

# FACULTAD DE INGENIERÍA



Carrera de Ingeniería de Minas

“ESTUDIO DEL SUPRESOR DE POLVO MELAZA PARA LA MITIGACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA TROCHA BELLA UNIÓN CAJAMARCA, 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero de Minas

Autor:

Bach. Ruben Tacilla Alaya

Asesor:

Ing. Daniel A. Alva Huamán

Cajamarca - Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A mis padres y familiares, por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, amor y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

¡Gracias a ustedes!

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darnos la vida y salud, a nuestros profesores a quien le debemos gran parte de nuestros conocimientos, gracias por su paciencia y enseñanza.

Un especial agradecimiento a mi asesor Ing. Daniel A. Alva Huamán por su orientación y haber compartido sus conocimientos durante la planificación y desarrollo de este trabajo de investigación.

A mi familia por el apoyo durante este periodo de estudio, siempre estaré agradecido hacia todos ustedes.

## Índice de Contenido

DEDICATORIA .....	2
AGRADECIMIENTO .....	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....	13
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....	18
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos) .....	18
2.2.1. Población:.....	18
2.2.2. Muestra:.....	18
2.2.3. Materiales: .....	18
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	18
2.4. Procedimiento .....	20
2.4.1. Muestreo y Análisis .....	21
1. Nivel de polvo emitido al paso de vehículos.....	21
2. Melaza no se pega a los neumáticos. ....	21
3. Cantidad de PM 10.....	21
2.4.1.1.Puntos de Monitoreo para evaluar la concentración de Material Particulado PM10. ....	21
CAPÍTULO III. RESULTADOS .....	22
3.1. Resultados de la evaluación con agua.....	22
3.1.1. Ubicación del área de muestreo.....	22
3.1.2. Ubicación Geográfica. ....	24
3.1.3. Resultados de la evaluación. ....	24
A. Trazo y dimensión del área de muestreo.....	24
B. Evaluación inicial de la zona sin aplicación de agua .....	25
C. Durante la aplicación del agua en el tramo.....	25
D. Fin de aplicación y registro de material particulado. ....	26
3.1.4. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado. ....	26
3.1.4.1 Cálculo de ratio de riego. ....	26

3.1.5. Reducción de material particulado.....	27
3.2. Resultados de la evaluación con Melaza. ....	28
3.2.1. Ubicación del área de muestreo.....	28
3.2.2. Ubicación Geográfica. ....	29
3.2.3. Resultados de la evaluación.....	30
A. Trazo y dimensión del área de muestreo. ....	30
B. Nivel de polvo sin aplicación de melaza.....	30
C. Adición de 108 litros de melaza en 500 litros de agua.....	31
D. Dilución de melaza en agua para homogenizar la mezcla. ....	31
E. Fin de la aplicación de melaza.....	32
3.2.4. Cálculo de ratio de adición, ratio de riego por metro cuadrado y costo por metro cuadrado. ....	32
3.2.5. Reducción de material particulado .....	33
3.2.6. Resultados de reducción de agua.....	34
3.2.7. Resultados reducción de material particulado con agua y dilución de agua más melaza.....	35
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	37
REFERENCIAS .....	41
ANEXOS .....	43

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumentos de recolección y análisis de datos.....	20
Tabla 2. Aplicación de dosis de impacto para 360m <sup>2</sup> (7.2 metros x 50metros de longitud). ....	21
Tabla 3. Puntos de monitoreo para evaluar el material particulado. ....	21
Tabla 4. Ubicación Geográfica del área de muestreo.....	24
Tabla 5. Reducción de material particulado.....	27
Tabla 6. Ubicación Geográfica de la prueba con melaza.....	29
Tabla 7. Medición de material particulado en zona de prueba.....	33
Tabla 8. % de reducción de agua. ....	34
Tabla 9. Cuadro comparativo de reducción de material particulado.....	35

## ÍNDICE DE FIGURAS

Imagen 1. Ubicación de la trocha bella unión Cajamarca.....	22
Imagen 2. Ubicación punto de monitoreo calidad de aire - línea base.....	23
Imagen 3. Ubicación del tramo de aplicación de agua P1 -P2.....	23
Imagen 4. Trazo y dimensión del área de muestreo-Trocha bella unión Cajamarca.....	24
Imagen 5. Nivel de polvo sin agua.....	25
Imagen 6. Aplicación de agua.....	25
Imagen 7. Fin de aplicación con agua y registro de material particulado.....	26
Imagen 8. Reducción de material particulado.....	27
Imagen 9. Ubicación de la trocha bella unión Cajamarca.....	28
Imagen 10. Ubicación del instrumento medidor de partículas.....	28
Imagen 11. Ubicación de la prueba con melaza p2-p3 en la trocha bella unión Cajamarca.....	29
Imagen 12. Trazo y dimensión de tramo p2- p3 aplicación de melaza.....	30
Imagen 13. Nivel de polvo sin aplicación de melaza.....	30
Imagen 14. Adición de melaza en agua.....	31
Imagen 15. Dilución de melaza en agua.....	31
Imagen 16. Fin de aplicación de melaza.....	32
Imagen 17. Reducción de material particulado.....	34
Imagen 18. Reducción de agua.....	35
Imagen 19. Reducción de material particulado Línea base, agua y agua + melaza.....	36

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado.....	26
Ecuación 2. Cálculo de ratio de adición. ....	32
Ecuación 3. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado.....	33
Ecuación 4. Cálculo de costo US\$ por metro cuadrado .....	33



## RESUMEN

En este trabajo de investigación se realizó una evaluación de efectividad del agua y dilución de melaza más agua, la melaza es un producto derivado de la cristalización del azúcar de caña y de color café oscuro, no presenta ningún peligro al ambiente según su hoja de seguridad, durante el experimento se realizaron dos pruebas en dos tramos continuos de la trocha bella unión Cajamarca, la primera aplicación fue de 500 litros de agua en un primer tramo P1 a P2 de 50 metros de largo por 7.2 metros de ancho, en un área total de 360 m<sup>2</sup>, el cual tuvo muy buenos resultados con respecto al ratio riego fue de 1388 ml/m<sup>2</sup>, con un total de reducción de material particulado de 61,38% respecto a la línea base, así mismo, se detalla que los ciclos de riego por día serian de 10 aplicaciones/día, según el estudio realizado por Pereda y Alaya (2018) en su estudio de supresores de polvo, cabe mencionar que cuya concentración luego de aplicar el elemento cumple con el Estándar Ambiental de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM. La segunda aplicación fue de 608 litros de dilución agua más melaza, es decir 108 litros de melaza diluido en 500 litros de agua en un segundo tramo P2 a P3 de 50 metros de largo por 7.2 metros de ancho, en un área total de 360 m<sup>2</sup>, el cual tuvo muy buenos resultados con un ratio de adición de 216 ml/l, el ratio de riego fue de 1688.8 ml/m<sup>2</sup>, la reducción de material particulado fue de 83.33% respecto de la línea base, así mismo se menciona que los riegos en trocha solo con agua serian de 10 aplicaciones por día esto quiere decir que con 1 aplicación por día reducimos un 90 % el consumo de agua, para el cálculo de costos se tomó como base el precio de melaza de 0.88 US\$/L, realizando los cálculos nos costaría 1.48 US\$/m<sup>2</sup> de regado. Cabe mencionar que cuya concentración cumple con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM. Se comprobó que el agua y la dilución de agua más melaza son muy factibles en la reducción de material particulado por lo que esta investigación debe tomarse como base para municipalidades, comunidades

del país y por qué no decir para empresas del sector minero y construcción que sufren con este problema de emisión de material particulado y por ende reducir enfermedades respiratorias, impactos ambientales y minimizar el consumo de agua en sus operaciones. Para el cálculo de flujo vehicular se contó la cantidad de unidades móviles que transitan por la trocha bella unión durante 3 horas luego se sacó el promedio dando como resultado 49 Vehículos por/hora. Por último, se indica que para realizar este trabajo se solicitó autorización del presidente vecinal del sector que involucra a la trocha bella unión Cajamarca, tal como se muestra en el anexo n°2.

## ABSTRACT

In this research work, an evaluation of the effectiveness of water and dilution of molasses plus water was carried out, molasses is a product derived from the crystallization of cane sugar and dark brown in color, it does not present any danger to the environment according to its safety sheet. During the experiment, two tests were carried out in two continuous sections of the Bella Union Cajamarca trail, the first application was 500 liters of water in a first section P1 to P2 of 50 meters long by 7.2 meters wide, in a total area 360 m<sup>2</sup>, which had very good results with respect to the irrigation ratio was 1388 ml / m<sup>2</sup>, with a total reduction of particulate material of 61.38% with respect to the baseline, likewise, it is detailed that the irrigation cycles per day would be of 10 applications / day, according to the study carried out by Pereda and Alaya (2018) in their study of dust suppressants, it is worth mentioning that whose concentration after applying the element complies with the Environmental Air Quality Standard (Air ECA), indicated in Supreme Decree No. 003 - 2017-MINAM. The second application was 608 liters of water plus molasses dilution, that is, 108 liters of molasses diluted in 500 liters of water in a second section P2 to P3 of 50 meters long by 7.2 meters wide, in a total area of 360 m<sup>2</sup>, which had very good results with an addition ratio of 216 ml / l, the irrigation ratio was 1688.8 ml / m<sup>2</sup>, the reduction of particulate material was 83.33% with respect to the baseline, it is also mentioned that the Trail irrigation with water alone would be 10 applications per day, this means that with 1 application per day we reduce water consumption by 90%, for the calculation of costs, the price of molasses of 0.88 US \$ / L was taken as a basis, Performing the calculations, it would cost us 1.48 US \$ / m<sup>2</sup> of irrigation. It is worth mentioning that the concentration of which complies with the Environmental Air Quality Standard (ECA de Aire), indicated in DS No.

