

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA AMBIENTAL**

“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LAS PARTÍCULAS SEDIMENTABLES MEDIANTE EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO EN LOS ALREDEDORES DE LAS LADRILLERAS DEL CENTRO POBLADO CERRILLO, BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Ambiental**

**Autores:**

Lilyann Lizeth Guerra Llanos  
Rosisely Gutty de la Cruz

**Asesora:**

M. Sc. Gladys Sandi Licapa Redolfo  
<https://orcid.org/0000-0002-9077-5218>

Cajamarca - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Marieta Eliana Cervantes Peralta</b>	<b>29425048</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	<b>Juan Carlos Flores Cerna</b>	<b>18898536</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	<b>Julián Ricardo Diaz Ruiz</b>	<b>09294063</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## **DEDICATORIA**

Esta tesis, se la dedico en primer lugar a Dios, por ser el inspirador y darme las fuerzas para continuar en este proceso. A mis padres Juan y Francisca por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años y que gracias a eso he logrado llegar hasta aquí. Ha sido un privilegio y un orgullo ser su hija. A mis tíos Nely, David, Luis, Daniel, Lidia, Marino, Justa y Jamer que me han apoyado incondicionalmente y quienes fueron un ejemplo de motivación e inspiración. A mi hermana Valentina que es mi motivación para poder superarme cada día.

Lilyann Lizeth Guerra Llanos

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida y por haberme permitido llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mis padres por ser lo más preciado que tengo, por demostrarme siempre su cariño y su apoyo incondicional en todo momento. A mis hermanos por darme ese ejemplo de esfuerzo y superación. Sé lo mucho que se esfuerzan día a día para ser mejores profesionales. A mi persona por haber superado cada desafío que se presentó, a pesar de todo, lograste uno de tus objetivos.

Rosisely Gutty de la Cruz

## **AGRADECIMIENTO**

Nos faltarían páginas para agradecer a las personas que se han involucrado en la realización de este trabajo, también el merecido reconocimiento a nuestros padres que con su esfuerzo y dedicación nos están ayudando a culminar nuestra carrera universitaria por su apoyo en los momentos difíciles.

De igual forma, agradecemos a nuestra asesora M.Sc. Gladys Licapa, que gracias a sus consejos y correcciones hoy podemos avanzar con esta meta trazada. A los Profesores Juan Carlos Flores y Marco Sánchez que nos han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos.

## Tabla de contenido

<b>JURADO EVALUADOR</b> .....	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>10</b>
<b>1.1. Realidad Problemática</b> .....	<b>12</b>
<b>1.1.1. Antecedentes</b> .....	<b>15</b>
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	<b>41</b>
<b>1.3. Objetivos</b> .....	<b>41</b>
<b>1.4. Hipótesis</b> .....	<b>42</b>
<b>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</b> .....	<b>43</b>
<b>2.1. Tipo de Investigación</b> .....	<b>43</b>
<b>2.2. Población y Muestra</b> .....	<b>44</b>
<b>2.3. Instrumentos de recolección y análisis de datos</b> .....	<b>45</b>
<b>2.4. Procedimiento</b> .....	<b>47</b>
<b>2.5. Aspectos éticos</b> .....	<b>51</b>

<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>53</b>
<b>3.1. Resultados de acuerdo con el objetivo general .....</b>	<b>53</b>
<b>3.2. Resultado de acuerdo con el primer objetivo específico.....</b>	<b>55</b>
<b>3.3. Resultados de acuerdo con el segundo objetivo específico .....</b>	<b>56</b>
<b>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>58</b>
<b>4.1 Discusiones.....</b>	<b>58</b>
<b>4.2 Conclusiones.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>66</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Fuentes de Emisión de Contaminantes .....	22
<b>Tabla 2</b> Sustancias Contaminantes y sus Efectos Sobre la Salud .....	24
<b>Tabla 3</b> Normas Legales Nacionales.....	33
<b>Tabla 4</b> Límite máximo para la concentración de PAS en diferentes métodos de muestreo.....	36
<b>Tabla 5</b> Técnicas de Monitoreo de Aire.....	38
<b>Tabla 6</b> Población por sexo del Centro Poblado Cerrillo.....	43
<b>Tabla 7</b> Puntos de Monitoreo .....	46
<b>Tabla 8</b> Coordenadas UTM de los puntos de Monitoreo .....	47
<b>Tabla 9</b> Resultados de la concentración de las Partículas Sedimentables.....	53
<b>Tabla 10</b> Datos obtenidos de la aplicación del método gravimétrico respecto al cumplimiento de la norma establecida por la OMS .....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Diagrama de Flujo general para la actividad ladrillera.....	26
<b>Figura 2</b> Delimitación de puntos de Monitoreo .....	44
<b>Figura 3</b> Balanza Analítica Pioneer .....	45
<b>Figura 4</b> Placas Receptoras de las partículas sedimentables.....	48
<b>Figura 5</b> Aplicación del método gravimétrico .....	49
<b>Figura 6</b> Resultados de la concentración PS en los 15 puntos de monitoreo.....	54
<b>Figura 7</b> Resultados Concentración de PS del L-1 AL L-5 que incumplen con el valor guía establecido por la OMS .....	56
<b>Figura 8</b> Resultados Concentración de PS del punto L-6 AL L-10 .....	56
<b>Figura 9</b> Resultados Concentración de PS del punto L-11 AL L-15 .....	57

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar la concentración de partículas sedimentables mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021. Debido a que la fabricación de ladrillos artesanales no es una actividad ajena en Cajamarca, hoy en día se sabe que es una problemática que ha crecido sin ninguna regulación, además de las pistas no pavimentadas, el parque automotor, entre otros, los mismos que han generado emisiones atmosféricas en grandes cantidades. La toma de datos para obtener la concentración de Partículas sedimentables se dio mediante el método de gravimétrico usando para ello, las placas receptoras de 10 cm<sup>2</sup>, los resultados de este monitoreo determinaron que en los puntos de monitoreo L4 (0,546 mg/cm<sup>2</sup>/mes), L7 (0,581 mg/cm<sup>2</sup>/mes), L8 (0,556 mg/cm<sup>2</sup>/mes), L12 (0,531 mg/cm<sup>2</sup>/mes), L13 (0,56 mg/cm<sup>2</sup>/mes), L14 (0,547 mg/cm<sup>2</sup>/mes) incumplen con los valores establecidos por la OMS. Concluyendo de esta manera que existen factores ambientales comprometidos que afectan de manera negativa el aire en el centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca.

**PALABRAS CLAVES:** placas receptoras, partículas sedimentables, método gravimétrico.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La contaminación del aire es un problema mundial, es así que en el año 2019, cerca del 90% de la población mundial estuvo expuesta a concentraciones medias anuales de  $PM_{2,5}$  por encima de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. National Geographic España (2021). Además según el Reporte Mundial de Calidad del Aire 2018 de Air Visual y Greenpeace, cinco países latinoamericanos aparecen entre los 50 con peores índices en contaminación del aire en el mundo, siendo Perú el que encabeza la lista en el puesto 21, seguido por Chile en el 26, México en el 33, Brasil en el 44 y Colombia en el 50. A pesar de que los peruanos aparecen en el primer lugar, Santiago, es la ciudad de América Latina más contaminada con material particulado ( $PM_{2,5}$ ). Paz (2019). Estos datos indican un importante riesgo medioambiental para la salud, pues según estimaciones del 2016, la contaminación atmosférica en las ciudades y zonas rurales de todo el mundo provoca cada año 4,2 millones de muertes prematuras; debido la exposición a materia particulada de 2,5 micrones o menos. Organización Mundial de la Salud (2021).

Barranzuela (2014) indica que muchas edificaciones en Perú emplean el ladrillo como uno de los materiales más comunes e importantes. Sin embargo, los ladrillos pueden ser cuestionados en cuanto a sus propiedades, dependiendo de los requisitos y el cumplimiento de los estándares establecidos. La industria del ladrillo en los países en desarrollo utilizan tecnologías ineficientes que producen humo negro, pues el combustible que se utiliza es variado y de mala calidad, como neumáticos, aserrín, cenizas, aceite, plástico, desechos electrónicos, entre otros. Berum et al. (2020)

Es así que el Ministerio de la Producción (2010) en su guía de buenas prácticas para ladrilleras artesanales indica que el uso de los combustibles mencionados en el párrafo anterior al ser usados para la producción de ladrillos genera emisiones de gases altamente tóxicos y cancerígenos como óxidos de Azufre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos poli nucleares, dioxinas, furanos, benceno, bifenilos poli clorados y metales pesados como As, Cd, Ni, Zn, Hg, Cr, V, etc., estos elementos y compuestos provocan irritación a la piel, ojos y membranas mucosas, trastornos en las vías respiratorias, en el sistema nervioso central, depresión y eventualmente cáncer; características que los hacen inaceptables para ser utilizados con este fin (p. 5).

Se sabe además, que la exposición a partículas de la industria del ladrillo afecta principalmente al sistema respiratorio, provocando enfermedades pulmonares con consecuencias agudas como tos, flemas, opresión y sibilancias en el pecho, así como también consecuencias crónicas como dificultad para respirar, asma, bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumoconiosis y enfermedades cardiovasculares. Berum et al. (2020)

Actualmente, la atmósfera del centro poblado de Cerrillo ubicado en el distrito de Baños del Inca está siendo afectada por las vías no pavimentadas, el transporte automovilístico y las ladrilleras que rodean esta zona, pues estos son factores que afectan la calidad del aire, es por ello, que es de gran importancia medir la concentración de partículas sedimentables generadas por el transporte automovilístico, las pistas no pavimentadas y las ladrilleras, ya que las condiciones actuales del centro poblado Cerrillo tiene una relación directa con la calidad de aire, siendo de necesidad pública verificar que

los valores de Partículas Sedimentables se encuentren por debajo del valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud.

### **1.1.1. Antecedentes**

#### **1.1.1.1. Antecedentes Internacionales**

González y Sánchez ( 2021) en su tesis titulada “Determinación de material particulado sedimentable proveniente del Parque Industrial del cantón Cuenca y su influencia en las zonas aledañas” analizaron la contaminación del aire por material particulado sedimentable (PTS), para verificar si las concentraciones cumplen con la normativa ecuatoriana vigente, su influencia en la zona de estudio y en la población, además de su relación con los factores meteorológicos. La zona de muestreo correspondió al sector del parque industrial y sitios aledaños, durante el periodo Septiembre - Octubre 2020 y se analizó un total de 40 puntos. La recolección de muestras se realizó a través del método de muestreo pasivo y su análisis mediante el método gravimétrico, los valores obtenidos de PTS se correlacionaron con variables como temperatura, precipitación, humedad, velocidad y dirección del viento, además se aplicaron encuestas a los habitantes para conocer la influencia social. Los resultados indicaron que los puntos de mayor concentración durante todo el estudio se localizaron dentro del parque industrial y en su mayoría superan los límites máximos establecidos, se observó que el contaminante se distribuye en su mayoría al oeste y centro de la zona de estudio, además se obtuvo una relación baja con respecto a las variables meteorológicas

Jarrín y Proaño (2021) en su tesis de Titulación denominado “ Determinación y caracterización de material particulado sedimentable por incidencia antrópica, sector perímetro de las industrias de la ciudad de Riobamba”, determinaron y caracterizaron el

PMS ( material particulado sedimentable) por incidencia antrópica presentes en el sector perímetro de las industrias de la ciudad de Riobamba, destinados a analizar el nivel de contaminación atmosférica. Este análisis se realizó mediante el método pasivo que consiste en poner cajas Petri en los 20 puntos de monitoreo durante el periodo del 19 de agosto- 20 de septiembre del 2021. Con los resultados obtenidos del PMS durante el monitoreo se procedió a la comparación de los LMP según la OMS y el TULSMA, los cuales presentan una mayor concentración en el punto 9 con un valor de 1,10 (mg/cm<sup>2</sup>/mes), superando los LMP establecidos por el TULSMA y la OMS, y en el punto 15 con un valor mínimo de 0,26 (mg/cm<sup>2</sup> /mes) el cual se encuentra dentro de los LMP. Se caracterizó el PMSI en el Microscopio Óptico en el que se pudo observar la forma irregular y esférica de las partículas, en la fracción soluble se analizó el pH, iones de cloruro, sulfato, nitrito y nitrato presentes en las 20 muestras. Luego se realizó un mapa de velocidad y dirección del viento con los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas (UNACH, ESPOCH y Tunshi), con una dirección Sudoeste y una velocidad promedio de 2,49 m/s.

Rojano et al. (2013) en su artículo “Niveles de Partículas Suspendidas Totales (PST), PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> y su Relación en Lugares Públicos de la Ciudad Riohacha, Caribe Colombiano” se determinaron los niveles de concentración de partículas suspendidas totales (PST), PM<sub>10</sub> y PM<sub>2.5</sub> en la ciudad de Riocha, Colombia. En seis estaciones de monitoreo, para PST y PM<sub>10</sub> utilizaron un muestreador de alto volumen y para PM<sub>2.5</sub> utilizaron un muestreador de bajo volumen (Partisol). Los resultados determinaron que el promedio de concentración de PM<sub>10</sub> varió desde 43,69 a 19,47 µg/m<sup>3</sup>, las PST 86,02 A 27,38 µg/m<sup>3</sup> y las PM<sub>2.5</sub> obtuvieron un promedio de 14.57 µg/m<sup>3</sup>. la relación PM<sub>10</sub>/PST

variaó desde 0,50 a 0,68. Las seis estaciones de monitoreo presentaron una correlación PST/ PM<sub>10</sub> (R= 0,795) la cual es buena.

