

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
GENERADO POR EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE PIEDRA RAJON EN
LA EMPRESA VIASCON S.A.S DEL MUNICIPIO DE CERETÉ**



"VIGILADA MINEDUCACIÓN"

**FREDY EMIRO GENES PATERNINA
GADIEL GUADIR GÓMEZ GÓMEZ
YAMILET DEL CARMEN LÓPEZ ARTEAGA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESPECIALIZACIÓN EN HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA**

2021

**EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO
GENERADO POR EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE LA PIEDRA RAJON EN LA
EMPRESA VIASCON S.A.S DEL MUNICIPIO DE CERETÉ**

**FREDY EMIRO GENES PATERNINA
GADIEL GUADIR GÓMEZ GÓMEZ
YAMILET DEL CARMEN LÓPEZ ARTEAGA**

**Trabajo de grado presentado en la modalidad de Trabajo de Aplicación, como parte de los
requisitos para optar el Título de Especialista en Higiene y Seguridad Industrial.**

**Director (s):
ING. JAIRO OCHOA GUERRA**

**UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MONTERÍA, CÓRDOBA
2021**

**La responsabilidad ética, legal y científica de las ideas, conceptos y resultados del proyecto,
serán responsabilidad de los autores.**

Artículo 61, acuerdo N° 093 del 26 de noviembre de 2002 del consejo superior.

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Montería Mes _____ Día _____ Año _____

Tabla de Contenido

RESUMEN.....	8
ABSTRAC	9
1. INTRODUCCIÓN	10
2. OBJETIVOS.....	12
2.1. Objetivos General.....	12
2.2. Objetivos Específicos	12
3. MARCO DE REFERENCIA.....	14
3.1. Sector De La Construcción	14
3.2. Factores De Riesgo Químico.....	15
3.3. Agentes Químicos	15
3.3.1. Agentes según su forma de presentarse	15
3.3.2. Agentes químicos según sus efectos en el organismo	16
3.3.3. Vías de entrada de los agentes a los organismos	17
3.4. Material Particulado	19
3.4.1. Efectos Del Material Particulado Sobre La Salud	21
3.5. Marco Conceptual	22
3.6. Marco Legal	26
4. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA	27
4.1. Vías en Asfalto y Concretos “VIASCON” S.A.S	27
4.2. Plataforma Estratégica.....	28
4.2.1. Misión.....	28
4.2.2. Visión.....	28
4.2.3. Valores.....	28
4.2.4. Objetivos Estratégicos	29
4.3. Mapa De Procesos	29

4.3.1.	Jornadas de trabajo	34
4.3.2.	Áreas de trabajo	34
4.3.3.	Materias primas e insumos	34
4.3.4.	Máquinas e insumos	35
4.3.5.	Organigrama	35
4.4.	Aspectos De La Visita Técnica	38
5.	METODOLOGIA Y TRABAJO DE CAMPO	40
5.1.	Sitio De Medición	40
5.2.	Diagnóstico.....	40
5.3.	Metodología y Técnica De Medición.....	46
5.4.	Normas Y Reglamentos Utilizados.....	48
5.5.	Criterios De Valoración O Priorización	49
5.6.	Medición Higiénica	50
5.7.	Análisis de resultados.....	52
6.	MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL	55
6.1.	Medidas de control en el Medio	55
6.2.	Medidas de control en la Fuente	56
6.3.	Medidas de control en el Individuo.....	59
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	62
7.1.	Conclusiones	62
7.2.	Recomendaciones.....	64
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	65
9.	ANEXOS.....	69
9.1.	Calibración De Equipos	69
9.2.	Encuesta	71
9.3.	Propuesta técnica del sistema de riego – cañón de niebla	76

9.4. Propuesta económica del sistema de riego – cañón de niebla	79
9.5. Hoja de seguridad de mascara de protección facial	80
9.6. Carta remitida por VIASCON S.A.S.	81
9.7. Informe de laboratorio	82

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1. MARCO LEGAL	26
TABLA 2. PARTES DE LA MÁQUINA TRITURADORA	32
TABLA 3. MÁQUINAS Y EQUIPOS EN EL PROCESO DE TRITURADO	35
TABLA 4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS DE MEDICIÓN.....	47
TABLA 5. PESO INICIAL DE LOS FILTROS.....	50
TABLA 6. DATOS DE MEDICIÓN	51
TABLA 7. RESUMEN DE RESULTADOS.....	53
TABLA 8. CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS	54

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1. LOGO DE VIASCON S.A.S.....	27
FIGURA 2. MAPA DE PROCESOS DE VIASCON S.A.S.	30
FIGURA 3. PLANTA TRITURADORA.....	31
FIGURA 4. ORGANIGRAMA	38
FIGURA 5. MONITOR AMBIENTAL PARA MATERIAL PARTICULADO TSQUEST 3M EVM7	47
FIGURA 6. BALANZA DE REFERENCIA OHAUS- PIONNER.....	48

LISTADO DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1. ÁREA DE TRITURADO VIASCON S.A.S	33
FOTOGRAFÍA 2. ZONA DE ALIMENTACIÓN VIBRATORIA O TOLVA	33
FOTOGRAFÍA 7. MATERIA PRIMA SIN PROCESAR (PIEDRA RAJÓN)	34
FOTOGRAFÍA 8. MATERIAL PROCESADO DE $\frac{3}{4}$	34

LISTADO DE ESQUEMAS

ESQUEMA 1. SISTEMA DE RIEGO PROPUESTO (EN MÁQUINA DE TRITURACIÓN).....	58
--	----

RESUMEN

Palabras claves: Material particulado, concentración, polvo, enfermedades respiratorias, enfermedades laborales, salud, trabajadores, elementos de protección personal.

En la actualidad, los casos de enfermedades respiratorias en los trabajadores de obra civil explican gran parte del impacto físico de la empresa que se dedica a esta labor. Sin embargo, una de las principales tareas de la seguridad y salud industrial es minimizar los efectos nocivos de esta sobre la salud de los trabajadores.

El propósito de esta medición, es evaluar la concentración de polvo producida en el proceso de trituración de piedra rajón, trabajo al que están expuestos los trabajadores de la empresa VIASCON S.A.S. Para ello se utilizó el método gravimétrico, que consiste en analizar la cantidad de un elemento, en este caso el polvo presente en una muestra, en los filtros TSQUEST 3M EVM7 colocados en el monitor ambiental para material particulado, proporcionado por el Laboratorio de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba.

ABSTRAC

Keywords: Particulate material, concentration, dust, respiratory diseases, occupational diseases, health, workers, personal protection elements.

Currently, cases of respiratory diseases in civil engineering workers explain a large part of the physical impact of the company that is dedicated to this work. However, one of the main tasks of industrial health and safety is to minimize its harmful effects on the health of workers.

The purpose of this measurement is to evaluate the concentration of dust produced in the crushing process of rajón stone, work to which the workers of the company VIASCON S.A.S. are exposed. For this, the gravimetric method was used, which consists of analyzing the amount of an element, in this case the dust present in a sample, in the TSQUEST 3M EVM7 filters placed in the environmental monitor for particulate material, provided by the Industrial Engineering Laboratory. from the University of Córdoba.

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de aplicación y profundización se realiza a los trabajadores de obra de la empresa VIASCON S.A.S., los cuales se encuentran expuestos al riesgo químico por material particulado producido por el proceso de triturado de la piedra rajón.

El material particulado (PM) es un grupo de partículas sólidas y líquidas que se descargan directamente al aire, como hollín de diésel, polvo de carreteras, polvo agrícola y partículas, etc., producidas durante la producción. De acuerdo con la Resolución N° 610 de 2010, normativa colombiana para la calidad del aire, las partículas no se asentarán en un corto período de tiempo, sino que quedarán suspendidas en el aire por su tamaño y densidad. Estas partículas en suspensión son mezclas complejas de productos químicos y/o elementos biológicos, como metales, sales, materiales carbonosos, orgánicos volátiles, compuestos volátiles (COV), hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) y endotoxinas, que pueden interactuar entre sí, formando otros compuestos (ARCINIÉNAS, 2012)

Las consecuencias relacionadas con la presencia de altos niveles de material particulado en la atmósfera están altamente relacionadas con enfermedades cardíacas y pulmonares humanas, deterioro de materiales y otros efectos (ARCINIÉNAS, 2012); quienes desempeñan funciones en VIASCON S.A.S pueden verse afectados por enfermedades ocupacionales.

Por otra parte, para el Ministerio de Salud y Protección Social, una enfermedad laboral es una enfermedad causada por la exposición a las actividades laborales o los factores de riesgo inherentes al entorno en el que los trabajadores se ven obligados a trabajar (Ministerio de Salud y Protección Social, 2014). Es por eso que cada vez más empresas son conscientes de los riesgos que enfrentan sus trabajadores y buscan realizar tareas con un riesgo mínimo. Debido a la naturaleza de la actividad en la empresa, tareas como moler, triturar o extraer diferentes materiales generan nubes de polvo, que pueden ser de diferente tamaño e ingresar al trabajador por vías distintas, provocando enfermedades de tipos respiratorias, propias de las acciones desarrolladas en VIASCON S.A.S. A continuación, se observa la información relacionada en la tarea de trituración sobre la empresa VIASCON S.A.S., que genera material particulado y la cual presenta dicho riesgo. Se examinará

causas, consecuencias y tipología. Se explicará la metodología a utilizar para medir el material particulado en este caso, será el “Método Gravimétrico” de la UNE 81599 y UNE EN-689 “Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional”. El equipo a utilizar será Monitor Ambiental para Material Particulado TSQUEST 3M EVM7. Y finalmente, se encontrarán esperados por las mediciones.

2. OBJETIVOS

A continuación, se describe el objetivo general y los objetivos específicos para el desarrollo del presente trabajo, denominado EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO GENERADO POR EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE LA PIEDRA RAJON EN LA EMPRESA VIASCON S.A.S DEL MUNICIPIO DE CERETÉ.

2.1. Objetivos General

Evaluar la concentración de material particulado generado en el proceso de molienda en la empresa VIASCON S.A.S., utilizando el Monitor Ambiental para Material Particulado TSQUEST 3M EVM7, con el fin de comprobar el riesgo derivado de la exposición y establecer las medidas de prevención y control para reducir su impacto en la salud de los trabajadores y evitar la generación de enfermedades laborales.

2.2. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos describen las metas concretas que se esperan cumplir con el desarrollo del presente trabajo, bajo las directrices del objetivo general. Para el presente proyecto, se establecieron los siguientes:

- Establecer un diagnóstico del riesgo al material particulado que existe en la empresa VIASCON S.A.S., mediante la recopilación de información primaria para establecer una línea base del estado de salud de sus trabajadores.
- Describir la metodología e instrumento de muestreo a utilizar para ejecutar el monitoreo ambiental con el fin de realizar la medición de material particulado en el área de molienda de VIASCON S.A.S. trituración de materiales pétreos.
- Ejecutar la medida aplicando el método UNE 81599 “*Determinación del material de partículas (inhalador y fracciones de cría) en el aire*” en el proceso de triturado de piedra rajón, para determinar la concentración del material particulado de fracción respirable.
- Analizar los resultados obtenidos de la medición comparando con los TLV establecidos en la ACGHI versión 2017, con la intención de determinar el nivel de riesgo por la exposición a material particulado en el área de molienda de piedra rajón.

- Proponer las medidas de control para mitigar el riesgo por exposición a material particulado detectado en el lugar objeto de estudio, con el fin de que sean adoptadas por la empresa evaluada.

3. MARCO DE REFERENCIA

El presente marco referencial muestra algunos avances y aportes teóricos, conceptuales y de normatividad legal de diferentes autores en los últimos años, los cuales brindan un sustento, respaldo y guía al tema de interés de este trabajo de aplicación.

3.1. Sector De La Construcción

Colombia se destaca en América Latina por su índice de crecimiento económico sostenido, rasgo que se ha convertido en un factor decisivo para determinar la alta demanda de ingeniería civil e infraestructura en los sectores público y privado. Las empresas líderes en el campo de la ingeniería civil en Colombia deben invertir fuertemente en equipamiento y modernización para poder responder a la demanda. Actualmente en Colombia se están desarrollando diversas obras civiles de infraestructura vial (Autopistas doble calzadas, vías para Sistema Integrados de Transporte Masivo, recuperación de malla vial, vías secundarias y terciarias, etc.), para lo cual se mezcla una gran cantidad de asfalto (Vega, 2014). El sector de la construcción incluye, además, todas las actividades de las empresas en las que se fabrican insumos para esta industria. Estos productos incluyen: cemento, cal, yeso, plástico y caucho, herramientas, productos metálicos, productos cerámicos, piedra y arcilla, etc.

El sector de la construcción de Colombia ocupa el tercer puesto en el listado de grandes industrias de América Latina (\$ 22,1 mil millones en 2019), después de Brasil y México. Además, esta es una industria que contribuye al desarrollo económico del país, soportado en datos reportados en el año 2019, en la cual, la industria representó el 7,2% del PIB del país. En Colombia, se construye un promedio de 17,8 millones de metros cuadrados en áreas nuevas cada año; la superficie edificable permitida en el país fue de 23,1 millones de metros cuadrados, de los cuales el 80,8% del área permitida fue para viviendas, el 9,7% para comercio, el 3,6% para oficinas y el 27,2% para otro tipo de edificaciones. (INVESTINCOLOMBIA, 2021)

3.2. Factores De Riesgo Químico

Toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas. (Hena Robledo, 2015)

3.3. Agentes Químicos

Un agente químico es cualquier elemento o compuesto químico por sí mismo o mezclado, que puede estar en su estado natural o ser producido, utilizado o vertido en una actividad de trabajo, y que pudo haberse desarrollado o no intencionalmente.

Hay millones de productos químicos y muchos de ellos son peligrosos para nuestra salud. Podemos encontrarlos en forma de sustancias simples (por ejemplo, gasolina, cloro, ácido sulfúrico, asbesto, etc.) o por mezclas o soluciones de dos o más sustancias llamadas, incluso preparadas.

Producto químico peligroso es aquel que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores o para el medio ambiente debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas, y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo. Como estos agentes en contacto con el organismo pueden ocasionar daños, también se les conoce con el nombre de productos tóxicos. (ISTAS, 2018)

3.3.1. Agentes según su forma de presentarse

Los contaminantes químicos según su forma de presentarse se clasifican de la siguiente manera:

- Aerosoles: Un aerosol es una dispersión de partículas sólidas o líquidas, de tamaño inferior a $100\ \mu$ ($\mu = 1 \times 10^{-6}\ \text{m} = 0,000001$) en un medio gaseoso.
- Polvos: suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedente de procesos de disgregación; el tamaño de las partículas va desde la décima de micra

(milésima parte del milímetro) hasta unas 25 micras. Los polvos no se difunden en el aire y sedimentan por gravedad, en ausencia de corrientes de aire o campos electrostáticos. (0.1 y 25 μ)

- Nieblas: suspensión en el aire de pequeñas gotas de líquido que se generan por condensación de un estado gaseoso o por la desintegración de un estado líquido por atomización o ebullición, etc. El tamaño oscila desde la centésima de micra hasta unas diez micras. (0.01 y 10 μ)
- Brumas: suspensiones en el aire de pequeñas gotas de líquido, apreciables a simple vista y procedentes de condensación del estado gaseoso. Su tamaño va desde unas micras hasta cincuenta micras. (2 y 60 μ)
- Humos: suspensión en el aire de partículas sólidas originadas en procesos incompletos de combustión. Su tamaño es generalmente inferior a 0.1 μ ($< 0.1 \mu$)
- Humos metálicos: Suspensión en el aire de partículas sólidas metálicas generadas en un proceso de condensación del estado gaseoso, a partir de la sublimación del metal. Su tamaño es similar al del humo.
- Gases: fluidos amorfos que ocupan todo el espacio que los contiene, dando 760 mm de Hg de presión a 25 °C. Sus partículas son de tamaño molecular y, por tanto, se pueden mover por transferencia de masa o por difusión o gravedad (hacia abajo o hacia arriba si son más ligeros que el aire).
- Vapores: son la fase gaseosa de una sustancia generalmente sólida o líquida a 25°C y 760 mm de Hg de presión. El vapor puede pasar a sólido o líquido actuando bien sobre su presión o bien sobre su temperatura.