003 - 2017-MINAM. It was found that water and the dilution of water plus molasses are very feasible in the reduction of particulate matter, so this research should be taken as a basis for municipalities, communities of the country and why not say for companies in the mining and construction sector that suffer from this problem of emission of particulate material and therefore reduce respiratory diseases, environmental impacts and minimize water consumption in their operations. For the calculation of vehicular flow, the number of mobile units that travel through the Bella Union trail during 3 hours was counted, then the average was taken, resulting in 49 Vehicles per / hour. Finally, it is indicated that to carry out this work authorization was requested from the neighborhood president of the sector that involves the beautiful union Cajamarca trail, as shown in annex No. 2.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Brauer, Giubergia y Costa (2019), en su investigación ejecutaron pruebas en superficies de caminos transitados, por lo que se realizaron riegos con una cantidad de melaza de aproximadamente el 40 % del volumen del tanque del camión y se observó que el tránsito de camiones no permite la generación de una costra como ocurre en bermas regadas, pero sí proporcionó una aglomeración del terreno que retarda la emisión de polvo entre **dos y tres días**. En cuanto a la aplicación del coagulante en zonas de circulación de vehículos livianos se observó una duración aproximada de 10 días, utilizando un porcentaje de melaza en volumen del 40 %. Este producto proporcionó una solución efectiva para la aglomeración de partículas, tanto en taludes como en superficie de caminos, conteniendo el polvo por debajo de su aplicación. Los resultados, luego de la aplicación hecha en zona ripiada, dieron evidencia de la eficiencia que puede lograrse con este producto en zonas de circuitos de camiones. La versatilidad del producto y su solubilidad en agua permitió el desarrollo de una gran variedad de formas de aplicación **(Brauer, Giubergia, & Gil Costa, 2019)**.

La melaza es un producto orgánico derivado de la caña de azúcar que se utiliza frecuentemente como fertilizante en la industria agropecuaria. Esta es una sustancia estable y no reactiva, no presenta condiciones indeseables ni materiales o productos de descomposición ni polimerización **(Brauer, Giubergia, & Gil Costa, 2019)**.

Pereda y Alaya (2018), en su investigación demuestran que los supresores de polvo son totalmente factibles para lograr reducir la emisión de material particulado, enfermedades respiratorias y reducción de impactos ambientales por otro lado se

minimizaría el agua que es un requisito esencial para la vida de los animales, personas y plantas. Un camino que no levante polvo utiliza menos agua para su mantención y mejora la carpeta de rodado. Por lo tanto, los vehículos consumen menos combustible, se extiende la vida útil de los neumáticos y entrega un entorno más seguro. Además, mejora la calidad de vida para las personas y las comunidades aledañas, dejando de afectar la salud de trabajadores y vecinos **(Pereda & Alaya, 2018)**.

Castillo y Sobrado (2018), mencionan que la melaza y el aceite de palma que se aplican manualmente por parte de vecinos, empresas u organizaciones comunales, principalmente en Guanacaste, Zona Norte y Península de Nicoya. En rutas nacionales o cantonales se han utilizado algunas técnicas formales como sellos con emulsiones asfálticas y colocación de material perfilado de mezclas asfáltica en caminos de grava por parte del MOPT, CONAVI o Municipalidades. Estas técnicas se aplican generalmente en secciones o tramos mezclados con el material de rodadura, de manera que no solo reducen el polvo generado por los caminos no pavimentados, sino también mitigan la erosión de finos producida por el tránsito vehicular y la lluvia **(Castillo & Sobrado, 2018)**

Irusta (2015), manifiesta que desde hace dos años los caminos, bermas y taludes de Veladero son regados con melaza, un derivado de la caña de azúcar ciento por ciento natural y efectivo en la supresión del polvo. La idea de aplicarlo surge luego de buscar algún producto que sirviera para aplacar el polvo y que fuese más resistente que un riego con agua, justamente para remplazar a esta última por un tiempo más prolongado. Dentro de los oferentes surgió el proveedor de la melaza que es aplicada como fertilizante y control de polvo en los caminos de parrales, esta persona nos

envió un par de bienes para realizar una prueba y al comprobar las bondades del producto lo adoptamos”, explico Nolberto Noriega, jefe de servicios mina. La melaza que se usa en Veladero llega de caña de azúcar tucumana y según explico Noriega, es un líquido espeso y denso al cual diluyen con agua y se aplica en los caminos mediante camiones regadores con adaptaciones para proyectar la solución hacia los costados. Por acción de la melaza, se forma una costra que logra encapsular el polvo y permite su supresión en las zonas de producción. Esta acción resulta fundamental para la seguridad, ya que el buen funcionamiento de las operaciones en la mina depende de una circulación de los vehículos. Los resultados han sido muy satisfactorios en las zonas donde se concentra el tránsito liviano y más limitado en aquellos lugares en los que transitan los fuera de ruta que, por su peso y carga, vuelven necesario una reaplicación del producto **cada dos o tres días**. El sistema resulta pionero en cuanto a su implementación en una mina de hecho no se conocen antecedentes. (Irusta À., 2015)

La Oficina Federal de Carreteras de Suiza probó en 2010 un nuevo método para deshacer la nieve en las calles y autopistas de su país: esparcir melaza, es decir, el residuo que queda después de procesar la caña de azúcar. Se trataba de evitar regar las calles con sal cada vez que nevara, cosa habitual allí. ¿Por qué? Porque el cloruro sódico se infiltra fácilmente en suelos y aguas superficiales, causando daños a fauna y flora. Se utiliza en España y muchos otros países porque es un modo barato y fácil de bajar el punto de congelación del agua –que se necesite más frío aún para que solidifique Esta forma de combatir las heladas en el pavimento no se ha adoptado definitivamente porque, como escribía con mucha gracia el diario Le Parisien, "el método dulce es entre cinco y diez veces más caro que el salado". La idea venía de

otra similar, pero sin aspiraciones ecologistas: formar una película pegajosa sobre la carretera para, después, fijar mejor la sal que se arroja. **(Calvo, 2013)**

La emisión de polvo de los caminos no pavimentados en varias zonas del país, sobre todo durante la época seca, genera graves afectaciones a las comunidades, entre ellas ingreso de polvo a viviendas, escuelas, centros médicos y hoteles, así como efectos en la salud de las personas como daños visuales, alergias, y problemas respiratorios (bronquitis, bronconeumonía, asma bronquial extrínseca y otros), por lo que es obligación de las municipalidades implementar acciones relacionadas con la mitigación de polvo de los caminos, trochas carrózales y rutas nacionales no pavimentados, así mismo la ciudad de Cajamarca es una ciudad donde el tránsito vehicular tanto por vehículos menores y pesados es intenso, siendo esta la principal fuente para la dispersión de partículas atmosféricas sedimentables, así mismo las actividades de construcción, parámetros meteorológicos como precipitaciones pluviales, velocidad y dirección del viento influyen directamente ante esta problemática, donde la principal afectación es a la salud de las personas por su acumulación en las fosas nasales, pulmones y daño de los mismos así como infecciones oculares.



## **1.2. Formulación de problema**

Cuáles son los resultados del uso de melaza en la mitigación de material particulado en la trocha bella unión Cajamarca, 2020.

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Realizar el estudio del supresor de melaza para la mitigación de material particulado en la trocha bella unión Cajamarca, 2020.

### **1.3.2. Objetivos específicos**

Determinar la factibilidad de la melaza para la mitigación de material particulado en la trocha bella unión Cajamarca 2020.

Realizar las pruebas representativas para determinar el porcentaje de disminución de agua y material particulado en la trocha bella unión Cajamarca 2020.

Determinar el flujo vehicular en la trocha bella unión Cajamarca, 2020.

Determinar el costo del supresor de polvo en la trocha bella unión Cajamarca, 2020.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1. Hipótesis general**

El uso de melaza permite la reducción de material particulado en la trocha bella unión Cajamarca, 2020.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

**Tipo de investigación:** Experimental, porque modifica a la variable independiente.

**Diseño de investigación:** Cuasi experimental. Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, solo que difieren de los experimentos "puros" en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, si no que dichos grupos ya están formados antes del experimento: son grupos intactos (la razón por la que surgen y la manera como se formaron es independiente o aparte del experimento). (Hernández, Fernández, & Pilar, 2010)

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### 2.2.1. Población:

Trocha bella unión Cajamarca.

#### 2.2.2. Muestra:

Setecientos veinte metros cuadrados de la trocha bella unión Cajamarca.

#### 2.2.3. Materiales:

Muestreador de Partículas HI-VOL, Tanque de agua de 1100 L, Mini camión pequeño, baldes de plástico, Melaza, Agua, EEP, Mascarilla comunitaria, GPS, manguera de 10 Pulg, Wincha o flexómetro, lápiz y lapiceros y cámara fotográfica.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para la obtención de la información se realizó la prueba con agua y dilución de agua y melaza en la trocha bella unión Cajamarca, teniendo en cuenta la hoja de seguridad de

material (melaza) tal como se puede apreciar en el anexo n.º 1. Con la debida seguridad del caso. Y tomando las siguientes consideraciones generales.

- 50 metros de la trocha bella unión Cajamarca
- 7.20 metros de ancho de vía.
- Flujo vehicular 49 Vehiculos/Hora.
- Área total de muestreo 720 m<sup>2</sup>.

Durante los trabajos de gabinete se realizó la recopilación de información de los productos aplicados y se siguió un proceso minucioso con soporte del software Excel, base de datos y Muestreador de Partículas HI-VOL.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1.

*Instrumentos de recolección y análisis de datos.*

<b>Muestreador de Partículas HI-VOL.</b>	<b>BASE DE DATOS</b>	<b>EXCEL</b>
Instrumento de medición	Base de datos	Software
PM 10	Recopilación de información	Obtención de resultados

*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.4. Procedimiento

Durante el experimento se realizaron dos pruebas.

Se aplicó el agua y la dilución de agua y melaza.

En la primera prueba se aplicó 500 litros de agua en un área de 360 metros cuadrados

Esto equivale a 1388 ml de agua por metro cuadrado.

