada Norbert Wiener.
- Se gestionará el permiso del director del centro de salud de San Jacinto Dr. Carlos Herrera Chamocho, con el permiso obtenido se acudirá al área de archivo central y se buscarán historias clínicas con el CIE 10 D 50.9
- Se iniciará la selección de la población mediante la búsqueda de los números de historia clínica de los posibles participantes, generando una base de datos.
- Se llevará a cabo la indagación de historiales clínicos en el archivo central para determinar el cumplimiento de los criterios de inclusión, si se diera el caso de su cumplimiento se procederá a ser registradas en la ficha de recolección de datos.
- La valoración de los datos se realizará mediante el uso de Microsoft Excel y del programa estadístico SPSS versión 21.

7.2. Plan de análisis de datos

- El análisis de resultados se llevará a cabo utilizando Microsoft Excel 2019.
- Se implementará el uso de SPSS versión 21 para realizar los análisis estadísticos correspondientes a:
 - Variables cualitativas; mediante tablas y gráficos de frecuencias relativas y absolutas.
 - Variables cuantitativas; a través de medidas: media, desviación estándar, valor máximo, mínimo.
 - Utilización de tablas univariadas y bivariadas.

Para el análisis de los resultados del estudio se utilizará el Office Excel 2019 y el SPSS versión 21, que permitirá facilitar la elaboración de tablas y gráficos estadísticos para presentar la información, y se utilizarán las pruebas estadísticas de Chi- Cuadrado de Pearson, Análisis de Varianza y Correlación de Pearson.

8. Consideraciones éticas

El presente trabajo de investigación luego de ser revisado por la comisión de ética de la Universidad Norbert Wiener, buscará garantizar la protección de los datos empleando un código diferente al de la historia clínica, esa codificación será uso exclusivo del investigador solo con fines de recaudación de información necesaria para esta investigación; por lo tanto, se gestionará la participación y permiso del C.S. San Jacinto de Tumbes, seguidamente se solicitará la intervención del área de Archivo central con la finalidad de brindar solo las historias clínicas que tienen diagnostico CIE 10 D50.9 y que cumplan con los criterios de inclusión . Además, se garantizará el manejo privado de datos recabados.

A su vez, se revisará la declaración de Helsinki la cual sostiene y enmarca a los responsables de toda investigación a salvaguardar la integridad del participante o la información clínica del mismo en el proceso. (Manzini, 2000) (56)

El presente proyecto de investigación será remitido al Comité de Ética de la universidad Norbert Wiener para su aprobación. La investigación garantiza la confidencialidad de los datos los cuales serán de acceso única y exclusivamente del investigador. Con todas estas consideraciones se permitirá asegurar la integridad física, psicológica y ética de los investigados.

9. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

9.1.Presupuesto

Bienes					
Nº	Descripción	Unid. Med.	Cant.	Costo Unit. S/.	Costo Total S/.
1	Libros de especialidad	c/u	5	100.00	500.00
3	Papel bond A4	Millar	2	35.00	70.00
4	Espiralados	c/u	4	4.00	16.00
5	Impresiones	c/u	200	0.20	40.00
6	Útiles de escritorio	Estimado	2	10.00	20.00
Sub Total					646.00

Bienes					
Nº		Unid. Med.	Cant.	Costo Unit. S/.	Costo Total S/.
3	Operador de celular	Mensual	6	50.00	300.00
4	Internet	Hora	200	1.00	200.00
5	Movilidad	Unidad	20	10.00	200.00
Sub Total					520.00

DESCRIPCION	TOTAL, EN S/
BIENES 1	646.00
BIENES 2	520.00
TOTAL	1166.00

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

10.1. Actividades realizadas en el año 2026

N	ACTIVIDADES	1er. MES				2do. MES				3er. MES				4to. MES				5to. MES				6to. MES			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
1	Indagación de información	X	X																						
2	Decisión del tema			X	X	X																			
3	Elaboración del planteamiento del problema						X	X																	
4	Realización de los objetivos, justificación y delimitaciones								X	X	X														
5	Presentación de los antecedentes										X	X													
6	Ejecución del marco teórico													X	X										
7	Elaboración de la hipótesis y metodología														X	X									
8	Elaboración del financiamiento y presupuesto																X	X							
9	Bibliografía y anexos																X	X	X						
10	Aprobación del proyecto																				X	X	X		
11	Sustentación de Proyecto final																							X	