(Falagán Rojo, Canga Alonso, Ferrer Piñil, & Fernández Quintana, 2000)

3.3.2. Agentes químicos según sus efectos en el organismo

De acuerdo con la naturaleza del químico, los efectos que puede presentar en el organismo son:

- Irritantes: Inflamación en la región anatómica con la que entran en contacto, principalmente piel y mucosas del sistema respiratorio. Ej. Cloro, productos ácidos y alcalinos, etc.

- Asfixiantes: Impiden el aporte de oxígeno a los tejidos. Ej. Nitrógeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono, cianuros, etc.
- Anestésicos-Narcóticos: Depresores del sistema nervioso central. Su acción depende de la cantidad de tóxico que llega al cerebro. Ej. Hidrocarburos, alcoholes.
- Neumoconióticos: Son aquellas sustancias químicas sólidas, que se depositan en los pulmones induciendo neumopatías y degeneración fibrótica del tejido pulmonar. Ej. sílice cristalina, amianto, etc. Los polvos inertes, si bien no producen esta degeneración del tejido pulmonar, ejercen una acción como consecuencia de la acumulación de grandes cantidades de polvo en los alvéolos pulmonares, impidiendo la difusión del oxígeno a través de estos.
- Tóxicos-sistémicos: Se distribuyen por el organismo produciendo efectos agresivos en uno o más tejidos u órganos. Ej. plomo, magnesio, mercurio, metales pesados, etc.
- Alérgenos: Reacciones antígeno-anticuerpo descontrolada. Ej. isocianatos, polvo de ciertas maderas, etc.
- Carcinógenos: Inducen proliferación celular desordenada. Ej. amianto, benceno, compuestos hexavalentes de cromo, etc. •
- Teratógenos: Provocan malformaciones congénitas. Ej. dioxinas, mercurio, bifenilos policlorados (PCB), etc.
- Mutágenos: Actúan sobre el material genético, provocan alteraciones hereditarias. Ej. benzo – a – pireno, acetaldehído, formaldehído, estireno, etc.
- (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.3.3. Vías de entrada de los agentes a los organismos

Para que un agente químico penetre en el cuerpo humano, debe pasar por una cadena de defensas que este establece y que están formadas por una serie de barreras a las que el agente químico puede llegar por distintas vías. Las principales formas de penetración de contaminantes químicos en el cuerpo se mencionan a continuación:

- Vía respiratoria: Es la vía de entrada más importante para la mayoría de los contaminantes químicos en el campo de la Higiene Industrial. Cualquier sustancia suspendida en el aire

se puede inhalar, pero solo las partículas que tienen un tamaño adecuado, han alcanzado los alveolos. También afectará su solución en los fluidos del sistema respiratorio en su evidencia.

- Vía dérmica: Es la segunda forma de ingresar a la importancia. No todas las sustancias pueden penetrar a través de la piel, algunas lo hacen directamente y otras que los demás se venden por otras sustancias.
- Vía Ocular: Es una vía poco usual donde el ingreso de sustancias se efectúa a través de la mucosa conjuntiva del ojo, pudiendo generar daños locales severos. Los agentes químicos y/o biológicos pueden alcanzar de esta manera a través de protuberancias o aerosoles y por contacto con superficies impactadas, como los ojos con las manos contaminadas, etc.
- Vía digestiva: Esta vía es de poca importancia, salvo en operarios con hábitos de fumar, comer y beber en el puesto de trabajo.
- Vía parenteral: Es la penetración directa del contaminante en el organismo a través de una discontinuidad de la piel (herida, punción) (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016).

La guía práctica de contaminantes químicos en el entorno de trabajo define otros factores que deben considerarse al estudiar factores de riesgo químico, como el tiempo de exposición, las condiciones de trabajo y la susceptibilidad individual, que se explican a continuación (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016).

3.3.3.1. Tiempo de Exposición

La cantidad de producto absorbido por el cuerpo se llama dosis. En exposición ocupacional se utiliza la denominada "dosis de inhalación", que es generada por el producto de la concentración de contaminantes en el ambiente de trabajo y el tiempo de exposición a los contaminantes, es decir:

$$\text{Dosis Vía Inhalatoria} = \text{Concentración del Contaminante} * \text{Tiempo de Exposición}$$

Por otro lado, también se debe considerar la investigación sobre posibles exposiciones a través de la piel o vías digestivas, y estimar la importancia de estas exposiciones, no solo por los riesgos que

cada exposición puede causar, sino también por su contribución a la dosis total absorbida por el trabajador. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.3.3.2. Susceptibilidad individual

Existen entre los seres humanos amplias diferencias en la forma e intensidad de la respuesta a las sustancias químicas tóxicas. Las diferencias de susceptibilidad pueden atribuirse a diversos factores que pueden afectar la velocidad de absorción, la distribución en el organismo y la velocidad de biotransformación y/o excreción de una determinada sustancia. Entre los factores que intervienen en la susceptibilidad individual pueden mencionarse los siguientes:

- Las características constitucionales relacionadas con la edad y el sexo.
- Los estados patológicos preexistentes o un deterioro de la función de un órgano (no hereditario, es decir adquirido).
- Los hábitos alimentarios y de consumo de tabaco, alcohol y fármacos.
- La exposición simultánea a factores físicos (radiación, humedad, temperaturas sumamente bajas o altas y/o presiones del ambiente de trabajo).
- Las situaciones de coexistencia de tensión psicológica.
- La exposición simultánea a otras sustancias no necesariamente tóxicas (por ejemplo, a metales esenciales).
- Las posibles contribuciones de estos factores al aumento o la reducción de la susceptibilidad a efectos adversos sobre la salud, así como sus mecanismos de acción, son específicos de cada sustancia química. (Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social, 2016)

3.4. Material Particulado

La razón por la cual el material particulado PM_{2.5} es relevante, se debe principalmente a su influencia en el ambiente interior. En este ambiente, las personas pasan la mayor parte del tiempo en interiores y están expuestas a la concentración desde el exterior. Los mecanismos (ya sean naturales o mecánicos) han demostrado tener una alta permeabilidad. Incluso penetran partículas

del mismo orden de magnitud y concentración que el ambiente exterior. Hay tanta concentración que la entrada de partículas finas combinadas con fuentes internas hará que la calidad del aire interior sea menor que la calidad del aire exterior, aumentando así el riesgo de exposición al aire para las personas vulnerables.

Suele llamarse PM (particulate matter) seguido por un número que indica el tamaño de las partículas en micrómetros. El material de partículas finas PM_{2.5} corresponde a todas las partículas de tamaño menor a 2.5 micrones, mientras que PM₁₀ representa partículas menores a 10 micrones; esto significa que PM_{2.5} está contenido en PM₁₀. Las partículas con un tamaño entre 2,5 y 10 micrones se denominan partículas gruesas. El material particulado en suspensión total (TSP) contiene PM₁₀ y una parte inhalable de mayor diámetro, no se sedimentan en poco tiempo, pero debido a su tamaño y densidad, aún están suspendidos en el aire. Numerosos estudios alrededor del mundo muestran un vínculo entre los niveles de material particulado en el aire ambiente y la morbilidad y mortalidad de la población. Tanto la exposición a largo como a corto plazo a las partículas están relacionadas con la mortalidad. Las fuentes más importantes de PM₁₀ involucran procesos mecánicos como el asfalto y el desgaste de los neumáticos y frenos de los automóviles, los fenómenos de resuspensión, las actividades de construcción, los incendios forestales y las actividades industriales. En cuanto a las fuentes de PM_{2.5}, 5 de ellas fueron incendios forestales, emisiones de escape de automóviles e industria. (Castañeda Velandia & Méndez Alcázar, 2018)

El material particulado (PM) tiene un impacto negativo en la salud humana, que se manifiesta en particular en problemas cardiovasculares y respiratorios. Entre las enfermedades conocidas por estar relacionadas con la presencia de PM en el aire podemos mencionar: EPOC, asma ocupacional, alergias, bronquitis crónica por cáncer ocupacional o enfermedades ocupacionales como la silicosis, la asbestosis o el tabaco la causa del bajo nivel de trabajo. Los efectos negativos de las concentraciones de partículas en el aire dependen esencialmente del contaminante y sus propiedades (composición química, concentración, morfología, densidad y tamaño de partícula).

3.4.1. Efectos Del Material Particulado Sobre La Salud

El tamaño de las partículas se encuentra directamente vinculado con el potencial para provocar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro suponen los mayores problemas, debido a que pueden llegar a la profundidad de los pulmones, y algunas hasta pueden alcanzar el torrente sanguíneo.

La exposición a estas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Múltiples estudios científicos vincularon la exposición a la contaminación por partículas a una variedad de problemas, que incluye:

- Muerte prematura en personas con enfermedades cardíacas o pulmonares
- Infartos de miocardio no mortales
- Latidos irregulares
- Asma agravada
- Función pulmonar reducida
- Síntomas respiratorios aumentados, como irritación en las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.
- La exposición a la contaminación por partículas tiende a afectar en su mayoría a personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, niños y adultos mayores.
- AirNow puede ayudarlo a controlar la calidad del aire circundante, y protegerlo, al igual que a su familia, de los niveles elevados de PM (Environmental Protection Agency).

Cuando el polvo inhalado se queda adentro de los pulmones durante un tiempo, se puede dañar o destruir el tejido pulmonar, lo cual causa cicatrices en los pulmones que pueden llevar a enfermedades como la neumoconiosis y la silicosis. (Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, 2018)

Las neumoconiosis son un grupo de enfermedades que se caracterizan por la afección permanente del intersticio pulmonar, producto del acumulo de polvo inhalado en los pulmones y la reacción tisular que éste provoca. Dependiendo de la sustancia causante hay diferentes tipos de neumoconiosis, como la silicosis (sílice cristalina SiO_2); beriliosis (berilio); siderosis (hierro);

silicatosi (caolín, talco, asbesto) y neumoconiosis de la mina de carbón (carbón y SiO_2) (Pescador Vargas & Roa Culma, 2016).

La neumoconiosis se desarrolla después de varios años de exposición laboral y suele tardar por lo menos diez en manifestarse. En su forma más simple, generalmente no se asocia con síntomas respiratorios o signos físicos anormales, pero en su forma complicada se manifiesta con tos, disnea y, en ciertos casos, progresa a insuficiencia cardíaca derecha. (Varona, y otros, 2018)

El Decreto 1477 de 2021, modificado por el Decreto 676 de 2020, ubica a la Neumoconiosis (asociada con tuberculosis, cuyo factor de riesgo ocupacional es la sílice libre) como enfermedad laboral en el grupo IX – Enfermedades del Sistema Respiratorio bajo el código J65. Esta enfermedad se presenta en todos los trabajadores expuestos al sílice durante la extracción, producción, separación y utilización; tales como: trabajadores de las minas, túneles, canteras, operaciones de pulido y tallado, artesanos, trabajadores con cerámica, pulido de vidrio, picapedreros, etc. (Ministerio del Trabajo, 2014)

La piedra rajón es una roca que se encuentra clasificada dentro de los recursos minerales como roca caliza, esta roca es proveniente de La Cantera, ubicada a 18 kilómetros al sureste de la ciudad de Montería, sobre la carretera a Planeta Rica, la caliza tiene características para su utilización como materia prima para cemento, fabricación de concretos y asfaltos. A continuación, se relaciona los siguientes minerales analizados en la cantera de Montería: como son carbonato de Calcio CaCO_3 , trióxido carbonato de magnesio MgCO_3 , hierro Fe_2O_3 , aluminio Al_2O_3 de (Zambrano et al., 1965, pp. 4-10).

3.5. Marco Conceptual

Posteriormente, se presentan los conceptos fundamentales para el entendimiento del presente trabajo:

- **Acción correctiva:** acción para eliminar la causa de una no conformidad o un incidente y prevenir que vuelva a ocurrir. (ISO, 2018)
- **Actividad rutinaria:** Actividad que forma parte de la operación normal de la organización, se ha planificado y es estandarizable. (Ministerio del Trabajo, 2015)

- **Calibración:** Conjunto de operaciones que establece, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores indicados por un instrumento de medición, sistema de medición o valores representados por una unidad de medida y los valores conocidos correspondientes a una medición. Los resultados de la calibración permiten estimar errores en el instrumento de medición, sistema de medición, unidad de medida o en la asignación de valores arbitrarios. El resultado de una calibración puede registrarse en un documento llamado certificado de calibración o informe de calibración. (IDEAM)
- **Concentración de contaminantes:** Cantidad de contaminante en la unidad de volumen del aire o de los efluentes gaseosos, medida en condiciones normales de presión, volumen y temperatura.
- **Contaminante:** Cualquier sustancia introducida directa o indirectamente por el hombre en el aire ambiente que pueda tener efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto. (IDEAM)
- **Condiciones de salud:** El conjunto de variables objetivas y de auto-reporte de condiciones fisiológicas, psicológicas y socioculturales que determinan el perfil sociodemográfico y de morbilidad de la población trabajadora. (Ministerio del Trabajo, 2015)
- **Condiciones y medio ambiente de trabajo:** Aquellos elementos, agentes o factores que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores quedan específicamente incluidos en esta definición, entre otros: a) Las características generales de los locales, instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, materias primas, productos y demás útiles existentes en el lugar de trabajo; b) Los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia; c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el apartado anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores y; d) La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores ergonómicos o biomecánicos y psicosociales. (Ministerio del Trabajo, 2015)
- **Consecuencia:** Resultados en términos de lesión o enfermedad, de la materialización de un riesgo, expresado cualitativa o cuantitativamente. (GTC 45).
- **Enfermedad Laboral:** Es la enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral o del medio en el que el trabajador se ha visto obligado a trabajar. (Congreso de Colombia, 2012)

- **Evaluación del riesgo:** Proceso para determinar el nivel de riesgo asociado al nivel de probabilidad de que dicho riesgo se concrete y al nivel de severidad de las consecuencias de esa concreción. (Ministerio del Trabajo, 2015)
- **Exposición:** Palabra con la que se indica que una o varias personas permanecen sometidas a un riesgo o están bajo la acción de un agente contaminante que incide negativamente en las condiciones de seguridad o en su estado de salud. Esta se mide en tiempo o en frecuencias de tiempo, según el riesgo sea estable o se presente en determinados momentos de un proceso. (GTC 45).
- **Material particulado:** Término general aplicado a partículas sólidas de dimensiones y origen diferentes, que generalmente permanecen suspendidas en un gas durante algún tiempo. (IDEAM)
- **Medición:** proceso para determinar un valor. (ISO, 2018)
- **Monitoreo:** En el sentido más amplio de la palabra, medición repetida para seguir la evolución de un parámetro durante un período de tiempo. (IDEAM)
- **Muestra:** Parte de una población que se obtiene en un período de tiempo con (1) la atmósfera recogida retenida en un solo recipiente, o (2) con un componente separado acumulado en un todo. (IDEAM)
- **Partícula:** Masa discreta y pequeña de materia sólida o líquida. (IDEAM)
- **Peligro:** Fuente con un potencial para causar lesiones y deterioro de la salud. Los peligros pueden incluir fuentes con el potencial de causar daños o situaciones peligrosas, o circunstancias con el potencial de exposición que conduzca a lesiones y deterioro de la salud. (ISO, 2018)
- **Polvo:** Suspensión en el aire de partículas sólidas de tamaño pequeño procedentes de procesos físicos de disgregación. La gama de tamaño de las partículas de polvo es amplia, si bien, estos oscilan entre 0.1 y 25 μ .
- **Proceso:** Conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan, que transforma las entradas en salidas. (ISO, 2018)
- **Procedimiento:** Forma especificada de llevar a cabo una actividad o un proceso. (ISO, 2018)

- **Riesgo:** Efecto de la incertidumbre. Un efecto es una desviación de lo esperado - positiva o negativa. Incertidumbre es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad. (ISO, 2018)
- **Sistema de Gestión:** Conjunto de elementos de una organización, interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos, y procesos para lograr estos objetivos.
- **Tiempo de exposición:** Magnitud que mide el tiempo o frecuencias de tiempo en las cuales se tiene la exposición o contacto con los agentes de riesgo químico.
- **TLV-TWA (Threshold Limit Value - Time Weighted Average O Valor Umbral Límite - Media ponderada en el tiempo):** Es la concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de 8 horas y 40 horas semanales, a la cual la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos repetidamente día tras día sin sufrir efectos adversos. (NTP 244: Criterios de valoración en Higiene Industrial)
- **TLV- STEL (Threshold Limit Value – Short Term Exposure Limit O Valor Umbral Límite - Límites de exposición a corto plazo):** Límite de exposición de corto tiempo, que no se debe alcanzar cuando se trabaja por períodos cortos de 15 minutos, con una frecuencia máxima de cuatro veces por día dejando espacios de 1 hora entre exposición y exposición. (ARL SURA)
- **TLV-C (Threshold Limit Value – Ceiling o Valor Umbral Límite - Valor Techo):** Concentración instantánea o de techo, a la cual nunca se debe exponer un trabajador durante su labor. (ARL SURA)
- **Trabajador:** Persona que realiza trabajo o actividades relacionadas con el trabajo que están bajo el control de la organización. (ISO, 2018)
- **Valor límite:** Nivel fijado basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto, que debe alcanzarse en un plazo determinado y no superarse una vez alcanzado. (IDEAM)
- **Valoración del riesgo:** Consiste en emitir un juicio sobre la tolerancia o no del riesgo estimado. (Ministerio del Trabajo, 2015)

3.6. Marco Legal

Para efectos de establecer los lineamientos aplicables al presente estudio, se listan las siguientes normas vigentes en el territorio nacional:

Tabla 1. Marco legal

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIÓN 2400	1979	El ministerio de trabajo y protección social, establecen algunas normas en vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
LEY 09	1979	El ministerio de trabajo y seguridad social establece regular las prácticas de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.
LEY 23	1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones
DECRETO 1562	1984	El ministerio de salud reglamenta los títulos VII y IX de la Ley 09 de 1979, en cuanto a la vigilancia epidemiológica en el país.
RESOLUCIÓN 2346	2007	Ministerio de Trabajo y Seguridad Social Por la cual se regula la práctica de evaluaciones médicas ocupacionales y el manejo y contenido de las historias clínicas ocupacionales.
DECRETO 1072	2015	Ministerio del Trabajo. Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo que reúne en un solo decreto todas las normas de carácter reglamentario referentes a derechos laborales que se encuentran vigentes en Colombia.