En la segunda prueba se adiciono 108 litros de melaza en 500 litros de agua, y se aplicó en un área de 360 metros cuadrados.

Esto equivale a 216 mililitros de melaza en 1 litro de agua y se aplicó 1688 ml de dilución en 1 metro cuadrado.

También se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Mini camión pequeño para transportar el tanque de agua.
- Tanque de agua de capacidad de 1100 litros.
- Agua total: 1000 litros en toda la aplicación.
- Melaza: 108 litros de melaza.
- Cámara fotográfica.
- Unidad móvil para transportarse al área del experimento.
- Muestreador de Partículas HI-VOL.
- Manguera de plástico 10 Pulg.

Se realizó el abastecimiento del tanque con 1000 litros de agua y se transportó en un mini camión pequeño a la trocha bella unión Cajamarca luego se aplicó 500 litros en un tramo de un punto 1 y 2 de 50 metros de largo por 7.20 metros de ancho en un área total de 360 metros cuadrados. Para la segunda prueba se utilizó los 500 litros de agua restante, adicionando los 108 litros de melaza, se realizó la mezcla homogénea utilizando una manguera y se aplicó en el tramo del punto 2 y 3 en un área de 360 metros cuadrados.

*Tabla 2.*

*Aplicación de dosis de impacto para 360 m<sup>2</sup> (7.2 metros x 50 metros de longitud).*

<b>Día</b>	<b>25-09-2020</b>	
<b>500 litros de agua /360 metros cuadrados</b>	Pm	03:50
	Pm	04:50
<b>608 litros de dilución /360 metros cuadrados</b>	Pm	04:50
	Pm	05:50

#### **2.4.1. Muestreo y Análisis**

Durante el proceso de aplicación se realizaron evaluaciones visuales en la trocha bella unión en base a los siguientes parámetros:

1. Nivel de polvo emitido al paso de vehículos.
2. Melaza no se pega a los neumáticos.
3. Cantidad de PM 10.

##### **2.4.1.1. Puntos de Monitoreo para evaluar la concentración de Material Particulado**

##### **PM10.**

*Tabla 3.*

*Puntos de monitoreo para evaluar el material particulado.*

Código	Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM-WGS84-17M	
		NORTE	ESTE
PM-LB	Line Base/PM10	9208411.00 m S	778167.00 m E
PM(CA-A)	Tramo con agua/PM10	9208387.00 m S	778178.00 m E
PM(CA-M)	Tramo con melaza/PM10	9208434.55 m S	778160.00 m E

*Fuente: GEOMAX Laboratorio Ambiental EIRL.*

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Resultados de la evaluación con agua.

##### 3.1.1. Ubicación del área de muestreo.



*Imagen 1. Ubicación de la trocha bella unión Cajamarca.*



Imagen 2. Ubicación punto de monitoreo calidad de aire - línea base.



Imagen 3. Ubicación del tramo de aplicación de agua P1-P2.

La aplicación de agua se llevó a cabo en un área de 360 m<sup>2</sup> en el tramo del punto 1 al punto 2, tal como se aprecia en la imagen n°3.

### 3.1.2. Ubicación Geográfica.

Tabla 4.

Ubicación Geográfica del área de muestreo

Altura	Entre 2700 – 2750 msnm
Área total de trocha	5069 metros cuadrados
Trocha	704.04 metros-Bella Unión Cajamarca
Fecha aplicación	25 de septiembre del 2020
Área de muestreo	360 metros cuadrados
Longitud	50 metros
Tramo	Punto 1 al Punto 2
Ancho	7.2 metros
Flujo vehicular	49 vehículos/hora

### 3.1.3. Resultados de la evaluación.

#### A. Trazo y dimensión del área de muestreo.

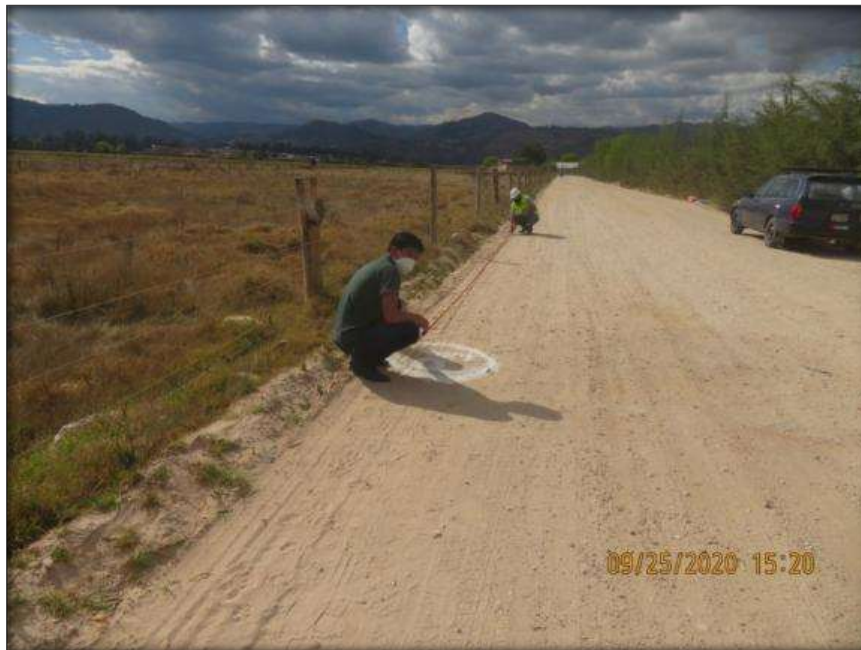


Imagen 4. Trazo y dimensión del área de muestreo-Trocha bella unión Cajamarca.



**B. Evaluación inicial de la zona sin aplicación de agua**



*Imagen 5. Nivel de polvo sin agua.*

En la foto se evidencia la presencia de material particulado en la trocha bella unión Cajamarca.

**C. Durante la aplicación del agua en el tramo.**



*Imagen 6. Aplicación de agua.*

La aplicación se realizó haciendo uso de un mini camión, tanque de agua, manguera de plástico y con el apoyo de un personal para esparcir por toda el área tal como se muestra en la imagen n°6.

#### D. Fin de aplicación y registro de material particulado.



*Imagen 7. Fin de aplicación con agua y registro de material particulado.*

En la imagen n° 7 se aprecia el fin de la prueba con agua y el registro de material particulado PM10.

### 3.1.4. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado.

#### 3.1.4.1 Cálculo de ratio de riego.

Datos

Capacidad de tanque de agua = 1 100 L

*Ecuación 1. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado.*

$$\text{Ratio de riego en } m^2 = \frac{\text{Cantidad de litros de agua en el tanque}}{\text{àrea de muestreo}}$$

$$\text{Area} = 360 m^2$$

$$\text{Ratio de riego en } 360 m^2 = \frac{500 L}{360 m^2} = 1.388 \frac{L}{m^2}$$

$$\text{Ratio de riego en } 1m^2 = 1.388 \frac{L}{m^2} \times \frac{1000 ml}{L} = 1,388 \frac{ml}{m^2}$$

### 3.1.5. Reducción de material particulado

Tabla 5.

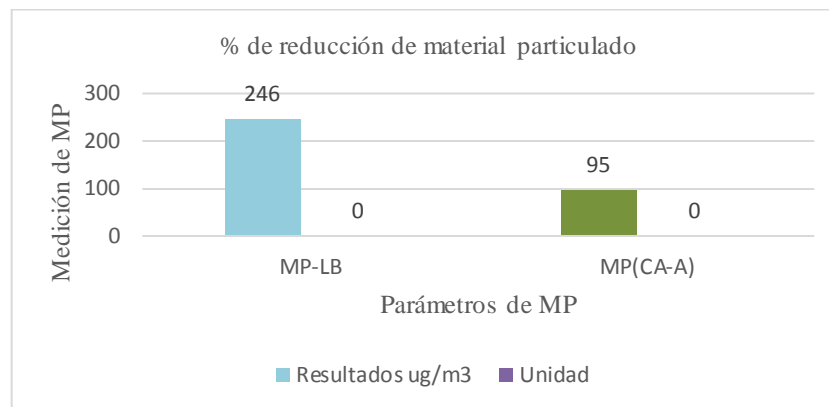
Reducción de material particulado.

Parámetro	Código	Punto	Resultados	Unidad
Material particulado (PM10)	MP-LB	Línea base	246	ug/m3
	MP(CA-A)	Tramo con agua	95	ug/m3

Fuente: GEOMAX Laboratorio Ambiental EIRL.

Imagen 8.

Reducción de material particulado



En el gráfico se observa que la aplicación del agua ha tenido muy buenos resultados en la reducción de material particulado en suspensión con un 61.39 % menos de partículas totales (TSP) respecto a la línea base.

### 3.2. Resultados de la evaluación con Melaza.

#### 3.2.1. Ubicación del área de muestreo.



Imagen 9. Ubicación de la trocha bella unión Cajamarca.



Imagen 10. Ubicación del instrumento medidor de partículas.



Imagen 11. Ubicación de la prueba con melaza p2-p3 en la trocha bella unión Cajamarca.

La aplicación de melaza se llevó acabo en un área de 360 m<sup>2</sup> en el tramo del punto 2 al punto 3, tal como se muestra en la imagen n°10.

### 3.2.2. Ubicación Geográfica.

Tabla 6.

Ubicación de Geográfica de la prueba con melaza.