Becerra et al. (2021) en su investigación “Relación entre la calidad del aire y la incidencia de enfermedades respiratorias en el municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander” realizó un análisis de la relación entre la calidad del aire y la incidencia de enfermedades respiratorias en el municipio de Cúcuta, gracias a la aplicación de una metodología cuantitativa y descriptiva con enfoque correlacional, se diseñó una Encuesta de Percepción Ciudadana. Además, se analizaron las concentraciones del material particulado (PM<sub>10</sub>) de las zonas El Salado y Atalaya; junto con el análisis de la carga de morbilidad de acuerdo con los registros otorgados por el Instituto Municipal de Salud (IMSALUD) y el Instituto Departamental de Salud (IDS). Los resultados, muestran una asociación dependiente entre las variables de estudio. Adicionalmente, muestra una tendencia significativa por Rinofaringitis aguda en pacientes vulnerables (niños y adultos mayores) y un estado de calidad del aire desfavorable de los meses evaluados (mayo – julio 2018).

Corleto y Cortez (2012) en su tesis titulada “Comparación de los métodos Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable” con el objetivo de verificar si los resultados obtenidos por cada metodo son similiares y si pueden ser aplicables, donde emplearon el metodo experimental, transversal, exploratorio y de campo. Obteniendo que al aplicar el analisis estadistico con la prueba T-Student se obtuvo que en ambas epocas hay diferencia significativa en la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable mediante la utilización de los dos métodos, posteriormente con

la prueba estadística F, se determinó que el método de Bergerhoff es el que presenta una mayor precisión: por lo que es más recomendable el uso de este método.

#### **1.1.1.2. Antecedentes Nacionales**

Livia et. al (2021) realizaron un artículo denominado “Contaminación del aire por partículas sedimentables en domicilios en la zona urbana de la Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco” donde evaluaron la contaminación del aire por partículas sedimentables en domicilios en la zona urbana de la Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. El tipo de estudio fue transversal y de nivel descriptivo, la muestra estuvo conformada por 12 zonas de monitoreo. Para el diseño del soporte de placas receptoras, la recolección de muestras y cálculos de la concentración de partículas sedimentables se utilizó los procedimientos del Boletín Oficial del Estado de 1976. Los resultados indican que para la zona de la Av. Amazonas fue de 0,372 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Jr. Julio Burga 0,384 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Av. Raymondi 0,430 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Naranjillo Centro 0,478 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Electrocentro 0,633 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Naranjillo Entrada 0,705 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Afilador 0,722 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Av. Raymondi 0,955 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Brisas del Huallaga 0,966 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Castillo Grande Entrada 0,989 mg/cm<sup>2</sup>/mes, Supte San Jorge 1,018 mg/cm<sup>2</sup>/mes y Castillo Grande Centro 1,148 mg/cm<sup>2</sup>/mes. En conclusión, existió 8 zonas de monitoreo que excedieron los Límites Máximos Permisibles (LMP) de 0,5 mg/cm<sup>2</sup>/mes establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Livia (2020) en su tesis titulada “Contaminación del aire por partículas atmosféricas sedimentables en el ambiente interior de la zona urbana de Tingo María” realizó un monitoreo entre los meses de abril a setiembre, en 12 puntos de muestreo;

mediante el método pasivo de placas receptoras donde se recolectaron las muestras durante un tiempo determinado (30 días), pasado este tiempo se recogieron las partículas con agua desionizada, obteniendo así una solución de agua con partículas. Las concentraciones de PAS se determinaron mediante el análisis gravimétrico expresadas en  $\text{mg cm}^2 \times \text{mes}$ , también determinó la composición física (soluble e insoluble) de las PAS, y posteriormente se analizó el material soluble para la determinación del pH y la composición química. De los 72 datos recogidos, se observó que 53 sobrepasan el límite establecido por la OMS ( $0,5 \text{ mg cm}^2 \times \text{mes}$ ). La composición física está compuesta por un 83% material soluble y el restante con un 17% insoluble. Los iones encontrados en el material soluble fueron  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ . La zona con mayor contaminación por PAS fue Castillo Fondo con  $1,148 \text{ mg cm}^2 \times \text{mes}$ .

Castro (2019) en su tesis “Evaluación de la contaminación del aire ocasionado por el polvo atmosférico sedimentable mediante el método de placas receptoras en el área urbana del Centro Poblado de Paragsha - Región Pasco, Agosto-Noviembre 2017” evaluó la contaminación del aire ocasionada por el polvo atmosférico sedimentable mediante el método de placas receptoras durante los meses de marzo, abril y mayo, con el propósito de determinar la concentración del polvo atmosférico sedimentable y, para esto se eligió 15 puntos de muestreo donde se aplicó la metodología de muestreo pasivo, que consistió en la colocación de placas petri con un adherente (vaselina) que fueron ubicados en el segundo nivel de las viviendas, por treinta (30) días durante 03 meses. Para la ubicación de las estaciones a monitorear se tuvo en cuenta el tipo de vía, densidad poblacional y tráfico; logrando determinar con ello 03 zonas de muestreo en el centro poblado de Paragsha: Centro, Intermedia y Periferia. Los resultados obtenidos del monitoreo de PAS

dieron un valor promedio final de  $0,49 \text{ mg/cm}^2 \times \text{mes}$ , el cual se encuentra dentro del rango de los LMP para PAS establecido por la Organización Mundial de la Salud, que es de  $0,50 \text{ mg/cm}^2 \times \text{mes}$  como valor máximo.

Méndez y Morán (2020) en su investigación “Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del Cercado de Tacna 2020” tuvieron como objetivo evaluar la concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del Cercado de Tacna, donde para realizar este estudio se empleó el método pasivo de muestreo o también llamado de Placas Receptoras, para el cual se establecieron 30 puntos de monitoreo teniendo en cuenta las áreas con mayor incidencia de PAS, este monitoreo se realizó por un periodo de tiempo de dos meses y para la interpretación de datos se relacionó los parámetros de temperatura, precipitación, velocidad y dirección del viento datos obtenidos del SENAMHI para obtener el mapa de dispersión de PAS y la rosa de viento, todo esto para encontrar la relación de los datos obtenidos de las placas con los parámetros brindados por SENAMHI empleando modelamiento geostadístico con el método IDW el cual significa “Interpolación lineal con la ponderación de la distancia inversa”. Los resultados del primer de monitoreo con Placas Receptoras determinaron que la mayor concentración de PAS ( $16,5373 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) se encontró en el punto de muestreo ubicado en las inmediaciones de la planta de Ladrillos Maxx; durante el segundo mes el punto que presentó mayor concentración ( $15,491 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) se ubica en la construcción del Centro Comercial de Polvos Rosados. Por lo que se evidenció que estos valores sobrepasan el valor guía  $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$  establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS), además se concluyó que 28 de los 30 puntos

muestreados sobrepasan el nivel de concentración de PAS recomendado por la OMS mencionado anteriormente.

Silva (2021) en su investigación “Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay, octubre – diciembre del 2019” tuvo como objetivo monitorear las concentraciones de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay en los meses de Octubre a Diciembre del 2019; se utilizó el método pasivo - gravimétrico o también llamado de Placas receptoras, donde se consideraron 10 puntos de monitoreo en el cual cada 6 días se llevó a cabo el muestreo cumpliendo el periodo establecido de Octubre a Diciembre, por lo que se obtuvieron un total de 140 datos los cuales se analizaron a través de la estadística. Una vez obtenidos los datos de los monitoreos se obtuvo un promedio de 10,61 t/km<sup>2</sup>/mes de polvo atmosférico sedimentable, resultando un exceso de 112,2% respecto al Límite Máximo Permisible implantado por la OMS. Infiriendo finalmente que existe una correlación alta entre la concentración de PAS y las IRA's, teniendo una incidencia de un 79,3% en el número de casos obtenidos por Infecciones respiratorias Agudas en el distrito de Hualmay.

Sanchez (2020) en su tesis “Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y su efecto en la salud de los habitantes de la Ciudad de Amarilis- Huánuco 2019”, tuvo como objetivo monitorear el polvo Atmosférico Sedimentable y su efecto en la salud de la población de la ciudad de Amarilis obtenidos a través de encuestas, relacionándolos por medio de una tabla cruzada, donde concluye que la concentración del polvo atmosférico sedimentable tiene efectos en la salud de los habitantes de la ciudad de Amarilis – Huánuco, teniendo como promedios en el mes de julio 0,750 mg/cm<sup>2</sup>/mes,

agosto  $0,643 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$  y setiembre  $0,577 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ; En cuanto a las encuestas realizadas a la población se calculó que el 35% tiene algún tipo de enfermedad provocada por el Polvo Atmosférico Sedimentable, esto se demuestra a través de la prueba estadística Chi cuadrado de Pearson con un nivel de significancia del 5% y con una probabilidad de error del 0,00%. También se observó que las concentraciones del Polvo Atmosférico Sedimentable en las 3 zonas superan los valores de los Límites Máximos Permisibles establecidas por la Organización Mundial de la Salud.

### 1.1.1.3. Antecedentes Locales

Cortez (2019) en su trabajo de investigación denominado “Determinación de partículas sólidas totales (PST) mediante el método gravimétrico en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Galvez” tuvo como objetivo determinar la cantidad de partículas sólidas totales (PST) mediante el método gravimétrico en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Gálvez, durante los meses de setiembre a noviembre de 2018, donde se utilizó como instrumentos a placas receptoras de  $10 \text{ cm}^2$  con adherente dispuestas en 9 puntos de monitoreo y distribuidas en toda la vía, siendo recolectadas en 4 muestreos quincenales ( $n=72$ ), las mencionadas placas fueron colocadas cerca de poblaciones urbanas y rurales expuestas a la contaminación por partículas. Al término de la investigación se obtuvo concentraciones de partículas sólidas totales (PST) con variaciones mensuales entre  $25,43 \text{ tkm}^{-2} \text{ mes}^{-1}$  a  $72,85 \text{ tkm}^{-2} \text{ mes}^{-1}$ , siendo El Milagro el punto de monitoreo con el menor registro de  $3,79 \text{ tkm}^{-2} \text{ mes}^{-1}$  para el mes de setiembre y Teresa Conga Alto el punto de monitoreo con la mayor concentración promedio mensual de  $191 \text{ tkm}^{-2} \text{ mes}^{-1}$  en el mes de octubre; evidenciando que el 77,78% de puntos monitoreados se encuentran trasgrediendo el límite establecido.

Concluyendo que las partículas sólidas totales (PST) en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Gálvez superan el límite referencial de la Organización Mundial de la Salud de  $5 \text{ tkm}^{-2} \text{ mes}^{-1}$ .

Calua (2018) en su trabajo de investigación “Concentración de contaminantes sólidos sedimentables para el periodo Mayo - Junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS” determinó la concentración de contaminantes sólidos sedimentables en el entorno de la Universidad Privada del Norte y su relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS). Para ello se ubicaron 13 placas recolectoras de contaminantes sólidos sedimentables (CSS), entre los meses mayo y junio del 2017, donde se determinó la concentración de contaminantes sólidos para el periodo de mayo del 2017 unas cantidades que oscilan entre  $0,10 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  a  $0,56 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  y  $0,06 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  a  $0,61 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  para el mes de junio del 2017. La relación con la Norma de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en las estaciones E2, E3, E11 para el mes de mayo del 2017, ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 16% el valor de  $0,50 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían a ser el 23 % de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, y un 77% que no excede, y la relación con la norma OMS de las estaciones E2, E3, E11, E12 para el mes de junio del 2017, que están ubicadas al oeste con respecto a la Universidad Privada del Norte exceden en un 11% el valor de  $0,50 \text{ mg/cm}^2/30 \text{ días}$  establecida por dicha norma, éstas estaciones vendrían ser el 31% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma de un total de 13 estaciones, y un 69% que no excede, teniendo así un aire adecuado.

Arana (2017) en su trabajo de investigación “Relación entre monóxido de carbono, material particulado 2,5 con parámetros ambientales específicos de la ciudad de Cajamarca con las infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años, periodo 2013-2015”, tuvo como objetivo evaluar la relación entre CO, material particulado 2,5 con parámetros ambientales específicos de la ciudad de Cajamarca con la incidencia de las IRA’s en niños menores de 5 años. Donde para obtener los parámetros de precipitación, temperatura, humedad atmosférica se recurrió al SENAMHI de los años 2013 al I trimestre del 2015, para la información referida a las incidencias de IRA’s se recurrió a la Dirección Regional de Salud Cajamarca. La evaluación se hizo a través de la comparación de tendencias entre parámetros ambientales, gases contaminantes y casos de Iras, en la cual se da una relación entre precipitaciones e Iras del 19% para el año 2013, 40% para el año 2014 y 2015, con un promedio del 20% para ambos años. Además, las concentraciones de material particulado 2,5 y monóxido de carbono para los años evaluados, sobrepasan los estándares de calidad ambiental para el aire D.S. 003-2008-MINAN y D.S. 074-2001-PCM. Finalmente se concluyó que, durante los años 2013 al I Trimestre del 2015, la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas fueron elevadas en niños entre las edades de 1 a 4 años, presentando una relación del 60% al 80% frente a la concentración de material particulado 2,5 y monóxido de carbono en el aire de la ciudad de Cajamarca, respectivamente.