NORMA	AÑO	DESCRIPCIÓN
RESOLUCIÓN 0312	2019	Ministerio del Trabajo Establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para las personas naturales y jurídicas.
Norma Española UNE 81599	2014	Esta norma describe el procedimiento a seguir y el equipo necesario para la determinación de las partículas en suspensión en el aire de los lugares de trabajo mediante su captación en un elemento de retención adecuado y su cuantificación gravimétrica.
DECRETO 1477	2014	Ministerio de Trabajo. Por lo cual se expide la tabla de enfermedades laborales.

4. ASPECTOS GENERALES DE LA EMPRESA

Seguidamente, se describe la presentación de la empresa objeto de este estudio:

4.1. Vías en Asfalto y Concretos “VIASCON” S.A.S

Vías en Asfalto y Concretos “VIASCON” S.A.S, es una empresa dedicada a la construcción de obras de ingeniería civil tales como vías, puentes, infraestructura civil en general, así como la producción, suministro y comercialización de hormigón, asfalto, y transporte de materiales pétreos y alquiler de maquinaria. Se encuentra ubicada en el municipio de Cereté, sobre la vía Cereté-San Carlos.



Figura 1. Logo de VIASCON S.A.S.

4.2. Plataforma Estratégica

La planeación estratégica es una herramienta para el proceso de planeación y gestión que tiene como objetivo proyectar la empresa en todas sus dimensiones (económica, social, política, institucional y ambiental) con la participación activa de los diferentes actores internos y externos, para la consecución de unos objetivos y metas determinados. Está compuesta en esencia por la: Misión, Visión, Valores y Objetivos Estratégicos.

4.2.1. Misión

Somos una compañía dedicada a la construcción de obras de ingeniería civil tales como vías, puentes, infraestructura civil en general, así como la producción, suministro y comercialización de hormigón, asfalto, y transporte de materiales pétreos y alquiler de maquinaria, satisfaciendo así las necesidades de nuestros clientes mediante el aprovechamiento de equipos, tecnología y personal calificado, cumpliendo con los más altos estándares de calidad, protección del medio ambiente, responsabilidad social y seguridad y salud en el trabajo.

4.2.2. Visión

Vías en Asfalto y Concretos “VIASCON” S.A.S continuará consolidándose como empresa líder para el año 2026 a nivel regional en el sector de la Construcción de obras de ingeniería civil en general, contribuyendo así al desarrollo de nuestro país.

4.2.3. Valores

- Compromiso
- Liderazgo
- Trabajo en equipo
- Respeto
- Integridad

4.2.4. Objetivos Estratégicos

- Ser una Empresa líder en el sector de la Construcción de Obras de Ingeniería Civiles en General.
- Extender nuestros servicios a todos los clientes que lo necesiten.
- Crear productos y servicios más innovadores en el sector de la construcción
- Mejorar y mantener la seguridad y salud en el trabajo.
- Desarrollar las habilidades de liderazgo en el sector.
- Ampliar la oferta de servicios en el sector.
- Ofrecer una amplia gama de servicios a nuestros clientes con la más alta calidad.
- Ser una compañía sostenible en el sector.

4.3. Mapa De Procesos

Para el funcionamiento integral de la empresa VIASCON S.A.S., se tienen tres (3) tipos de procesos: los procesos Estratégicos, procesos Operativos y procesos de Soporte. Estos procesos se encuentran interrelacionados entre sí y se componen de la siguiente manera:

- En los procesos Estratégicos podemos encontrar la *planificación del Sistema de Gestión de Calidad*, para lograr organizar, planear, ejecutar y controlar las actividades necesarias para el desarrollo de la misión, a través de la prestación de servicios con altos estándares de calidad; la *evaluación de riesgos* para mitigar afectaciones posibles de los trabajadores; *evaluación de satisfacción de clientes*; y *recursos humanos* ubicándolos como parte importante y necesaria para alcanzar los objetivos institucionales.
- En los procesos operativos, encontramos los pasos para obtener los productos y *servicios* de la empresa. Se inicia con la *recepción de materia prima*, luego pasa a un proceso de *transformación* en el área de molienda de piedra rajón, posteriormente se *clasifica el producto* de acuerdo con su tamaño y se ingresa a las tolvas de la *planta asfáltica*, luego pasa

el proceso de mezclado teniendo en cuenta su dosificación, sigue al horno hasta que llegue al punto y la consistencia deseada. Finalmente, se obtiene el asfalto.

- En los procesos de apoyo, tenemos los procesos de compra, infraestructura, facturación, recursos tecnológicos y recursos financieros; los cuales se encargan de proveer los recursos monetarios y las materias primas e insumos necesarios para que todos los procesos de la empresa se desarrollen de forma efectiva.

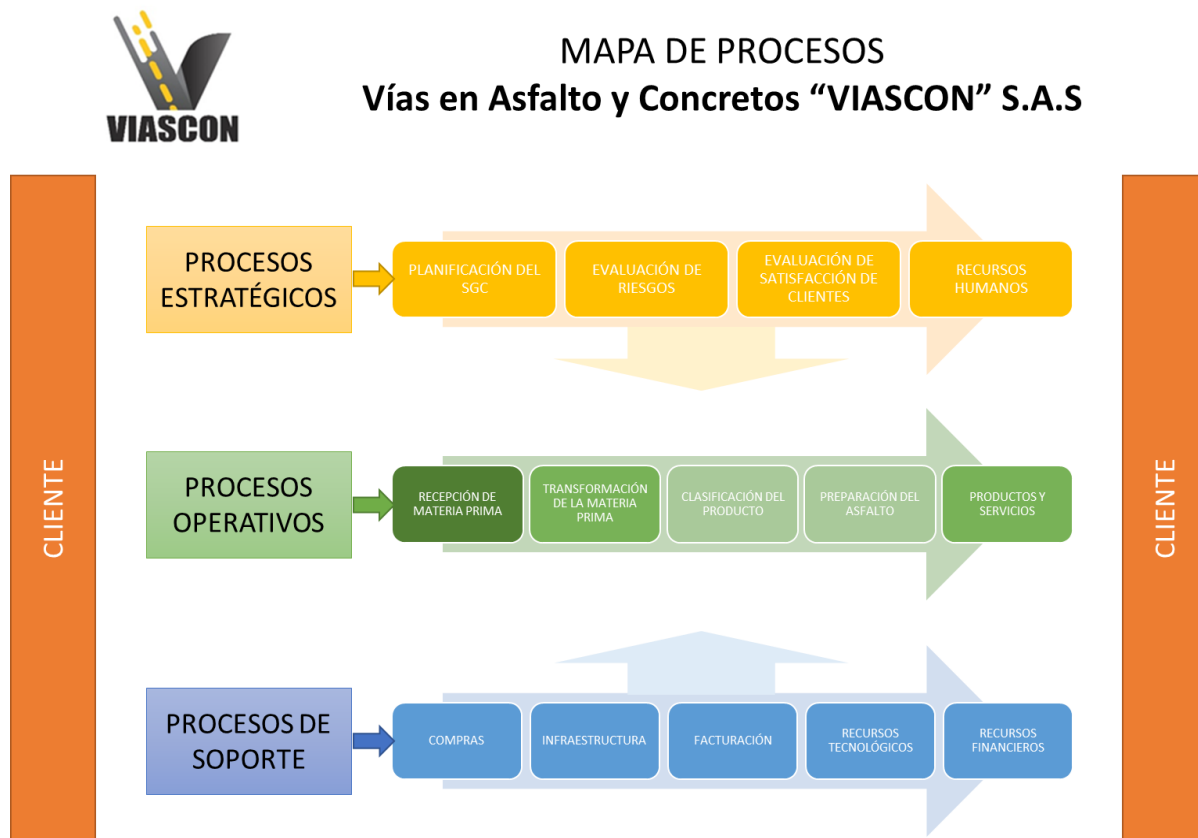


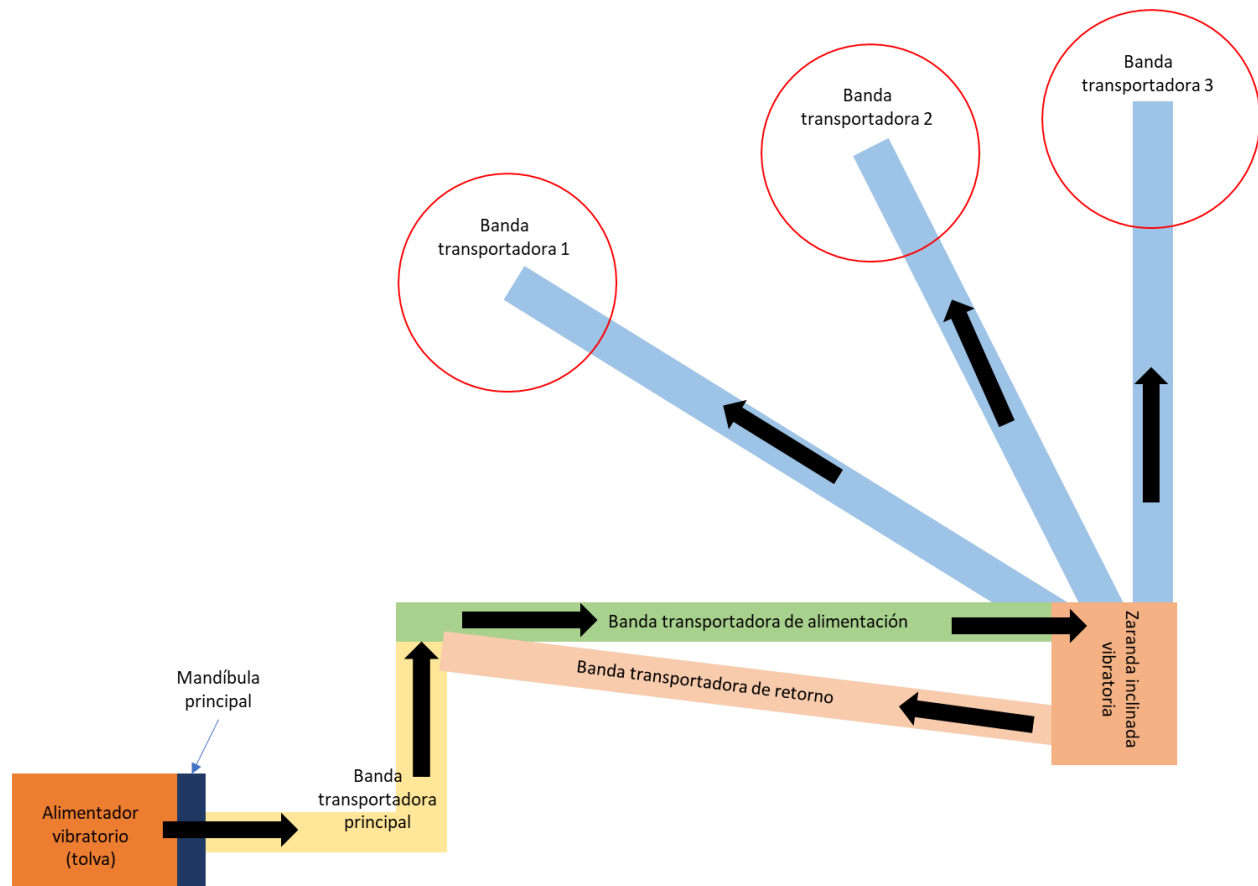
Figura 2. Mapa de procesos de VIASCON S.A.S.

Fuente: VIASCON S.A.S.

El proceso de triturado empieza con la alimentación de las tolvas con el material (piedra rajón), donde llega a la mandíbula de la máquina trituradora y fragmenta la piedra; posteriormente pasa por una banda donde se transporta el material hacia arriba donde se encuentran ubicadas unas mallas de diferente espesor que clasifica el producto en tres diferentes tamaños (1”, ½” y ¾”). Si queda alguna piedra que no cumple con los espesores requeridos es inmediatamente pulverizado

por la segunda trituradora de cono, que completa el tamaño requerido, de modo que el material se devuelve a la cinta transportadora, donde se vuelve a clasificar y se almacena en la terraza como se indica en el siguiente esquema:

Figura 3. Planta Trituradora



Fuente: Autores

El área de equipos de trituración incluye sitios para apilar o almacenamiento temporal de materiales, rutas maniobrables y otros equipos como cintas transportadoras y de transporte de materiales, componente móvil principal, pulmón, componente móvil secundario y cintas transportadoras para materiales triturados y separados por tamaño.

Información General

La estación de trituración móvil es:

- Sector primario (alimentador vibratorio, mandíbula primaria, banda transportadora principal).
- Sector secundario (banda alimentadora, zaranda inclinada vibratoria, tres (3) bandas transportadoras de salida, un y una (1) banda transportadora de retorno.

La capacidad de producción de la estación de trituración móvil es de: piedra de ½”- ¾” con una producción de 19 m³/h. El horario comercial se determinó de lunes a viernes de 7:00 am a 5:00 pm; y sábados de 7:00 am a 12:00 m.