<b>Altura</b>	<b>Entre 2700 – 2750 msnm</b>
<b>Área total de trocha</b>	5069 metros cuadrados
<b>Trocha</b>	704.04 metros-Bella Unión Cajamarca
<b>Fecha aplicación</b>	25 de septiembre del 2020
<b>Área de muestreo</b>	360 metros cuadrados
<b>Longitud</b>	50 metros
<b>Tramo</b>	Punto 2 al Punto 3
<b>Ancho</b>	7.2 metros
<b>Flujo vehicular</b>	49 vehículos/Hora

### 3.2.3. Resultados de la evaluación.

#### A. Trazo y dimensión del área de muestreo.



*Imagen 12. Trazo y dimensión de tramo p2 al p3 aplicación de melaza.*

#### B. Nivel de polvo sin aplicación de melaza.



*Imagen 13. Nivel de polvo sin aplicación de melaza.*

**C.** Adición de 108 litros de melaza en 500 litros de agua.



*Imagen 14. Se adición de melaza en agua.*

**D.** Dilución de melaza en agua para homogenizar la mezcla.



*Imagen 15. Dilución de melaza en agua.*

**E. Fin de la aplicación de melaza.**



*Imagen 16. Fin de aplicación de melaza.*

En la imagen n°6 se observa que el tramo P2 al P3 ya se encuentra con melaza, así mismo, se evidencia la medición de material particulado.

**3.2.4. Cálculo de ratio de adición, ratio de riego por metro cuadrado y costo por metro cuadrado.**

**3.2.4.1. Cálculo de ratio de adición.**

*Ecuación 2. Cálculo de ratio de adición.*

Datos

- Cantidad de agua en el tanque = 500 L.
- Costo/litro = US\$/L = S/. 3.166 = 0.88 US\$/L.

$$\text{Calculo del ratio} = \frac{\text{Cantidad del supresor (ml)}}{\text{Cantidad de agua (L)}}$$

$$\text{Ratio} = \frac{108,000 \text{ ml}}{500} = 216 \frac{\text{ml}}{\text{L}}$$

**3.2.4.2. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado.**



*Ecuación 3. Cálculo de ratio de riego por metro cuadrado*

$$\text{Ratio de riego en } 360 \text{ m}^2 = \frac{\text{Cantidad de dilución en ml}}{\text{Area en m}^2}$$

$$\text{Area} = 360 \text{ m}^2$$

$$\text{Ratio de riego en } 360 \text{ m}^2 = \frac{608000 \text{ ml}}{360 \text{ m}^2} = 1,688.88 \frac{\text{ml}}{\text{m}^2}$$

3.2.4.3. Cálculo de costo US\$ por metro cuadrado.

*Ecuación 4. Cálculo de costo US\$ por metro cuadrado*

$$\text{Precio de melaza} \frac{\text{US\$}}{\text{L}} \times \text{ratio de riego} \frac{\text{L}}{\text{m}^2} = \text{Costo}$$

$$0.88 \frac{\text{US\$}}{\text{L}} \times \frac{1.688 \text{ L}}{\text{m}^2} = 1.48 \frac{\text{US\$}}{\text{m}^2}$$

### 3.2.5. Reducción de material particulado

*Tabla 7.*

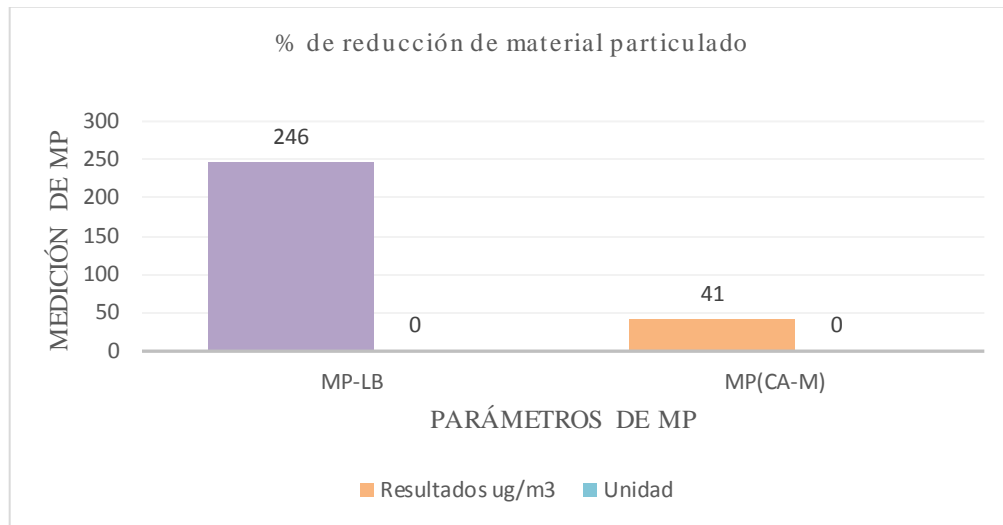
*Medición de material particulado en zona de prueba.*

Parámetro	Código	Punto	Resultados ug/m3	Unidad
Material particulado (PM10)	MP-LB	Línea base	246	ug/m3
	MP(CA-M)	Tramo con melaza	41	ug/m3

*Fuente: GEOMAX Laboratorio Ambiental EIRL.*

Imagen 17.

Reducción de material particulado



Fuente: Propia.

### 3.2.6. Resultados de reducción de agua

Tabla 8.

% de reducción de agua.

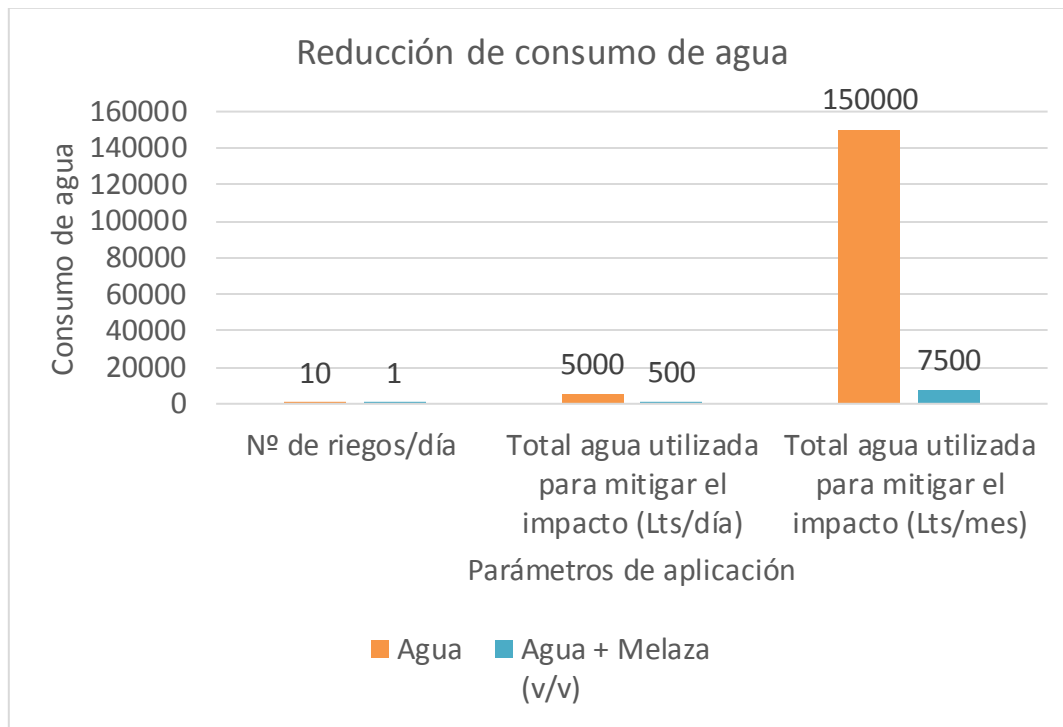
% de Reducción de agua Vs Aplicación de melaza								
Tipo de aplicación	Longitud (m)	Ancho (m)	Área de muestreo	Agua Utilizada para mitigar el impacto (Lts/riego)	Nº de riegos/día	Total agua utilizada para mitigar el impacto (Lts/día)	Total agua utilizada para mitigar el impacto (Lts/mes)	% de Optimización del consumo de agua
Agua	50	7.2	360	500	10	5000	150000	-
Agua + Melaza (v/v)	50	7.2	360	500	1	500	7500	-90

Fuente: Propia.

Según (Pereda & Alaya, 2018), en su estudio de supresores de polvo, mencionan que en vías no pavimentadas se aplica 10 ciclos de agua/día para reducir el material particulado, se tomó este dato como referencia para realizar los cálculos que se muestran en la tabla n° 8.

Imagen 18.

Reducción de agua.



Fuente: Propia.

### 3.2.7. Resultados reducción de material particulado con agua y dilución de agua más melaza.

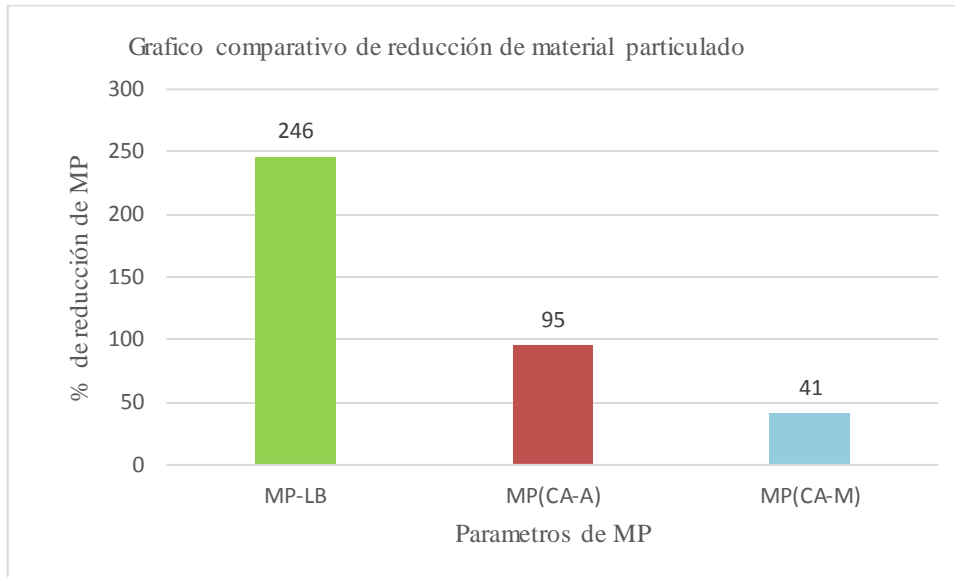
Tabla 9.