### **1.1.2. Bases teóricas**

#### **1.1.2.1 Conceptos**

##### **Contaminación:**

La contaminación atmosférica o ambiental se define como la presencia de cualquier agente (físico, químico o biológico) o mezcla de diferentes sustancias activas en lugares, formas y concentraciones que tengan efectos adversos para la salud, la estabilidad y la tranquilidad de la población o pongan en peligro la vida y los organismos en general. Contaminación es también la asociación de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas con los cuerpos receptores o su combinación, a consecuencia de la cual constantemente se modifican desfavorablemente las condiciones naturales de estas sustancias y afecta la salud, el aseo y la tranquilidad de la población. Conde (2013)

### **Contaminación Atmosférica:**

Los distintos contaminantes atmosféricos se pueden clasificar en contaminantes primarios, que son aquellos emitidos directamente a la atmósfera, por ejemplo, el monóxido de carbono (CO); o contaminantes secundarios, los cuales se forman en la atmósfera a partir de reacciones químicas de sus precursores, como por ejemplo el ozono (O<sub>3</sub>), formado por reacciones de contaminantes primarios: compuestos orgánicos volátiles (COV<sub>s</sub>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>). Por otro lado, también se puede hacer una diferencia según la fuente de emisión de los contaminantes, ya sean biogénicos o de origen natural (erupción volcánica); o antropogénicos, que corresponden a contaminantes producidos por la intervención humana como se muestra en la Tabla 1. (Ubilla y Yohannessen, 2017, p. 112-113)

**Tabla 1**

*Fuentes de Emisión de Contaminantes*

Contaminante	Fuente
Material Particulado (MP)	<p>MP grueso (entre 2,5 y 10 micras): proviene de la suspensión o resuspensión de polvo, tierra, u otros materiales de la carretera, la agricultura, minería, tormentas de viento o volcanes.</p> <p>MP fino (&lt; 2,5 micras): proviene de emisiones de procesos de combustión, tales como el uso de vehículos de gasolina y diésel, la combustión de combustibles para generación de energía y procesos industriales.</p>
Ozono (O <sub>3</sub> )	<p>No se emite directamente, el O<sub>3</sub> se forma en la atmósfera por reacciones entre óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) y compuestos orgánicos volátiles (COVs) en presencia de calor y luz solar.</p>
Dióxido de Nitrógeno (NO <sub>2</sub> )	<p>Se emite principalmente como resultado de la combustión de alta temperatura (empresas eléctricas, calderas industriales y vehículos).</p>
Plomo (Pb)	<p>La principal fuente de emisión de plomo ha sido históricamente los vehículos de motor y las fuentes industriales. En países donde se prohíbe la gasolina con plomo, los mayores niveles de plomo en el aire provienen de fundiciones de plomo, incineradoras de residuos y fábricas de baterías de plomo-ácido.</p>
Monóxido de Carbono (CO)	<p>Producto de la combustión incompleta del gas natural, carbón o madera. El tráfico vehicular es una fuente importante de CO.</p>

Dióxido de Azufre (SO<sub>2</sub>) Emitido por la quema de combustible (carbón con alto contenido de azufre y petróleo). Las empresas eléctricas, procesos industriales y la extracción de metales a partir de minerales son fuentes de SO<sub>2</sub>

---

### **Efectos de la contaminación del aire:**

Uno de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, como resultado de la conversión del ozono estratosférico en cloro y bromo procedentes de la contaminación. Además, el efecto persistente de la contaminación del aire respirado es un proceso silencioso de años, que produce afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, éstos ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que, por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 por ciento Conde (2013).

### **Contaminantes y sus efectos en la salud:**

Es importante reconocer los impactos negativos que causa la contaminación del aire en la salud de la población para brindar un ordenamiento y la mejor disposición de las actividades urbanas y naturales para reducir los impactos negativos al medio ambiente y a la salud de la población. Es por ello por lo que se sabe que los efectos de los contaminantes sobre la salud se dan de acuerdo con niveles a los que están expuestos actualmente la mayoría de las poblaciones urbanas y rurales de los países desarrollados y en desarrollo. En los países en desarrollo, la exposición a los contaminantes de la quema de combustibles sólidos al aire libre y la cocina tradicional en interiores aumenta el riesgo

de infecciones agudas de las vías respiratorias inferiores y la mortalidad en los niños pequeños. La contaminación del aire interior por combustibles sólidos también es un factor de riesgo importante para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica y el cáncer de pulmón en adultos. Sanchez (2020).

**Tabla 2**

*Sustancias Contaminantes y sus Efectos Sobre la Salud*

Sustancia Contaminante	Efecto sobre la Salud
CO, CO <sub>2</sub>	Dolores de cabeza, estrés, fatiga, problemas cardiovasculares, desmayos, etc. deterioro en la percepción auditiva y visual.
NO <sub>x</sub> y SO <sub>x</sub>	Enfermedades bronquiales, irritación del tracto respiratorio, cáncer, disminución de defensas antiinflamatorias pulmonares.
Mercurio y las dioxinas	Genera problemas en el desarrollo mental de los fetos, enfermedades ocupacionales en ciertas industrias.
Cadmio	Enfermedades en la sangre.
Polvos	Enfermedades a la vista y pulmonares
PTS; PM <sub>10</sub> y PM <sub>2.5</sub>	Infección de las membranas mucosas.
Dióxido de azufre	Bronco constricción en asmáticos y malestar torácico.
Plomo	Deterioro del coeficiente de inteligencia en niños, efectos cardiovasculares (hipertensión).
Sulfuro de hidrógeno	Irritación ocular, intoxicación, edema pulmonar.

**Partículas:** Según su tamaño, las partículas se depositan cerca o a cierta distancia de la fuente de emisión. Si son muy pequeñas pueden mantenerse suspendidas y ser transportadas a grandes distancias. Dentro de las partículas suspendidas se denominan “respirables” a las de diámetro menor o igual a  $10\ \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{10}$ ) por su capacidad de introducirse en las vías respiratorias. Las partículas de diámetro aerodinámico  $\leq 2,5\ \mu\text{m}$  alcanzan fácilmente los bronquiolos terminales y los alveolos, así mismo las partículas ultrafinas de diámetro aerodinámico  $\leq 0,1\ \mu\text{m}$  pueden pasar de manera directa desde los alveolos al torrente circulatorio. Por lo que se concluye que las cuanto más pequeñas son las partículas tienen mayor capacidad de penetración en las vías respiratorias. Oyarzún (2010)

#### **El material particulado (MP) atmosférico:**

Es una compleja mezcla de partículas sólidas y líquidas presentes en el aire y su composición química representa una complejidad aún mayor. Para un mejor estudio, es común la medición de las fracciones del material particulado: partículas menores de  $10\ \mu\text{m}$ ,  $\text{MP}_{10}$  y partículas menores de  $2,5\ \mu\text{m}$ ,  $\text{MP}_{2,5}$ , las cuales varían ampliamente con respecto a su concentración y composición química según el tiempo y lugar, además según su origen se clasifican en partículas primarias, provenientes de fuentes directas como: la quema de biomasa, combustión incompleta de combustibles fósiles, erupciones volcánicas, desgaste de carreteras, suelo, mar y materiales biológicos (fragmentos de plantas, microorganismos, polen, etc.); y partículas secundarias, provenientes principalmente de la conversión de gases a partículas en la atmosfera. (Ulrich,2005, como se citó en Suárez et al, 2017, p. 188)

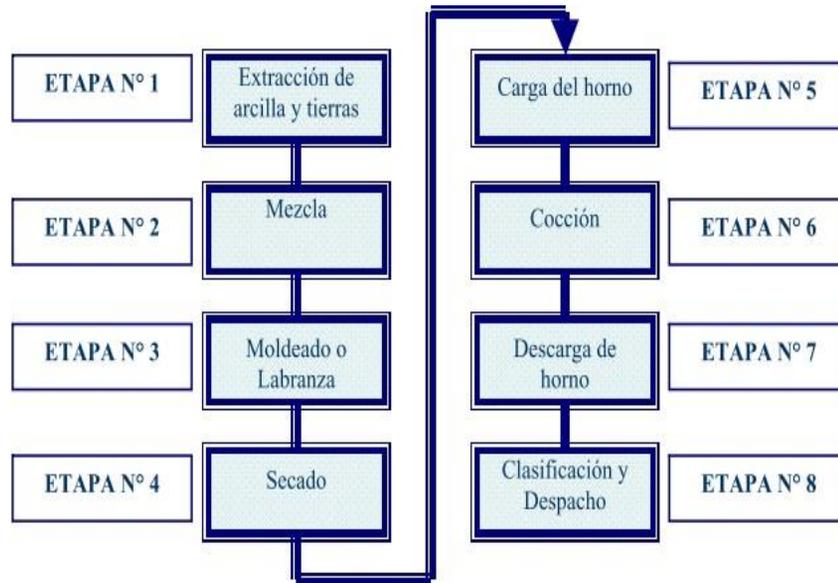
**Partículas atmosféricas sedimentables:** Las partículas atmosféricas sedimentables o denominado también polvo atmosférico sedimentable, se caracteriza por permanecer un corto de tiempo de residencia en la atmósfera, pueden ser emitidas por una gran variedad de fuentes de origen natural o antropogénico. Los contaminantes atmosféricos sedimentables que se originan de forma natural son producto de la acción del viento sobre la superficie de la tierra, en forma de emisiones fugitivas, mientras que la de origen antropogénico se originan de actividades como la minería, la construcción, perforaciones, transporte, tamizado, barreduras, explosiones, en la mezcla de materiales. Puigcerver y Dolors (2014).

**La combustión de biomasa:** La combustión de biomasa (leña) es muy incompleta, por lo que genera una gran cantidad de compuestos orgánicos parcialmente oxidados, además las partículas generadas son ultrafinas ( $< 0,1\mu\text{m}$ ) entonces, como se mencionó antes, estas partículas pueden traspasar fácilmente la barrera mucociliar, depositándose en bronquiolos y alveolos pasando finalmente a la sangre. Oyarzún (2010)

**Etapas de la actividad ladrillera:** Según Ministerio de la Producción, (2010) y como se muestra en la Figura 1 son 8 las etapas de producción del ladrillo Artesanal.

### **Figura 1**

*Diagrama de Flujo general para la actividad ladrillera*



**Fuente:** Resolución Ministerial N° 102-2010- PRODUCE

**1. Extracción de arcilla y tierras:** La extracción de Arcilla y Tierra Arenosa se puede realizar en lugares alejados de la zona de producción o en la misma zona de producción. El procedimiento de extracción para los ladrilleros artesanales es por excavación manual de canteras con y sin denuncia. El material tal como es extraído se carga en camiones y se transporta a la zona donde están los hornos de cocción.

## 2. Mezcla

### 2.1 Mezcla a Mano

La mezcla a mano se realiza con ayuda de una pala o lampa y se prepara en las fosas de mezclado, una premezcla de arcilla y arena humedecidas amasando con manos y pies hasta que desaparezcan los terrones más grandes de arcilla. Algunos artesanos añaden otros agregados que pueden ser aserrín, cáscara de arroz o de café, cenizas. Se deja reposar esta masa hasta el día siguiente para que los terrones más pequeños se deshagan, la mezcla se vuelva consistente y adquiera la textura

requerida para el moldeo o labranza. La materia prima no se selecciona ni es sometida a molienda para control granulométrico. La formulación y características finales de la mezcla son definidas en base a su consistencia según la experiencia, necesidades o disponibilidad de materiales de cada artesano.

## **2.2 Mezclado mecánico**

Esta mezcla se efectúa utilizando una mezcladora o batidora accionada por algún tipo de energía que puede ser eléctrica, mecánica o de tracción animal (buey, caballo, acémila), lo que elimina el amasado a mano, reduce el tiempo de amasado y eleva el rendimiento. El procedimiento no requiere tiempo de reposo.

La premezcla de arcilla y arena humedecidas, junto con otros agregados si fuera el caso, se vierte en el acceso o tolva de entrada de la mezcladora donde se amasa hasta obtener la consistencia requerida; la mezcla obtenida se puede volver a pasar cuantas veces sea necesario agregando arcilla, arena, agua.

## **3. Moldeo o Labranza:**

El material mezclado se moldea para darle la forma de ladrillo requerido: sólidos (king kong) y huecos, (pasteleros, para techo, etc.). Se puede hacer en forma manual o también con extrusoras mecánicas.

### **3.1 Moldeo Manual**

Se utilizan moldes metálicos o de madera. Los moldes no tienen tamaños estandarizados, difieren de un artesano a otro y de una región a otra.

Generalmente utilizan arena muy fina (cenicero) como desmoldante para facilitar el retiro de la mezcla del molde.

### **3.2 Moldeo mecánico**

El moldeo mecánico permite incrementar la densidad del ladrillo y por tanto su resistencia. Se emplean desde prensas de moldeo accionadas manualmente capaces de producir 60 ladrillos por hora con moldes individuales, hasta extrusoras industriales que pueden producir más de un millar por hora. Estas máquinas también pueden producir ladrillos tipo pandereta y techo sólo con un cambio de molde.

### **3.3 Moldeo de briquetas**

En forma similar a los ladrillos se moldean también briquetas de carbón para utilizarlas como combustible. Las briquetas son una mezcla humedecida de carbón en polvo con arcilla; esta mezcla se vierte en moldes especiales de diferentes formas y tamaños.

## **4. Secado:**

Los ladrillos crudos recién moldeados se depositan en canchas de secado o tendales, lo más cerca posible a la zona de moldeo, se secan aprovechando la acción natural del sol y el viento. Cuando llueve y no están bajo sombra, se cubren con mantas de plástico para protegerlos, aunque es más recomendable construir cobertizos techados para el secado.

El secado se realiza hasta que el ladrillo crudo pierde aproximadamente un 13% de humedad y queda listo para ser cargado al horno; el período de secado depende del clima y puede variar entre cinco a siete días en promedio. A partir del tercer o cuarto día se van girando las caras expuestas para un secado parejo.

## 5. Carga del Horno:

Primero se arma el “malecón” o arreglo de encendido acomodando los ladrillos secos de manera que, siguiendo el perfil de la ventana de aireación, formen una bóveda por encima del canal de encendido a todo lo largo del horno. En la quema con carbón, la base de esta bóveda se arma como una especie de parrilla formada con ladrillos enteros y tallados manualmente, sobre la cual se arman briquetas de carbón en tres o más capas dependiendo de la forma y tamaño de la bóveda. Debajo de esta parrilla está el canal del malecón donde se coloca la leña para el encendido.