11. Referencias bibliográficas

1. Lazon Mansilla D. Plomo en sangre y su relación con la hemoglobina y hematocrito en niños expuestos a la contaminación minera, Apurímac 2023. 2023. Disponible en: [file:///D:/Plomo en sangre y su relación con hemoglobina y hematocrito \(2\).pdf](file:///D:/Plomo en sangre y su relación con hemoglobina y hematocrito (2).pdf)
2. Rodríguez MT. Comportamiento del plomo sérico en niños expuestos de la ciudad de Camagüey. 2019. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/scielo>.
3. Amador LRT. Niveles de metales pesados en muestras biológicas y su importancia en salud. Colombia; 2015. Disponible en: [file:///D:/Niveles de metales pesados en muestras biológicas \(1\).pdf](file:///D:/Niveles de metales pesados en muestras biológicas (1).pdf)
4. Huamán Torres LJ. Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en la población infantil del centro poblado de Paragsha. 2019. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/166>
5. Estrada Santacruz GE, Machuca Cotrina IMC. Determinación de la concentración de metales pesados en la trucha. 2021. Disponible en: <file:///D:/Estrada Santacruz Gian Erick Machuca Cotrina.pdf>
6. Villanueva R. Más de diez millones de peruanos consumen agua tóxica por contaminación minera. Noticias ONU. 2022. Disponible en: <https://news.un.org/es/story>
7. Bruce G. Contaminación por cianuro en el río Puyango-Tumbes por minería artesanal de oro. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/40572-020-00276-3>
8. Silupu García CR. Caracterización de filtros comerciales para agua a base de carbón activado para el tratamiento de agua del río Tumbes. Rev Colomb Quím. 2017;46(3). Disponible en: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v46n3.62146>
9. Organización Mundial de la Salud (OMS). Intoxicación por plomo y salud. 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (who.int in Bing)

10. J. EGJCG. Revista Internacional de Contaminación Ambiental. México; 2018. Disponible en: <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rica/>
11. Iglesias CE. Proximidad de residencia a un sitio de almacenamiento de mineral antiguo en Chile y nivel de plomo en sangre en los niños. 2016. Disponible en: <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/>
12. Rodríguez T. Comportamiento del plomo sérico en niños expuestos de la ciudad de Camagüey. Arch Med Camagüey. 2019;23(1):64–72. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/amc/v23n1/1025-0255-amc-23-01-64.pdf>
13. Gonzales Valdez E. Niveles de plomo en sangre y factores de riesgo por envenenamiento de plomo en niños mexicanos. Rev Fac Ing Univ Antioquia. 2008; 43:93–102. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n43/n43a10.pdf>
14. Trellez Rojo MM, BAL. Reporte nacional de niveles de plomo en sangre y uso de barro vidriado en la población infantil vulnerable. Salud Pública Méx. 2019;61(6):755–63. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/salpubmex/sal-2019/sal196k.pdf>
- 15 Grassi L. Condiciones de la calidad ambiental y exposición humana a metales pesados en Cerro de Pasco, Perú. 2020. Disponible en: <https://muqui.org/wp-content/uploads/2024/02/Condiciones-de-la-Calidad-Ambiental-y-Exposicion-Humana-a-Metales-Pesados-en-Cerro-de-Pasco.pdf>
- 16 Ramírez AV, JCP, JMM. Plomo sanguíneo en los habitantes de cuatro localidades peruanas. OPS; 1997. Disponible en: <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/9070/0407.pdf>
17. Romero Carranza CV. Determinación de la alteración de plomo en sangre y su relación con los valores de hemoglobina y hematocrito en niños y adolescentes de 10–15 años del asentamiento humano Virgen de Guadalupe, Callao. 2019. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T061_44830864_43298089 T.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/T061_44830864_43298089_T.pdf)
18. Condori Cayllahua JHM. Concentración de plomo en sangre y factores de riesgo en niños de la localidad de Huachocolpa, Huancavelica. 2017. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1375>

19. Instituto Nacional de Salud. Línea de base en salud de las comunidades aledañas al proyecto minero Las Bambas. 2005. Disponible en: [file:///D:/INFORME BAMBAS 2005.pdf](file:///D:/INFORME%20BAMBAS%202005.pdf)
20. Ñaupas H, JPea. Metodología de la investigación. 5ª ed. Bogotá: DGP Ediciones; 2014. Disponible en: [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales de consulta/Drogas de Abuso/Artículos/Metodologia Investigación Naupas.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales%20de%20consulta/Drogas%20de%20Abuso/Articulos/Metodologia%20Investigacion%20Naupas.pdf)
21. Tomyo MTY. El proceso de la investigación científica. 4ª ed. México: Limusa; 2003.
22. Evelyn HFEAN. Metodología de la investigación científica. 1ª ed. Ica: Fondo Editorial Universidad Autónoma de Ica; 2022.
23. Miranda Melisa MA. Alteraciones hematológicas en pacientes con dengue. Huancayo: Universidad Continental; 2021.
24. Rivera Lozada O, Yangali Vicente JS. Guía para la elaboración de la tesis. Enfoque cuantitativo. Lima: Universidad Privada Norbert Wiener; 2022.
25. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. Evaluación del nivel de contaminación por metales pesados en la población infantil del centro poblado de Paragsha. Disponible en: <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/166>