Cuadro comparativo de reducción de material particulado.

Parámetro	Código	Punto	Resultados ug/m3	Unidad
Material particulado (PM10)	MP-LB	Línea base	246	ug/m3
	MP(CA-A)	Tramo con agua	95	ug/m3
	MP(CA-M)	Tramo con Melaza	41	ug/m3

Fuente: GEOMAX Laboratorio Ambiental EIRL.

Imagen 19. Reducción de material particulado Línea base, agua y agua + melaza.



*Fuente: Propia*

En la imagen 19 se evidencia los resultados de reducción de material particulado, según la medición del antes de la aplicación de los experimentos arroja 246 ug/m<sup>3</sup>, cuya concentración excede el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM, luego de aplicar el agua se reduce a 95 ug/m<sup>3</sup> y por último se aplica la dilución de agua más melaza 41 ug/m<sup>3</sup>, cuyas dos concentración ultimas cumplen con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM, A diferencia que la aplicación de melaza reduce en mayor cantidad la presencia de partículas en suspensión.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Brauer, Giubergia y Costa (2019), manifiestan que la aplicación de la melaza permite la aglomeración del terreno que retarda la emisión de polvo entre **dos y tres días**, así mismo, mencionan que la melaza proporcionó una solución efectiva para la aglomeración de partículas, tanto en taludes como en superficie de caminos, conteniendo el polvo por debajo de su aplicación, se confirma lo que dice Brauer y Costa puesto durante la aplicación de melaza en la trocha bella unión tuvo una efectividad de aglomeración de suelo y reducción de material particulado de un 83.34% respecto a línea base y se evidenció que con un flujo vehicular de 49 Vehículos/Por hora, presenta un retardo de 2 días aproximadamente para generar polución.

Pereda y Alaya (2018), mencionan que los supresores de polvo son totalmente factibles para lograr reducir la emisión de material particulado, enfermedades respiratorias y reducción de impactos ambientales por otro lado se minimizaría el agua que es un requisito esencial para la vida de los animales, personas y plantas. Además, mejora la calidad de vida para las personas y las comunidades aledañas, dejando de afectar la salud de trabajadores y vecinos, efectivamente se afirma lo que indican Pereda y Alaya, debido a que el resultado obtenido evidencia la disminución de material particulado de un 83.34% respecto a línea base y una reducción de 90% del consumo de agua, cuyas cumpliendo el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM, y por ende ofreciendo un mejor clima para las plantas, animales y personas que transitan por la trocha bella unión.

Castillo y Sobrado (2018), Indican que el uso de melaza en caminos no pavimentados reduce el polvo generado producido por el tránsito vehicular, se confirma lo que dicen Castillo y Sobrado puesto que el flujo vehicular calculado en la trocha bella unión es de 49 Vehículos/Hora y a pesar de estos la melaza tiene las propiedades de adherirse a la superficie del suelo y permanecer por un tiempo de 2 días aproximadamente.

Según los resultados obtenidos en la presente investigación se comprobó que el uso de melaza permite la reducción de material particulado, por lo que se acepta la hipótesis. El uso de melaza permite la reducción de material particulado en la trocha bella unión.

Pereda y Alaya (2018), realizaron una investigación de evaluación de efectividad de tres productos dasaut, dl10 plus y knockout dustply los cuales son derivados de productos orgánicos estos productos se aplicaron en zonas estratégicas de emisión de material particulado como vía pasamayo (dasaut), vía oficinas la quinua (dl10 plus) y ex marte (knockout dustply) en Minera Yanacocha, Dasaut ha tenido muy buenos resultados con respecto al ratio de adición de 2,0 ml/l, con ratio de riego de 0,9 ml/m<sup>2</sup>, promedio de reducción de material particulado de 88,9 %, así mismo se redujo en un 70 % el consumo de agua. La aplicación de dl10 plus ha tenido muy buenos resultados con respecto al ratio de adición que es 1,1 ml/l, con un ratio de riego de 0,5 ml/m<sup>2</sup>, con un promedio de reducción de material particulado de 91,89 %, así mismo redujo en un 60 % el consumo de agua. Finalmente se realizó la aplicación del knockout dustply que ha tenido muy buenos resultados con respecto al ratio de adición que es 118,2 ml/l, con un ratio de riego de 56,0 ml/m<sup>2</sup>, con un promedio de reducción de material particulado de 81,6 %, así mismo se redujo en un 90 % el consumo de agua, se afirma lo que indican Pereda y Alaya, debido a que el resultado obtenido evidencia la disminución de material particulado en un 83.34% respecto a línea base y una reducción de 90% del consumo de agua.

## 4.2 Conclusiones

Se realizó la evaluación de la concentración del Material Particulado PM<sub>10</sub>, en trocha bella unión.

**En el Punto PM-LB, Línea Base.** Se realizó antes de realizar la aplicación de los supresores, la concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub>, fue 246 ug/m<sup>3</sup>, cuya concentración excede el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM.

**Punto PM (CA-A), Tramo con Agua.** La aplicación de agua ha tenido muy buenos resultados con respecto al ratio riego fue de 1388 ml/m<sup>2</sup> con un total de reducción de material particulado de 61,38% respecto al muestreo línea base, así mismo, se detalla que los ciclos de riego por día serían de 10 aplicaciones, según el estudio realizado por Pereda y Alaya (2018), en su estudio de supresores de polvo, cabe mencionar que cuya concentración cumple con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM.

**En el Punto PM (CA-M), Tramo con Melaza.** La aplicación de melaza ha tenido muy buenos resultados se aplicó un ratio de adición de 216 ml/l, el ratio de riego fue de 1688.8 ml/m<sup>2</sup>, la reducción de material particulado fue de 83.33% respecto de la línea base, así mismo se menciona que los riegos en trocha solo con agua serían de 10 aplicaciones por día esto quiere decir que con 1 aplicación por día reducimos un 90 % el consumo de agua, para el cálculo de costos se tomó como base el precio de melaza de 0.88 US\$/L, realizando los cálculos nos costaría 1.48 US\$/m<sup>2</sup>. Cuya concentración cumple con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el D.S. N° 003 – 2017-MINAM.

Para el cálculo de flujo vehicular se contó la cantidad de unidades móviles que transitan por la trocha bella unión durante 3 horas luego se sacó el promedio dando como resultado 49 Vehículos por/Hora.

Por último, se concluye que ambas pruebas son muy factibles para ser utilizado en la reducción de material particulado de la trocha bella unión Cajamarca, así mismo, se recomienda realizar los mantenimientos de la vía estabilizada (Solución agua-aditivo) según se crea conveniente considerando el estado actual de la trocha. Para el mantenimiento se recomienda disminuir la concentración de melaza.

Se recomienda utilizar melaza plus puesto que reduce un 83.33 % en material particulado.



## REFERENCIAS

- Brauer, D. A., Giubergia, A. A., & Gil Costa, V. (2019). Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros. *Minería y Geología*, 165-682.
- Calvo, I. d. (27 de Febrero de 2013). MELAZA Y NO SAL EN CARRETERA. MELAZA Y NO SAL EN CARRETERA, pág. 2.
- Castillo, A. U., & Sobrado, C. V. (2018). Control de polvo en caminos no pavimentados. *Boletín Técnico PITRA-LanammeUCR*, 1-10.
- Hernández, R. S., Fernández, C. C., & Pilar, L. B. (2010). Metodología de la Investigación. En *Metodología de la Investigación*. México: Jesús Mares Chacón.
- Irusta, A. (2015). Barrick usa melaza para compactar ruta a Veladero. *MiningPress*, 1.
- Irusta, À. (16 de Abril de 2015). *MiningPress*. BARRICK usa Melaza para compactar ruta a Veladero, págs. 1-2.
- Pereda, G., & Alaya, Z. (2018). "ESTUDIO COMPARATIVO DE SUPRESORES DE POLVO DASAUT, DL10. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Pereda, P. M., & Alaya, R. Z. (2018). Estudio comparativo de supresores de polvo dasaut, dl10 plus y knockout dustply para la mitigación de material particulado en vías yanacocha 2018. (Tesis de grado). Cajamarca: Universidad Privada Del Norte.
- Por Ramón Rada J. y Ricardo Cruz M. (2013). "Impacto Potencial de la Aplicación de Supresores de Polvo". EEUU: Universidad de Nevada.
- Brauer, D. & Giubergia, A. (2019). "Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros". *Scielo*. V.35. (nº 2). Recuperado desde: <http://scielo.sld.cu/pdf/mg/v35n2/1993-8012-mg-35-02-165.pdf>.
- Carrera, J. (2019). Propuesta de supresión de polvo optimizando el recurso hídrico en proyecto rajo dulcinea del 1-4, comuna de petorca (Tesis de grado). Universidad técnica Federico santa maría, sede la Viña.
- Echt et al. (2008). Rociado de agua para controlar el polvo peligroso que se genera al romper el concreto con un martillo neumático. *Centros para el control y la prevención de enfermedades*. [https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2008-127\\_sp/default.html](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/wp-solutions/2008-127_sp/default.html).
- Dominguez, M. (2013). Prevención, minimización y control de la contaminación ambiental en un ingenio azucarero de Mexico. *V15(n4)*.
- Arcienagas, C. (2011). Diagnostico y material particulado. *Scielo*. V12(n34). <http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n34/n34a12.pdf>
- Pradena, M. (2010). Estabilización y mantenimiento de caminos no pavimentados. *Scielo*. V9(2). P.97-107. [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0718-915X201](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-915X201).
- Brauer, D. (2019). Evaluación de productos para el control de polvo ambiental en caminos mineros. *Redalyc*. V35(n2). <https://www.redalyc.org/jatsRepo/2235/223558779003/html/index.html>.
- Vargas, C. (2018). Control de polvo en caminos no pavimentados. *Boletín Técnico*. V9(n6).