A la altura de la parte superior de los lados de la bóveda formada por los ladrillos crudos en el interior del horno e inmediatamente por encima de la bóveda, se colocan briquetas de carbón en una disposición apropiada una al lado de otra a casi todo lo largo y ancho de la sección del horno para conseguir un frente de fuego horizontal. Por encima de la bóveda armada como malecón de encendido, los ladrillos son colocados en capas horizontales sucesivas cada una transversal respecto a la anterior (en ángulo de 90°), descansando sobre su lado más largo hasta llenar toda la altura del horno. En los techos abovedados se hace la misma disposición, pero siguiendo la forma de la bóveda.

Otra manera de armar es en la secuencia 1 ½, que consiste en colocar un ladrillo a lo largo seguido de un ladrillo a lo ancho, luego un ladrillo a lo largo y así sucesivamente.

Entre ladrillo y ladrillo se deja una separación de tres a cinco milímetros para permitir el flujo de aire y de los gases calientes producto de la combustión, así como para permitir la transmisión de fuego y calor durante la cocción.

En promedio un horno de 10 millares se carga en 10 horas con cinco personas: cuatro para alcanzar los ladrillos (bolear) y una para el armado.

## **6. Cocción:**

La cocción se realiza en los hornos ladrilleros, esta es una operación netamente artesanal que el Maestro Hornero va ajustando según los resultados que se van obteniendo. Los canales de encendido están contruidos a la altura del piso, atraviesan el horno de lado a lado y sus ventanas o bocas están en los lados de mayor longitud. Las dimensiones y características de las bocas dependen del tipo de combustible que se va a quemar.

La cocción tiene dos partes bien diferenciadas: El Encendido y la Quema propiamente dicha.

El encendido: El objetivo es hacer prender las briquetas colocadas en la parte superior del malecón de encendido a fin de que éstas a su vez generen suficiente calor para encender el cisco de carbón colocado en las sucesivas capas horizontales. El proceso dura de 8 a 24 horas y a veces hasta 48 horas. Para iniciar el fuego se utilizan llantas, plásticos y en el mejor de los casos paja, viruta de madera y leña de eucalipto o algarrobo.

La Quema: Consiste en lograr que el fuego vaya ascendiendo en forma homogénea a través de las sucesivas capas horizontales de ladrillos encendiendo las respectivas capas de cisco de carbón hasta su agotamiento en las capas superiores con lo que se completa la cocción de toda la carga.

## **7. Descarga del Horno:**

Una vez que el fuego ha llegado al extremo superior y se ha consumido todo el carbón, se van abriendo poco a poco las ventilaciones del horno para dejar enfriar lo cual puede durar de cuatro a seis días

La descarga dura un día menos que el tiempo que se utilizó en cargar.

#### **8. Clasificación y Despacho:**

Los ladrillos son clasificándolos según el resultado de la cocción, los que están bien cocidos (coloración rojiza intensa y sonido metálico a la percusión, son duros y presentan el grano fino y compacto en su fractura, sus aristas deben ser duras y la superficie lisa y regular), los que están medianamente cocidos o “bayos” (color menos rojizo), y los crudos o no cocidos; estos últimos se tienen que volver a cocer, mientras que los otros son adquiridos por los compradores a precios diferenciados pagándose obviamente menos por aquellos que no están bien cocidos.

Las ladrilleras artesanales no realizan ensayos de calidad.

**Actividad Ladrillera Artesanal:** las ladrilleras artesanales aplican en su mayoría, técnicas artesanales con hornos de baja eficiencia y para obtener un alto poder calorífico y bajo costo se utiliza como combustibles llantas usadas, plásticos, aceite quemado de vehículos, etc. Estos combustibles son altamente contaminantes, por lo que la actividad ladrillera resulta una fuente de contaminación importante que afecta directamente a la calidad del aire de la ciudad y poblaciones cercanas, provocando un incremento en las afecciones a la salud de los propios trabajadores, sus familias, así como de todos los habitantes de la ciudad.; además está ligada a la informalidad; economía precaria; inseguridad en el trabajo; reducida capacidad de gestión y resistencia al cambio. Los artesanos ladrilleros edifican sus hornos en zonas con condiciones climáticas adecuadas

principalmente abundante viento y pocas lluvias condiciones que les favorecen.

Usualmente no se hace ningún tipo de control de la temperatura ni de las emisiones contaminantes generadas por los hornos que son empleados para la cocción de los ladrillos artesanales y que son de fuego directo en cuyo interior el combustible está en contacto directo con los ladrillos crudos. Ministerio de la Producción (2010)

**Llantas usadas como combustible:** Son las llantas usadas el material que resulta siendo el más contaminante de todos los usados como combustible, ya que es en la quema que se realiza para el encendido del horno donde se genera desde una elevada cantidad de partículas hasta humos altamente tóxicos de riesgo cancerígeno, este material es usado principalmente por el costo y por el tiempo de cocción de los ladrillos que, según los operarios resulta casi tres veces menor que con carbón de piedra., adicionalmente podemos mencionar que con el uso de llantas usadas el tiempo de cocción y enfriamiento es entre 7 a 10 días, mientras que en los hornos que usan carbón antracítico el tiempo de cocción y enfriamiento es entre 20 a 30 días. Febres (2017)

**Normas Legales Nacionales:** la producción de ladrillos elaborados de la manera artesanal usualmente no cumple las normas de calidad establecidas por el estado como las que se muestran en la Tabla 3 ya que los hace poco competitivos en el mercado.

### Tabla 3

#### *Normas Legales Nacionales*

Normas Legales Nacionales		
Ley/ Norma	Referencia	Contexto

Constitución Política del Perú	Artículo 2°- Inciso 22	Establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona gozar de un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de su vida.
	Artículo 67°	Indica que el estado determina la política Nacional del Ambiente y promueve el uso sostenible de los recursos naturales Indica que el control de las emisiones se realiza a través de los límites máximos permisibles (LMP) y demás instrumentos de gestión ambiental establecidos por las autoridades competentes.
	Artículo 117°	Así mismo la infracción de los LMP es sancionada de acuerdo con las normas correspondientes de cada autoridad sectorial competente.
Ley General del Ambiente – Ley N° 28611	Artículo 118°	Indica que las autoridades públicas, en el ejercicio de sus funciones y atribuciones, adoptan medidas para la prevención, vigilancia y control ambiental y epidemiológico, a fin de asegurar la conservación, mejoramiento y recuperación de la calidad del aire, según sea el caso, actuando prioritariamente en las zonas en las que se supere los niveles de alerta por la presencia de elementos contaminantes, debiendo aplicarse planes de contingencia para la prevención o mitigación de riesgos y daños sobre la salud y el ambiente.
Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales – Ley N° 2682	Artículo 28°	Indica que los recursos naturales en este caso la atmósfera debe aprovecharse en forma sostenible, lo que implica el manejo racional de los recursos naturales teniendo en cuenta su capacidad de renovación, evitando su sobreexplotación.
Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales - DL N° 613	Título Preliminar enciso I	Menciona que toda persona tiene el derecho irrenunciable a gozar de un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, y, asimismo, a la preservación del paisaje y la naturaleza. Todos tienen el deber de conservar dicho ambiente.

<p>Reglamento de Estándares de Calidad Ambiental del Aire – DS N° 003 – 2017 - MINAM</p>	<p>Artículo 2°</p>	<p>Es además obligación del Estado mantener la calidad de la vida de las personas a un nivel compatible con la dignidad humana. Le corresponde prevenir y controlar la contaminación ambiental y cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales.</p>
<p>R.M. N°074-2012 MINAM</p>	<p>Artículo 3°</p>	<p>Los ECA para Aire son un referente obligatorio para el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, a cargo de los titulares de actividades productivas, extractivas y de servicios.</p>
<p>Ley General de Industria</p>	<p>Artículo 103°</p>	<p>En la primera disposición complementaria indica que la aplicación de los ECA para Aire en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de estos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA).</p>
<p>Ley General de Industria</p>	<p>Artículo 104°</p>	<p>el cual aprueba los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Emisiones Atmosféricas para la Producción de Ladrillos.</p>
<p>Ley General de la Salud - Ley N°26842</p>	<p>Artículo 104°</p>	<p>Las empresas industriales desarrollarán sus actividades sin afectar el medio ambiente ni alterar el equilibrio de los ecosistemas, ni causar perjuicio a las colectividades.</p> <p>Las empresas industriales deben cumplir con las normas legales de seguridad e higiene industrial, en resguardo de la integridad física de los trabajadores.</p> <p>Toda persona natural o jurídica, está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.</p>

**Normativas referentes al Polvo Atmosférico Sedimentable:** El Perú dentro de sus normas no posee una normativa referente a los Límites Máximos Permisibles (LMP) ni un protocolo para la realización de un monitoreo para el polvo atmosférico sedimentable. Es por ello por lo que instituciones como DIGESA y SENAMHI se basan en normas establecidas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) para establecer estudios de Monitoreo como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Límite máximo para la concentración de PAS en diferentes métodos de muestreo.*

Institución	Tiempo Promedio	Límites Máximos mg/cm <sup>2</sup> /30 días	Técnica/Método
DIGESA Dirección General de salud ambiental	30 días	0,5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable (jarras)
SENAMHI Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía	30 días	0,5	Gravimétrico estudio de polvo sedimentable, (jarras), polvo atmosférico sedimentable (Placas de vidrio)

**Fuente:** Organización Mundial de la Salud (2005)

**Métodos de Muestreo de la calidad del Aire:** En el protocolo de monitoreo de la calidad del Aire y Gestión de Datos realizado por DIGESA, (2005) se describen los métodos de muestreo como se muestran en la Tabla 5, en los cuales se determinan las ventajas, desventajas de los métodos de monitoreo.

**Muestreadores Pasivos:** Ofrecen un método simple y eficaz en función de los costos para realizar el sondeo de la calidad del aire en un área determinada. A través de la difusión molecular a un material absorbente para contaminantes específicos, se recoge una muestra integrada durante un determinado periodo (que generalmente varía entre una

semana y un mes). Los bajos costos por unidad permiten muestrear en varios puntos del área de interés, lo cual sirve para identificar los lugares críticos donde hay una alta concentración de contaminantes, como las vías principales o las fuentes de emisión, y donde se deben realizar estudios más detallados. Para aprovechar al máximo esta técnica, se debe contar con un diseño cuidadoso del estudio y vigilar los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad seguidos en el laboratorio durante el análisis de la muestra.

**Muestreadores activos:** Las muestras de contaminantes se recolectan por medios físicos o químicos para su posterior análisis en el laboratorio. Por lo general, se bombea un volumen conocido de aire a través de un colector como un filtro (muestreador activo manual) o una solución química (muestreador activo automático) durante un determinado periodo y luego se retira para el análisis. Hay una larga historia de mediciones con muestreadores en muchas partes del mundo, lo que provee datos valiosos de línea de base para análisis de tendencias y comparaciones. Los sistemas de muestreo (para gases), el acondicionamiento de muestras, los sistemas de ponderación para el material particulado (MP) y los procedimientos de laboratorio son factores clave que influyen en la calidad de los datos finales.

**Analizadores Automáticos:** Pueden proporcionar mediciones de alta resolución (generalmente en promedios horarios o mejores) en un único punto para varios contaminantes criterio ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$ , MP), así como para otros contaminantes importantes como los COV. La muestra se analiza en línea y en tiempo real, generalmente a través de métodos electro ópticos: absorción de UV o IR; la fluorescencia y la quimiluminiscencia son principios comunes de detección. Para asegurar la calidad de

los datos de los analizadores automáticos, es necesario contar con procedimientos adecuados para el mantenimiento, la operación y el aseguramiento y control de calidad.

**Sensores remotos:** Son instrumentos desarrollados recientemente que usan técnicas espectroscópicas de larga trayectoria para medir las concentraciones de varios contaminantes en tiempo real. Los datos se obtienen mediante la integración entre el detector y una fuente de luz a lo largo de una ruta determinada. Los sistemas de monitoreo de larga trayectoria pueden cumplir un papel importante en diferentes situaciones de monitoreo, principalmente cerca de las fuentes. Para obtener datos significativos con estos sistemas, es necesario contar con procedimientos adecuados para la operación, calibración y manejo de datos. Estos métodos requieren de mucha atención en la calibración de los instrumentos y el aseguramiento de la calidad para obtener datos significativos.

**Tabla 5**

*Técnicas de Monitoreo de Aire*

Método	Ventajas	Desventajas
Muestreadores Pasivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muy económicos.</li> <li>- Muy simples.</li> <li>- No dependen de cables de electricidad.</li> <li>- Útiles para sondeos, mapeos y estudios de línea base.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No han sido comprobados algunos contaminantes.</li> <li>- Sólo suministran promedios mensuales y semanales.</li> <li>- Requieren de mano de obra intensiva para su funcionamiento y el consiguiente análisis.</li> <li>- No existe un método de referencia para monitorear el cumplimiento.</li> <li>- Lenta generación de datos.</li> <li>- Brindan promedios diarios.</li> </ul>
Muestreadores Activos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Económicos.</li> <li>- De fácil manejo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requieren mano de obra intensiva para la recolección y análisis de muestras.</li> </ul>

Analizadores automáticos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Operación y rendimiento confiables.</li> <li>- Cuentan con base de datos históricos.</li> <li>- Han sido debidamente probados.</li> <li>- Alto rendimiento.</li> <li>- Datos horarios.</li> <li>- Información en línea.</li> <li>- Proporcionan datos en función de la ruta y del rango de concentración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requieren análisis de laboratorio.</li> <li>- Sofisticados</li> <li>- Costosos.</li> <li>- Demandan alta calificación.</li> <li>- Altos costos y recurrentes.</li> <li>- Muy complejos y costosos.</li> <li>- Soporte, operación, calibración y validación difíciles.</li> <li>- No comparable con mediciones puntuales.</li> <li>- Visibilidad atmosférica e interferencia.</li> </ul>
Sensores Remotos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Útiles cerca de fuentes.</li> <li>- Mediciones de componentes múltiples.</li> </ul>	

**Fuente:** DIGESA (2005)

**Metodología de Placas Receptoras:** Este método de muestreo es validado por SENAMHI, el cual consiste en la utilización de placas de vidrio untados de un adherente como la vaselina, para la recolección de partículas sedimentables, estas placas son ubicadas en cada estación para el posterior Monitoreo.