12. ANEXOS

Título RELACION ENTRE METALES PESADOS EN SANGRE y ANEMIA EN SAN JACINTO - TUMBES 2026

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables de estudio	Dimensiones	Diseño Metodológico
PG: ¿Cuál es la relación entre la concentración de metales pesados en sangre con el tipo y grado de anemia en niños <10 años y gestantes de las zonas rurales del distrito de san Jacinto – Tumbes, 2026?	OG: Determinar cuál es la relación que existe entre la concentración de metales pesados en sangre, con el tipo y grado de anemia en los niños <10 años y gestantes del distrito de San Jacinto – Tumbes, 2026.	HG: Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre, con el tipo y grado de anemia en niños < 10 años y gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.	VARIABLE DEPENDIENTE: Metales pesados	INTOXICACION POR METALES PESADOS	Método de investigación: enfoque cuantitativo Tipo de Investigación: Básica Según la Investigación del Investigador: Observacional Según la planificación de la toma de datos: Prospectivos Según el Número de Ocasiones en las que se Mide la Variable de Estudio: Transversal
PE 1: ¿Cuál es la relación entre la concentración de metales y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026?	OE 1: Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto – Tumbes 2026.	HE 1: Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y los niveles de hemoglobina y hematocrito de los niños < 10 años, del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026	VARIABLE DEPENDIENTE: Anemia	PACIENTES CON ANEMIA SEGÚN LAS CARACTERÍSTICA S DE LA POBLACIÓN.	
Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables de estudio	Dimensiones	Diseño Metodológico

P.E. 2: ¿Cuáles es la relación entre la concentración de metales y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de san Jacinto - Tumbes 2026?	OE 2: Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.	HE 2: Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y los niveles de hemoglobina y hematocrito en las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026	Variables intervenientes: Edad Sexo	< 10 año Gestantes Masculino Femenino	Según el Número de Variables Asociadas: Analítico Nivel de la investigación: Relacional Diseño de Investigación No experimental Población: Pacientes < de 10 años y gestantes en zonas rurales de Tumbes 2026 Muestra: Se trabajará con 100 pacientes < 10 años y gestantes
P.E. 3: ¿Cuál es la relación entre la concentración de los metales y el porcentaje de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026?	OE 3: Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y la frecuencia de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.	HE 3: Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y el porcentaje de anemia leve, moderada y severa de los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.			
P.E. 4: ¿Cuál es la relación entre la concentración de los metales y el tipo de metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026?	OE 4: Determinar la relación entre la concentración de metales pesados y el tipo de metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026	HE 4: Existe relación entre la concentración de metales pesados en sangre y el metal pesado de mayor concentración en los niños < 10 años y las mujeres gestantes del distrito de San Jacinto, Tumbes 2026.			

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

RELACION ENTRE METALES PESADOS EN SANGRE y ANEMIA EN SAN

JACINTO - TUMBES 2026

DATOS GENERALES:

NOMBRES Y APELLIDOS:	
EDAD:	SEXO:

EXAMENES	RESULTADOS
HEMOGLOBINA	
HEMATOCRITO	
GLOBULOS ROJOS	
GLOBULOS BLANCOS	
VCM	
HCM	
CHCM	
PLAQUETAS	
FORMULA LEUCOCITARIA	
PLOMO	
MERCURIO	
ARSENICO	
CADMIO	

14% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Texto mencionado
- Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 14%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 5%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 14% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 5% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	4%
2	Internet	revistamedical.com	2%
3	Internet	repositorio.unh.edu.pe	1%
4	Internet	repositorio.uwiener.edu.pe	<1%
5	Internet	repositorio.continental.edu.pe	<1%
6	Internet	revistas.unfv.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	<1%
8	Internet	medlineplus.gov	<1%
9	Internet	www.coursehero.com	<1%
10	Internet	lookformedical.com	<1%
11	Internet	repositorio.une.edu.pe	<1%