- Orobio, A.(20079, Evaluation of calcium chloride as dust control agent in unsurfaced roadways. Scielo.V74(n153). <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v74n153/a03v74n153.pdf>
- León, C. (2016). Evaluación de efectos de supresores de polvo. (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander.

## ANEXOS

### ANEXO n.º1. Hoja de Seguridad de Melaza.



Productos Biológicos del Sur S.A.C.  
[ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe)

#### HOJA DE SEGURIDAD

Producto: Melaza de caña de azúcar

#### 1. INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR

##### PROVEEDOR

Productos Biológicos Del Sur S.A.

##### DIRECCIÓN

AV. León de Vivero N°416 - Ica

##### TELEFONO DE CONTACTO

979082979

##### E-MAIL

[ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe) / [www.probiolsur.com.pe](http://www.probiolsur.com.pe)

#### 2. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

PARAMETROS	ESPECIFICACION
NOMBRE DEL PRODUCTO	Melaza
NOMBRE COMERCIAL	Melaza
INGREDIENTE ACTIVO	Melaza de caña, miel de caña
OTROS DATOS	Producto derivado de la caña de azúcar
PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO	Bolsa de 30 kilos
DESCRIPCIÓN	Líquido viscoso
AROMA	Agradable, dulce, ligeramente amargo, no debe saber agrio o ácido.

AV. Fernando León de Vivero N° 416 - ICA Telf: 979082979 - 956903503  
E-mail: [ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe) / Web: [www.probiolsur.com.pe](http://www.probiolsur.com.pe)

<b>SABOR</b>	Agradable, dulce, ligeramente amargo, no debe saber agrio o ácido.
<b>COLOR</b>	Café oscuro
<b>TEXTURA</b>	Debe ser de una consistencia hilante y mediante densa.
<b>PH</b>	4 - 6
<b>BRIN</b>	79 - 83
<b>CENIZAS</b>	6 - 12%

### 3. PROPIEDADES FISICAS

<b>ESTADO FISICO</b>	Líquido
<b>COLOR</b>	Café oscuro
<b>OLOR</b>	Característico
<b>VELOCIDAD DE EVAPORACIÓN</b>	No reportado
<b>SOLUBILIDAD EN AGUA</b>	Soluble
<b>PORCENTAJE DE VOLATIBILIDAD</b>	No reportado
<b>EXPLOSIVO</b>	No reportado
<b>INFLAMABLE</b>	No reportado

AV. Fernando León de Vivero N° 416 – ICA Telf. 979082979 - 956903503  
E-mail: [ventas@probiolur.com.pe](mailto:ventas@probiolur.com.pe) / Web: [www.probiolur.com.pe](http://www.probiolur.com.pe)



Productos Biológicos del Sur S.A.C.  
[ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe)

#### 4. RIESGO PARA LA SALUD

INGESTIÓN ACCIDENTAL	No irrita el tracto digestivo
INHALACIÓN	Puede causar tos
CONTACTO CON LA PIEL	No irritable, el contacto con la piel puede causar una ligera irritación
CONTACTO CON LOS OJOS	Puede causar daño severo
SUSTANCIA CANCERIGENA	No presenta

#### 5. PRIMEROS AUXILIOS

CONTACTO CON LOS OJOS	Lavar inmediatamente con abundante agua al menos durante 15 minutos. Consulte al médico.
CONTACTO CON LA PIEL	Lavar la piel con abundante agua
INGESTIÓN	No induzca al vómito, tomar abundante agua
INHALACIÓN	Retirar al lesionado y trasladar a un lugar ventilado
OTROS RIESGOS	No determinado

#### 6. MEDIDAS PARA CONTROLAR DERRAME O FUGAS

EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA ATACAR LA EMERGENCIA	Usar equipo de protección. Mascarilla, lentes, guantes y uniforme completo
CONTACTO	Evite contacto con los ojos y piel
MEDIDAS DE EMERGENCIA SI HAY DERRAME	Colocar los recipientes que tengan fuga en un área ventilada

AV. Fernando León de Vivero N° 416 – ICA Tel: 979082979 - 956903503  
 E-mail: [ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe) / Web: [www.probiolsur.com.pe](http://www.probiolsur.com.pe)



Productos Biológicos del Sur S.A.C.

[ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe)

<b>METODO DE MITIGACIÓN</b>	Recoger el líquido en un recipiente apropiado, contener el derrame y facilitar su recuperación, para recolectar el derrame utilice área u otro material absorbente.
-----------------------------	---

#### 7. MANIPULEO Y ALMACENAMIENTO DEL PRODUCTO

No manipular el material cerca de alimentos, comida o agua para beber. Al manipular el producto, use protección personal adecuada. No comer, beber o fumar durante la aplicación. No limpiar una boquilla soplando o succionando con la boca. Después de manipular y aplicar el producto lavar con abundante agua y jabón las partes del cuerpo y las ropas utilizadas en su aplicación.

Almacenar el producto en su envase original y sellado, guardar en un área fresca seca y ventilado no expuesto a altas temperaturas. No almacenar ni transportar conjuntamente con alimentos, medicinas, bebidas ni forrajes. Y mantenga fuera del alcance de los niños y personas inexpertas.

#### 8. INFORMACIÓN ECOLOGICA

No contaminar las fuentes de agua con los sobrantes del producto y/o aplicación.

#### 9. PRECAUCIONES

Los contenedores no deben estar expuestos a temperatura elevadas. Almacenar en un ambiente ventilado fría

Puede quedar residuos del producto en el recipiente vacío, para el manejo de los recipientes vacíos y residuos se deben de tomar las mismas precauciones que en el manejo del producto.

AV. Fernando León de Vivero N° 416 – ICA Telf: 979082979 - 956903503

E-mail: [ventas@probiolsur.com.pe](mailto:ventas@probiolsur.com.pe) / Web: [www.probiolsur.com.pe](http://www.probiolsur.com.pe)

ANEXO n.º2. Autorización de área para realizar la investigación.

### AUTORIZACIÓN

Yo Rojas Arce Elvin Christopher con DNI: 46881336 Presidente vecinal Sector 9 Pueblo Libre del Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca, a solicitud del Sr. Ruben Tacilla Alaya para realizar ensayos de pruebas para la obtención de título profesional de la carrera de ingeniería de minas para la tesis de título: **"ESTUDIO DEL SUPRESOR DE POLVO MELAZA PARA LA MITIGACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA TROCHA BELLA UNIÓN CAJAMARCA, 2020"** autorizo realizar las siguientes actividades:

- Monitoreo de calidad de aire en línea base (tramo estado normal)
- Monitoreo de calidad de aire (tramo P1-P2 con agua)
- Monitoreo de calidad de aire (tramo P2-P3 con melaza)
- Entre otras actividades.

Con el compromiso de que, al finalizar dicho estudio, se dejará una copia de la Tesis que servirá como base de información para futuras investigaciones.

Cajamarca, 23 de septiembre del 2020

ATENTAMENTE:

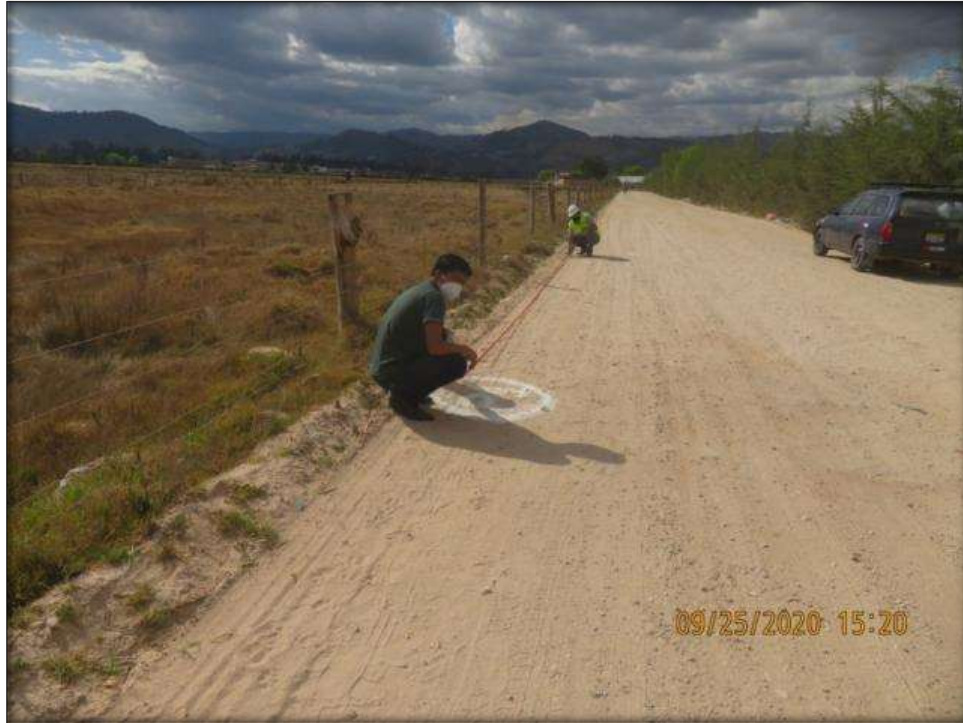
  
MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA  
JUNTA VECINAL SECTOR 9 PUEBLO LIBRE  
  
.....  
Ing. Elvin Christopher Rojas Arce  
PRESIDENTE

ANEXO n.º 3. Ubicación de la trocha bella unión.





ANEXO n.º 4. Medición del área de muestreo



ANEXO n.º 5. Punto PM-LB, Línea Base- Medición de partículas antes de la aplicación.



ANEXO n.º 6. Aplicación de agua.



ANEXO n.º 5. Aplicación de dilución de agua y melaza.





ANEXO n.º 6. Registro de material particulado luego de la aplicación de melaza.



ANEXO n.º 7. Laboratorio Ambiental GEOMAX EIRL.