**Método Gravimétrico:** La gravimetría se refiere a la medición del peso. Las partículas se atrapan o recogen en filtros y se pesan; es decir el peso del filtro con el contaminante recolectado menos el peso de un filtro limpio da la cantidad del material particulado en

un determinado volumen de aire. Universidad Nacional Mayor de San Marcos UNMSM (2004).

## **1.2. Formulación del problema**

¿Cuál es la concentración de partículas sedimentables obtenidas mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del Centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Evaluar la concentración de partículas sedimentables mediante método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Determinar los puntos de monitoreo que presentan mayor nivel de concentración por partículas sedimentables en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.
- Determinar si la concentración de Partículas sedimentables en los puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis General**

- La contaminación del aire en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca es ocasionado principalmente por la presencia de partículas sedimentables.

### **1.4.2. Hipótesis Específicos**

- La evaluación de concentración de partículas sedimentables en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca sobrepasa los valores guía de la OMS, fijado en  $0,5 \text{ mg/cm}^2 / \text{mes}$ .
- La evaluación de concentración de partículas sedimentables en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca no sobrepasa los valores guía de la OMS, fijado en  $0,5 \text{ mg/cm}^2 / \text{mes}$ .

## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación se realizó en el centro poblado de “Cerrillo” del distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca, tiene un enfoque cuantitativo puesto que se hizo uso de la información obtenida de los 15 puntos de monitoreo, los cuales se establecieron considerando la existencia de población, estos fueron ubicados a una altura de 2 metros y a una distancia de 2,5 metros del borde de la vía, por cada punto se utilizó una placa receptora de vidrio de 10x10 cm untada con vaselina y luego fueron distribuidas en los alrededores de las ladrilleras para ser recolectadas a los 30 días.

Según la planificación de toma de datos la presente investigación es de tipo prospectiva; ya que el monitoreo para la determinación del cumplimiento de la concentración de partículas sedimentables con el parámetro establecido por la OMS fue realizado en un determinado tiempo por las estudiantes que llevan a cabo la presente investigación.

Esta investigación es de tipo transversal puesto que la información recolectada en cuanto a la concentración de partículas sedimentables se dio en un periodo de 30 días, por lo que su objetivo fue determinar el cumplimiento estas concentraciones con la normativa establecida por la OMS. Hernández y Mendoza (2018).

Así mismo el estudio es experimental puesto que nos basamos en evidencia obtenida en campo mediante la aplicación del método gravimétrico haciendo uso de las placas receptoras. La investigación además es de tipo descriptiva – propositiva, esta parte de la descripción de la realidad demostrada en esta zona mediante un previo diagnóstico sobre la contaminación atmosférica. Según la dimensión temporal, es coyuntural; según el marco en que tendrá lugar, es

una investigación de campo, según el enfoque es una investigación especializada; según la profundidad es descriptiva; ya que se dirige a incrementar los conocimientos mediante la observación sistemática de un fenómeno.

## 2.2. Población y Muestra

La población está determinada por el centro poblado de Cerrillo, el cual está ubicado en el distrito de Baños del Inca, provincia de Cajamarca; el Instituto Nacional de Estadística e Informática (2018) nos indica que este centro poblado está constituido por un total de 744 habitantes y un total de 289 viviendas ocupadas, dicho centro poblado se encuentra a 2837 m.s.n.m. y pertenece a la región natural quechua.

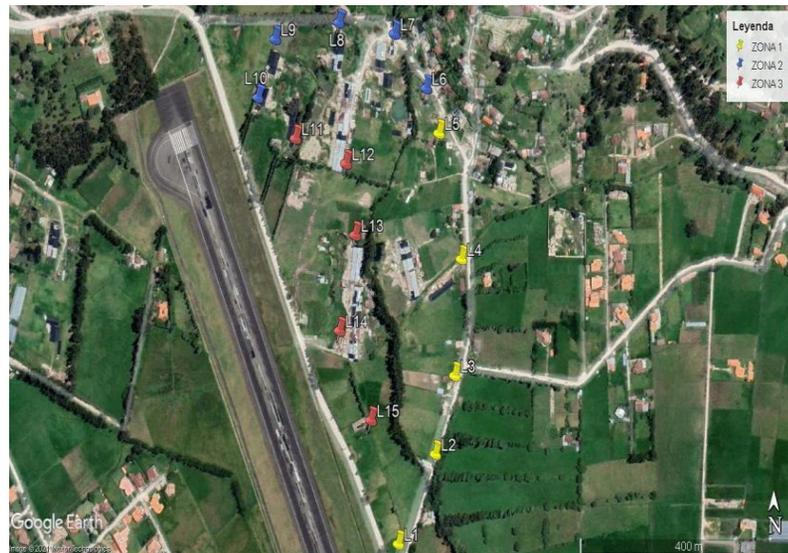
**Tabla 6**

*Población por sexo del Centro Poblado Cerrillo*

P: Sexo	Cantidad
Hombre	345
Mujer	399
Total	744

**Figura 2**

*Delimitación de puntos de Monitoreo*



Nota: los puntos de monitoreo escogidos de acuerdo con las viviendas habitadas existentes.

La muestra está determinada por los 15 puntos de monitoreo, los cuales están conformados por placas receptoras de 10x10 cm, entonces, esta sería una muestra no probabilística puesto que no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador. Hernández et al. (2014)

### **2.3. Instrumentos de recolección y análisis de datos**

Para el cumplimiento del objetivo general se hizo uso de una ficha de registro de información **Anexo N° 9**, el cual fue validado por la ingeniera Tania Villena Misari, con el fin de asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos en la presente investigación.

El análisis de documentos es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales destinadas a describir y presentar documentos de manera sistemática y consistente para facilitar su recuperación. Esto incluye descripción bibliográfica y general de

fuentes, clasificación, indexación, anotación, extracción, traducción y preparación para revisión.

(García, 2002, como se citó en Dulzaides y Molina, 2004)

Además se tuvo en cuenta la observación directa, técnica que permitió sumergirnos en la vida diaria de los pobladores que se encuentran asentados alrededor de las ladrilleras del Centro poblado Cerrillo todo esto para entenderla mejor, de igual forma permitió explorar, describir, identificar y comprender el contexto del área de estudio.

Para la aplicación del método gravimétrico se hizo el uso de la balanza analítica Pioneer, el cual contó con un certificado de calibración como se muestra en el **Anexo N° 9**.

### **Figura 3**

*Balanza Analítica Pioneer*



Para el análisis de datos se presentaron los resultados obtenidos primeramente en tablas los cuales contienen fórmulas matemáticas que fueron parte indispensable para determinar la concentración de partículas sedimentables en el presente estudio, estos resultados se presentaron posteriormente en gráficos con ayuda del software Microsoft Excel, el cual permitió manejar e interpretar los resultados obtenidos de manera simple.

## 2.4. Procedimiento

Para llevar a cabo el presente estudio se realizó en primer lugar la observación del área de estudio para de esta manera explorar, describir, identificar y comprender la realidad de la investigación, para establecer los puntos de muestreo se tuvo en cuenta las viviendas habitadas que se encuentran más cercanas a las posibles fuentes de generación de partículas sedimentables, además de la seguridad de los puntos de muestreo, es decir que sean zonas poco accesibles para que las placas no sean manipuladas por individuos ajenos a la investigación, además se tuvo en cuenta los aspectos que puedan interferir en la toma de muestra en las placas como pueden ser lluvia, humedad, calor, entre otros.

**Tabla 7**

*Puntos de Monitoreo*

Puntos de monitoreo		
L-1	L-6	L-11
L-2	L-7	L-12
L-3	L-8	L-13
L-4	L-9	L-14
L-5	L-10	L-15

Nota: Para los puntos de muestreo se tuvo en cuenta las viviendas que se encuentran más cercanas a las fuentes de generación de partículas

**Tabla 8**

*Coordenadas UTM de los puntos de Monitoreo*

<b>Código de Lámina</b>	<b>Coordenadas UTM (Zona 17)</b>	
	Este	Norte
L-1	777210	9210635
L-2	777277	9210768
L-3	777312	9210883
L-4	777323	9211054
L-5	777281	9211237
L-6	777257	9211302
L-7	777199	9211381
L-8	777098	9211396
L-9	776982	9211372
L-10	776951	9211287
L-11	777020	9211228
L-12	777112	9211192
L-13	777129	9211088
L-14	777101	9210948
L-15	777159	9210817

Para la evaluación de la concentración de Partículas Sedimentables el método utilizado fue el de “placas receptoras” método validado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), el cual tiene la finalidad de medir las partículas sedimentables (PS) mediante la utilización de 15 láminas o placas de vidrio de 10 x 10 cm, con un adherente en este caso la vaselina, el cual constituye el elemento sensible del método, pues es donde se adhirieren las partículas sedimentables.

Para la preparación de las láminas receptoras se realizó una previa limpieza para evitar que las partículas encontradas en el lugar interfieran con el estudio, seguidamente se procedió a codificar y pesar las 15 láminas como se muestra en la Figura 4, luego se derritió la vaselina para poder untar una capa uniforme con vaselina, esto con ayuda de una paleta y empleando guantes, posteriormente se realizó el pesado con vaselina de las 15 láminas receptoras en la balanza analítica, anotando los pesos respectivos.

#### **Figura 4**

*Placas Receptoras de las particulas sedimentables*



Luego se trasladaron las láminas hasta los puntos establecidos teniendo en cuenta que se deben mantener las placas en buenas condiciones durante el traslado del lugar de preparación de las láminas hasta los puntos de monitoreo, para lo cual se utilizó una caja de plástico cerrada. De esta manera las láminas estuvieron protegidas de cualquier contacto dérmico, presión o cualquier partícula que no corresponda a los del punto de muestreo, ya que esto alteraría los resultados de las mediciones.

Estas láminas fueron ubicadas en puntos específicos y distribuidos en los alrededores del centro poblado de Cerrillo. Se colocaron los dispositivos de muestreo en cada uno de los 15 puntos seleccionados, tomando en cuenta para ello las especificaciones establecidas para la colocación de los dispositivos de muestreo, como son una altura no menor de 1.5 metros y no mayor de 3.0 metros. Las láminas se dejaron expuestas durante un mes.

Después de cumplido el tiempo de exposición de las placas con el adherente, con sumo cuidado la muestra se regresó al laboratorio, donde se realizó el pesado del sustrato para ser analizado cuantitativamente. El método utilizado fue el gravimétrico donde se determinaron los pesos iniciales (sin partículas sedimentables) y finales (con partículas sedimentables) como se muestra en la Figura 5. Los resultados del monitoreo de la concentración de Partículas sedimentables de cada punto obtenidos son comparados con el nivel de referencia normado por los límites máximos permisibles dado por la OMS, que es de  $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ , entidad que establece los límites máximos permisibles de la calidad del aire y su impacto sobre la salud humana.

### **Figura 5**

*Aplicación del método gravimétrico*



Con la información obtenida de los resultados se creó una base de datos en el programa Microsoft Excel con el que se logró elaborar los cuadros de análisis de promedios y gráficos necesarios para la interpretación de los resultados. Cálculos para la evaluación de PS por el método de placas receptoras:

**Ecuación 1** *Peso Final de la placa*

$$W \text{ Final} = W_{\text{placa}} + W_{\text{vaselina}} + W_{\text{PS}}$$

**Ecuación 2** *Peso del PS*

$$W \text{ Final} - W \text{ inicial} = \Delta W = W_{\text{PS}}$$

Luego, se encuentra la concentración de PS, mediante la ecuación:

**Ecuación 3** *Concentración del PS*

$$C = \frac{\Delta W \times 30}{\text{Área de la placa} \times \text{días de exposición}}$$

Donde:

W= Peso en miligramos (mg)

$\Delta W$ = Diferencia de pesos en miligramos (mg)

WPS = peso de partículas sedimentables

C = concentración de PS ( $\frac{\text{mg}}{\text{cm}^2} \times 30 \text{ días}$ )

Área de la placa ( $\text{cm}^2$ )=  $\text{lado}^2$

## 2.5. Aspectos éticos

Durante todo el proceso de investigación se buscó el beneficio de la población del Centro Poblado Cerrillo, de manera que se haga conocido el cumplimiento de la norma establecida por la Organización Mundial de la Salud.

Asimismo, se han priorizado los aspectos que estén orientados a la selección equitativa de los sujetos, es por ello que al momento de realizar la selección de los puntos de monitoreo clave para la realización de la investigación se hizo de manera que no hubo ningún tipo de discriminación o favoritismo que afecten en los resultados de dicha investigación.

Además, se tuvo en cuenta el consentimiento informado que aseguró que los individuos involucrados en la investigación estén al tanto de los procedimientos que se realizaron y estos a su vez tengan compatibilidad con sus valores, intereses y preferencias; lo que garantizó que lo hicieran por propia voluntad.

El monitoreo y análisis de documentos fueron tomados personalmente siguiendo los protocolos establecidos para asegurar la confiabilidad del presente trabajo de investigación, adicionalmente las fuentes de información fueron obtenidas de sitios confiables, además, toda la información está correctamente citada para evitar confusiones de copia o plagio.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

Nuestra investigación cuenta con un enfoque cuantitativo al determinar la concentración de partículas sedimentables en los alrededores del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.