Operación

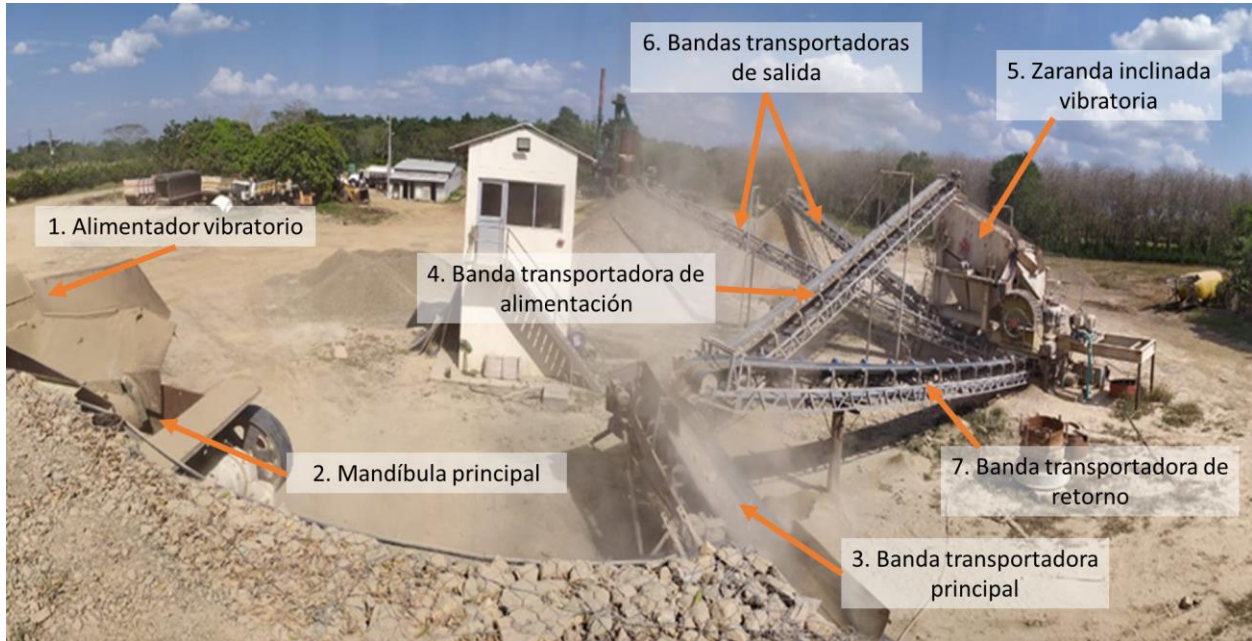
El funcionamiento de la planta de trituración se compone de dos sectores:

- Sector principal: En este grupo, se inicia el proceso de trituración de materiales. Los materiales cargados y transportados por medios mecánicos (retroexcavadora tipo pajarita) son llevados al alimentador vibratorio, que tiene una capacidad de 8 m³. El tamaño de la grava entrante es de aproximadamente 680 mm. Consiste en un alimentador principal vibratorio AV-55 y una trituradora de mandíbula principal METSO C-100. El alimentador principal es operado por un motor eléctrico de 30 HP con un diámetro de 30"x10" y una (1) banda transportadora principal.
- Sector secundario: una (01) banda transportadora de alimentación, una zaranda vibratoria 2 * 1, dividida en dos capas, tres (3) bandas transportadoras de salida, una (1) banda transportadora de retorno, que consta de banda de 18” de ancho x 5,9 m de largo y cinta apiladora de 12 m *18”.

Tabla 2. Partes de la máquina trituradora

Alimentador vibratorio
Mandíbula principal
Banda transportadora principal
Banda transportadora de alimentación
Zaranda inclinada vibratoria
Bandas transportadoras de salida

Fotografía 1. Área de triturado VIASCON S.A.S



Fuente: Autores

Fotografía 2. Zona de alimentación vibratoria o tolva



Fuente: Autores

4.3.1. Jornadas de trabajo

Todos los procesos, tanto administrativos como operativos se desarrollan de lunes a viernes de 7:00 am a 5:00 ppm, con descanso para almuerzo de 12:00 m a 1:00 pm; los sábados se labora de 7:00 am a 1:00 pm jornada continua.

El proceso de molienda o triturado se encarga básicamente de moler la materia prima (piedra rajón) en su estado natural para convertirla en material triturado de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1", esto se logra con la ayuda del equipo principal de este proceso: Trituradora.

4.3.2. Áreas de trabajo

El área objeto de estudio es la ocupada por el proceso de trituración de piedra rajón, que consta de dos (2) operadores y dos (2) auxiliares con una jornada laboral de 9 horas diarias.

4.3.3. Materias primas e insumos

La materia prima utilizada en el proceso de Trituración es principalmente la *piedra rajón*.



**Fotografía 3. Materia prima sin procesar
(piedra rajón)**

Fuente: Autores



Fotografía 4. Material procesado de $\frac{3}{4}$

Fuente: Autores

Luego del proceso de trituración y transformación en asfalto, es llevada al Laboratorio de Control de Calidad para determinar la densidad apropiada para su distribución.

4.3.4. Máquinas e insumos

En la siguiente tabla se listan los equipos y máquinas utilizados únicamente en el proceso de molienda de la piedra rajón.

Tabla 3. Máquinas y equipos en el proceso de triturado

EQUIPOS Y MÁQUINAS	FUNCIÓN PRINCIPAL	IMAGEN
Retroexcadora tipo pajarita	• Transportar la materia prima (piedra rajón) hacia la tolva de la trituradora. • Transportar el material triturado hacia la planta asfáltica.	
Trituradora	Fraccionar en diferentes tamaños la piedra rajón para sus diferentes usos. Ver partes de la trituradora en la Figura 3.	

4.3.5. Organigrama

La estructura jerárquica de la empresa VIASCON SAS se encuentra encabezada por la *Asamblea de Accionista* y el *Gerente*.

Los procesos de la empresa están distribuidos en 3 áreas: *Área Administrativa*, *Área Operativa* y *Área de Mantenimiento*. Las cuales se encuentran conformadas de la siguiente manera:

Área Administrativa: esta área consta de 4 cargos:

- **Contador:** encargado del estado financiero y los libros contables de la empresa, vela porque se cumpla la legislación y los procedimientos establecidos, así como también documenta informes financieros, maneja registros, elabora balances de ingresos y gastos, maneja la nómina de empleados y otras funciones o responsabilidades que asigne el Gerente.
- **Auxiliar Contable:** encargados de ejecutar los asientos contables, análisis de cuentas, gastos generales, costos, y las demás funciones o responsabilidades que asigne el contador.
- **Líder de Talento Humano:** responsable de seleccionar y contratar el personal idóneo para cada labor, realizar afiliaciones, tramitar permisos y otras funciones o responsabilidades que asigne el Gerente.
- **Líder de SG SST:** encargado del diseño e implementación del sistema de gestión en seguridad y salud en el trabajo, cumpliendo con lo establecido en cada una de las reglamentaciones vigentes.

Área Operativa: esta área consta de 3 departamentos: *Producción De Asfalto*, *Proceso De Trituración* y *Laboratorio*.

- **Producción de Asfalto**

- **Operador de planta de asfalto:** encargado de manipular la tolva, el horno y el líquido asfáltico en la planta asfáltica.

- **Proceso de Trituración:** proceso en el que se fracciona en diferentes tamaños la piedra rajón para sus diferentes usos.
- **Operador de trituradora:** encargado de manipular la maquina triturado.
- **Operador de maquinaria amarilla:** encargado de transportar el material triturado hacia la máquina trituradora y hacia la planta asfáltica.
- **Laboratorio:** donde se mide la densidad del asfalto
- **Laboratorista:** encargado de tomar las muestras de asfalto y analizarlas.
- **Auxiliar de laboratorista:** encargado de colaborar en sus funciones al laboratorista.

Área de Mantenimiento: esta área consta de 2 cargos.

- **Jefe de mantenimiento:** se encargan de realizar los mantenimientos preventivos y correctivos a todos los equipos, maquinarias y herramientas que posee la empresa.
- **Auxiliar de mantenimiento:** mantenimientos periódicos a los vehículos y maquinarias de la empresa y otras funciones que le asigne el jefe de mantenimiento.

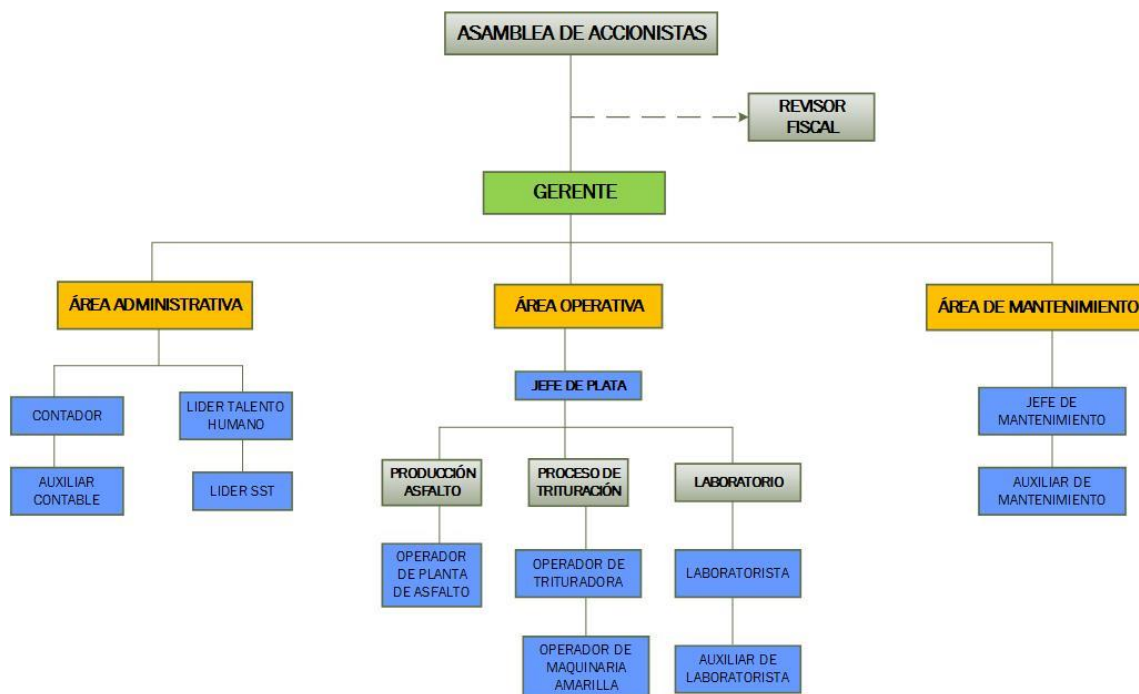


Figura 4. Organigrama

Fuente: VIASCON S.A.S.

4.4. Aspectos De La Visita Técnica

Las emisiones generadas en el proceso de producción de agregados están compuestas principalmente por material particulado (PM) y material particulado con un diámetro menor a 10 micrones (PM₁₀). Estos materiales particulados se descargan en diferentes operaciones de equipos de trituración como el procesamiento de piedra, el transporte, el proceso de alimentación de la tolva, el cribado, el triturado y el almacenamiento. Otras fuentes de grandes cantidades de emisiones es el acceso hacia la planta, el cual se encuentra sin pavimentar, para los vehículos encargados de transportar materias primas y materiales de procesamiento; igualmente, en proceso de almacenamiento de agregados (para el cargue y descargue de materiales en una pila o mediante acciones) causados por fuertes corrientes de viento. El rodamiento de camiones y equipos de carga en el área de almacenamiento de pilas, también generan emisiones de polvo.

De acuerdo a lo anterior, se puede determinar que los puntos de emisión de material particulado son:

- Descarga de los camiones y alimentación vibratoria (alimentador vibratorio).

- Bandas transportadoras
- Trituración Primaria
- Zaranda vibratoria
- Cargue y Transportadores de material Tamizado
- Acopio de material crudo y procesado
- Vías destapadas del área de influencia directa del proyecto

5. METODOLOGIA Y TRABAJO DE CAMPO

Tipo de estudio o investigación

El estudio que se realiza es de corte descriptivo, en el que se realizó una encuesta a los trabajadores con el fin de conocer sus opiniones, actitudes o comportamientos frente a las actividades que realiza la empresa VIASCON S.A.S.

Las mediciones correspondientes se llevarán a cabo de acuerdo con los valores elegibles de la exposición al peligro del material de partículas generado por el proceso de trituración de Piedra de Rajón, es por eso que se utilizará como un tipo de metodología de muestreo de la exposición estándar de la norma UNE EN-689, “Exposición en el lugar de trabajo. Medición de la exposición por inhalación de agentes químicos. Estrategia para verificar la conformidad con los valores límite de exposición profesional”, por lo que las medidas se determinarán en el área de trabajo de acuerdo con los desplazamientos operativos del proceso.

5.1. Sitio De Medición

La medición de material será aplicada al personal operativo expuesto al riesgo en el área de trituración de la empresa VIASCON S.A.S. En este caso el Operador de la trituradora encargado de manipular la maquina triturado.

5.2. Diagnóstico

Para este trabajo, se aplicó encuesta a los trabajadores previo a la toma de muestras en campo, específicamente a los operarios del área de trituración de la empresa conformada por cinco (5) personas. En este formato se tomaron datos relacionados a las condiciones en que desarrollan su trabajo, datos del proceso y factores higiénicos. El diseño de la encuesta aplicada se presenta en el **anexo 9.2.**

Los resultados se presentan a continuación:

Datos de los trabajadores: El área de triturado cuenta con cinco personas, entre los 27 y 55 años, desempeñando funciones de conductor, operador de trituradora, auxiliar de control de maquina y

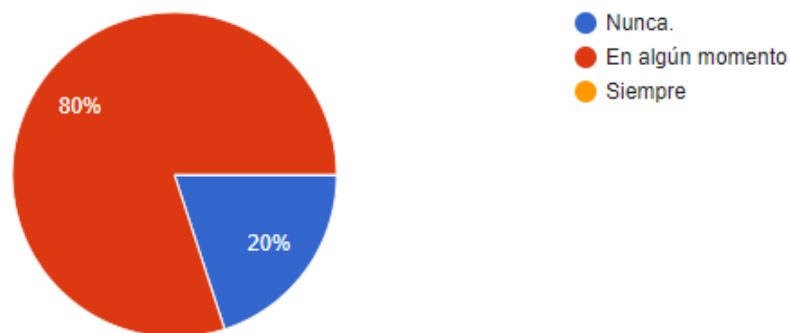
auxiliares de la trituradora. Las antigüedades en la empresa están entre los seis (6) y ocho (8) meses al igual que la antigüedad en el cargo.

Datos del proceso: La jornada de trabajo comprende desde las 8:00 am a 12:00 m y 1:00 pm a 5:00 pm en la que están todos los operadores. En esta área solo se utiliza como materia prima la Piedra Rajón y se emplean maquinas en el proceso como retroexcavadora y la trituradora.

Factores higiénicos: Los encuestados respondieron que las enfermedades laborales a las que consideran se encuentran expuestos son afectaciones auditivas, respiratorias, osteomusculares y estrés, que están influenciados por la exposición al polvo y ruido.

Las siguientes respuestas fueron tabuladas y el análisis de los resultados es el siguiente:

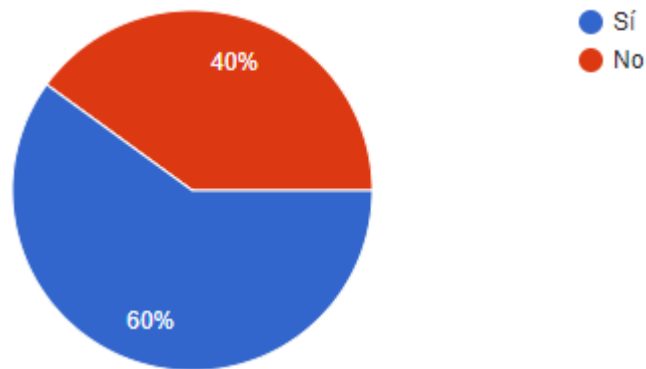
¿Ha presentado alguna vez irritación en las vías respiratorias, dificultad para respirar, asma, irritación en los ojos y/o nariz, alergias o afectaciones en la piel?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 80% de los encuestados, afirma que el algún momento sí presentó afectaciones por la exposición en el trabajo, el 20% afirma que nunca ha presentado estas molestias y ninguno afirmo haberlas presentado siempre. Los síntomas presentados obedecen a irritación en los ojos, dolor de garganta, alergias y estornudos.

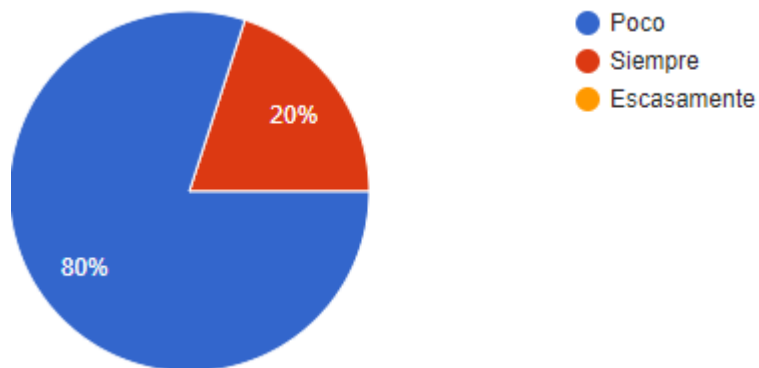
¿Usted Fuma?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 60% de los trabajadores encuestados fuma, mientras que el 40% restante no lo hace.