## INFORME DE EVALUACION DE MATERIAL PARTICULADO



**TITULAR:**

**RUBEN TACILLA ALAYA**

**UBICACIÓN:**

Área de Estudio: Trocha Bella Unión

Distrito : Cajamarca

Provincia : Cajamarca

Región : Cajamarca

**ELABORADO POR:**

**GEOMAX**  
Laboratorio Ambiental EIRL

Setiembre - 2020

  
  
BALTAZAR LUDENA PEREYRA  
INGENIERO AMBIENTAL  
CIP N° 90814

## Contenido

I. GENERALIDADES .....	3
1.1. Introducción .....	3
1.2. Descripción del Proyecto y Ubicación .....	3
II. Puntos de Control o Monitoreo .....	4
2.1. Puntos de Monitoreo para evaluar la concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	4
III. RESULTADOS OBTENIDOS .....	5
3.1. Concentración de Material Particulado PM <sub>10</sub> .....	5
IV. CONCLUSIONES .....	6
V. ANEXOS .....	6



## I. GENERALIDADES

### 1.1. Introducción

El presente informe contiene los resultados de la evaluación de la concentración del material particulado PM<sub>10</sub>, realizado el *día 25 de Setiembre 2020*, en la **TROCHA BELLA UNION, del Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca, Departamento de Cajamarca.**

Es requerimiento del titular, realizar la evaluación de la concentración respecto a Material Particulado PM<sub>10</sub>, en el área de emplazamiento del estudio.

Con el fin de realizar la evaluación, se tiene como referencia el estándar nacional de calidad de aire, en el cual se indica el parámetro establecido.

Para realizar las mediciones y registro de los parámetros de la Calidad de Aire, se utilizó equipos de medición para material particulado (PM<sub>10</sub>), HI VOL, Marca Thermo Cientific, el cual en anexos se adjunta su respectivo Certificado de Calibración.

#### OBJETIVO GENERAL

Evaluar la concentración de material particulado PM<sub>10</sub>, en los puntos establecidos con fines académicos.

### 1.2. Descripción del Proyecto y Ubicación

La evaluación de la concentración de Material Particulado, se realizó en 03 puntos de control, en el área de estudio.

## II. Puntos de Control o Monitoreo.

### 2.1. Puntos de Monitoreo para evaluar la concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub>.

Código	Punto de Monitoreo	Coordenadas UTM-WGS84-17M	
		NORTE	ESTE
PM-LB	Line Base/PM10	9208411.00 m S	778167.00 m E
PM(CA-A)	Tramo con agua/PM10	9208387.00 m S	778178.00 m E
PM(CA-M)	Tramo con melaza/PM10	9208434.55 m S	778160.00 m E

Fonte: El Interzudo.

### III. RESULTADOS OBTENIDOS

#### 3.1. Concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub>.

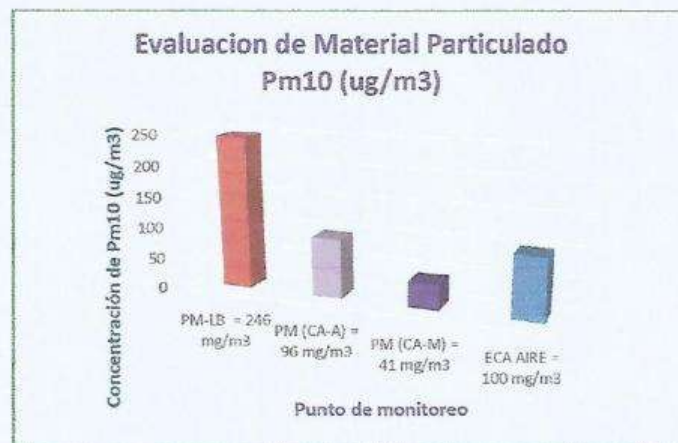
La concentración de Material Particulado en la **TROCHA BELLA UNIÓN**, cuyos resultados de la concentración en los diferentes puntos se detallan en la siguiente tabla.

#### Material Particulado PM<sub>10</sub>

Tabla N° 4.1.1 Material Particulado PM<sub>10</sub>.

Parámetro	Código	Punto	Resultados	Unidad
Material Particulado (PM <sub>10</sub> )	PM-LB	Línea Base	246	ug/m <sup>3</sup>
	PM (CA-A)	Tramo con Agua	95	ug/m <sup>3</sup>
	PM (CA-M)	Tramo con Melaza	41	ug/m <sup>3</sup>

#### Interpretación de Resultados



#### IV. CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de la concentración del Material Particulado PM<sub>10</sub> en la **TROCHA BELLA UNIÓN**.
- En el Punto **PM-LB, Línea Base**, la concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> fue 246 ug/m<sup>3</sup>, cuya concentración excede el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el *D.S. N° 003 – 2017-MINAM*.
- En el Punto **PM (CA-A), Tramo con Agua**, la concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> fue 95 ug/m<sup>3</sup>, cuya concentración cumple con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el *D.S. N° 003 – 2017-MINAM*.
- En el Punto **PM (CA-M), Tramo con Melaza**, la concentración de Material Particulado PM<sub>10</sub> fue 41 ug/m<sup>3</sup>, cuya concentración cumple con el Estándar Ambientales de Calidad de Aire (ECA de Aire), señalados en el *D.S. N° 003 – 2017-MINAM*.

#### V. ANEXOS

- Certificado de Calibración del Equipo HIVOL, Muestreador de Material Particulado.
- Licencia de Funcionamiento del Laboratorio.
- Certificado de Habilidad del Profesional responsable.
- Informe de ensayo.
- Datos Hidrometeorológicos.

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>2.5</sub>  
Setiembre 2020

## ANEXOS

---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 7

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020

**CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN del  
EQUIPO MUESTREADOR DE  
MATERIAL PARTICULADO**

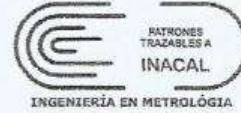
---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 8

FORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
 Diciembre 2020



EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019**

FECHA DE EMISIÓN : 2019-11-29  
 EXPEDIENTE : EIN-3364-2019

1. CLIENTE: : GEOMAX LABORATORIO AMBIENTAL AIRE AGUA Y SUELO E INGENIERIA EIRL  
 DIRECCIÓN: : JR. LOS TOPACIOS 484

2. INSTRUMENTO : HI VOL  
 MARCA : THERMO SCIENTIFIC  
 MODELO : G10557  
 SERIE : P9435X  
 PROCEDENCIA : ESTADOS UNIDOS  
 MÉTODO DE REFERENCIA : NORMA EPA N° RFPS 1287-063  
 TIPO : MECANICO/ELECTRICO

3. CUMPLIMIENTO : TUBO DE VENTURI CUMPLE CON LA NORMA ASTM EPA RFPS 1287-063

4 LUGAR DE CALIBRACIÓN : LABORATORIO DE EQUINLAB SAC  
 FECHA DE CALIBRACIÓN : 2019-11-29

Página 1 de 3  
 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 la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95%. Los resultados son validos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual esté en función del uso conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentos vigentes. EQUINLAB 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 la calibración aquí declarados.

ING. ROGER CUEVA-ZUTA  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima  
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823  
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com



EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019**

Página 2 de 3

**5 PATRONES UTILIZADOS**

Se ha utilizado el Calibrador Modelo Te-5028A, con número de serie 3139, trazable NIST

**6 RESULTADOS: Medición con HI VOL**

DATOS GENERALES		VARIABLES		CONDICIONES	
FECHA	29-nov-19	ma	1.01871	Ta	299.00
OPERADOR	Roger Cueva	ba	-0.02801	Pa	751.00
MODEL CAL	TE-5028A	mstd	1.62685	Tstd	298.18
S/N	3139	bstd	-0.04486	Pstd	760.00
FLOW CONTROL		MODEL	G10557	S/N	PN435X

in H2O Calibrador	Qa(m3/min) (1/m)V(H2O)(Ta/Pa-b)	(m-H2O) Muestreador	Pf(mmHg) 25.4(inH2O)(13.6)	Pa/Pa=1-(Pf/Pa)	Qa Look flow rate	% Diff (Look up-Qa) *100/Qa
3.52	1.120	30.65	15.890	0.974	1.198	0.549
3.48	1.115	34	26.147	0.965	1.184	0.052
3.43	1.175	17.3	33.244	0.956	1.172	0.223
3.37	1.165	39.37	35.990	0.952	1.167	0.111
3.21	1.157	34.85	45.411	0.938	1.148	1.035
					Promedio	0.412

X=Qa/V(Ta)	Y=Pa/Pa
0.069	0.974
0.068	0.965
0.068	0.956
0.067	0.952
0.066	0.938

Por Correlación	
r	0.9988
m	13.752
b	0.0711

Diff H2O	Pf(mmHg)	Qac=[(1-Pf/Pa)-b]*V(Ta)/m
10	25.89	1.178

La EPA establece que el promedio de la diferencia porcentual( % Diff), debe ser +/- 3% Si el % Diff fuera mayor quiere decir que una fuga puede haber estado presente durante la calibración por lo tanto se debería calibrar nuevamente

**PASOS A SEGUIR**

- 1.- Colocar la base
- 2.- Colocar el tubo de orificios
- 3.- Prender el Muestreador HI Vol
- 4.- Instalar el Manometro al tubo de orificios y el otro al cuerpo del HI Vol
- 5.- Tomar 5 lecturas variando el orificio del vari flow o cambiando los discos de orificios



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima  
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 338-4538 Cel.: 939294882 / 946480783 / 940788823  
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com



INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020



EMPRESA DE SERVICIOS METROLÓGICOS - LABORATORIO DE CALIBRACION CON PATRONES TRAZABLES A INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LE-312-2019**

Página 3 de 3

**NOMENCLATURA**

ma: Pendiente de la relación de calibración del orificio del Qa actual ( Hoja de Calibrador)  
 ba: Intersección de la relación de calibración del orificio del Qa actual  
 Ta: Temperatura ambiental k° (K°=273 + °C)  
 Pa: Presión barométrica mmHg ( 1 atm = 760 mmHg)