### 3.1. Resultados de acuerdo con el objetivo general

Con respecto a la evaluación de la concentración de partículas sedimentables mediante el método gravimétrico, lo primero que se realizó fue la ubicación de los puntos de muestreo como se observa en la **Figura 2**, luego se procedió a dejar las placas receptoras en cada uno de los puntos de monitoreo; luego se realizó la recolección de las placas para hacer la aplicación del método gravimétrico el cual es una técnica de laboratorio utilizada para determinar la masa o la concentración de una sustancia midiendo un cambio en la masa, por lo cual procedimos a medir y pesar cada una de las placas en el laboratorio de Química como se evidencia en los **Anexo N° 2, Anexo N°4**. Es así como se obtuvieron los resultados del monitoreo mediante el método gravimétrico como se muestran en la **tabla 9** donde se evidencian las concentraciones de PS de los 15 puntos de monitoreo establecidos en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, además se observa el peso inicial de la placa con vaselina, el peso final; el cual consta de la placa con vaselina más las partículas Sedimentable que se adhirieron de la zona de estudio, así mismo se observa la diferencia de pesos entre el peso final e inicial.

**Tabla 9**

*Resultados de la concentración de las Partículas Sedimentables*

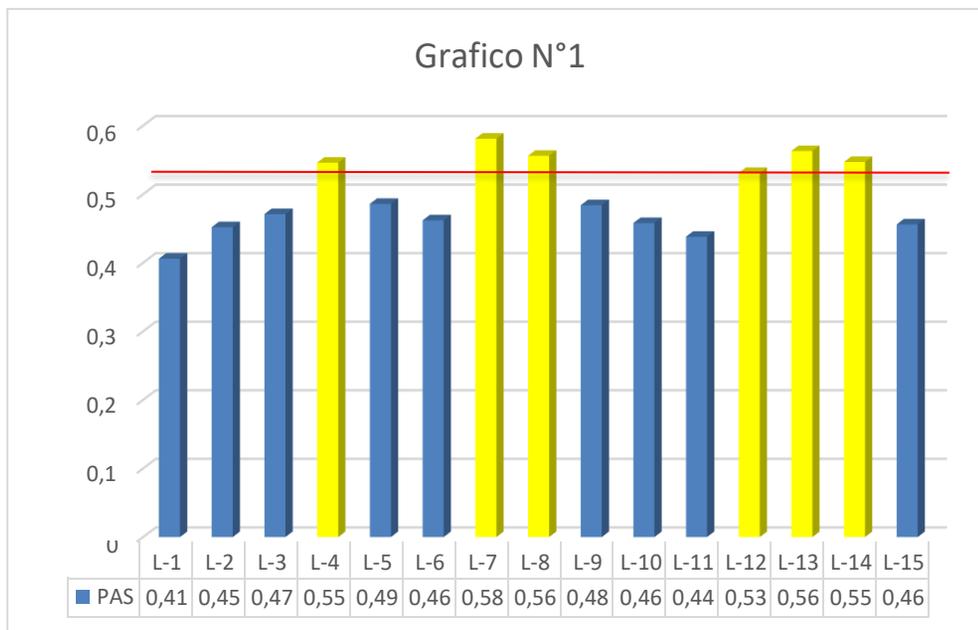
Código de la muestra	W inicial= W placa +W vaselina (g)	Final = Wplaca+Wvaselina+W PAS(g)	$\Delta W = \text{Final} - \text{Inicial}$ (mg)	Polvo atmosférico sedimentable ( $\frac{mg}{cm^2} \times mes$ )
L-1	95,3213	95,3619	40,6	0,406
L-2	95,1345	95,1797	45,2	0,452
L-3	96,1421	96,1892	47,1	0,471
L-4	96,6331	96,6877	54,6	0,546
L-5	95,4671	95,5157	48,6	0,486
L-6	95,1356	95,1818	46,2	0,462
L-7	96,2961	96,3542	58,1	0,581
L-8	95,8624	95,9180	55,6	0,556
L-9	95,8211	95,8695	48,4	0,484
L-10	95,6273	95,6731	45,8	0,458
L-11	96,1356	96,1794	43,8	0,438
L-12	95,9542	96,0073	53,1	0,531
L-13	95,1032	95,1595	56,3	0,563
L-14	95,0915	95,1462	54,7	0,547
L-15	96,1021	96,1477	45,6	0,456
PROMEDIO				0,490

### 3.2. Resultado de acuerdo con el primer objetivo específico

Respecto al monitoreo de las partículas sedimentables se obtuvieron los siguientes puntos con mayores concentraciones de partículas sedimentables.

#### Figura 6

*Resultados de la concentración PS en los 15 puntos de monitoreo.*



En la figura 6, se observan los puntos de monitoreo que cuentan con mayor concentración de partículas sedimentables, los cuales son los puntos de monitoreo L-4 (0,55  $mg/cm^2/mes$ ), L-7 (0,58  $mg/cm^2/mes$ ), L-8 (0,56  $mg/cm^2/mes$ ), L-12 (0,53  $mg/cm^2/mes$ ), L-13 (0,56  $mg/cm^2/mes$ ), L-14 (0,55  $mg/cm^2/mes$ ).

### 3.3. Resultados de acuerdo con el segundo objetivo específico

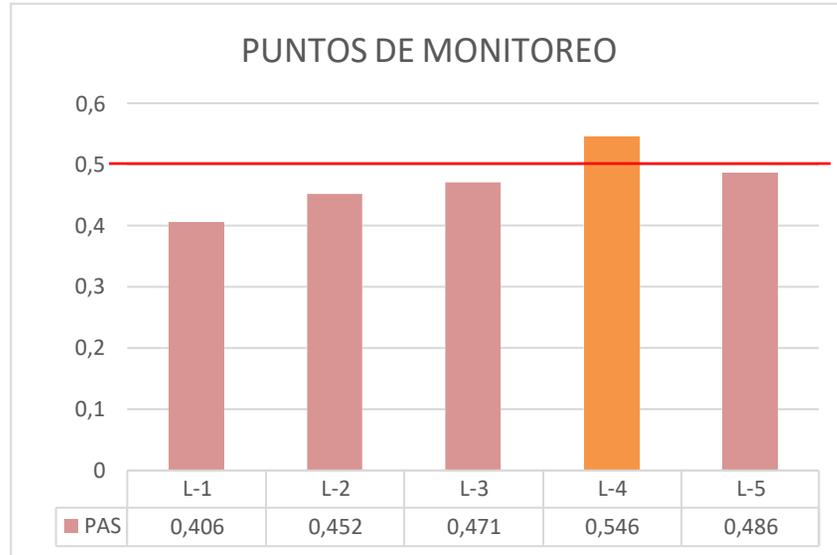
**Tabla 10**

*Datos obtenidos de la aplicación del método gravimétrico respecto al cumplimiento de la norma establecida por la OMS.*

Punto de Monitoreo	W inicial= W placa +W vaselina (g)	Final = Wplaca+Wvaselina+W PAS(g)	$\Delta W = \text{Final} - \text{Inicial}$ (mg)	Polvo atmosférico sedimentable ( $\frac{mg}{cm^2} \times mes$ )	Sobrepasa los (0,5 mg/cm <sup>2</sup> /mes) establecido por la OMS
L-1	95,3213	95,3619	40,6	0,406	No
L-2	95,1345	95,1797	45,2	0,452	No
L-3	96,1421	96,1892	47,1	0,471	No
L-4	96,6331	96,6877	54,6	0,546	Si
L-5	95,4671	95,5157	48,6	0,486	No
L-6	95,1356	95,1818	46,2	0,462	No
L-7	96,2961	96,3542	58,1	0,581	Si
L-8	95,8624	95,9180	55,6	0,556	Si
L-9	95,8211	95,8695	48,4	0,484	No
L-10	95,6273	95,6731	45,8	0,458	No
L-11	96,1356	96,1794	43,8	0,438	No
L-12	95,9542	96,0073	53,1	0,531	Si
L-13	95,1032	95,1595	56,3	0,563	Si
L-14	95,0915	95,1462	54,7	0,547	Si
L-15	96,1021	96,1477	45,6	0,456	No

**Figura 7**

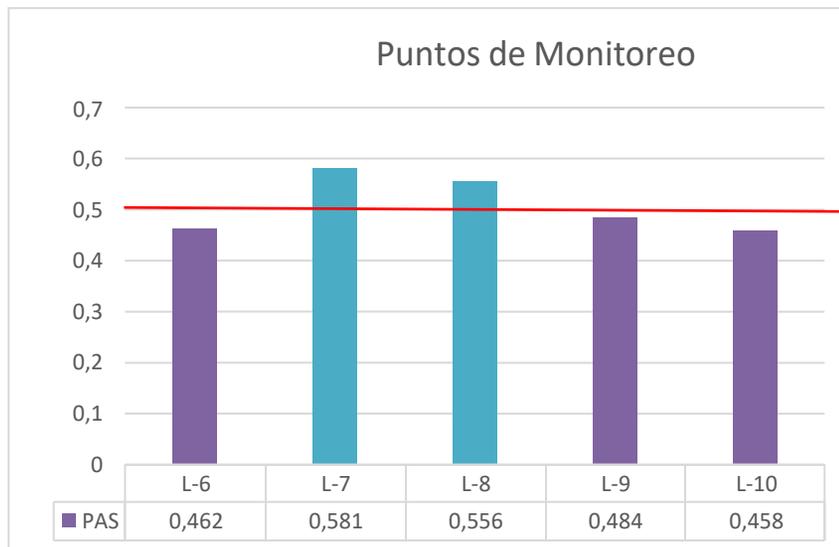
*Resultados Concentración de PS del L-1 AL L-5 que incumplen con el valor guía establecido por la OMS.*



En la figura 7. se observa que el punto de monitoreo L-4 (0,546  $mg/cm^2/mes$ ) incumple con el valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud (0,5  $mg/cm^2/mes$ )

**Figura 8**

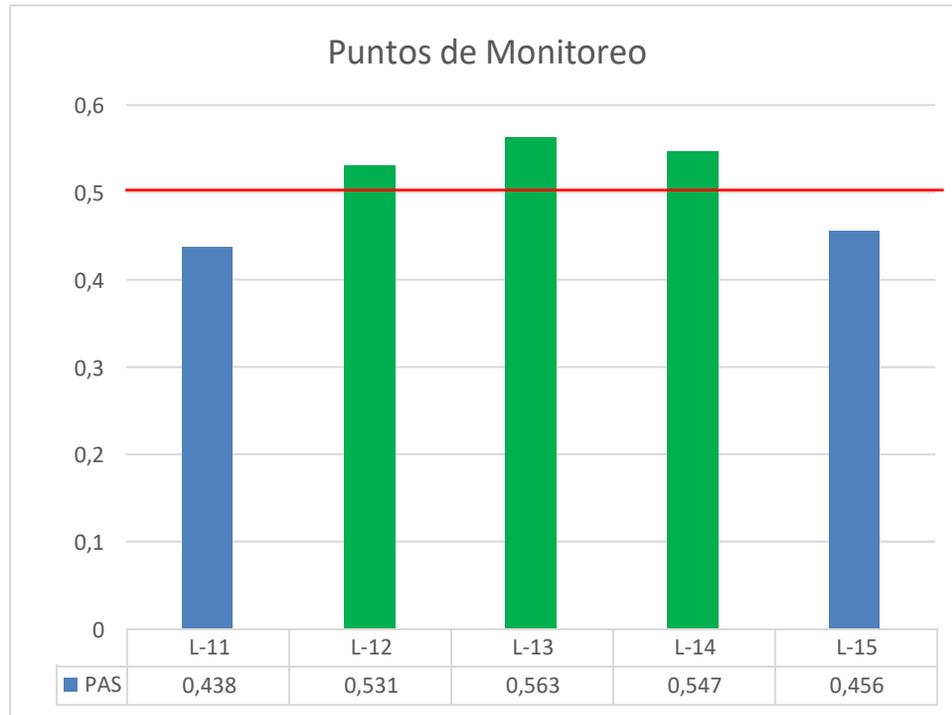
*Resultados Concentración de PS del punto L-6 AL L-10*



En la figura 8, se observa que los puntos L-7 ( $0,581 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) y L-8 ( $0,556 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) incumplen con el valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud ( $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ )

**Figura 9**

*Resultados Concentración de PS del punto L-11 AL L-15*



En la figura 9, se observan los puntos de monitoreo L-12 ( $0,532 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-13 ( $0,563 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-14 ( $0,547 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) los cuales incumplen con el valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud ( $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ).