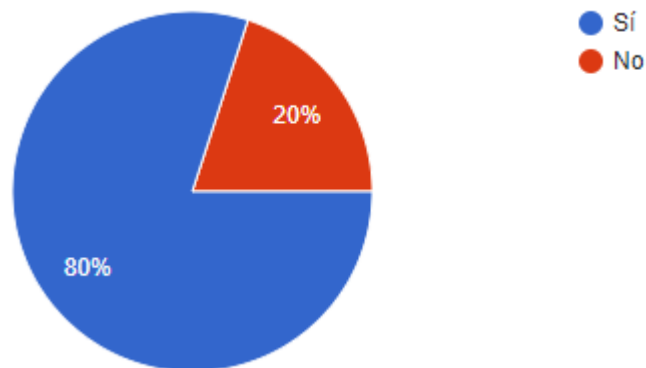
¿Presenta usted dolor de cabeza?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 80% ha presentado poco dolor de cabeza, el 20% presenta dolor de cabeza siempre y ninguno contestó que presenta dolor de cabeza escasamente.

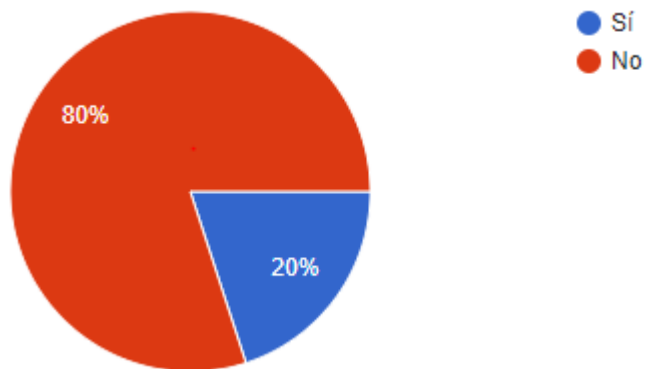
¿Presenta usted dolor de espalda y cuello?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

EL 80% de los encuestado afirma presentar dolor de espada y cuello, mientras que un 20% afirma que no presenta este malestar.

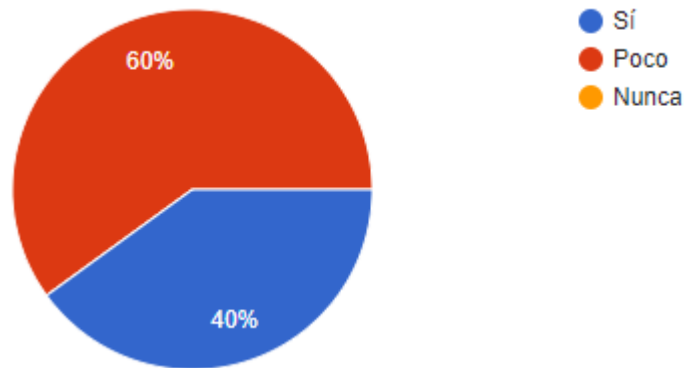
¿Ha presentado dificultad respiratoria en algún momento?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 80% ha presentado en algún momento dificultad respiratoria y el 20% restante si ha presentado dificultades respiratorias.

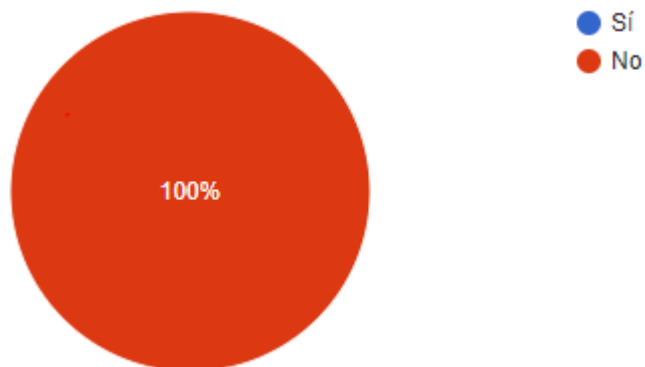
¿Presenta usted gripa frecuentemente?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 60% ha presentado poca gripa, el 40% si ha presentado gripa de forma frecuente y el 0% nunca ha presentado gripa.

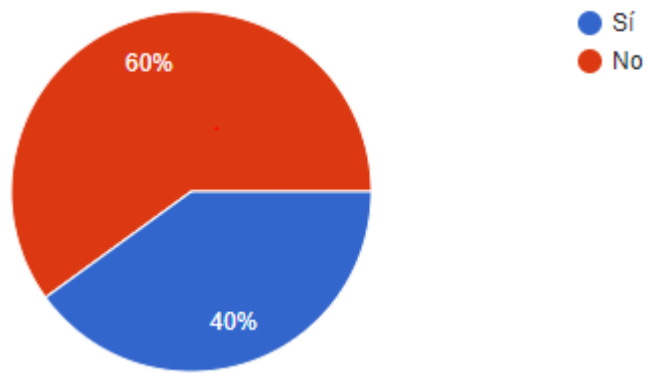
¿Presenta usted fiebre constantemente?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 100% no presenta gripa constantemente.

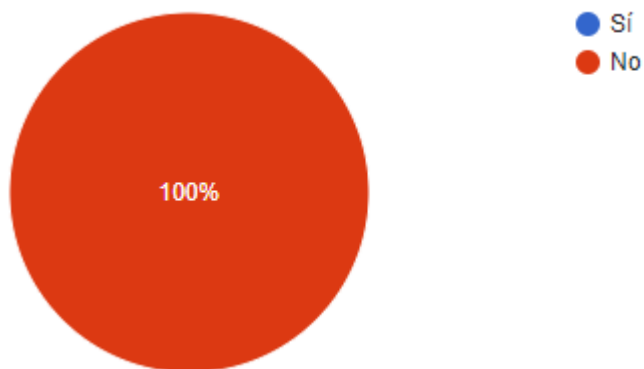
¿Usted ha presentado tos durante el tiempo que se encuentra laborando en la empresa?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 60% no ha presentado tos durante el tiempo que lleva trabajando en VIASCON S.A.S., y el 40% si ha presentado este síntoma.

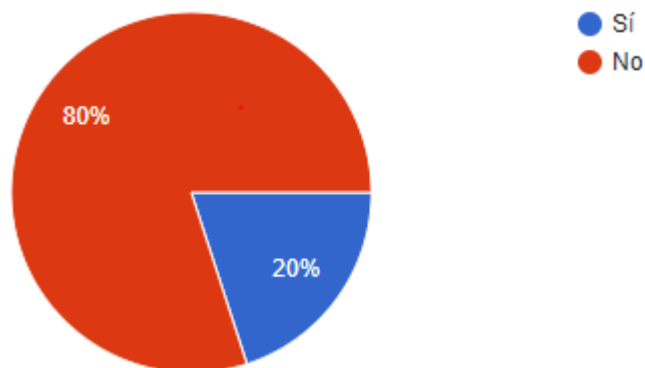
¿Ha presentado usted dolor en el pecho?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 100% de los encuestados no ha presentado dolor en el pecho.

¿Ha bajado de peso?



Fuente: Encuesta higiénica aplicada

El 80% de los trabajadores encuestados no ha bajado de peso, relacionado con la exposición al polvo; y el 20% si ha bajado de peso.

La empresa VIASCON S.A.S, a la fecha están implementado riego de agua con manguera esporádicamente, los trabajadores en conversación con ellos comentan que las medidas tomadas por la empresa para mitigar la exposición del polvo no son suficientes.

Las preguntas relacionadas con factores higiénicos se enfocaron en los síntomas asociados a enfermedades afines al material particulado. Los resultados obtenidos permiten inferir, que hasta la fecha en la que los trabajadores de la empresa se encuentran expuestos a material particulado proveniente del proceso de triturado de piedra rajón, han presentado síntomas asociados a la exposición por la actividad rutinaria y se deben tomar medidas correctivas que permitan que las condiciones de salud de los empleados, sean óptimas en todo momento.

5.3. Metodología y Técnica De Medición

La metodología de medición y procedimientos para su ejecución son avalados por el Organismo de Normalización Española mediante la técnica de medición UNE EN-689 “Determinación de material particulado (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método Gravimétrico” y el Monitor Ambiental para material particulado TSQUEST 3M EVM7.

La muestra de flujo de aire contaminado se realizará mediante el instrumento: Monitor Ambiental para material particulado TSQUEST 3M EVM7, este instrumento requiere de un filtro de 37 mm

de Polivinilo de Cloruro (PVC) el cual recepciona el flujo de aire y lo capta como muestra de acuerdo al ajuste del material contaminante determinado, por ende, el procedimiento preoperacional indica la calibración con flujo de 1.67 litros por minuto (L/m) para la muestra y pesaje del filtro en el laboratorio.

Figura 5. Monitor Ambiental para Material Particulado TSQUEST 3M EVM7



Fuente: Guía de inicio rápido 3M-Serie EVM, 2012

En la siguiente tabla se resume los métodos y procedimientos aplicados para desarrollar la presente medición higiénica:

Tabla 4. Métodos y procedimientos de medición

Elemento de Estudio	Método	Medio de Recolección	Flujo de Calibración	Técnica de análisis
Material Particulado	Método Gravimétrico UNE 81599	Filtro de PVC 37 mm	1,67 litros por minuto	Gravimetría

Fuente: UNE 81599 “Determinación de materia particulado (fracciones inhalable y respirable) en aire. Método Gravimétrico”.

La técnica de análisis se realizará bajo el método de Gravimetría, en este caso, los filtros son pesados preoperacionalmente y postoperacionalmente con ayuda de una balanza de referencia OHAUS- PIONNER.

Figura 6. Balanza de referencia OHAUS- PIONNER



Fuente: Manual de instrucciones OHAUS- PIONNER

5.4. Normas Y Reglamentos Utilizados

Para la realización de las evaluaciones, se tendrán en cuenta los valores TVL (Valor Umbral Límite) definidos por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) versión 2017. los cuales son aceptados en nuestro país mediante la resolución 2400 de 1979 en su artículo 154 emanada del ministerio de Trabajo y Seguridad Social, que hoy en día se llama Protección Social.

Estos valores están establecidos para una jornada de trabajo de 8 horas día y una semana laboral de 40 horas y como en Colombia la jornada laboral es de 48 horas semanales, se debe realizar una corrección mediante el modelo BRIEFF Y ESCALA, en el que se obtiene un factor de corrección para una exposición de 48 horas semanales que resulta de aplicar la siguiente fórmula:

$$F.C = \left(\frac{40}{HS}\right) X \left(\frac{168 - HS}{128}\right)$$

En donde HS son horas por semana (48 horas/semana en Colombia). Reemplazando HS en la formula obtenemos el resultado mostrado a continuación:

$$F.C = \left(\frac{40}{48}\right) X \left(\frac{168 - 48}{128}\right) = 0.7812$$

Para conocer el valor del TLV corregido, basta con multiplicar el FC calculado, por el TLV propuesto:

$$TLV_C = F_C \times TLV$$

Según la TLV's and BEI's -ACGIH,2017, el TLV del *Polvo respirable* es de 3.0 mg/m³. Multiplicando el Factor de conversión (FC) por el TLV de la sustancia, obtenemos:

$$TLV_C = 0.7812 \times 3 = \mathbf{2.34375}$$

El TLV_C para la sustancia es de 2.34375 mg/m³.

5.5. Criterios De Valoración O Priorización

Determinación del Índice de Riesgo: Este valor indica la gravedad de la exposición al factor de riesgo y se expresa como un resultado numérico de la relación entre la concentración promedio ponderada de un contaminante particular y el valor límite permitido para dicho contaminante:

$$IR = \text{Concentración} / TLV$$

Se utiliza para la presentación de los resultados, del grado de riesgo un código de colores para facilitar su interpretación así:

- **Rojo:** Alto Riesgo, superior al Valor Limite Umbral. Requiere intervención inmediata. La relación es superior a 1.
- **Amarillo:** Prevención, el valor se encuentra entre el Nivel Limite Umbral y el Nivel de Acción. La relación está entre 0.5 y 1.
- **Verde:** Por debajo del nivel de acción. La relación es inferior de 0.5 Mantener controladas estas condiciones.

5.6. Medición Higiénica

Antes de iniciar con el trabajo de medición en el puesto de trituración de piedra rajón, se enviaron 4 filtros al laboratorio de Aguas de la Universidad de Córdoba, los cuales fueron pesados dentro del cassette en una balanza Analítica digital OHAUS PA214 y enviados de regreso debidamente rotulados, cada uno empacado en una bolsa de cierre hermético Ziploc. Los resultados obtenidos en el laboratorio fueron los siguientes:

Tabla 5. Peso inicial de los filtros

N° Filtro	1	2	3	4
Peso Inicial (g)	21,2732	21,2504	21,3296	21,3183

Fuente: Laboratorio de Agua, Universidad de Córdoba, 2021

Se hace la calibración del equipo y se realiza la primera medición el lunes 10 de mayo de 2021 de 8:09 am hasta las 12:09 pm, ubicando el equipo de medición a 5,2 metros de distancia de la trituradora y a una altura de 1,50 metros teniendo en cuenta la altura de los trabajadores y la ubicación de las vías respiratorias. Siguiendo los protocolos de medición, se procedió a insertar el filtro #1 en el equipo de medición y se dejó el filtro #2 por fuera del equipo de medición como filtro blanco. Se reportó en el ambiente una temperatura promedio de 31°C, donde la temperatura más alta registrada fue de 34,2°C y la más baja de 28,9 °C. En cuanto a humedad relativa del ambiente se reportó un promedio de 83,79%, donde la humedad más alta fue de 87,85% y la más baja de 79,72%.



Ilustración 1. Medición de material particulado en campo

Fuente: Autores

La segunda medición el mismo día, de 1:15 P.M. hasta las 5:15 P.M. ubicando el equipo de medición de igual forma que en la medición realizada en las horas de la mañana. Se usaron los filtros #3 en el dispositivo y #4 fuera del mismo como filtro blanco. Se reportó en el ambiente una temperatura promedio de 31,4°C, donde la temperatura más alta registrada fue de 33°C y la más baja de 30,1 °C. En cuanto a humedad relativa del ambiente se reportó un promedio de 77,89%, donde la humedad más alta fue de 81,93% y la más baja de 73,85%.

Los datos recolectados sobre hora, duración, temperatura y humedad fueron extraídos del instrumento de medición TSQUEST 3M EVM7 y se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6. Datos de medición

N° Filtro	Hora de inicio	Hora de paro	Duración	Promedio de temperatura	Humedad Relativa promedio
1 y 2	8:09:05 a. m.	12:09:44 p. m.	4:00:39	31 °C	83,79%
3 y 4	1:15:43 p. m.	5:15:46 p. m.	4:00:03	31,4 °C	77,89%

Fuente: Autores

Finalizado el trabajo de campo, se enviaron las muestras al laboratorio de Aguas de la Universidad de Córdoba para que fueran pesadas nuevamente con la muestra recogida.

5.7. Análisis de resultados

Para el análisis de los resultados primeramente se hallan las concentraciones de cada muestra a partir del caudal del equipo usado para la medición, el tiempo de medición y la diferencia de los pesos inicial y final de los filtros, para esto se tiene en cuenta que:

$$c = \frac{p}{v}$$

Donde,

c = *Concentración*

p = *Peso*

v = *Volumen*

Luego de hallar las concentraciones de cada muestra se calcula la concentración media ponderada de la jornada de medición (8 horas), la cual es calculada teniendo en cuenta los criterios propuestos en la norma UNE-EN 689 "Atmósferas en el lugar de trabajo. Directrices para la evaluación de la exposición por inhalación de agentes químicos para la comparación con los valores límite y estrategia de la medición" donde se especifica que cuando se tienen varias muestras consecutivas durante todo el periodo de muestreo se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$c_m = \frac{\sum_{i=1}^n c_i t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \times \frac{T}{8}$$

Calculada la concentración media de la jornada de trabajo (8 horas) se realiza comparación con el TLV corregido; para realizar dicha corrección en el TLV existen diferentes modelos, entre los cuales se destaca (y los TLVs recomienda) el modelo BRIEFF Y ESCALA el cual propone la siguiente ecuación:

$$F.C = \left(\frac{40}{HS}\right) \times \left(\frac{168 - HS}{128}\right)$$

Posterior al cálculo del TLV corregido se analizan los resultados obtenidos calculando el Índice de Riesgo (IR). Los resultados se encuentran a continuación:

Tabla 7. Resumen de resultados

N° DE FILTRO	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Diferencia de peso (g)	Diferencia de peso (mg)	Caudal (L/min)	Tiempo de medición (min)	Volumen (L)	Volumen (m³)	Concentración (mg/m³)	Concentración media (mg/m³)	TLV (mg/m³)	TLV corregido (mg/m³)	IR (%)
1	21,2732	21,2982	0,025	25	1,67	240,65	401,89	0,4019	62,2068	63,0329	3	2,3438	26,89
2 (blanco)	21,2504	21,2639	0,0135	13,5	-	-	-	-	-				
3	21,3284	21,354	0,0256	25,6	1,67	240,05	400,88	0,4009	63,8590				
4 (blanco)	21,3083	21,3226	0,0143	14,3	-	-	-	-	-				

Fuente: Autores

En la Tabla 7 podemos observar que al calcularse el IR el resultado es mayor que 1, tomando en cuenta la ACGIH el grado de riesgo es alto, esto indica que el material particulado generado por el proceso de triturado se encuentra fuera de los límites permisibles, superior al Valor Limite Umbral y que a su vez requiere intervención inmediata, es decir, controles en la fuente, medio y/o en los trabajadores para prevenir futuros casos de enfermedades laborales.