"H2O: Lecturas del manómetro inH2O en el tubo de calibración

Qa: Regimen del flujo actual m3/min

Qac: Flujo Calculado, usando parámetros "b y m" hallados por correlación de la calibración

Pf: diferencia de presión de en mmHg

Po/Pa : Relación P inicial y P ambiental

% Diff: Diferencia porcentual entre los regimenes del flujo del calibrador

**Prueba Inicial**

Serie VFC (Venturi)	P9435X	El Qstd se usa en el caso de enviar los datos a la US EPA ver Pag. 44 del Manual
Modelo de Venturi	G10557	
Temp Std (°C)	298.00	
Presion Std (mmHg)	760.00	Si Qa esta en el Rango de [1.02-1.24]. E s valido Ver Pag. 39 del Manual
Temp Ambiental (°C)	26.00	
Temperatura	299.00	
Presión Actual (Pa)	751.00	Error Final -4.60 %
Dif. Manómetro (in/H2O)	15.00	
Diferencial (mmHg)	28.02	<b>Leyenda</b> Cambiables Formule/Const. Resultados
Po/Pa = 1-(Pf/Pa)	0.963	
Qa	1.182	
Qstd	1.164	

Prueba Realizado por: Ing. Roger Cueva  
 Realizado en: EQUINLAB SAC  
 Empresa cliente: Geomax Laboratorio Ambiental Aire, Agua y Suelo e ingeniería E.I.R.L.  
 Fecha: 29/11/2019



PROHIBIDO SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE EQUINLAB S.A.C.

Dirección Av. 28 de Julio Mz. V1 Lote 17 Los Olivos - Lima - Lima  
 Telf.: (01) 677-6611 / (01) 336-4538 Cel: 939294882 / 946480783 / 940788823  
 E-mail: ventas@equinlabsac.com / metrologia@equinlabsac.com / www.equinlabsac.com

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2021

## LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO DEL LABORATORIO

---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 12

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020



CAJAMARCA...  
DONDE TODO  
EMPEZÓ

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL  
DE CAJAMARCA

Nº 008797

LICENCIA DE APERTURA  
DE ESTABLECIMIENTO

ORDINARIA

AÑO 2017

GEOMAX LABORATORIO AMBIENTAL, AIRE, AGUA Y SUELO E INGENIERIA  
E.I.R.L.

**LICENCIA N°** : L000462017  
**MOTIVO** : APERTURA DE ESTABLECIMIENTO  
**NOMBRE COMERCIAL** : GEOMAX LABORATORIO AMBIENTAL, AIRE, AGUA Y SUELO E INGENIERIA E.I.R.L.  
**RUC** : 20601811112  
**REP. LEGAL / PROPIETARIO** : RODRIGUEZ SILVA LUPITA HAYDÉE  
**DOCUMENTO DE IDENTIDAD** : 27048518  
**TIPO DE ESTABLECIMIENTO** : PRINCIPAL  
**DIRECCIÓN DEL ESTAB.** : JR. LOS TOPACIOS 484 | URB. VILLA UNIVERSITARIA  
**EXPEDIENTE** : 5710  
**COMPROBANTE DE PAGO N°** : 08553  
**VÁLIDA HASTA** : INDETERMINADA  
**RESUMEN ACT. COMERCIAL** : VÁLIDA PARA LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO - TRABAJOS EN MEDIO AMBIENTE E INGENIERIA.  
**OBSERVACIONES** : VÁLIDA DESDE LAS 07:00 HASTA LAS 23:00 HORAS. ÁREA DEL ESTABLECIMIENTO 80 M<sup>2</sup>. ESTABLECIMIENTO SUJETO A FISCALIZACIÓN POSTERIOR PARA VERIFICAR EL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS DE SEGURIDAD EN EDIFICACIONES. SE EMITE LA PRESENTE LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO EN VIRTUD A LA RESOLUCIÓN DE SUSCEGENCIA N° 108-2017-SFCPM-GDE-MPC. CUENTA CON OPINIÓN FAVORABLE DEL FISCALIZADOR ARPI MAMANI ZANCARAS CON INFORME N° 045-2017-ZAM-SFCPM-GDE-MPC.  
**GIRO(S) DEL NEGOCIO** :  
 CITU ACTIVIDAD ECONÓMICA  
 4520 - 34 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO\*  
 7310 - 02 TRABAJOS EN MEDIO AMBIENTE E INGENIERIA

De conformidad con la Ley N° 27972 Ley Orgánica de las Municipalidades concordante con la Ley N° 28976, se expide la presente licencia de Apertura del Establecimiento para los fines pertinentes.

Cajamarca, 26 de Enero del 2017.



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CAJAMARCA  
OFICINA DE LICENCIAS Y REGISTRO  
RUBEN TACILLA ALAYA  
RUBEN TACILLA ALAYA  
RUBEN TACILLA ALAYA



L000462017

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 13

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Septiembre 2020

## **Certificado de Habilidad del Profesional responsable**

---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 14

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020



LEY N° 20602

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**

**Certificado de Habilidad**



N° - A - 0100448

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): LUDEÑA PEREYRA PERCY BALTAZAR

Afectivo al Consejo Departamental de: CAJAMARCA

Con Registro de Matricula del CIP N°: 90814 Fecha de Incorporación: 01/02/2007

Especialidad: AMBIENTAL

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO	<u>EJERCICIO PROFESIONAL</u>
ENTIDAD O PROPIETARIO	<u>*****</u>
LUGAR	<u>*****</u>

BOLETA DE PRESENCIA DEL TITULAR		
DIA	MES	AÑO
31	03	2022

CAJAMARCA 17 de DICIEMBRE del 20 19

**VÁLIDO SOLO ORIGINAL**



Ing. Carlos Fernando Herrera Descalzi  
Derecho Nacional  
del Colegio de Ingenieros del Perú



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ  
Consejo Departamental de Cajamarca  
Ing. Carlos Fernando Herrera Descalzi  
Derecho Nacional  
del Colegio de Ingenieros del Perú

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 15

INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020

## INFORME DE ENSAYO

---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 16

## INFORME DE ENSAYO N° 0168 - 2020

**Solicitante** : RUBEN TACILLA ALAYA.  
**Lugar de Muestreo** : Trocha Bella Unión  
**Proyecto** : Evaluación de Material Particulado.  
**Procedencia** : Distrito Cajamarca, Provincia de Cajamarca,  
 Departamento de Cajamarca.  
**Fecha de Muestreo** : 25 de setiembre del 2020.

### Evaluación de material particulado

Código de Laboratorio	Código de Cliente	PM10 ug/m <sup>3</sup>
PM-LB	PM-LB	246
PM (CA-A)	PM (CA-A)	95
PM (CA-M)	PM (CA-M)	41

- Muestras tomadas por Geomax.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el cliente.
- Lugar y condiciones del muestreo indicado por el cliente.

Página 1 de 1  
Revisión 168



Ms. C. Ing. Baltazar Ludeña Pereyra  
CIP N° 90814  
Responsable de Laboratorio

Cajamarca, 30 de setiembre del 2020

- Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra de la referencia.  
 Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce".  
 Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un periodo de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo, considerando que son perecibles.  
 Nota 4: El laboratorio declara la validez del presente Informe de Ensayo por el periodo de un año, para los fines que el cliente estime conveniente.  
 Nota 5: Toda corrección y/o enmienda fiscal al presente Informe de Ensayo será emitida con la declaración suplemento al Informe de Ensayo.  
 Nota 6: Está prohibido la reproducción total y o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por el Laboratorio GEOMAX.

FORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Septiembre 2020

## Datos Hidrometeorológicos

---

---

Titular RUBEN TACILLA ALAYA.

Página 17



INFORME DE EVALUACION DEL MATERIAL PARTICULADO PM<sub>10</sub>  
Setiembre 2020

Estación : **AUGUSTO WEBERBAUER**

Departamento : CAJAMARCA Provincia : CAJAMARCA Distrito : CAJAMARCA  
 Latitud : 7°16'2.58" S Longitud : 78°29'35.14" W Altitud : 2672 msnm.  
 Tipo : Convencional - Meteorológica Código : 107028

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
2020-09-01	21.4	9.4	62.3	0.0
2020-09-02	22.8	6	59.4	0.0
2020-09-03	20.7	6.3	62.0	0.0
2020-09-04	21.8	6.6	68.9	0.0
2020-09-05	21.6	6.9	68.6	0.0
2020-09-06	24.5	5.6	63.0	0.0
2020-09-07	23.2	5.4	60.9	0.1
2020-09-08	21.4	9.1	64.8	0.0
2020-09-09	21.7	4.8	60.9	0.0
2020-09-10	24	4	45.2	0.0
2020-09-11	24.2	5.6	52.8	T
2020-09-12	22.6	5.8	47.2	0.0
2020-09-13	20.6	4.5	64.2	0.0
2020-09-14	20.9	6.4	51.9	0.0
2020-09-15	20.5	8.7	53.6	0.0
2020-09-16	24.8	9.7	63.3	T
2020-09-17	24.6	5.4	44.0	0.0
2020-09-18	22.6	10.2	44.5	-886.3
2020-09-19	23.9	10.5	61.5	0.2
2020-09-20	24.8	6.8	44.2	0.0
2020-09-21	24.6	7	47.9	0.0
2020-09-22	20.4	12.6	65.6	5.1
2020-09-23	23	8	69.9	1.1
2020-09-24	21.6	7.9	46.9	0.0
2020-09-25	20.4	6.8	50.8	T
2020-09-26	22.4	6	59.3	T
2020-09-27	23.6	6.4	51.8	T
2020-09-28	22.6	5.2	57.2	0.3
2020-09-29	23	8.6	61.0	T
2020-09-30	19.4	11.5	64.0	1.2

Fuente: SENAMHI / DRD

Leyenda:  
 \* S/D = Sin Datos.  
 \* T = Trazas (Precipitación < 0.1 mm/día).