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusiones

La evaluación de la concentración de partículas sedimentables mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro Poblado Cerrillo determinaron que el parámetro establecido por la OMS ( $0,5 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ) se incumple en los puntos de monitoreo L-4 ( $0,55 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-7 ( $0,58 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-8 ( $0,56 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-12 ( $0,53 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-13 ( $0,56 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), L-14 ( $0,547 \text{ mg/cm}^2/\text{mes}$ ), así mismo en estos puntos se encuentran las mayores concentraciones partículas sedimentables, de manera similar en el estudio realizado por Gonzáles y Sánchez (2021) en su tesis titulada “Determinación de material particulado sedimentable proveniente del Parque Industrial del cantón Cuenca y su influencia en las zonas aledañas” determinaron que los puntos de mayor concentración durante todo el estudio se localizaron dentro del parque industrial y en su mayoría superaron los límites máximos establecidos, del mismo modo Jarrín y Proaño (2021) en su tesis de Titulación denominado “Determinación y caracterización de material particulado sedimentable por incidencia antrópica, sector perímetro de las industrias de la ciudad de Riobamba” obtuvo que el punto 9 con un valor de  $1.10 \text{ (mg/cm}^2/\text{mes)}$ , superó los LMP establecidos por el TULSMA y la OMS; Livia et. al (2021) en el artículo denominado “Contaminación del aire por partículas sedimentables en domicilios en la zona urbana de la Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco” concluyó que existió 8 zonas de monitoreo que excedieron los Límites Máximos Permisibles de la OMS, también Livia (2020) en su tesis titulada “Contaminación del aire por partículas atmosféricas sedimentables en el ambiente interior de la zona urbana de Tingo María” mediante el método gravimétrico

determinó que 53 datos sobrepasan el límite establecido por la OMS; Méndez y Morán (2020) en su investigación “Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del cercado de Tacna 2020” concluyó que 28 de los 30 puntos muestreados sobrepasan el nivel de concentración de PAS recomendado por la OMS. Cortez (2019) en su trabajo de investigación denominado “Determinación de partículas sólidas totales (PST) mediante el método gravimétrico en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Galvez” Concluye que las partículas sólidas totales (PST) en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Gálvez superan el límite referencial de la Organización Mundial de la Salud, Calua (2018) en su trabajo de investigación “Concentración de contaminantes sólidos sedimentables para el periodo Mayo - Junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS” concluyó que el 31% de las estaciones de monitoreo que excedieron la norma , por el contrario Castro en el (2019) en su tesis “Evaluación de la contaminación del aire ocasionado por el polvo atmosférico sedimentable mediante el método de placas receptoras en el área urbana del Centro Poblado de Paragsha - Región Pasco, Agosto-Noviembre 2017” determinó que los resultados obtenidos del monitoreo de PAS dieron un valor promedio final de  $0,49 \text{ mg/cm}^2 \times \text{mes}$ , el cual se encuentra dentro del rango de los LMP para PAS establecido por la Organización Mundial de la Salud; además la aplicación del método gravimétrico para la determinación de la concentración de las partículas sedimentables es aplicable como lo evidenciaron Corleto y Cortez (2012) en su tesis titulada “Comparación de los métodos Bergerhoff y placas receptoras para la cuantificación de polvo atmosférico sedimentable”; Rojano et al. (2013) en su artículo “Niveles de Partículas Suspendedas Totales (PST), PM10 y PM2.5 y su Relación

en Lugares Públicos de la Ciudad Riohacha, Caribe Colombiano” determinaron que el promedio de concentración de  $PM_{10}$  varió desde 43,69 a 19,47  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , las PST 86,02 A 27,38  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y las  $PM_{2.5}$  obtuvieron un promedio de 14.57  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . la relación  $PM_{10}/PST$  variaó desde 0,50 a 0,68. Las seis estaciones de monitoreo presentaron una correlación  $PST/ PM_{10}$  ( $R= 0,795$ ) la cual es buena.

## 4.2 Conclusiones

- Se evaluó la concentración de las partículas sedimentables mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.
- Se determinó los puntos de monitoreo que presentan mayor nivel de concentración por partículas sedimentables en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021, los cuales son L-4 (0,546  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-7 (0,581  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-8 (0,556  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-12 (0,531  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-13 (0,563  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-14 (0,547  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ )
- Se determinó que existen puntos de monitoreo en los cuales la concentración de partículas sedimentables están próximos al parámetro establecido por la OMS (0,5  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), estos son los siguientes puntos L-3 con (0,471  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-5 con (0,462  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-6 con (0,56  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-9 con (0,484  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ), L-10 con (0,458  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ ) y L-15 con (0,456  $\text{mg}/\text{cm}^2/\text{mes}$ )

## REFERENCIAS

- Arana Mori, C. E. (2017). *Relación entre monóxido de carbono, material particulado 2,5 con parámetros ambientales específicos de la ciudad de Cajamarca con las infecciones respiratorias agudas en niños menores de 5 años, periodo 2013-2015 [ Tesis de Maestría, Universidad Nacional]*. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/1437>
- Barranzuela Lescano, J. E. (2014). *Proceso productivo de los ladrillos de arcilla producidos en la Región Piura [Tesis Pregrado, Universidad de Piura]*. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/11042/1755>
- Becerra Moreno, D., Ramirez Rios, L. F., Plaza Galvez, L. F., Oviedo Sanabria, C. H., y Niño Ovalles, M. V. (2021). Relación entre la Calidad del Aire y la Incidencia de Enfermedades Respiratorias en el Municipio de San José de Cúcuta, Norte de Santander. *Ingeniería y Competitividad*, 23(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.25100/iyc.v23i2.9698>.
- Berum Rodríguez, A. A., Pérez Vázquez, F. J., Díaz Barriga, F., Márquez Mireles, L. E., y Flores Ramírez, R. (2020). Revisión del impacto del sector ladrillero sobre el ambiente y la salud humana en México. *Salud Publica de Mexico*, 63(1), 100-108. <https://doi.org/10.21149/11282>
- Calua Carrasco, C. E. (2018). *Concentración de contaminantes sólidos sedimentables para el periodo Mayo - Junio 2017 en el entorno de la UPN y su relación con las normas de la OMS.[Tesis pregrado, Universidad Privada del Norte]*. Repositorio Institucional. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/11537/14073>
- Carmona Hernández, J. C. (2009). Infección Respiratoria Aguda en relación con la contaminación atmosférica y otros factores ambientales. *Archivos de medicina (Col)*, 9, 69-79. <https://doi.org/1657-320X>
- Castro Utcani, M. P. (2019). *Evaluación de la contaminación del aire ocasionado por el polvo atmosférico sedimentable mediante el método de placas receptoras en el área urbana del Centro*

*Poblado de Paragsha - Región Pasco, Agosto-Noviembre 2017 [Tesis de Titulación, Universidad*

*Nacio. Repositorio Institucional. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1989>*

Conde Williams, A. d. (2013). Efectos nocivos de la contaminación ambiental sobre la embarazada.

*Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 52(2), 226-238.*

[https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-](https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-)

[30032013000200011&lng=es&tlng=es](https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032013000200011&lng=es&tlng=es)

Corleto Escobar, A. M., y Cortez Aquino, D. M. (2012). *Comparación de los métodos Bergerhoff y*

*Placas Receptoras para la cuantificación de Polvo Atmosférico Sedimentable [ Tesis de*

*Licenciatura, Universidad de El Salvador]. Repositorio Institucional.*

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2776>

Cortez Chávez, E. (2019). *Determinación de partículas sólidas totales (PST) mediante el método*

*gravimétrico en la atmósfera de la carretera del tramo Celendín - José Galvez [Tesis de*

*Titulación, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional.*

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/3469>

DIGESA. (2005). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos.*

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma\\_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/norma_consulta/Protocolo-de-Calidad-del-Aire.pdf)

Dulzaides Iglesias, M. E., y Molina Gómez, A. M. (2004). Análisis documental y de información: dos

componentes de un mismo proceso. *ACIMED, 12(2).*

<[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-)

[94352004000200011&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011&lng=es&nrm=iso)>

Febres Herrera, T. (2017). *Alternativa de solución a la problemática ambiental producida por las*

*ladrilleras artesanales en Arequipa[ tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de*

*Arequipa]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/2840>*

González Espinoza , L. H., y Sánchez Carrión , A. C. (2021). *“Determinación de material particulado sedimentable proveniente del parque Industrial del Cantón Cuenca y su Influencia en las zonas Aledañas [Tesis de Titulación, Universidad de Cuenca. Repositorio Institucional.*

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/35631>

Hernández Sampieri, R., y Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw-Hill Education.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la Investigación.* México: Interamericana Editores, S.A. DE C.V.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Directorio Nacional de Centros Poblados Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas.*

Jarrín Escobar, M. A., y Proaño Quisimalín, M. R. (2021). *Determinación y caracterización de material particulado sedimentable por incidencia antrópica, sector perímetro de las industrias de la ciudad de Riobamba.[Tesis de Titulación, Universidad Nacional de Chimborazo].* Repositorio Institucional. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8580>

Livia Calixto Kheffinir Xiomara, K. X. (2020). *Contaminación del aire por partículas atmosféricas sedimentables en el ambiente interior de la zona urbana de Tingo María. [Tesis de Titulación, Universidad Nacional Agraria de la Selva].* Repositorio Institucional.

<http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1836>

Livia Calixto, K. X., Reátegui Inga, M. E., Aguirre, C., Cabrejos Barriga, J. E., y Reátegui, R. (2021). *Contaminación del aire por partículas sedimentables en domicilios en la zona urbana de la Provincia de Leoncio Prado, Departamento de Huánuco. Revista Científica Pakamuros, 9(4), 41-53.* <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v9i4.236>

Méndez Figueroa, A. A., y Morán Amasifuén, V. J. (2020). *Evaluación de la concentración de polvo atmosférico sedimentable en el área de influencia directa de la zona industrial del cercado de*

Tacna 2020 [Tesis Pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Institucional.

<http://hdl.handle.net/20.500.12969/1720>

Ministerio de la Producción. (2010). *Guía de Buenas Prácticas para Ladrilleras Artesanales*.

<https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2010/abril/21/RM-102-2010-PRODUCE.pdf>

National Geographic España. (13 de Febrero de 2021). *National Geographic España*. National

Geographic España: [https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/impacto-contaminacion-salud-y-calidad-vida\\_16348](https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/impacto-contaminacion-salud-y-calidad-vida_16348)

Organización Mundial de la Salud. (22 de Septiembre de 2021). *Organización Mundial de la Salud*.

Organización Mundial de la Salud: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Rev Chil Enf Respir*(26), 16-25.

Paz Cardona , A. J. (1 de Abril de 2019). *Mongabay Periodismo Ambiental Independiente en*

*Latinoamérica*. Mongabay Periodismo Ambiental Independiente en Latinoamérica:

<https://es.mongabay.com/2019/04/calidad-del-aire-peru-chile-mexico-brasil-colombia/>

Peniche Camps, S., y Cortez Huerta, M. (2020). La costumbre al envenenamiento: El caso de los contaminantes atmosféricos de la ciudad de Guadalajara, México. *Revista de Ciencias Ambientales (Tropical Journal of Environmental Sciences, 54(2), 1-19*.

<https://doi.org/https://doi.org/10.15359/rca.54-2.1>

Puigcerver, M., y Dolors Carrascal, M. (2014). *El Medio Atmosférico: Meteorología y Contaminación*.

Universidad de Barcelona.

Rojano, R. E., Angulo, L. C., y Restrepo, G. (2013). Niveles de Partículas Suspendidas Totales (PST),

PM10 y PM2.5 y su Relación en Lugares Públicos de la Ciudad PM2.5 y su Relación en Lugares

Públicos de la Ciudad PM2.5 y su Relación en Lugares Públicos de la Ciudad Riohacha, Caribe

Colombiano. *Información Tecnológica*, 24(2), 37-46.

<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200006>

Sanchez Barrios, I. R. (2020). "*Concentración de Polvo Atmosférico Sedimentable y su efecto en la salud de los habitantes de la Ciudad de Amarilis- Huánuco 2019*" [Tesis Pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/2363>

Silva Alvarado, V. L. (2021). *Monitoreo de polvo atmosférico sedimentable y su relación con las infecciones respiratorias agudas en el distrito de Hualmay, octubre – diciembre del 2019* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4816>

Suárez Salas, L., Álvarez Tolentino, D., Bendezú, Y., y Pomalaya, J. (2017). Caracterización Química Del Material Particulado Atmosférico Del Centro Urbano De Huancayo, Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 83(2), 187-199. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v83i2.197>

Ubilla, C., y Yohannessen, K. (2017). CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA EFECTOS EN LA SALUD RESPIRATORIA EN EL NIÑO. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 28(1), 111-118. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1016/j.rmclc.2016.12.003>

Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (2004). *Gestión de la calidad del Aire: Causas, efectos y soluciones* (Primera ed.). Instituto de Investigación de Ingeniería Industrial - UNMSM.

## ANEXOS

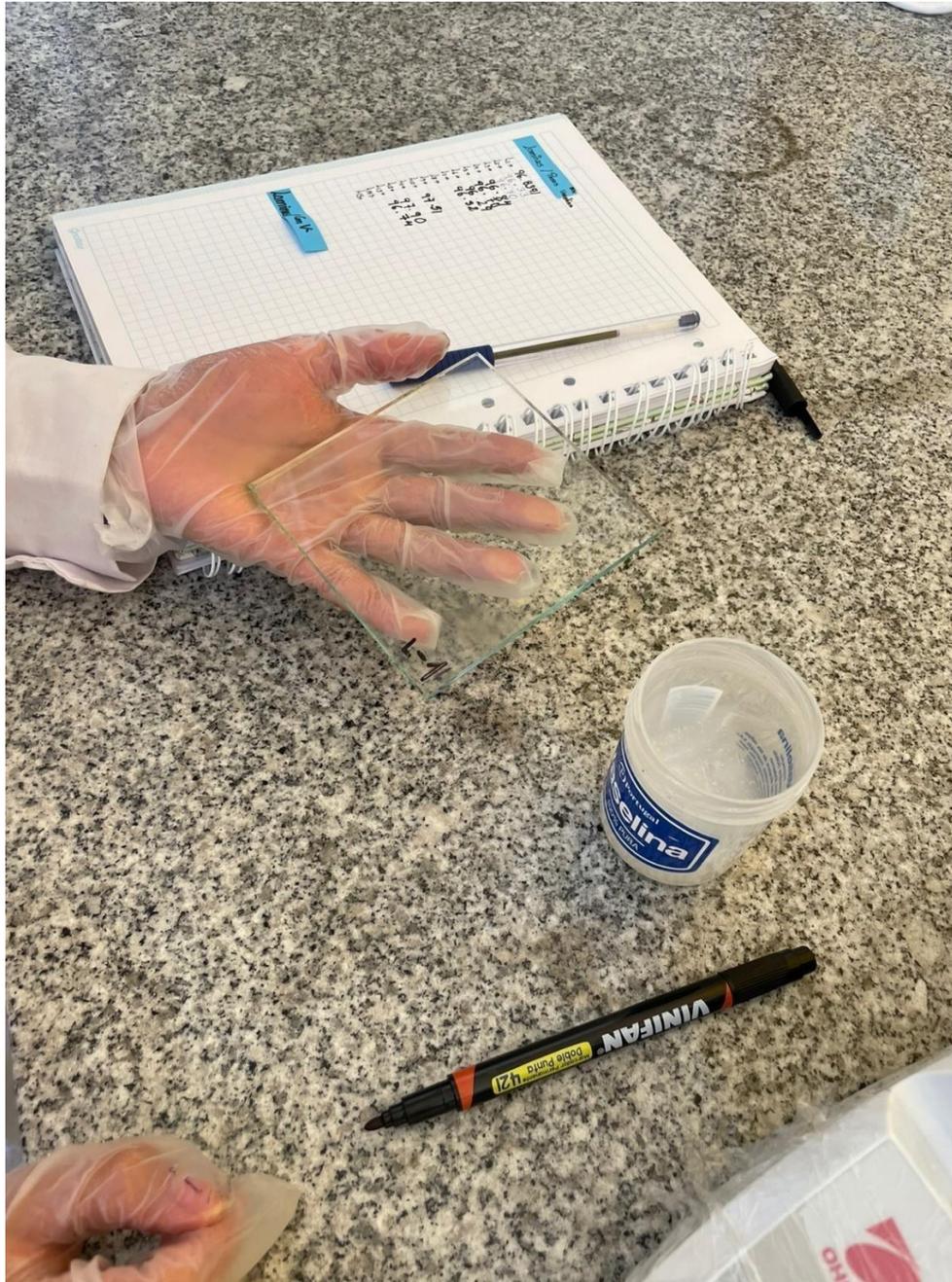
### ANEXO N° 1

*Aplicación de Vaselina a las Placas Receptoras de PS por Lilyann Guerra y Rosisely Gutty*