Analizando los resultados obtenidos en cada filtro por individual, se puede observar que se obtuvo un peso mayor en los filtros 3 y 4, los cuales fueron usados en la segunda medición que fue realizada en las horas de la tarde. Teniendo en cuenta los datos que nos suministra la Tabla 6 con respecto a humedad relativa que se presentó en la jornada de la mañana y en la jornada de la tarde del día de la medición, al hacer la comparación de estos datos se nota una disminución de la humedad relativa en la jornada de la tarde, esto puede explicar el hecho de que se haya obtenido un peso mayor en los filtros dado a que con menor humedad en el ambiente hay más esparcimiento de material particulado en el aire.

Los filtros 2 y 4 fueron utilizados como blanco o valor de referencia, estas por teoría deben ser menor a la de los filtros usados por el equipo, al observar los resultados podemos ver que estos cumplen con lo esperado.

Dado el alto grado de riesgo que se obtuvo como resultado en este análisis, es de suma importancia la implementación de controles de manera inmediata, puesto que por la alta concentración de polvo generado en la trituración, teniendo en cuenta el componente de Sílice en la piedra rajón, se pueden generar graves enfermedades en los trabajadores como: neoplasia maligna de bronquios y de pulmón; silicosis; neumoconiosis asociada con tuberculosis; síndrome de Caplan; asma; bronquitis crónica; bronquitis obstructiva y enfermedades cardíaca pulmonares. (Ministerio del trabajo, 2014).

Tabla 8. Cuadro comparativo de resultados

TLV-TWA (mg/m³) <i>polvo respirable</i>	TLV Corregido (mg/m³) <i>aplicado para una exposición de 48 semanales.</i>	Concentración obtenida en el trabajo de campo (mg/m³)	Índice de Riesgo (Concentración trabajo de campo/ TLV corregido)	Grado de riesgo	Enfermedades asociadas al riesgo
3	2,34375	63,0329	26,89	ALTO	Neoplasia maligna de bronquios y de pulmón
					Silicosis
					Neumoconiosis asociada con tuberculosis
					Síndrome de Caplan
					Asma
					Bronquitis crónica
					Bronquitis obstructiva
					Enfermedades cardíacas pulmonares

Fuente: Autores.

Teniendo en cuenta la crisis sanitaria por la pandemia y las graves secuelas que esta pueda dejar en los individuos, se puede presentar un alto grado de susceptibilidad en las personas, es por esto que se hace necesaria que se priorice este tipo de riesgo, dado que puede potenciar en gran manera los efectos de estos agentes contaminantes en los organismos, provocando así enfermedades en un tiempo más pronto de lo esperado o con consecuencias más severas de las normales.

6. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE CONTROL

Para mitigar el riesgo a material particulado al cual están expuestos los trabajadores, se realizarán recomendaciones, teniendo en cuenta las medidas preventivas y de control para el medio, la fuente y el individuo. Las recomendaciones que se sugieren son las siguientes:

6.1. Medidas de control en el Medio

Área de almacenamiento:

Proteger la materia prima (piedra rajón) de la siguiente forma:

- Recubrir con lona o cobertura de otro tipo.
- Reducir la superficie expuesta al viento.
- Minimizar la altura del inventario.
- Mantener los materiales almacenados con suficiente humedad para evitar la formación de polvo.
- Instalar redes o barreras a pruebas de viento naturales o artificiales.
- Continuidad en la utilización de barreras vivas como siembra de árboles.

Manipulación del material:

- Minimizar la altura de caída del material.
- Evitar descargas fuera del área designada.
- Sistema de reducción de polvo para maquinaria de separación, trituración.

- Si es necesario, humedecer el material en el punto de transferencia, separación, rotura del material y descarga de camiones.
- Limpiar la cinta transportadora.
- Recolectar el polvo y caída de material en el recinto y puntos de transferencia.

Transporte:

- Regular y mantener adecuadamente los pasos y la circulación de vehículos y maquinaria para evitar inundaciones, emisiones de barro y polvo.
- Compactar o pavimentar la superficie de canales y vías de circulación.
- Regar los caminos, pasajes y entradas de vehículos (a través de camiones cisterna, mangueras / aspersores u otros sistemas).
- Limpiar el material acumulado para despejar las zonas de acceso.
- Establecer límites de velocidad de transporte de los vehículos y la maquinaria al interior de las instalaciones; y señales para senderos y carriles.
- Limpiar el vehículo, prestando especial atención a las ruedas y la parte inferior del vehículo.
- Utilizar capotas, lonas u otros sistemas para cubrir los materiales transportados en los camiones.
- Implementar aprovechamiento de aguas lluvias para riego.

6.2. Medidas de control en la Fuente

Planta trituradora de material pétreo:

- Realizar la instalación de un sistema de cortina en la zona de alimentación vibratoria (tolva) y la banda transportadora principal, de modo que las cubra y se disminuyan las emisiones atmosféricas en este punto del proceso. Ver Ilustración 2.

El sistema consta de láminas de acero y parales en hierro que constituyen la estructura en forma trapezoidal de 2.5 metros de largo, por 3.0 metros de ancho y cuenta con una reducción de 2.0 metros hacia la trituradora, que sirve de soporte para la instalación del toldo, ya sea en material de lona o geotextil.

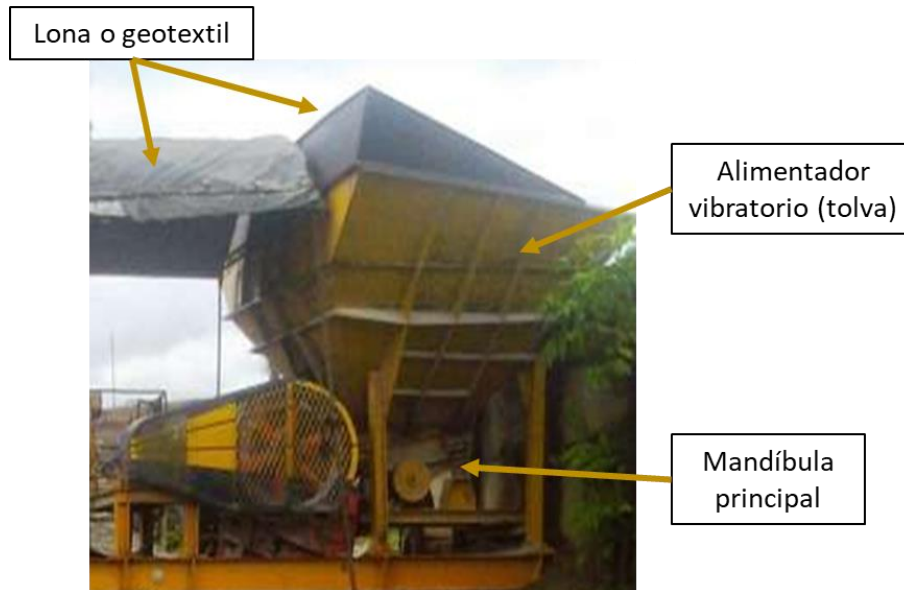


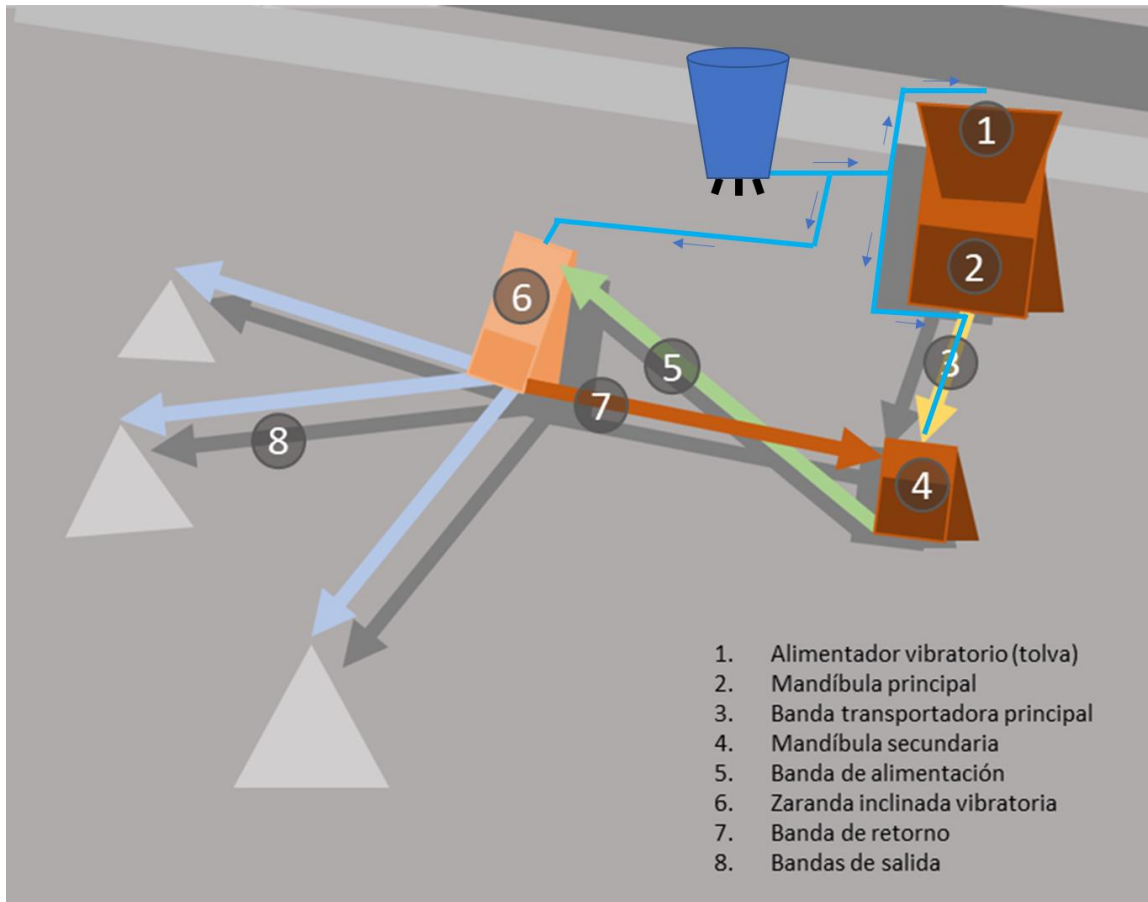
Ilustración 2. Sistema de cortina propuesto

Fuente: Adaptado de (Orozco, 2014)

- Encapsular el proceso donde más se produce MP, tales como banda transportadora y clasificador (se puede aprovechar el sistema de cortina propuesto anteriormente) mediante material geotextil o malla polisombra; se recomienda colocar un sistema de succión mediante un ducto elongable con fuelle sobre el material triturado que permita mantenerlo en un solo sitio.
- Instalar un sistema de riego de agua en la fase primaria de la máquina de trituración (mandíbula), con el fin de humectar el material antes de ingresar al proceso de triturado y evitar la suspensión de material particulado en el ambiente. Ver Esquema 1.

Este sistema de riego debe tener un tanque elevado de agua de 1000 litros, el cual es llenado por medio de una motobomba de agua eléctrica periférica de caudal de 30 L/min, con potencia de 1/2 HP, el tanque estaría en una elevación de 7 metros. El agua se distribuye por medio de gravedad en tuberías de PVC de 1/2", que en el área de la tolva se instala en forma de ducha, y en la cinta transportadora en modo de flauta, teniendo un flujo de agua de 0,7 L/min.

Esquema 1. Sistema de riego propuesto (en máquina de trituración)



Fuente: Autores

- Instalar un sistema de *cañón de niebla* para reducir *pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo* - *prevención de atmosfera FOG-HE-30 metros- trifásico*. Los cañones de niebla producen partículas de agua en suspensión de tamaño muy fino generando una nube muy homogénea. Estas partículas humedecen el material y favorecen la aglomeración de las partículas de polvo hasta tamaños suficientemente grandes como para precipitar por su propio peso. Una vez que las gotas con polvo llegan al suelo, el agua se evapora dejando el material seco, son muy bajos los consumos de agua y eléctricos. El consumo de agua es aproximadamente 1000 litros cada 8 horas. Este consumo se puede realizar ya sea por medio de servicio de acueducto o pozos subterráneos. Tiene un cubrimiento de 30 metros de longitud, puede ser fijo o giratorio se colocaría cerca al área donde se suministra material en la tolva. Se presenta propuesta económica en el **anexo 9.3**.



Ilustración 3. Sistema de riego propuesto (Cañón de niebla)

Fuente: Vapor & Presión S.A.S.

- Otra alternativa que puede ser implementada, es la micro nebulización para control de material particulado mediante platos giratorios de aspersión a 20 metros, utilizando motores trifásicos.
- Intensificar las labores de aspersión de agua y de esta manera la dispersión de material a causa del viento se reducirá.
- Implementar un sistema hidráulico para la humectación en la tolva, banda transportadora con un sistema de flauta que mantendrá húmedo el material durante todo el proceso de producción.

6.3. Medidas de control en el Individuo

- Suministrar elementos de protección personal adecuados al riesgo como protector respiratorio marca 3M modelo 7502 media cara, con dos filtros. Ver anexo 9.5.



Ilustración 4. Recomendación de EPP de protección respiratoria

Fuente: Ficha técnica respirador 3M 7502

DESCRIPCIÓN: Pieza facial de media cara doble cartucho, ofrece protección contra ciertos gases, vapores, y material particulado como neblina, polvo y humos.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

- La pieza en silicona, ofrece una protección cómoda y duradera.
- El respirador de media cara se puede utilizar con cartuchos y filtros de la línea 6000 y 2000 ofrece protección en variadas de aplicaciones.
- El diseño de bajo perfil de la pieza facial, permite una mejor visibilidad, disminuye la fatiga del usuario.
- Además de utilizarse con los cartuchos de la línea 6000, filtros de la línea 2000 también puede utilizarse con el equipo de línea de aire de flujo continuo.
- El diseño de válvula de exhalación que permite además de una rápida salida del aire caliente, una fácil comunicación.
- Cumple con las aprobaciones NIOSH/MSHA

CARTUCHO 7093B

- Filtra el 99.97% del material particulado en el aire.
- Los filtros 3M 7093B usados en la pieza facial Serie 7500 y Serie 6000 están aprobados para la protección contra polvos, humos y neblinas con o sin aceite.
- El “flujo de aire canalizado” aumenta la vida útil del filtro y provee mayor seguridad. El aire debe viajar más por lo que sólo las partículas muy pequeñas alcanzan el filtro plegado. Chispas, líquidos y partículas grandes son desviadas. Además, el filtro se satura en forma más lenta debido al diseño cubierto que excluye a las partículas mayores, y al hecho de que este filtro posee un 50% más de superficie de filtración que

el antiguo filtro 7093. La resistencia a la respiración ha sido reducida en aproximadamente un 25% de modo de aumentar el confort en la respiración. En cuanto a la forma del filtro, la bayoneta está ubicada hacia el final de él, de modo que el cuerpo del filtro quede hacia atrás de la pieza facial. Todo lo anterior se traduce en un nivel mayor de comodidad para el usuario por un período de tiempo más largo. La nueva cubierta está hecha de una combinación especial de copolímeros de policarbonato de alto performance y resinas ABS, lo cual le da un aumento a la resistencia a altas temperaturas

- Aprobado por National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación P100 de la norma 42CFR84.

Recomendaciones a nivel general ya que en visitas realizadas se observó que los trabajadores no tienen los EPP.