## ANEXO N° 2

### *Placas Receptoras de PS con Vaselina*



### ANEXO N° 3

#### Matriz De Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN	“EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE PARTÍCULAS SEDIMENTABLES MEDIANTE EL MÉTODO GRAVIMETRICO EN LOS ALREDEDORES DE LA LADRILLERAS DEL CENTRO POBLADO CERRILLO, BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2021”						
AUTORES	<ul style="list-style-type: none"> <li>Guerra Llanos Lilyann Liseth</li> <li>Gutty de la Cruz Rosisely</li> </ul>						
ENFOQUE	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		METODOLOGÍA	
Cuantitativo	GENERAL	GENERAL	GENERAL	DEPENDIENTE	OPERACIONALIZACIÓN	Diseño de investigación	Datos por recolectar
TIPO	¿Cuál es la concentración de partículas sedimentables obtenidas mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del Centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021?	•Evaluar la concentración de partículas sedimentables mediante método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La contaminación del aire en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca es ocasionado principalmente por la presencia de partículas sedimentables.</li> </ul>	Cumplimiento de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la salud	Normativa de la OMS para PS 0,5 mg/cm <sup>2</sup> /mes	Experimental	Concentración de Partículas sedimentables
Retrospectiva/ Prospectiva						Técnica de recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Transversal						<ul style="list-style-type: none"> <li>Fichaje</li> <li>Observación directa</li> </ul>	Ficha de Registro de Información
Experimental	ESPECIFICO	ESPECÍFICO	ESPECÍFICO	INDEPENDIENTE	OPERACIONALIZACIÓN	POBLACIÓN	MUESTRA
ALCANCE	•¿Cuáles son los puntos de monitoreo que presentan mayor	•Determinar los puntos de monitoreo que presentan	• La evaluación de concentración de partículas sedimentables			Centro Poblado Cerrillo.	15 puntos de monitoreo

<p>Mediante la investigación se pretende evaluar la concentración de partículas sedimentables mediante el método gravimétrico en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.</p>	<p>nivel de concentración por partículas sedimentables en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021?</p> <p>¿La concentración de las partículas sedimentables en los puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).?</p>	<p>mayor nivel de concentración por partículas sedimentables en los alrededores de las ladrilleras del centro poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2021.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Determinar si la concentración de partículas sedimentables en los puntos de muestreo se encuentran dentro de los límites que establece la normativa de la Organización Mundial de la Salud (OMS).</li> </ul>	<p>en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca sobrepasa los valores guía de la OMS, fijado en 0,5 mg/cm<sup>2</sup> /mes.</p> <p>La evaluación de concentración de partículas sedimentables en el centro poblado de Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca no sobrepasa los valores guía de la OMS, fijado en 0,5 mg/cm<sup>2</sup> /mes.</p>	<p>Concentración de partículas Sedimentables</p>	<p>Método gravimétrico</p> <p><b><i>W Final</i></b> – <b><i>W inicial</i></b> = <b><i>ΔW</i></b> = <b><i>WPS</i></b></p>		
---	--	--	---	--	--	--	--

#### ANEXO N° 4

*Pesado y toma de datos de las placas receptoras PS con vaselina*





**ANEXO N° 5**

*Colocación de las placas en los puntos determinados por la estudiante Rosisely Gutty de la Cruz*



*Colocación de las placas en los puntos determinados por la estudiante Lilyann Lizeth Guerra Llanos*



## ANEXO N° 7

*Recojo y pesado de las placas PS en los puntos determinados por las estudiantes*



## ANEXO N° 8

Validación de la Ficha de Registro de Información por la Ing. Tania Villena Misari



### FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL

#### ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: "IMPACTO DE LAS PARTICULAS ATMOSFÉRICAS SEDIMENTABLES EN LA SALUD DE LOS POBLADORES ASENTADOS EN LOS ALREDEDORES DE LA LADRILLERAS DEL CENTRO POBLADO CERRILLO, BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2021,

#### FICHA DE REGISTRO DE INFORMACIÓN

MEDICIÓN N°	01	FECHA DE UBICACION:	27/09/2021	FECHA DE RETIRO:	27/10/2021
-------------	----	---------------------	------------	------------------	------------

CÓDIGO DE ESTACION	L-01	L-02	L-03	L-04	L-05
PESO INICIAL DE LA PLACA(g)	95.1256	95.0902	96.0931	96.5001	95.2117
PESO DE LA PLACA CON VASELINA (g)	95.3213	95.1345	96.1421	96.6331	95.4671
PESO FINAL DE LA PLACA(g)	95.3619	95.1797	96.1892	96.6877	95.5157
DIFERENCIA DE PESOS (mg)	40.6	45.2	47.1	54.6	48.6

CÓDIGO DE ESTACION	L-06	L-07	L-08	L-09	L-10
PESO INICIAL DE LA PLACA(g)	95.0908	96.0157	95.6151	95.6122	95.4871
PESO DE LA PLACA CON VASELINA (g)	95.1356	96.2961	95.8624	95.8211	95.6273
PESO FINAL DE LA PLACA(g)	95.1818	96.3542	95.9180	95.8695	95.6731
DIFERENCIA DE PESOS (mg)	46.2	58.1	55.6	48.4	45.8

CÓDIGO DE ESTACION	L-11	L-12	L-13	L-14	L-15
PESO INICIAL DE LA PLACA(g)	96.0977	95.8157	95.0913	95.0689	96.0934
PESO DE LA PLACA CON VASELINA (g)	96.1356	95.9542	95.1032	95.0915	96.1021

PESO FINAL (g) DE LA FLACA	96.1794	96.0073	95.1595	95.1462	96.1477
DIFERENCIA DE PESOS (mg)	43.8	53.1	56.3	54.7	45.6

Validado por:

  
Mg. Tania L. VILLENA MISARI  
DOCENTE

*Certificado de la balanza analítica Pioneer*



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN: LM-044-2021**

**BALANZA ANALÍTICA**

**INFORMACIÓN DEL CLIENTE**

Cliente: UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE SAC  
Dirección: Av. Vía Evitamiento Norte esquina Jr. Zoilo León esquina. Cajamarca, CAJAMARCA.

**INFORMACIÓN DEL INSTRUMENTO/EQUIPO**

Equipo:	BALANZA ELECTRÓNICA	Capacidad Máxima (Max):	220 g
Marca:	OHAUS	Cap. Mínima (Min):	0,0001 g
Modelo:	PA224C	División de escala real (d):	0,0001 g
Número de Serie:	B652496982	División de verificación de escala (e):	0,0001 g

**INFORMACIÓN DEL SERVICIO**

Orden de Trabajo: PER03-000073096  
Lugar de Calibración: Laboratorio de Química. UPN Sede Cajamarca  
Fecha de Calibración: 2021-06-14

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

"La calibración se realizó por comparación directa con patrones certificados"

**DECLARACIÓN**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de incertidumbres en la medición". El valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente el 95%. Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. **DETECSO S.A.C.** No se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento ni de una incorrecta interpretación de los resultados de calibración aquí declarados. Los resultados de calibración de este certificado de calibración no deben ser utilizados como certificación de conformidad con normas del producto o como certificado del sistema de calidad de entidad que lo produce.

  
José Javier Gómez Colque  
Jefe de Metrología



**DETECSO S.A.C.**



**PATRONES UTILIZADOS**

Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas de 1 mg a 500 g / F1	006-2021-CM

**INSPECCIÓN VISUAL**

Plataforma:		Tiene
Sistema de traba:		No tiene
Nivelación:		Tiene
Ajuste de cero:		Tiene

Oscilación libre :		No tiene
Escala:		No tiene
Display:		Tiene
Cursor:		No tiene

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura Inicial:	18,9 °C	Humedad Inicial:	70 %
Temperatura Final:	19,3 °C	Humedad Final:	71 %

N° Pesada	Serie 1-Aprox. 50% Máx . Carga Aplicada L1 109,996600 g			Serie 2-Aprox. 100% Máx . Carga Aplicada L2 220,004100 g		
	Indicación (g)	$\Delta L$	E (g)	Indicación (g)	$\Delta L$	E (g)
1	110,0011	0,0001	0,0044	220,0033	0,0001	-0,0009
2	110,0012	0,0001	0,0046	220,0029	0,0001	-0,0012
3	110,0015	0,0001	0,0049	220,0032	0,0001	-0,0010
4	110,0013	0,0001	0,0047	220,0036	0,0001	-0,0005
5	110,0014	0,0001	0,0048	220,0025	0,0001	-0,0016
6	110,0010	0,0001	0,0044	220,0030	0,0001	-0,0011
7	110,0015	0,0001	0,0049	220,0025	0,0001	-0,0016
8	110,0013	0,0001	0,0047	220,0029	0,0001	-0,0012
9	110,0014	0,0001	0,0048	220,0030	0,0001	-0,0011
10	110,0015	0,0001	0,0049	220,0025	0,0001	-0,0016
Diferencia Máxima Encontrada		0,0005		Diferencia Máxima Encontrada		0,0011
E.M.P		0,0003 g		E.M.P		0,0003 g

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Círculo



Temperatura Inicial:	19,0 °C	Humedad Inicial:	69 %
Temperatura Final:	19,1 °C	Humedad Final:	69 %

Posición de Carga N°	Determinación del Error en cero (Eo)				Determinación del Error Corregido (Ec)				
	Carga (g)	Indicación (g)	$\Delta L$	Eo (g)	Carga (g)	Indicación (g)	$\Delta L$	E (g)	Ec(g)
1	0,99870	1,0009	0,0001	0,0021	75,00280	75,0004	0,0001	-0,0025	-0,0046
2		1,0002	0,0001	0,0014		75,0006	0,0001	-0,0023	-0,0037
3		0,9998	0,0001	0,0010		75,0015	0,0001	-0,0014	-0,0024
4		0,9997	0,0001	0,0009		75,0011	0,0001	-0,0018	-0,0027
5		1,0002	0,0001	0,0014		75,0012	0,0001	-0,0017	-0,0031
		E.M.P		0,0003 g					

**DETECSO S.A.C.**



**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura Inicial:	19,2 °C	Humedad Inicial:	71 %
Temperatura Final:	19,3 °C	Humedad Final:	69 %

Carga (L)	CRECIENTE				DECRECIENTE				Error Máximo Permitido
	Indicación	ΔL	E	Ec	Indicación	ΔL	E	Ec	
g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
0,99870	1,0000	0,0001	0,0012						0,0001 g
4,99960	5,0005	0,0001	0,0008	-0,0004	5,0005	0,0001	0,0008	-0,0004	0,0001 g
14,99800	15,0008	0,0001	0,0027	0,0015	15,0008	0,0001	0,0027	0,0015	0,0002 g
29,99840	30,0008	0,0001	0,0024	0,0011	30,0008	0,0001	0,0024	0,0011	0,0003 g
59,99851	60,0009	0,0001	0,0023	0,0011	60,0009	0,0001	0,0023	0,0011	0,0003 g
90,00011	90,0019	0,0001	0,0017	0,0005	90,0019	0,0001	0,0017	0,0005	0,0003 g
129,99831	130,0026	0,0001	0,0042	0,0030	130,0026	0,0001	0,0042	0,0030	0,0003 g
159,99842	160,0032	0,0001	0,0047	0,0035	160,0032	0,0001	0,0047	0,0035	0,0003 g
190,00002	190,0037	0,0001	0,0036	0,0024	190,0037	0,0001	0,0036	0,0024	0,0003 g
220,00080	220,0030	0,0001	0,0021	0,0009	220,0030	0,0001	0,0021	0,0009	0,0003 g

Donde:

- E.M.P.: Error Máximo Permitido para balanzas de funcionamiento no automático de clase
- L: Carga colocada sobre la balanza
- E: Error encontrado
- Ec: Error Corregido
- Eo: Error en cero
- ΔL: Carga agregada

**INCERTIDUMBRE EXPANDIDA Y LECTURA CORREGIDA**

Lectura Corregida:  $R_{\text{corregida}} = R + 0,000009469 R$

Incetidumbre expandida de medición:  $U_R = 2 \times \sqrt{0,0000001 \text{ g}^2 + 0,083333333407515 R^2}$

R: Indicación de lectura de balanza : ( g )

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



**DETECSO S.A.C.**