- Utilizar gafas para protección antipartículas, con lente polarizado.
- Utilizar botas de seguridad.
- Utilizar protectores auditivos tipo copa.
- Utilizar protección en la cabeza (casco de seguridad)
- Utilizar protección para el cuerpo. Dotar a los trabajadores de camisa manga larga y pantalón en overol.
- Utilizar protección en las manos con guantes de cuero.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Mediante las visitas realizadas a la empresa y la encuesta aplicada, se pudo establecer que el personal que laboraba en la trituradora no usaba elementos de protección personal para proteger sus vías respiratorias, adicional a esto, se notaba una leve irritación en los ojos de cada uno de ellos, los cuales manifestaron que esta era provocada por el polvo abundante al que se exponen al estar cerca de la trituradora. Esto nos permitió inferir, que la percepción de los trabajadores con respecto al riesgo laboral al cual se están exponiendo no es la debida, por esta razón, al no haber conciencia sobre lo sucedido, deciden no hacer uso voluntario de los EPP suministrados, aunque estos manifiesten como incómodo y molesto la exposición al polvo que presentan. Hasta el momento, los trabajadores no manifestaron enfermedades respiratorias de ninguna índole reportadas a causa de la exposición al material particulado presente en la obra; solo se ha reportado irritación en los ojos, lo cual nos indica que también se debe implementar un control que evite o disminuya el contacto con el agente contaminante por las vías oculares.

Al observar detalladamente el nivel de material particulado que se genera con las condiciones y medio ambiente de trabajo en el área de triturado, se puede observar que este no solo afecta el lugar de trabajo de la trituradora, sino también a muchas áreas de la empresa. Algunos operarios que están ubicados en otros puestos de trabajo han mostrado incomodidad y afectación por causa de polvo al que también se exponen procedente de esta actividad.

Para la toma de las muestras de la concentración de material particulado en la empresa, Se utilizó la técnica de medición UNE 81599 “Determinación de material de partículas en el aire Método Gravimétrico” y el Monitor Ambiental para material particulado TSQUEST 3M EVM7.”

Estas mediciones se llevaron a cabo en dos jornadas de un día laboral, para un total de 8 horas, en el cual se tuvo en cuenta la temperatura promedio y la humedad relativa promedio del ambiente, obteniendo como resultado una concentración media de 63,0329 mg/m³, TLV de 3 mg/m³, TLV corregido de 2, 3438 mg/m³ e IR de 26,89%.

Después de haber realizado los cálculos y el análisis de resultados obtenidos por el equipo 3M™ EVM 7 en el proceso de triturado de piedra rajón realizado por los empleados de la empresa VIASCON S.A.S. en el municipio de Cereté, se pudo concluir que el material particulado respirable e inhalable se encuentra muy por encima de los límites permisibles, ya que el porcentaje de IR (Índice del Riesgo) es mayor a 1, situándolo en riesgo alto.

Por lo anterior, se realizaron varias recomendaciones aplicables tanto en la fuente, el medio y en los trabajadores, para así tratar de reducir las afectaciones que el material particulado generado pueda producir en la salud de todas las personas que frecuentan a los alrededores de la trituradora. Dentro de los controles que se recomendaron para mitigar el riesgo, se añadieron también sugerencias sobre otros controles de más alcance en las instalaciones de la empresa que aminoren la exposición a otros operarios que laboran en las zonas aledañas a la trituradora, a su vez, tener también presente dentro del control de vigilancia epidemiológica a todo el personal de la empresa para la prevención de enfermedades respiratorias, dermatológicas y oculares.

Una vez se implementen medidas de control para reducir el riesgo, es recomendable hacer una nueva medición sobre la cantidad de material particulado en el ambiente, con el objeto de revisar la eficacia de las medidas implementadas, realizar nuevamente una evaluación y valoración del riesgo y así llevar a cabo acciones preventivas o correctivas según los resultados que se obtengan.

Finalmente, podemos concluir que esta investigación se realiza en un momento adecuado, pues los resultados muestran que existen riesgos latentes y subestimados en VIASCON S.A.S., lo que hace posible que este trabajo de campo contribuya en la sensibilización de empresarios y trabajadores del sector construcción, en los riesgos que existen, tal como lo indica en anexo 9.6; al mismo tiempo, que contribuye a la implementación de medidas de mejora que favorezcan la salud y el bienestar de los trabajadores, elevando su desempeño operativo y su productividad en mejores condiciones y un entorno propicio para realizar sus labores.

7.2. Recomendaciones

Una vez obtenidos los resultados de las mediciones y teniendo en cuenta las condiciones en las que se encuentran los trabajadores de la empresa VIASCON S.A.S, se proponen las siguientes recomendaciones:

- Se recomienda implementar un sistema de riego de agua por medio de tuberías para evitar la elevación de la nube de polvo generada por la trituración, humectando la materia prima, esto a su vez permitirá que el insumo principal se movilice por las cintas transportadoras sin generar contaminación al ambiente de trabajo, ayudando en gran medida a reducir la generación de material particulado.
- Se propone hacer uso de un Cañón de niebla, el cual produce partículas de agua en suspensión de tamaño muy fino. Esto ayuda a que el esparcimiento de la nube de polvo se reduzca, dado a que las partículas de polvo se aglomeran hasta tamaños suficientemente grandes hasta precipitarse por su propio peso. Este sistema se adapta a las condiciones del entorno, de acuerdo con la ficha técnica presentada en el anexo 9.3.
- Se recomienda monitorear de manera periódica el estado físico de los trabajadores, por medio de exámenes médicos proyectados en un Programa de Vigilancia Epidemiológica, para así conocer las afectaciones a largo plazo que puedan ser causadas por el material particulado.
- Se recomienda el fomentar charlas de seguridad y concientización a los trabajadores, enfocadas al agente de riesgo (polvo respirable e inhalable) en las que se capacite a los mismos en la identificación del riesgo y la importancia del uso adecuado de los controles y elementos de protección personal. Además, se les informará y socializará los programas implementados para monitorear su salud, como lo es el programa de vigilancia epidemiológica y planes de capacitación de peligros, riesgo y medidas control.

8. BIBLIOGRAFÍA

- ARCINIÉNAS, C. A. (enero - junio de 2012). DIAGNÓSTICO Y CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO: PARTÍCULAS SUSPENDIDAS TOTALES Y FRACCIÓN RESPIRABLE PM10. *Luna Azul*(34), 195-213.
- Brito de Moraes, R. J., & Silva Araújo, I. P. (2016). Particulate Matter Concentration from Construction Sites. *Journal of Environmental Engineering*.
- Cáceres, Y. (1 de Octubre de 2015). *INFOSST*. Obtenido de <https://infosst.wordpress.com/2015/10/01/factor-de-riesgo-higienicos/>
- Castañeda Velandia, D. S., & Méndez Alcázar, J. A. (2018). Estimación de la relación entre material particulado. *Universidad de La Salle Ciencia Unisalle*.
- Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades. (14 de Septiembre de 2018). *Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH)*. Obtenido de Consecuencia para la salud de la sobreexposición al polvo respirables de carbón y sílice: <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/mining/topics/respirable.html>
- Congreso de Colombia. (2012). *Ley N° 1562 del 11 de julio de 2012*. Bogotá.
- Environmental Protection Agency. (s.f.). *EPA en español*. Obtenido de Efectos del material particulado (PM) sobre la salud y el medioambiente: <https://espanol.epa.gov/espanol/efectos-del-material-particulado-pm-sobre-la-salud-y-el-medioambiente>
- Falagán Rojo, M. J., Canga Alonso, A., Ferrer Piñil, P., & Fernández Quintana, J. M. (2000). *MANUAL BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía*. Oviedo: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias.

- Fundación de prevención de riesgos laborales. (2011). Guía de buenas prácticas para el control del polvo y la sílice cristalina en el sector de ladrillos y tejas de arcilla.
- García, A., & Simanca, T. (2019). MEDICIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO PRESENTE EN EL ÁREA DE MOLIENDA DE ARCILLA DE LA EMPRESA LADRILLERA LOS CERROS S.A. KM 34 VÍA MONTERÍA – PLANETA RICA.
- Gaviria, C. F. (2009). *Contaminación por material particulado (PM_{2,5} y PM₁₀) y consultas por enfermedades respiratorias en Medellín.*
- GÓMEZ, M. (2013). *PREVENCIONINTEGRAL.COM*. Obtenido de <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2013/exposicion-laboral-material-particulado-nanoparticulas-su-incidencia-en-salud-trabajador>
- Gonzalez, X. (28 de Junio de 2018). *LA REPUBLICA*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/especiales/especial-construccion/el-sector-de-obras-registro-88102-accidentes-de-trabajo-durante-el-2017-2743590>
- Henao Robledo, F. (2015). *Riesgos químicos*. Bogotá: ECOE EDICIONES.
- HYSLA. (2018). *Blog hysla*. Obtenido de <https://www.hysla.com/enfermedades-profesionales-en-la/>
- Instituto para la salud geoambiental. (2013). *saludgeoambiental.org*. Obtenido de https://www.saludgeoambiental.org/material-particulado?gclid=Cj0KCQjw9ZzzBRCKARIsANwXaeICYG_sSjZW0oegVE6hDdYzxWXeLQP_TD8n8drWHTkiyFTtP0fs5saAhFLEALw_wcB
- Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud. (2013). POLVO. En *LA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO* (págs. 223-234). Madrid, España.
- INVESTINCOLOMBIA. (2021). *INVESTINCOLOMBIA*. Obtenido de <https://investincolombia.com.co/es/sectores/manufacturas/materiales-de-construccion#:~:text=El%20sector%20de%20materiales%20de,piedra%20y%20barro%2C%20entre%20otros>.
- ISO. (2018). *ISO 45001:2018 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso*. Ginebra: International Organization for Standardization.

- ISTAS. (2018). *Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud ISTAS*. Obtenido de [https://istas.net/istas/riesgo-quimico/agentes-quimicos-peligrosos#:~:text=Producto%20qu%C3%ADmico%20peligroso%20es%20aquel,Real%20Decreto%20374%2F2001\).](https://istas.net/istas/riesgo-quimico/agentes-quimicos-peligrosos#:~:text=Producto%20qu%C3%ADmico%20peligroso%20es%20aquel,Real%20Decreto%20374%2F2001).)
- KONKRETEK. (2015). *koncretek.com*. Obtenido de <http://koncretek.com/>
- MAPFRE, F. (1996). *Manual de Higiene Industrial*. Madrid: MAPFRE S.A.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2014). *Minsalud*. Obtenido de Riesgos Laborales: <https://www.minsalud.gov.co/proteccion-social/RiesgosLaborales/Paginas/enfermedad-laboral.aspx#:~:text=%E2%80%9CEnfermedad%20laboral,ha%20visto%20obligado%20a%20trabajar.>
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2016). Contaminantes químicos en el ambiente laboral. Madrid.
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2016). *CONTAMINANTES QUÍMICOS EN EL AMBIENTE LABORAL*. Buenos Aires: Superintendencia de Riesgos del Trabajo.
- Ministerio del trabajo. (2014). Decreto 1477., (pág. 19).
- Ministerio del Trabajo. (2014). *Decreto N° 1477 del 2014*. Bogotá.
- Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 del 26 de mayo de 2015*. Bogotá: Ministerio del Trabajo.
- Organización mundial de la Salud. (2017). <https://www.who.int/>. Obtenido de <https://www.who.int/respiratory/es/>
- Peralta, A. (1991). Características de la Industria de la Construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, N°11, 17.
- Pescador Vargas, B., & Roa Culma, L. A. (2016). DUALIDAD, LA LOCOMOTORA MINERA Vs. EL PULMÓN NEGRO. *Med*, 24(2), 88-99.
- Plaza, C. Á. (2018). *Neumoconiosis*.
- Rodríguez Sousa, E. (2016). *Fracciones Inhalable, Torácica y Respirable*.
- Salazar, C. M. (2017). *Exposición ocupacional a contaminación atmosférica de material particulado*. Medellín.
- Suárez, A. (2011). *Diagnóstico Y Control De Material Particulado: Partículas Suspendidas Totales Y Fracción Respirable Pm10*.

- Varona, M., Ibañez-Pinilla, M., Briceño, L., Groot, H., Narváez, D., Palma, M., . . . Torres, C. (2018). Evaluación de la exposición al polvo de carbón y de sílice en sitios de minería subterránea en tres departamentos de Colombia. *Biomédica*, 467-478.
- Vega, C. A. (2014). *Propuesta de ingeniería conceptual para el proyecto de automatización de la planta de Aglemezclas S.A.S. siguiendo estándares internacionales para la gestión de proyectos*. Santiago de Cali: Pontificia Universidad Javeriana.
- Vivar Martínez, E. F. (2014). *Cuantificación de Material Particulado PM10 Y su efecto toxicológico ambiental en la ciudad de Azogues*.

9. ANEXOS

9.1. Calibración De Equipos

 **TSI INCORPORATED — OCONOMOWOC**
1060 Corporate Center Drive, Oconomowoc, WI 53066 USA
tel 651 490 2811 + toll free 800 245 0779 + web www.tsi.com

An ISO 9001
Registered Company

Certificate of Calibration

Certificate Number: 1811020902EMS110001

Model: EVM-7
S/N: EMS110001

Date Issued: 02-Nov-2018

On this day of manufacture and calibration, TSI certifies that the above listed product meets or exceeds the performance requirements of the following standard(s):
ISO 10012 Quality Assurance Requirements For Measuring Equipment

Test Procedure: S074-705

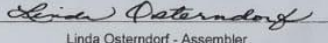
Test Conditions: Temperature: 18-25°C Humidity: 20-80% R.H. Barometric Pressure: 950-1050 mBar

Subassemblies:

PPM PID Sensor	220180105
CO2 Dynament Premier	3018781866
90° Light Scattering Photometer	N/A

Reference Material(s):

Device	Ref Standard Cal Due	Tolerance
Isobutylene PPM Cal Gas	01-May-2020	+/-2% Isobutylene
CO2 Cal Gas	01-Mar-2020	+/- 12% Carbon Dioxide
Reference Test Dust ISO 12103-1 A2 Fine (Arizona Road Dust)		N/A

Calibrated By: 
Linda Osterndorf - Assembler

In order to maintain best performance we recommend user calibration for gas sensors before each use.
Any number of factors may cause the calibration to drift before the recommended interval has expired.

Test equipment used in this test is traceable to NIST, and applies only to the unit identified above.
This report must not be reproduced except in its entirety without the written approval of TSI, Inc.

098 - 620 Rev G

Page 1 of 2



TSI INCORPORATED – OCONOMOWOC

1060 Corporate Center Drive, Oconomowoc, WI 53066 USA
tel 608 490 2911 + toll free 800 245 0779 + web www.tsi.com

An ISO 9001
Registered Company

EU Declaration of Conformity

Product Line: EVM Series, Environmental Monitor **Model No:** EVM-7 **S/N:** EMS110001

Directives Covered:

- > Council Directive 2014/30/EU on Electromagnetic Compatibility
- > Council Directive 2014/35/EU on Low Voltage Equipment Safety
- > Council Directive 2011/65/EU on the restriction and use of certain hazardous substances
- > WEEE / Council Directive 2012/19/EU on waste electrical and electronic equipment.

The basis on which conformity is being declared:

EN 61326-1 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements,
Group 1, Class B Equipment (emissions)

EN 61326-1 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
Industrial Location Immunity

IEC 61326-2-2 (2005) Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements,
Part 2-2: Particular requirements - Test configurations, operational conditions and performance
criteria for portable test, measuring and monitoring equipment used in low-voltage distribution
systems

CFR:47 (2008) Code of Federal Regulations: Part 15 Subpart B - Radio Frequency Devices - Unintentional Radiators

IEC 61010-2-081 (2003) Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use,
Part 2-081: Particular requirements for automatic and semi-automatic laboratory equipment for
analysis and other purposes

EN 50581 (2012) Technical documentation for the assessment of electrical and electronic products with respect
to the restriction of hazardous substances

Note: This certification applies to all standard options and accessories supplied with the instrument.

At the end of its life cycle, this product, and any internal lithium cell, must be sent to a WEEE recycling center, and is marked accordingly.

The technical construction file required by this directive is maintained in Oconomowoc, WI USA

Tom Jacobson - Vice President - Engineering, TSI, Inc.

9.2. Encuesta

Sección 1 de 3

ENCUESTA DE DIAGNÓSTICO

EVALUACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE MATERIAL PARTICULADO GENERADO POR EL PROCESO DE TRITURACIÓN DE PIEDRA RAJÓN EN LA EMPRESA VIASCON S.A.S DEL MUNICIPIO DE CERETÉ

Fecha

Mes, día, año

Nombre Completo *

Texto de respuesta corta

Edad *

Texto de respuesta corta

Cargo *

Texto de respuesta corta

Antigüedad en la Empresa *

Texto de respuesta corta

Antigüedad en el Cargo *

Texto de respuesta corta

Datos del Proceso



Descripción (opcional)

Jornada de Trabajo *



Texto de respuesta corta

.....

Materia Prima utilizada *

Texto de respuesta corta

.....

Maquinas utilizadas *

Texto de respuesta corta

.....

Factores Higiénicos



Descripción (opcional)

¿A qué enfermedad laboral, cree usted que está expuesto de acuerdo a la labor que realiza? *

Texto de respuesta larga

¿Qué factor o acción cree usted que está generando esa enfermedad? *

Texto de respuesta larga

¿Ha presentado alguna vez irritación en las vías respiratorias, dificultad para respirar, asma, irritación en los ojos y/o nariz, alergias o afectaciones en la piel? *

- ☐ Nunca.
- ☐ En algún momento
- ☐ Siempre

Si presentó síntomas, ¿Cuál síntoma presentó?

Texto de respuesta corta

¿Qué cantidad de polvo percibe en el ambiente de trabajo? *

- ☐ Nada
- ☐ Poco
- ☐ Aceptable

¿Qué recomienda desde su experiencia, para ayudar a mitigar estos impactos? *

Texto de respuesta larga

¿Usted Fuma? *

☐ Sí

☐ No

¿Presenta usted dolor de cabeza? *

☐ Poco

☐ Siempre

☐ Escasamente

¿Presenta usted dolor de espalda y cuello? *

☐ Sí

☐ No

¿Ha presentado dificultad respiratoria en algún momento? *

☐ Sí

☐ No

¿Presenta usted gripa frecuentemente? *

☐ Sí

☐ Poco

☐ Nunca

¿Presenta usted fiebre constantemente? *

☐ Sí

☐ No

¿Usted ha presentado tos durante el tiempo que se encuentra laborando en la empresa? *

☐ Sí

☐ No

¿Ha presentado usted dolor en el pecho? *

☐ Sí

☐ No

¿Ha bajado de peso? *

☐ Sí

☐ No

Link para diligenciamiento de encuesta:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfuDuWZgNLYLxyQ6kzWRy1CqS31X4Xl-eBiNpdmiK8sAjf2BA/viewform>

9.3. Propuesta técnica del sistema de riego – cañón de niebla



CAÑÓN DE NEBULIZACIÓN

Los sistemas de nebulización de alta presión son la solución ideal para aquellas instalaciones fijas que presentan problemas por la generación incontrolada de nubes de polvo.

Son instalaciones muy versátiles que se diseñan específicamente para cada caso, adaptándose a las condiciones del entorno y el tipo de material, así como a la disponibilidad de agua gracias a los bajos consumos que requieren.



Ventajas operativas

El sistema HS resulta muy atractivo desde el punto de vista técnico y económico. Ya que ofrece altos rendimientos ante inversiones bajas y ajustadas al volumen de producto a tratar.

Inversiones ajustadas. Muy inferiores a las requeridas por las instalaciones de captación de polvo en seco.

Adaptable a todo tipo de instalaciones.

Consumos de agua reducidos (l/min.) 1000lts en 8 horas

Consumos eléctricos moderados. trabaja en línea trifásica

Capacidad de regular el caudal de agua en función de su disponibilidad.



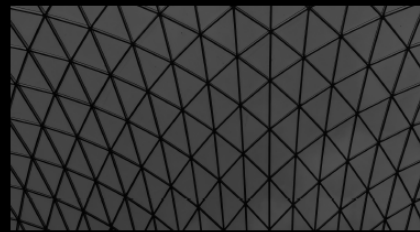
Ventajas Operativas

Posibilidad de generación de niebla seca. En combinación con aire a presión se consigue la supresión de polvo sin mojar las superficies. Ideal para equipos y productos con riesgo de apelmazamiento.

Automatización del sistema. Paro y arranque solo ante presencia del elemento a suprimir.

Alta eficacia en la supresión de la emisión difusa.

Rendimiento garantizado y larga durabilidad.



Instalación del Cañón de Niebla

Instalar un sistema de cañón de niebla para reducir pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo - prevención de atmosfera FOG-HE-30 metros- trifásico. Los cañones de niebla producen partículas de agua en suspensión de tamaño muy fino generando una nube muy homogénea.

Estas partículas humedecen el material y favorecen la aglomeración de las partículas de polvo hasta tamaños suficientemente grandes como para precipitar por su propio peso. Una vez que las gotas con polvo llegan al suelo, el agua se evapora dejando el material seco, muy bajos los consumos de agua y eléctricos.

El consumo de agua es aproximadamente 2000 lts por día. Este consumo se puede realizar ya sea por medio de servicio de acueducto o pozos subterráneos. Tiene un cubrimiento de 30 metros de longitud, puede ser fijo o giratorio se colocaría cerca al área donde se suministra material en la tolva

Composición de la instalación

El sistema HS se basa en la disposición de un conjunto de boquillas de nebulización de pequeño diámetro de paso y ángulo variable, alimentadas por un grupo de alta presión de hasta 70 bar que cuenta con una instalación de filtrado previa. El fluido a alta presión es conducido por una red de tuberías rígidas y mangueras flexibles de alta presión fácilmente adaptables al entorno hasta el lugar de trabajo. El sistema se activa de manera automática gracias a sensores ultrasónicos que permiten que el equipo solo funcione en presencia de polvo o bien mediante la disposición de controladores temporales.

9.4. Propuesta económica del sistema de riego – cañón de niebla



Cotización No. 0156

Señores
VIASCON
San Carlos - Cordoba

Asunto: SERVICIO DE SUMINISTRO DE EQUIPOS PARA MITIGACION DE MATERIAL PARTICULADO.

Cordial saludo,

De acuerdo a lo solicitado adjunto cotización de los dos sistemas disponibles por nuestra empresa

DETALLE SERVICIO Y/O PRODUCTO	CODIGO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
<u>suministro de cañon de niebla para reducir pequeñas partículas sólidas o líquidas de polvo - prevención de atmosfera FOG- HE-30 metros- trifasico</u>	1	1	\$ 75.000.000,00
<u>sistema de micro nebulización para control de material particulado mediante platos giratorios de aspersión a 20 metros motores trifasicos</u>	1	1	\$ 55.000.000,00
se entrega instalado en sitio - no incluye conexión a red trifasica de contar el sitio del proyecto			
OBSERVACIONES FORMA DE PAGO: 60 % contra orden de compra CLIENTE : TIEMPO DE EJECUCION: 20 dias		Subtotal	\$ 130.000.000
		Iva 19%	\$ 24.700.000
		Vr. Total	\$ 154.700.000

Cordialmente,

Fabian Duarte.
Gerente.
Presión & Vapor S.A.S
Cel. 57 310 361 6746



VAPOR & PRESION S.A.S
Calle 28 #4-33 oficina 301 Edificio Antiguo Cámara de Comercio
Cel. 310 361 6746 – 320 915 0018
Instagram : @Vaporypresion
vaporypresion.limpiezaintegral@gmail.com
www.vaporypresion.com

9.5. Hoja de seguridad de mascara de protección facial



Filtro 2097 (P100)

Con Media Cara o Cara Completa

Hoja

Descripción

Los filtros 3M 2097 usados en la pieza facial Serie 6000 ó 7000 están aprobados para la protección contra polvos y neblinas con o sin aceite. Es fabricado con un Medio Filtrante Electrostático Avanzado, novedoso sistema de retención de partículas que permite mayor eficiencia del filtro con menor caída de presión. Los tres diferentes tamaños de los respiradores permiten un buen ajuste en distintas configuraciones faciales, su diseño de bajo perfil le permite ser usado con otros implementos de seguridad, sus válvulas de exhalación e inhalación extra grandes permiten tener una menor resistencia a la respiración, el diseño de estos filtros le atribuyen una mejor distribución del peso unido al respirador, con lo que se incrementa su comodidad. El filtro 3M 2097 ha sido diseñado para una eficiencia máxima de filtrado de partículas y en áreas donde hay presencia de niveles molestos de vapores orgánicos, porque cuenta con un Medio filtrante removedor de olores, recomendado por 3M para la protección contra Ozono hasta 10 veces el TLV.

Aplicaciones

- Exposición a partículas de sustancias especificadas por OSHA
- Reducción de Plomo
- Cadmio
- Arsénico
- Industria farmacéutica
- Soldadura eléctrica
- Procesos químicos
- Revestimientos (base asfáltica).

Aprobaciones

Aprobado por la National Institute for Occupational Safety And Health (NIOSH) de Estados Unidos bajo la especificación P100 de la norma 42CFR84.

Características

- Pieza Facial: Polímero sintético
- Color: Gris
- Elemento filtrante: Tela no tejida de polipropileno y poliéster. Carbón activado.
- Color: Fucsia
- Peso aproximado: 10 g.

Concentraciones límites

•No usar cuando las concentraciones sean mayores a 10 veces el límite de exposición (media cara) ó 100 veces (cara completa).



•No usar en atmósferas cuyo contenido de oxígeno sea menor a 19.5 %.

•No usar en atmósferas en las que el contaminante esté en concentraciones IDLH (inmediatamente peligrosas para la vida y la salud).

Limitaciones de uso

Aprobado para protección respiratoria contra polvos (incluyendo carbón, algodón, aluminio, trigo, hierro y sílice libre producidos principalmente por la desintegración de sólidos durante procesos industriales tales como: esmerilado, lijado, trituración y procesamiento de minerales y otros materiales) y neblinas a base de líquidos con o sin aceites.

•No usar en atmósferas que contengan vapores y gases tóxicos a niveles iguales o superiores al TLV (excepto Ozono) o polvo proveniente de lavado con chorro de arena.

Garantía

La única responsabilidad del vendedor o fabricante será la de reemplazar la cantidad de este producto que se pruebe ser defectuoso de fábrica.

Ni el vendedor ni el fabricante serán responsables de cualquier lesión personal, pérdida o daños ya sean directos o consecuentes del mal uso de este producto.

Antes de ser usado, se debe determinar si el producto es apropiado para el uso pretendido y el usuario asume toda responsabilidad y riesgo en conexión con dicho uso.

Empaque

Piezas/Bolsa	Bolsas / Caja	Piezas / Caja
2	50	100

Para mayor información:



Calle San Ignacio de Loyola 271, Miraflores
Lima - Perú
617 - 1212 Fax: 617 - 1213
www.prosac.com.pe
postmaster@prosac.com.pe

9.6. Carta remitida por VIASCON S.A.S.



9.7. Informe de laboratorio

 NIT 891.080031-3	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA	CÓDIGO: FLA-036
	INFORME DE RESULTADOS	07-10-20
	LABORATORIO DE AGUAS	VERSIÓN: N° 09

INFORME

Fecha: 14/05/21

CLIENTE:	FREDY GENES PATERNINA – GADIEL GÓMEZ GOMEZ - YAMILET LOPEZ ARTEAGA	DIRECCIÓN	VIASCON SAS - CERETÉ
TELÉFONO	3114274914	NIT/CC #	1067934828
INTERESADO	FREDY GENES PATERNINA – GADIEL GÓMEZ GOMEZ - YAMILET LOPEZ ARTEAGA		

MUESTRA			MUESTREO								
TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE RECIBIDO	PLAN DE MUESTREO N°	FECHA	LUGAR DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD	PUNTO	HORA	TOMADA POR:	CONDICIONES AMBIENTALES Y DE PRESERVACIÓN	NUMERO DE ALICUOTAS	NUMERO DE MUESTRA
FILTROS	NA	07/05/21 12/05/21	NA	NA	Área de trituración de piedra rajón VIASCON SAS	FILTRO 1	NA	Cliente	NA	NA	1
PARAMETRO			UNIDADES		MÉTODO			FECHA DE EJECUCIÓN		RESULTADO	
PESAJE DE FILTRO INICIAL			g		GRAVIMETRICO			07/05/2021		21.2732	
PESAJE DE FILTRO FINAL			g		GRAVIMETRICO			12/05/2021		21.2982	

 NIT 891080031-3	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA				CÓDIGO: FLA-036
	INFORME DE RESULTADOS				07-10-20
	LABORATORIO DE AGUAS				VERSIÓN: Nº 09

MUESTRA			MUESTREO								
TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE RECIBIDO	PLAN DE MUESTREO Nº	FECHA	LUGAR DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD	PUNTO	HORA	TOMADA POR:	CONDICIONES AMBIENTALES Y DE PRESERVACIÓN	NUMERO DE ALÍCUOTAS	NUMERO DE MUESTRAS
FILTROS	NA	07/05/21 12/05/21	NA	NA	Área de trituración de piedra rajón VIASCON SAS	FILTRO 2	NA	Cliente	NA	NA	1
PARAMETRO			UNIDADES	MÉTODO			FECHA DE EJECUCIÓN		RESULTADO		
PESAJE DE FILTRO INICIAL			g	GRAVIMETRICO			07/05/2021		21.2504		
PESAJE DE FILTRO FINAL			g	GRAVIMETRICO			12/05/2021		21.2639		

 NIT 891080031-3	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA		CÓDIGO: FLA-036
	INFORME DE RESULTADOS		07-10-20
	LABORATORIO DE AGUAS		VERSIÓN: Nº 09

MUESTRA			MUESTREO								
TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE RECIBIDO	PLAN DE MUESTREO Nº	FECHA	LUGAR DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD	PUNTO	HORA	TOMADA POR:	CONDICIONES AMBIENTALES Y DE PRESERVACIÓN	NUMERO DE ALÍCUOTAS	NUMERO DE MUESTRAS
FILTROS	NA	07/05/21 12/05/21	NA	NA	Área de trituración de piedra rajón VIASCON SAS	FILTRO 3	NA	Cliente	NA	NA	1
PARAMETRO			UNIDADES		MÉTODO			FECHA DE EJECUCIÓN		RESULTADO	
PESAJE DE FILTRO INICIAL			g		GRAVIMETRICO			07/05/2021		21.3284	
PESAJE DE FILTRO FINAL			g		GRAVIMETRICO			12/05/2021		21.3540	

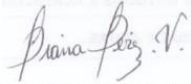
 NIT 891080031-3	UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA		CÓDIGO:
	INFORME DE RESULTADOS		FLA-036
	LABORATORIO DE AGUAS		07-10-20
			VERSIÓN:
			Nº 09

MUESTRA			MUESTREO								
TIPO DE MUESTRA	CÓDIGO DEL LABORATORIO	FECHA DE RECIBIDO	PLAN DE MUESTREO Nº	FECHA	LUGAR DONDE SE REALIZA LA ACTIVIDAD	PUNTO	HORA	TOMADA POR:	CONDICIONES AMBIENTALES Y DE PRESERVACIÓN	NUMERO DE ALÍCUOTAS	NUMERO DE MUESTRAS
FILTROS	NA	07/05/21 12/05/21	NA	NA	Área de trituración de piedra rajón VIASCON SAS	FILTRO 4	NA	Cliente	NA	NA	1
PARAMETRO			UNIDADES		MÉTODO		FECHA DE EJECUCIÓN		RESULTADO		
PESAJE DE FILTRO INICIAL			g		GRAVIMETRICO		07/05/2021		21.3083		
PESAJE DE FILTRO FINAL			g		GRAVIMETRICO		12/05/2021		21.3226		

OBSERVACIONES:

NOTAS:

Los anteriores resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas; son de carácter confidencial y de propiedad del cliente.
 El Laboratorio efectúa el muestreo según su procedimiento PLA-002, si es realizado por el laboratorio se anexa al informe un anexo con fotografías del punto muestreado.
 Cuando el muestreo no está a cargo del Laboratorio, este no se hace responsable del método de obtención de las muestras ni de las condiciones de estas antes de su llegada al Laboratorio, no se hace responsable de interpretación alguna que se haga respecto a la representatividad o validez de las muestras, ni responsable de la información reportada por el cliente.
 Si la muestra no fue tomada por el laboratorio, los resultados aquí obtenidos se aplican a la muestra cómo se recibió.
 El Laboratorio asegura la confidencialidad de los resultados presentados en éste informe.
 No se permite la reproducción parcial del informe sin la autorización escrita del Laboratorio.
 Cuando las muestras son analizadas por proveedor externo este resultado se marca con un * y se referencia el nombre del proveedor


DIANA CAROLINA PEREZ VERGARA
 DIRECTOR TECNICO DE LABORATORIO


EDINELDO LANS CEBALLOS M.Sc
 COORDINADOR DE LABORATORIO

Fin de informe